№ 11 (113) ▪ 2021
Часть 1 ▪ Ноябрь

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЖУРНАЛ

INTERNATIONAL RESEARCH JOURNAL

ISSN 2227-6017 ONLINE

Екатеринбург
2021

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЖУРНАЛ
INTERNATIONAL RESEARCH JOURNAL
ISSN 2227-6017 ONLINE

Периодический теоретический и научно-практический журнал.
Выходит 12 раз в год.
Учредитель журнала: Соколова М.В.
Главный редактор: Меньшаков А.И.
Адрес издателя и редакции: 620137, г. Екатеринбург, ул. Академическая, д. 11, корп. А, оф. 4.
Электронная почта: editors@research-journal.org
Сайт: www.research-journal.org
16+

№ 11 (113) 2021
Часть 1
Ноябрь

Дата выхода 17.11.2021
Цена: бесплатно.

Журнал имеет свободный доступ, это означает, что статьи можно читать, загружать, копировать, распространять, печатать и ссылаться на их полные тексты с указанием авторства без каких-либо ограничений. Тип лицензии CC, поддерживаемый журналом: Attribution 4.0 International (CC BY 4.0). Актуальная информация об индексации журнала в библиографических базах данных https://research-journal.org/indexing/.

Номер свидетельства о регистрации в Федеральной Службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций: **ЭЛ № ФС 77 - 80772.**

Члены редколлегии:

Филологические науки:
Растягаев А.В. д-р филол. наук, Московский Городской Университет (Москва, Россия);
Сложеникина Ю.В. д-р филол. наук, Московский Городской Университет (Москва, Россия);
Штрекер Н.Ю. к. филол. н., Калужский Государственный Университет имени К.Э. Циолковского (Калуга, Россия);
Вербицкая О.М. к. филол. н., Иркутский Государственный Университет (Иркутск, Россия).

Технические науки:
Пачурин Г.В. д-р техн. наук, проф., Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (Нижний Новгород, Россия);
Федорова Е.А. д-р техн. наук, проф., Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (Нижний Новгород, Россия);
Герасимова Л.Г. д-р техн. наук, Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева (Апатиты, Россия);
Курасов В.С. д-р техн. наук, проф., Кубанский государственный аграрный университет (Краснодар, Россия);
Оськин С.В. д-р техн. наук, проф. Кубанский государственный аграрный университет (Краснодар, Россия).

Педагогические науки:
Куликовская И.Э. д-р пед. наук, Южный федеральный университет (Ростов-на-Дону, Россия);
Сайкина Е.Г. д-р пед. наук, Российский государственный педагогический университет имени А.И. Герцена (Санкт-Петербург, Россия);
Лукьянова М.И. д-р пед. наук, Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова (Ульяновск, Россия);
Ходакова Н.П. д-р пед. наук, проф., Московский городской педагогический университет (Москва, Россия).

Психологические науки:
Розенова М.И. д-р психол. наук, проф., Московский государственный психолого-педагогический университет (Москва, Россия);
Ивков Н.Н. д-р психол. наук, Российская академия образования (Москва, Россия);
Каменская В.Г. д-р психол. наук, к. биол. наук, Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина (Елец, Россия).

Физико-математические науки:
Шамолин М.В. д-р физ.-мат. наук, МГУ им. М. В. Ломоносова (Москва, Россия);
Глезер А.М. д-р физ.-мат. наук, Государственный Научный Центр ЦНИИчермет им. И.П. Бардина (Москва, Россия);
Свистунов Ю.А. д-р физ.-мат. наук, проф., Санкт-Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург, Россия).

Географические науки:
Умывакин В.М. д-р геогр. наук, к. техн. наук проф., Военный авиационный инженерный университет (Воронеж, Россия);
Брылев В.А. д-р геогр. наук, проф., Волгоградский государственный социально-педагогический университет (Волгоград, Россия);
Огуреева Г.Н. д-р геогр. наук, проф., МГУ имени М.В. Ломоносова (Москва, Россия).

Биологические науки:
Буланый Ю.П. д-р биол. наук, Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского (Саратов, Россия);
Аникин В.В., д-р биол. наук, проф., Саратовский государственный университет им. Н.Г.Чернышевского (Саратов, Россия);
Еськов Е.К. д-р биол. наук, проф., Российский государственный аграрный заочный университет (Балашиха, Россия);
Ларионов М.В., д-р биол. наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва, Россия).

Архитектура:
Янковская Ю.С. д-р архитектуры, проф., Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (Санкт-Петербург, Россия).

Ветеринарные науки:
Алиев А.С. д-р ветеринар. наук, проф., Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины (Санкт-Петербург, Россия);
Татарникова Н.А. д-р ветеринар. наук, проф., Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова (Пермь, Россия).

Медицинские науки:
Никольский В.И. д-р мед. наук, проф., Пензенский государственный университет (Пенза, Россия);
Ураков А.Л. д-р мед. наук, Ижевская Государственная Медицинская Академия (Ижевск, Россия).

Исторические науки:
Меерович М.Г. д-р ист. наук, к. архитектуры, проф., Иркутский национальный исследовательский технический университет (Иркутск, Россия);
Бакулин В.И. д-р ист. наук, проф., Вятский государственный университет (Киров, Россия);
Бердинских В.А. д-р ист. наук, Вятский государственный гуманитарный университет (Киров, Россия);
Лёвочкина Н.А. к. ист. наук, к. экон. наук, ОмГУ им. Ф.М. Достоевского (Омск, Россия);
Блейх Н.О. д-р ист. наук, Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова (Владикавказ, Россия).

Культурология:
Куценков П.А. д-р культурологии, к. искусствоведения, Институт востоковедения РАН (Москва, Россия).

Искусствоведение:
Куценков П.А. д-р культурологии, к. искусствоведения, Институт востоковедения РАН (Москва, Россия).

Философские науки:
Петров М.А. д-р филос. наук, Института философии РАН (Москва, Россия);
Бессонов А.В. д-р филос. наук, проф., Институт философии и права СО РАН (Новосибирск, Россия);
Цыганков П.А. д-р филос. наук., МГУ имени М.В. Ломоносова (Москва, Россия);
Лойко О.Т. д-р филос. наук, Национальный исследовательский Томский политехнический университет (Томск, Россия).

Юридические науки:
Костенко Р.В. д-р юрид. наук, проф., Кубанский государственный аграрный университет (Краснодар, Россия);
Мазуренко А.П. д-р юрид. наук, Северо-Кавказский федеральный университет в г. Пятигорске (Пятигорск, Россия);
Мещерякова О.М. д-р юрид. наук, Всероссийская академия внешней торговли (Москва, Россия);
Ергашев Е.Р. д-р юрид. наук, проф., Уральский государственный юридический университет (Екатеринбург, Россия).

Сельскохозяйственные науки:
Важов В.М. д-р с.-х. наук, проф., Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет им. В.М. Шукшина (Бийск, Россия);
Раков А.Ю. д-р с.-х. наук, Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр (Михайловск, Россия);
Комлацкий В.И. д-р с.-х. наук, проф., Кубанский государственный аграрный университет (Краснодар, Россия);
Никитин В.В. д-р с.-х. наук, Белгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (Белгород, Россия);
Наумкин В.П. д-р с.-х. наук, проф., Орловский государственный аграрный университет.

Социологические науки:
Замараева З.П. д-р социол. наук, проф., Пермский государственный национальный исследовательский университет (Пермь, Россия);
Солодова Г.С. д-р социол. наук, проф., Институт философии и права СО РАН (Новосибирск, Россия);
Кораблева Г.Б. д-р социол. наук, Уральский Федеральный Университет (Екатеринбург, Россия).

Химические науки:
Абдиев К.Ж. д-р хим. наук, проф., Казахстанско-Британский технический университет (Алма-Аты, Казахстан);
Мельдешов А. д-р хим. наук, Казахстанско-Британский технический университет (Алма-Аты, Казахстан);
Скачилова С.Я. д-р хим. наук, Всероссийский Научный Центр По Безопасности Биологически Активных Веществ (Купавна Старая, Россия).

Науки о Земле:
Горяинов П.М. д-р геол.-минерал. наук, проф., Геологический институт Кольского научного центра Российской академии наук (Апатиты, Россия).

Экономические науки:
Лёвочкина Н.А. д-р экон. наук, к. ист. н., ОмГУ им. Ф.М. Достоевского (Омск, Россия);
Ламоттке М.Н. к. экон. н., Нижегородский институт управления (Нижний Новгород, Россия);
Акбулаев Н. к. экон. н., Азербайджанский государственный экономический университет (Баку, Азербайджан);
Кулиев О. к. экон. н., Азербайджанский государственный экономический университет (Баку, Азербайджан).

Политические науки:
Завершинский К.Ф. д-р полит. наук, проф. Санкт-Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург, Россия).

Фармацевтические науки:
Тринеева О.В. к. фарм. н., Воронежский государственный университет (Воронеж, Россия);
Кайшева Н.Ш. д-р фарм. наук, Волгоградский государственный медицинский университет (Волгоград, Россия);
Ерофеева Л.Н. д-р фарм. наук, проф., Курский государственный медицинский университет (Курск, Россия);
Папанов С.И. д-р фарм. наук, Медицинский университет (Пловдив, Болгария);
Петкова Е.Г. д-р фарм. наук, Медицинский университет (Пловдив, Болгария);
Скачилова С.Я. д-р хим. наук, Всероссийский Научный Центр По Безопасности Биологически Активных Веществ (Купавна Старая, Россия);
Ураков А.Л., д-р мед. наук, Государственная Медицинская Академия (Ижевск, Россия).

Екатеринбург
2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ / PHYSICS AND MATHEMATICS

Воскобойников Ю.Е.[1], Боева В.А.
МЕТОД L-КРИВОЙ ДЛЯ ОЦЕНИВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПАРАМЕТРА СГЛАЖИВАЮЩЕГО КУБИЧЕСКОГО СПЛАЙНА 6

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / ENGINEERING

Горелкина А.К., Тимощук И.В., Юстратов В.П., Ананьев В.А., Альтшуллер О.Г., Останина Е.В.
ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ СОРБЦИОННОГО ПРОЦЕССА ПРИ ДООЧИСТКЕ ВОДЫ НА ПИЩЕВЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ 14

Гузик В.Ф., Ляпунцова Е.В., Черный С.А., Шестаков А.В.
ОРГАНИЗАЦИЯ НАСТРАИВАЕМОГО АППАРАТНОГО НЕЙРОВЫЧИСЛИТЕЛЯ 19

Зеньков Е.В.
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ МОДЕЛЕЙ ШАТУНОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ИЗ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ВТ20 23

Карпов М.Г., Семенов Д.Ю.
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ЗАЩИТЫ СИСТЕМ, ВКЛЮЧАЮЩИХ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ ЦИФРОВОГО ПРОФИЛЯ СТУДЕНТОВ 29

Кутепов А.В., Степнов А.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОБСТВЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА КОРРОЗИОННУЮ СТОЙКОСТЬ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ (ND, PR) FEB 33

Лысенко Е.А., Нестеренко Г.А., Нестеренко И.С., Буграков В.С., Морозова А.Р.
РАСЧЕТ ЖЕСТКОГО КОРПУСА РАЗБОРНОЙ БУКСИРУЕМОЙ ПЛАТФОРМЫ НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ НА ПРОЧНОСТЬ 37

Панько В.С., Кислица А.С.
СИНТЕЗ АМПЛИТУДНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ИНТЕГРИРОВАННЫХ ВОЛНОВОДНО-ЩЕЛЕВЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТКАХ 42

Присухина Н.В., Матюшев В.В., Демиденко Г.А., Машанов А.И., Селиванов Н.И., Хижняк С.В.
ПРИМЕНЕНИЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ ВИДОВ СЫРЬЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ОВСЯНОГО ПЕЧЕНЬЯ 47

Пухкал В.А., Маркарян С.Р.
ВЛИЯНИЕ РАСХОДА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ НА ТЕПЛОВОЙ ПОТОК РАДИАТОРОВ СЕКЦИОННОГО ТИПА 54

Тимощук И.В., Горелкина А.К., Юстратов В.П., Альтшулер О.Г., Остапова Е.В.
О ВЛИЯНИИ КОНТАМИНАЦИИ ВОДЫ НА СТОЙКОСТЬ КОМПОНЕНТОВ ГАЗИРОВАННЫХ НАПИТКОВ 63

Митриковский А.Я., Кузнецова А.В., Романова А.А., Шушарина И.В., Гульбинас А.С.
НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОБЕЗВРЕЖИВАНИЮ НЕФТЕШЛАМОВ И ФОРМИРОВАНИЮ ПОЧВОПОДОБНОЙ СРЕДЫ 71

Федотов В.А.
МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА СОВРЕМЕННЫМИ ИНФОРМАЦИОННЫМИ СРЕДСТВАМИ 76

Яблонев А.Л., Щербакова Д.М.
ЗАВИСИМОСТЬ ФАКТИЧЕСКОЙ ДЛИНЫ ОСИ ВСАСЫВАЮЩЕГО ФАКЕЛА ОТ УГЛА УСТАНОВКИ СОПЛА ТОРФЯНОЙ ПНЕВМОУБОРОЧНОЙ МАШИНЫ 79

АРХИТЕКТУРА / ARCHITECTURE

Бухезам Ф., Колесникова Т.Н.
ПАССИВНЫЕ АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО МНОГОКВАРТИРНОГО ГОРОДСКОГО ЖИЛЬЯ В ПОЛУСУХОМ КЛИМАТЕ АЛЖИРА 86

Ильвицкая С.В., Чистякова А.Г.
ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ В БИОЭНЕРГЕТИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ УЛАВЛИВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ УГЛЕРОДА 101

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ / AGRICULTURAL SCIENCES

Арестова Е.А., Арестова С.В.
РОСТ И СОСТОЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *SALIX* L. В САРАТОВСКОМ ПОВОЛЖЬЕ 105

Аткина Л.И., Ефимова Н.А., Фролова Т.И.
БЛАГОУСТРОЙСТВО ТЕРРИТОРИИ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЦЕНТРА ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ 108

Болотова Л.Ю.
ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В ХОЗЯЙСТВАХ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ 114

Ведерников К.Е.
ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННЫХ УСЛОВИЙ НА СОСТОЯНИЕ ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ УДМУРТИИ 119

Жигулин Е.В., Оплетаев А.С.
ВЛИЯНИЕ ОСВЕЩЕННОСТИ НА РОСТ СЕЯНЦЕВ С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ 124

Залесов С.В.
НОВЫЙ СПОСОБ ОЧИСТКИ МЕСТ РУБОК В ДРЕВОСТОЯХ ОТ ПОРУБОЧНЫХ ОСТАТКОВ 129

Косенко Т.Г.
СИСТЕМА СОХРАНЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ ОАО «ЮЖНОЕ» САЛЬСКОГО РАЙОНА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ 132

Кровикова А.Н., Бакай Ф.Р., Лепёхина Т.В.
УДОЙ, МАССОВАЯ ДОЛЯ ЖИРА И БЕЛКА В МОЛОКЕ У КОРОВ ЧЁРНО–ПЁСТРОЙ ПОРОДЫ РАЗНЫХ ГЕНОТИПОВ 136

Мирошниченко П.В., Лазарев С.Э., Забашта Н.Н., Лисовицкая Е.П., Панфилкина Е.В.
ПРИМЕНЕНИЕ АДСОРБЕНТА ПРИ СМЕШАННЫХ ХРОНИЧЕСКИХ МИКОТОКСИКОЗАХ ПТИЦ 140

Мирошниченко П.В., Забашта Н.Н., Пруцаков С.В., Лазарев С.Э., Скориков А.В., Меньшенин В.В.
ОСОБЕННОСТИ ОСНОВНЫХ ИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ 143

Мкртчян Г.В., Богданова Т.В., Бакай Ф.Р.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПОПУЛЯЦИИ ЧЕРНО-ПЕСТРОГО СКОТА В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ 148

Немзоров А.М., Ларина Н.А., Орлова К.С., Коркина В.И.
ВЛИЯНИЕ НОВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ И АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ МОЛОКА 155

Оплетаев А.С., Залесов С.В., Башегуров К.А., Осипенко А.Е., Жигулин Е.В.
ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ПОЛИВА НА РОСТ И ФИТОМАССУ СЕЯНЦЕВ ЛИСТВЕННИЦЫ СУКАЧЕВА (*LARIX SUKACZEWII* DYL.) 160

Панин И.А., Секерин И.М., Усов М.В., Осипенко А.Е.
СПЕЦИФИКА ТУШЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В СОСНЯКАХ 166

Розумная Л.А., Желанкин Р.В.
ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВИНОГРАДНОЙ УЛИТКИ (*HELIX POMATIA* L.) В УСЛОВИЯХ РЫБОВОДНЫХ ПРУДОВЫХ ХОЗЯЙСТВ 171

Свистунов А.А.
ПРИМЕНЕНИЕ КУКУРУЗНОГО ЭКСТРАКТА В КОРМЛЕНИИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ 178

Удотова О.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПИЩЕВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ОБЩЕСТВЕННОМ ПИТАНИИ В ТУРИСТСКИХ ДЕСТИНАЦИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ 182

Шеварлич М.М., Токарева Е.В., Чернованова Н.В., Ягупова Е.В., Немченко А.В.
УЧЕТНАЯ КОНЦЕПЦИЯ ИНДЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ПЛЕМЕННОГО АКТИВА 187

Юрина Н.А.
КОРМОВАЯ ФИТОДОБАВКА В РАЦИОНЕ ПТИЦЫ 192

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ / PHYSICS AND MATHEMATICS

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.003

МЕТОД L-КРИВОЙ ДЛЯ ОЦЕНИВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПАРАМЕТРА СГЛАЖИВАЮЩЕГО КУБИЧЕСКОГО СПЛАЙНА

Научная статья

Воскобойников Ю.Е.[1, *], Боева В.А.[2]
[1] ORCID: 0000-0002-5282-6002;
[2] ORCID: 0000-0002-5668-3416;
[1, 2] Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет, Новосибирск, Россия;
[1] Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия

* Корреспондирующий автор (voscob[at]mail.ru)

Аннотация

Универсальным аппаратом для фильтрации измерительных шумов является сглаживающий кубический сплайн дефекта единица. Величина ошибки фильтрации (сглаживания) в существенной степени определяется значением параметра сглаживания. При значении параметра сглаживания, называемым оптимальным, величина ошибки сглаживания принимает минимальное значение. На практике априорная информация о точных (не зашумлённых) значениях сигнала отсутствует, и вычислить значение оптимального пара сглаживания невозможно. В связи с этим используемые для решения практических задач алгоритмы выбора оптимального параметра позволяют оценить лишь приемлемые ошибки сглаживания, которые порой в значительной степени превышают минимальные значения. Особую трудность представляет оценивание оптимального параметра сглаживания при неизвестной дисперсии шума измерения экспериментальных данных. В данной работе строится и подробно исследуется алгоритм оценивания оптимального параметра на основе метода *L*-кривой. Этот метод используется для выбора параметра регуляризации в алгоритмах решения некорректно поставленных задач. Особое внимание уделяется оцениванию оптимального параметра в условиях коррелированного шума. По результатам этих исследований даются практические рекомендации по применению этого алгоритма выбора в практике обработки экспериментальных данных.

Ключевые слова: фильтрация шумов, сглаживающий кубический сплайн, параметр сглаживания, выбор параметра при неизвестной дисперсии шума.

L-CURVE METHOD FOR EVALUATING THE OPTIMAL PARAMETER OF A SMOOTHING CUBIC SPLINE

Research article

Voskoboynikov Yu.E.[1, *], Boeva V.A.[2]
[1] ORCID: 0000-0002-5282-6002;
[2] ORCID: 0000-0002-5668-3416;
[1, 2] Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering, Novosibirsk, Russia;
[1] Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia

* Corresponding author (voscob[at]mail.ru)

Abstract

A universal device for filtering measuring noise is a smoothing cubic spline of defect 1. The magnitude of the filtering error (smoothing) is mostly determined by the value of the smoothing parameter. With the optimal smoothing parameter value, the smoothing error value takes a minimum value. In practice, there is no a priori information on the exact (not noisy) values of the signal, and it is impossible to calculate the value of the optimal smoothing parameter. In this regard, the algorithms used to solve practical problems for choosing the optimal parameter allow for estimating only acceptable smoothing errors, which sometimes significantly exceed the minimum values. The estimation of the optimal smoothing parameter with an unknown variance of the noise measurement of experimental data presents particular difficulty. The current article constructs and examines in detail an algorithm for estimating the optimal parameter based on the *L*-curve method. This method is used to select the regularization parameter in algorithms for solving incorrectly set tasks. Particular attention is paid to the estimation of the optimal parameter in conditions of correlated noise. Based on the results of these studies, the authors provide practical recommendations for the application of this selection algorithm in the practice of processing experimental data.

Keywords: noise filtering, smoothing cubic spline, smoothing parameter, parameter selection with unknown noise dispersion.

Введение и задача исследования

Сглаживание и дифференцирование зашумленных сигналов (данных) являются наиболее распространёнными задачами при обработке экспериментальных данных [1], часто возникающими в задачах непараметрической идентификации [2], [3]. Следует напомнить, что дифференцирование – это некорректно поставленная задача [4]. Для устойчивого дифференцирования часто используют сглаживающие кубические сплайны (СКС) дефекта единица, которые также эффективны в целях фильтрации содержащихся в обрабатываемых сигналах шумов измерений. На интервале определения сплайна СКС характеризуются непрерывными первыми и вторыми производными. Это позволяет использовать их для вычисления смешанных производных [5], [6]. Основной вопрос, встающий при использовании СКС для решения практических задач, заключается в том, как правильно выбрать параметр сглаживания, величина которого также существенно влияет и на ошибку сглаживания. Следует выбирать некоторое оптимальное

значение этого параметра, минимизирующее величину ошибки сглаживания, что невозможно – априорные данные о точных значениях обрабатываемого сигнала отсутствуют. В связи с этим используемые для решения практических задач алгоритмы выбора оптимального параметра позволяют лишь оценить допустимые значения ошибки сглаживания, которые порой в значительной степени превышают минимальные значения. Необходимо рассмотреть два варианта:

1) дисперсия шума измерения задана;

2) данные о дисперсии шума измерения отсутствуют.

Для первого варианта разработаны различные алгоритмы [1], [2] позволяющие оценить оптимальное значение параметра сглаживания с хорошей точностью. Для второго варианта, при неизвестной дисперсии и, в особенности, в случае коррелированного шума, вопрос оценивания параметра сглаживания встаёт остро. Шум с существенной корреляцией между соседними отсчётами может возникать вследствие проведения предварительной обработки зашумлённых исходных сигналов (например, если отфильтровать импульсные шумы нелинейными фильтрами [7]). В работе [7] было показано, что алгоритм оценивания оптимального параметра на основе метода перекрестной проверки (cross-validation method), дает заниженные значения параметра сглаживания, что вызывает значительные ошибки сглаживания.

Все обозначенные выше проблемные вопросы определяют цель данной работы: построение алгоритма оценивания оптимального параметра сглаживания при неизвестной дисперсии шума измерения и коррелированном шуме измерения на основе метода *L*-кривой и исследование работы этого алгоритма. Попутно ставились следующие задачи:

• построение алгоритма выбора параметра СКС в случае, когда данные о дисперсии шума измерения отсутствуют;

• исследование построенного алгоритма выбора параметра сглаживания при фильтрации коррелированного и некоррелированного шумов измерений.

Сглаживающий кубический сплайн

Для дальнейшего построения алгоритма выбора параметра сглаживания СКС [8], [9] необходимо изложить некоторый теоретический материал о СКС.

Предположим, что на некотором интервале T_1, T_2 заданы *n* узлов $T_1 = t_1 < t_2 < \ldots < t_n = T_2$, в которых заданы значения функции (сигнала) $f(t)$:

$$\tilde{f}_i = f(t_i) + \eta_i,\ i = 1 \ldots n, \tag{1}$$

где η_i – случайный шум измерений, характеризуется нулевым средним значением, дисперсия шума задана как σ_η^2. Функция $S_n(t)$ называется кубическим сплайном дефекта единица, если:

а) функция $S_n(t)$ является кубическим полиномом вида:

$$S_n(t) = a_i + b_i(t - t_i) + c_i(t - t_i)^2 + d_i(t - t_i)^3 \tag{2}$$

на каждом отрезке $[t_i, t_{i+1}$;

б) функция $S_n(t)$ характеризуется непрерывными первой и второй производной на интервале T_1, T_2 .

Интерполяционный сплайн строится через точки $t_i, \tilde{f}_i$. СКС $t_i, \tilde{f}_i$ строится в окрестности этих точек, величина которой определяется значением параметра сглаживания α. Это дополнительно обеспечивает сглаживание (фильтрацию) шумов измерений. На практике наиболее распространены два вида краевых условий: [1], [8]:

• условия на значения первой производной [1], [8]:

$$S'_{n,\alpha}(t_1) = s'_1,\ S'_{n,\alpha}(t_n) = s'_n; \tag{3}$$

• условия на значения второй производной, равные нулю (*естественные краевые условия*) [1], [8]:

$$S''_{n,\alpha}(t_1) = 0,\ S''_{n,\alpha}(t_n) = 0\,. \tag{4}$$

СКС доставляет минимум функционалу [8]:

$$F_\alpha(S) = \alpha \int_{t_1}^{t_n} \left|S''(t)\right|^2 dt + \sum_{i=1}^{n} p_i^{-1} (\tilde{f}_i - S(t_i))^2\,, \tag{5}$$

где p_i – весовые множители *i*-го измерения $\tilde{f}_i$ (в случае равноточных измерений задаются одинаковыми, например, $p_i \equiv 1$).

Как уже было сказано, ошибка сглаживания в немалой степени зависит от величины параметра сглаживания, и именно параметр сглаживания регулирует гладкость сплайна. В случае малых значений параметра сглаживания фильтрация шумов будет несущественна, следовательно, первая производная примет колебательный вид, что свидетельствует о неустойчивости решения [4]. В случае слишком больших значений параметра сглаживания вторая производная сигнала будет стремиться к нулю, следовательно, сам сплайн будет вырождаться в прямую. Это свидетельствует о «переглаживании» информативных составляющих обрабатываемого сигнала. Оптимальное значение параметра сглаживания, при котором достигается наименьшее значение ошибки сглаживания, находится между двумя этими пределами. На практике априорная информация о точных (не зашумлённых) значениях сигнала отсутствует, и вычислить значение оптимального пара сглаживания невозможно.

Поэтому попытаемся построить оценку для оптимального параметра сглаживания, адаптируя для этой цели *метод L-кривой,* который иногда используется для выбора параметра регуляризации в алгоритмах решения некорректных задач (например, [10], [11], [12], [13]), при построении регрессионных моделей (например, [14], [15]).

Метод L-кривой и выбор параметра сглаживания кубического сплайна

Первоначально изложим идею метода *L*-кривой для оценивания параметра регуляризации при решении некорректно поставленных задач [10]. Предположим, дано операторное уравнение I рода вида:

$$K\varphi = f\ , \tag{6}$$

для которого нарушаются так называемые условия корректности по Адамару [4], т.е. решение может не существовать, решение может быть не единственным, решение может быть не устойчиво к погрешностям задания правой части *f*, когда малые погрешности вызывают очень большие ошибки вычисленного решения. Для конкретности в качестве (6) можно рассматривать вырожденную или плохо обусловленную систему линейных алгебраических уравнений, где *K* – матрица, φ, f – векторы, соответствующих размерностей.

Для нахождения единственного устойчивого решения часто обращаются к методу регуляризации академика А.Н. Тихонова, в котором регуляризированное решение φ_α определяется из условия минимума функционала:

$$F\ \varphi\ = \left\| \tilde{f} - K\varphi \right\|^2 + \alpha \left\| D\varphi \right\|, \tag{7}$$

где α – параметр регуляризации, $\tilde{f}$ – неточно заданная правая часть (6), D – некоторый оператор, задающий требуемые свойства искомого решения, $\|\ \|$ – соответствующие нормы. Первое слагаемое (функционал невязки) определяет адекватность решения заданной правой части, второе слагаемое (стабилизирующий функционал) осуществляет отбор (из всех возможных) единственного решения с нужными свойствами. Заметим, что при $\alpha = 0$ получаем неустойчивое (возможно, не единственное) решение метода наименьших квадратов, при $\alpha \to \infty$ – нулевое решение. Между этими предельными значения параметра регуляризации находится оптимальное значение α_{opt}, при котором ошибка регуляризированного решения

$$\Delta\ \alpha\ = \left\| \varphi_\alpha - \varphi \right\|^2 \tag{8}$$

минимальна. Как же оценить α_{opt} на основе метода *L*-кривой?

Обозначим функционалы, входящие в (7), следующим образом [10]:

$$\rho\ \alpha\ = \left\| \tilde{f} - K\varphi_\alpha \right\|^2;\ \gamma\ \alpha\ = \left\| D\varphi_\alpha \right\|^2. \tag{9}$$

Тогда *L*-кривой (форма которой напоминает начертание латинской буквы *L*) называется параметрическая кривая с координатами $\rho\ \alpha\ , \gamma\ \alpha$. В качестве графической интерпретации этого понятия приведем один пример ([10], С. 81-83). В качестве оператора *K* в (6) была принята прямоугольная матрица размером 410×330 с числом обусловленности $3 \cdot 10^{10}$. На рисунке 1 в логарифмических масштабах показаны две *L*-кривые (график 1 – относительный уровень погрешностей задания вектора правой части составляет 3%, график 2 – 15%). На этих *L*-кривых отчетливо видны два участка: вертикальный и горизонтальный.

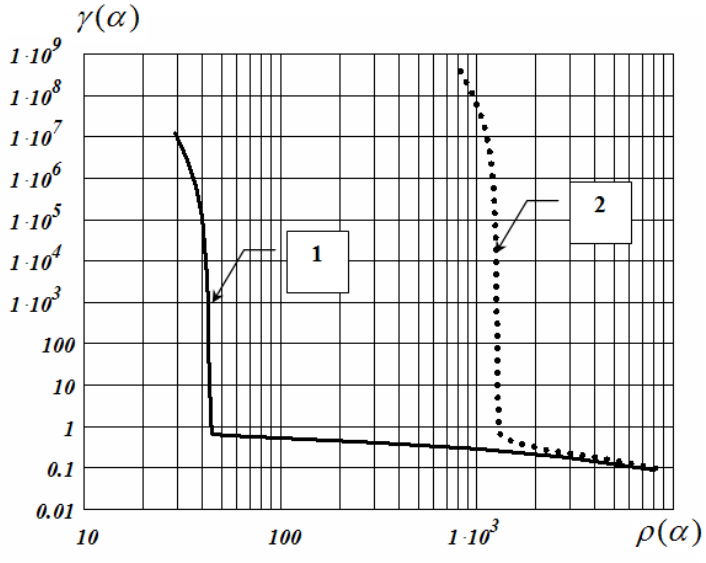


Рис. 1 – Графики *L*-кривых

Наличие вертикального участка (область малых значений параметра регуляризации) обусловлено уменьшением шумовых высокочастотных составляющих в решении φ_α, которые практически не «чувствуются» в правой части $K\varphi_\alpha$ и, следовательно, не меняют значение $\rho(\alpha)$. Горизонтальный участок (область больших значений α) соответствует малым проекциям вектора, что вызывает увеличение $\rho(\alpha)$. Точка *L* между двумя этими участками является точкой компромисса: в решении уже отсутствуют шумовые осцилляции, но проекции этого вектора еще не очень «сглажены» и адекватны вектору правой части $\tilde{f}$. Точку *L* с координатами $\rho_L\ \alpha_L\ ,\gamma_L\ \alpha_L$ называют угловой точкой и определяют из условия максимальной кривизны *L*-кривой. Вычисление значения параметра регуляризации α_L в этой угловой точке и составляет суть метода *L*-кривой.

Можно показать, что кривизна *L*-кривой определяется следующей формулой:

$$k_L\ \alpha\ = 2\cdot \frac{\hat{\rho}'\ \alpha\ \cdot\hat{\gamma}''\ \alpha\ -\hat{\rho}''\ \alpha\ \cdot\hat{\gamma}'\ \alpha}{\left[\ \hat{\rho}'\ \alpha\ ^2+\ \hat{\gamma}'\ \alpha\ ^2\ \right]^{\frac{3}{2}}}, \tag{10}$$

где

$$\hat{\rho}\ \alpha\ =\ln\rho\ \alpha\ ,\hat{\gamma}\ \alpha\ =\ln\gamma\ \alpha\ . \tag{11}$$

В качестве параметра регуляции берется величина α_L, являющаяся решением вариационной задачи:

$$\max_{\alpha>0}\ k_L\ \alpha\ . \tag{12}$$

В монографии [10] предложен эффективный алгоритм вычисления значения кривизны через коэффициенты дискретного преобразования Фурье. Там же было показано, что алгоритм выбора параметра регуляризации устойчивого алгоритма решения интегрального уравнения I рода изложенным методом позволяет оценить значения α_{opt} с приемлемой для практике точности (увеличение ошибки регуляризированного решения в среднем не превышало 10-15% по сравнению с α_{opt}) даже в случае коррелированного шума измерения в выходном сигнале. Этот результат позволяет надеяться на успешное использование метода *L*-кривой для выбора параметра сглаживания СКС.

Определим функционалы (9) в случае СКС. Сравнивая функционалы (5) и (7), получаем:

$$\rho\ \alpha\ =\sum_{i=1}^{n} p_i^{-1}(\tilde{f}_i - S_{n,\alpha}(t_i))^2\ ;\ \gamma\ \alpha\ =\int_{t_1}^{t_n}\left|S''_{n,\alpha}(t)\right|^2 dt\ . \tag{13}$$

Если вычисление функционала невязки $\rho\ \alpha$ по построенному СКС (при заданном параметре α) не вызывает затруднений, то для эффективного вычисления значения стабилизирующего функционала $\gamma\ \alpha$ предлагается следующая формула:

$$\gamma\ \alpha\ = \sum_{i=1}^{n-1} 4c_i^2 h_i + 12c_i\, d_i h_i^2 + 12d_i^2 h_i^3\ , \qquad (14)$$

где $h_i = t_{i+1} - t_i,\ i = 1,...,n-1$, $c_i\ , d_i$ – коэффициенты СКС в представлении (2), вычисленные при заданном параметре α.

Для вычисления значения кривизны по формуле (10) предлагается следующий подход:

1. Исходя из априорной информации задаются два крайних значения параметра сглаживания: минимальное – $\alpha_{\min}$; максимальное – $\alpha_{\max}$, между которыми должно находится оптимальное значение α_{opt} (например, $\alpha_{\min} = 10^{-8}$, $\alpha_{\max} = 10^2$).

2. Между этими крайними значениями формируются узлы $\alpha_k,\ k = 1,...,N_\alpha$, в которых вычисляются значения функционалов $\rho\ \alpha_k\ ,\ \gamma\ \alpha_k\ ,\ k = 1,...,N_\alpha$ (величина N_α выбирается в зависимости от «расстояния» между крайними точками $\alpha_{\min}$, $\alpha_{\max}$ из интервала $20, 30$).

3. По значениям $\rho\ \alpha_k\ ,\ \gamma\ \alpha_k\ ,\ k = 1,...,N_\alpha$ строят два интерполяционных кубических сплайна $S_\rho\ \alpha\ , S_\gamma\ \alpha\ ,$ которые затем используются для вычисления первых и вторых производных функционалов $\rho\ \alpha\ ,\ \gamma\ \alpha\ ,$ входящих в формулу (10).

4. Используя численные методы одномерной оптимизации, вычисляют точку максимума кривизны $k_L\ \alpha$ (см. (12)).

Результаты вычислительного эксперимента

В целях исследования оптимальных свойств оценок α_L был выполнен обширный вычислительный эксперимент, некоторые результаты которого приведены в этом разделе. Формировались тестовые сигналы двух видов, с различными спектрами: низкочастотный *сигнал 1* (рисунок 2, сплошная кривая) и высокочастотный *сигнал 2* (рисунок 2, точечная кривая).

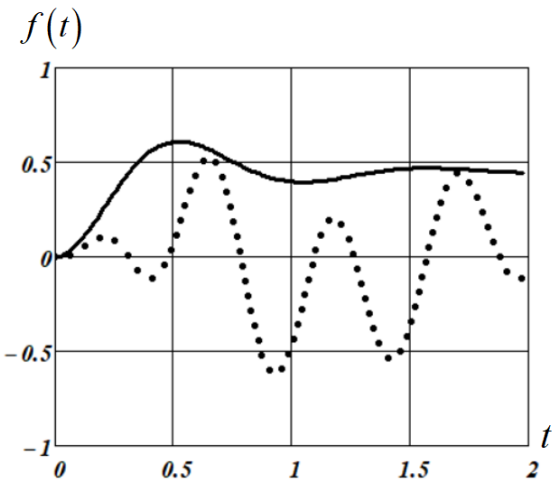


Рис. 2 – Тестовые сигналы

Точные значения сигнала вычислялись в узлах $t_1 < t_2 < ... < t_n, n = 100$, на них накладывался случайный нормально распределенный шум относительного уровня $\delta_\eta = \dfrac{\|\tilde{f} - f\|}{\|f\|}$, векторы $f, \tilde{f}$, составлены из значений точной и зашумленной функций в узлах $t_i,\ i = 1,...,n$. Относительная ошибка фильтрации определялась выражением $\delta_f\ \alpha\ = \dfrac{\|s_{n,\alpha} - f\|}{\|f\|}$, где $s_{n,\alpha}$ – вектор, составленный из значений СКС в узлах сетки. Оптимальный параметр сглаживания α_{opt} минимизирует ошибку сглаживания $\Delta\ \alpha\ = \|s_{n,\alpha} - f\|^2$ и его можно определить в вычислительном эксперименте, когда известны точные значения обрабатываемой функции – вектор f.

Первоначально рассмотрим случай некоррелированного шума измерения (белый шум). На рисунке 3 показаны зависимости, вычисленные для сигнала 1 при $\delta_\eta = 0.10$: сплошная кривая – относительная ошибка $\delta_f\ \alpha$; точечная

кривая – кривизна $k\ \alpha$ (значения меньше 0.001 на рисунке не показаны). Видно, что значения α_{opt} находятся в области максимума $k\ \alpha$.

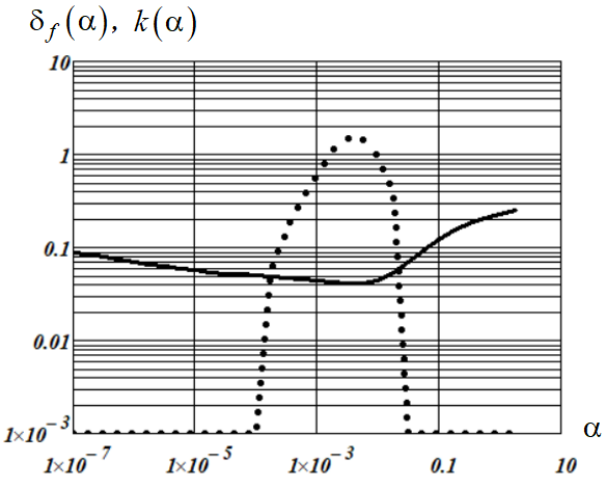


Рис. 3 – Характеристики сглаживания сигнала 1
Примечание: шум не коррелирован

На рисунке 4 приведены графики этих зависимостей для коррелированного шума с теоретической корреляционной функцией: $R\ 0\ =1, R\ 1\ =0.80, R\ 2\ =0.60,\ R\ 3\ =0.40,\ R\ 4\ =0.20$ (сильно коррелированный шум).

Видно изменение формы как зависимости $\delta_f\ \alpha$, так и зависимости $k\ \alpha$ – они стали более «узкими». Кроме этого, наблюдается небольшое смещение точки α_L от α_{opt} в сторону больших значений параметра сглаживания. По-видимому, такое смещение является следствием коррелированности шума измерения.

В качестве количественной характеристики оптимальности параметра сглаживания α_L введем *коэффициент эффективности* E_L:

$$E_L = \frac{\left\| s_{n,\alpha^*_{opt}} - f \right\|}{\left\| s_{n,\alpha_L} - f \right\|}. \tag{15}$$

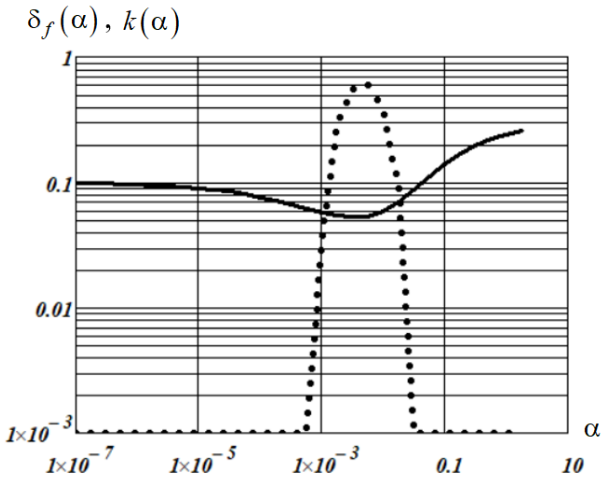


Рис. 4 – Характеристики сглаживания сигнала 1
Примечание: шум коррелирован

Чем ближе значения коэффициентов к 1, тем меньше проигрыш по точности параметра сглаживания α_L по сравнению с α_{opt}. Так как этот коэффициент является случайной величиной со значениями в интервале $0,1$, то по выборке размером 200 оценивались числовые характеристики: среднее значение $\bar{\delta}_f\ \alpha_L$ относительной ошибки сглаживания, среднее значение $\bar{E}_L$ и минимальное значение $\min E_L$ (которое характеризует максимальный проигрыш по точности в данной выборке). Очевидно, что введенные числовые характеристики позволят количественно, а

следовательно, и более объективно отразить свойства параметра α_L, В таблице 1 приведены характеристики $\overline{\delta}_f \ \alpha_L$, $\overline{E}_L$, $\min E_L$ для сигнала 1, как для случая не коррелированного, так и для коррелированного шума измерения. В таблице 2 приведены те же характеристики, но для сигнала 2.

Таблица 1 – Числовые характеристики сигнала 1

Уровень шума δ_η	Шум не коррелирован			Шум коррелирован		
	$\overline{\delta}_f \ \alpha_L$	$\overline{E}_L$	$\min E_L$	$\overline{\delta}_f \ \alpha_L$	$\overline{E}_L$	$\min E_L$
0,02	0,009	0,944	0,807	0,017	0,892	0,645
0,05	0,022	0,841	0,594	0,037	0,921	0,450
0,07	0,031	0,783	0,566	0,046	0,946	0,531
0,10	0,036	0,882	0,653	0,063	0,952	0,566
0,15	0,047	0,936	0,697	0,094	0,909	0,508

Таблица 2 – Числовые характеристики сигнала 2

Уровень шума δ_η	Шум не коррелирован			Шум коррелирован		
	$\overline{\delta}_f \ \alpha_L$	$\overline{E}_L$	$\min E_L$	$\overline{\delta}_f \ \alpha_L$	$\overline{E}_L$	$\min E_L$
0,02	0,012	0,941	0,746	0,019	0,970	0,807
0,05	0,026	0,963	0,752	0,046	0,935	0,716
0,07	0,035	0,969	0,769	0,065	0,922	0,695
0,10	0,047	0,976	0,804	0,092	0,906	0,623
0,15	0,067	0,987	0,838	0,136	0,887	0,606

Анализ данных этих таблиц позволяет сделать следующие выводы:

1. Для некоррелированного и коррелированного шумов измерений ошибка сглаживания высокочастотного сигнала выше по сравнению с низкочастотным сигналом (сравните столбцы $\overline{\delta}_f \ \alpha_L$ в таблицах 1, 2). Это обусловлено тем, что у высокочастотного сигнала спектры сигнала и шума «перекрываются» в большей степени, чем у низкочастотного сигнала, и это затрудняет разделение составляющих сигнала и шума.

2. При коррелированном шуме измерений ошибка сглаживания возрастает (в 1.5-2 раза) по сравнению с некоррелированным шумом – видно из сравнения столбцов $\overline{\delta}_f \ \alpha_L$ таблиц 1,2. Это обусловлено трансформацией составляющих спектра коррелированного шума в низкочастотную область спектра обрабатываемого сигнала.

3. Во всех рассмотренных случаях (сочетание разных сигналов и шумов) предложенный алгоритм выбора параметра сглаживания позволяет достаточно хорошо оценить оптимальное значение параметра сглаживания. Увеличение ошибки сглаживания при использовании параметра α_L не превышает 5-15% по сравнению с оптимальным параметром сглаживания, вычисление которого на практике невозможно.

Заключение

Как показали проведенные численные эксперименты, предложенный алгоритм оценивания оптимального значения параметра сглаживания на основе метода *L*-кривой можно рекомендовать использовать на практике для фильтрации некоррелированного и коррелированного шумов измерений. Алгоритм эффективно работает без задания дисперсии или других числовых характеристик шума измерения сигналов, что делает его особенно привлекательным при автоматизированной обработке экспериментальных данных.

Финансирование

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-38-90041.

Funding

The reported study was funded by RFBR according to the research project № 20-38-90041.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Воскобойников Ю. Е. Математическая обработка эксперимента в молекулярной газодинамике / Ю. Е. Воскобойников, Н. Г. Преображенский, А. И. Седельников. – Новосибирск : Наука, 1984. – 238 с.

2. Сидоров Д. Н. Методы анализа интегральных динамических моделей: теория и приложения / Д. Н. Сидоров. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. – 293 с.

3. Воскобойников Ю. Е. Новый устойчивый алгоритм непараметрической идентификации технических систем / Ю. Е. Воскобойников, В. А. Боева // Современные наукоемкие технологии. – 2019. – №5. – С. 25-29.

4. Тихонов А. Н. Методы решения некорректных задач / А. Н. Тихонов, В. Я. Арсенин. – М.: Наука, 1983. – 284 с.

5. Solodusha S. V. New Classes of Volterra Integral Equations of the First Kind Related to the Modeling of the Wind Turbine Dynamics / S. V. Solodusha // 15th International Conference on Stability and Oscillations of Nonlinear Control Systems (Pyatnitskiy's Conference) Moscow, Russia. – 2020. – P. 35-39. DOI : 10.1109/STAB49150.2020.9140662

6. Воскобойников Ю. Е. Устойчивый алгоритм вычисления смешанных производных в задачах непараметрической идентификации нелинейных систем / Ю.Е. Воскобойников, В.А. Боева // Современные наукоемкие технологии. – 2021. – № 4 – С. 25-29. DOI : 10.17513/snt.38610

7. Воскобойников Ю. Е. Выбор параметра сглаживания кубического сплайна методом перекрестной проверки / Ю. Е. Воскобойников // Norwegian Journal of Development of the International Science. – 2021. – No. 66. – Pp. 22-27.

8. Завьялов Ю. С. Методы сплайн-функций / Ю. С. Завьялов, Б. И. Квасов, В. Л. Мирошниченко. – М. : Наука, 1980. – 345 с.

9. Wang Y. Smoothing Splines Methods and Applications. Ser. Monographs on Statistics and Applied Probability v. 121 / Y. Wang. – A Chapman & Hall book. 2011. – 347 p.

10. Воскобойников Ю. Е. Устойчивые алгоритмы решения обратных измерительных задач / Ю. Е. Воскобойников. – Новосибирск : Изд-во НГАСУ (Сибстрин), 2007. – 184 с.

11. Rezghi M. A new variant of L-curve for Tikhonov regularization / M. Rezghi, S. M. Hosseini // J. Comput. Appl. Math., 2012. – No. 231(5). – Pp. 914–924.

12. Cultrera A. A simple algorithm to find the L-curve corner in the regularisation of ill-posed inverse problems / A. Cultrera, L. Callegaro // IOP SciNotes, 2020. – Vol. 1. – No. 2. – Pp. 32-39.

13. Ладовский И. В. О методе регуляризации для расчета параметров сглаживающего фильтра при аналитическом продолжении потенциальных полей / И. В. Ладовский, Д.В. Гемайдинов // Уральский геофизический вестник. – 2018. – №3(33). – С. 30-37. DOI : 10.25698/UGV.2018.3.5.30

14. Kerkri A. The L-Curve Criterion as a Model Selection Tool in PLS Regression / A. Kerkri, J. Allal, Z. Zarrouk // Journal of Probability and Statistics, 2019. – Vol. 58. – No. 8. – Pp. 43-54. DOI : doi.org/10.1155/2019/3129769

15. Kerkri A. Highlighting the regularization properties of PLS regression using the conjugate gradient algorithm / A. Kerkri, J. Allal, Z. Zarrouk // International Journal of Applied Mathematics and Statistics, 2017. – Vol. 56. – No. 5. – Pp. 63–74.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Voskobojnikov YU. E. Matematicheskaya obrabotka eksperimenta v molekulyarnoj gazodinamike [Mathematical processing of an experiment in molecular gas dynamics] / YU. E. Voskobojnikov, N. G. Preobrazhenskij, A. I. Sedel'nikov. – Novosibirsk : Nauka, 1984. – 238 p. [in Russian]

2. Sidorov D. N. Metody analiza integral'nyh dinamicheskih modelej : teoriya i prilozheniya [Methods for the Analysis of Integral Dynamic Models: Theory and Applications] / D. N. Sidorov. – Irkutsk : Publishing house IGU, 2013.– 293 p. [in Russian]

3. Voskobojnikov YU. E. Novyj ustojchivyj algoritm neparametricheskoj identifikacii tekhnicheskih sistem [New stable algorithm for nonparametric identification of technical systems] / YU. E. Voskobojnikov, V. A. Boeva // Sovremennye naukoemkie tekhnologii [Modern high technologies]. – 2019. – No. 5. – Pp. 25-29. [in Russian]

4. Tihonov A. N. Metody resheniya nekorrektnyh zadach [Methods for solving ill-posed problems] / A. N. Tihonov, V. YA. Arsenin. – M.: Nauka, 1983. – 284 p. [in Russian]

5. Solodusha S. V. New Classes of Volterra Integral Equations of the First Kind Related to the Modeling of the Wind Turbine Dynamics / S. V. Solodusha // 15th International Conference on Stability and Oscillations of Nonlinear Control Systems (Pyatnitskiy's Conference) Moscow, Russia. – 2020. – P. 35-39. DOI : 10.1109/STAB49150.2020.9140662

6. Voskobojnikov YU. E. Ustojchivyj algoritm vychisleniya smeshannyh proizvodnyh v zadachah neparametricheskoj identifikacii nelinejnyh sistem [Stable algorithm for computing mixed derivatives in problems of nonparametric identification of nonlinear systems] / YU.E. Voskobojnikov, V.A. Boeva // Sovremennye naukoemkie tekhnologii [Modern high technologies]. – 2021. – No. 4 – Pp. 25-29. [in Russian]

7. Voskobojnikov YU. E. Vybor parametra sglazhivaniya kubicheskogo splajna metodom perekrestnoj proverki [Selecting a Cubic Spline Smoothing Option by Cross Validation] / YU. E. Voskobojnikov // Norwegian Journal of Development of the International Science. – 2021. – No. 66. – Pp. 22-27. [in Russian]

8. Zav'yalov YU. S. Metody splajn-funkcij [Spline function methods] / YU. S. Zav'yalov, B. I. Kvasov, V. L. Miroshnichenko. – M. : Nauka, 1980. – 345 p. [in Russian]

9. Wang Y. Smoothing Splines Methods and Applications. Ser. Monographs on Statistics and Applied Probability v. 121 / Y. Wang. – A Chapman & Hall book. 2011. – 347 p.

10. Voskobojnikov YU. E. Ustojchivye algoritmy resheniya obratnyh izmeritel'nyh zadach [Stable algorithms for solving inverse measurement problems] / YU. E. Voskobojnikov. – Novosibirsk : Publishing house of NGASU (Sibstrin), 2007. – 184 p. [in Russian]

11. Rezghi M. A new variant of L-curve for Tikhonov regularization / M. Rezghi, S. M. Hosseini // J. Comput. Appl. Math., 2012. – No. 231(5). – Pp. 914–924.

12. Cultrera A. A simple algorithm to find the L-curve corner in the regularisation of ill-posed inverse problems / A. Cultrera, L. Callegaro // IOP SciNotes, 2020. – Vol. 1. – No. 2. – Pp. 32-39.

13. Ladovskij I. V. O metode regulyarizacii dlya rascheta parametrov sglazhivayushchego fil'tra pri analiticheskom prodolzhenii potencial'nyh polej [On the regularization method for calculating the parameters of the smoothing filter for the analytic continuation of potential fields] / I. V. Ladovskij, D.V. Gemajdinov // Ural'skij geofizicheskij vestnik [Ural Geophysical Bulletin].– 2018. – No. 3(33). – Pp. 30-37. [in Russian]

14. Kerkri A. The L-Curve Criterion as a Model Selection Tool in PLS Regression / A. Kerkri, J. Allal, Z. Zarrouk // Journal of Probability and Statistics, 2019. – Vol. 58. – No. 8. – Pp. 43-54. DOI : 10.1155/2019/3129769

15. Kerkri A. Highlighting the regularization properties of PLS regression using the conjugate gradient algorithm / A. Kerkri, J. Allal, Z. Zarrouk // International Journal of Applied Mathematics and Statistics, 2017. – Vol. 56. – No. 5. – Pp. 63–74.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / ENGINEERING

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.004

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ СОРБЦИОННОГО ПРОЦЕССА ПРИ ДООЧИСТКЕ ВОДЫ НА ПИЩЕВЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Научная статья

Горелкина А.К.[1,] *, Тимощук И.В.[2], Юстратов В.П.[3], Ананьев В.А.[4], Альтшуллер О.Г.[5], Останина Е.В.[6]
[1] ORCID: 0000-0002-3782-2521;
[2] ORCID: 0000-0002-1349-2812;
[1-6] Кемеровский государственный университет, Кемерово, Россия

* Корреспондирующий автор (alengora[at]yandex.ru)

Аннотация

Источники водоснабжения имеют высокий уровень контаминации, что определяет необходимость глубокой очистки воды на водоподготовительных станциях. В представленной работе предлагается адсорбционное извлечение, как одна из стадий водоподготовки с целью удаления галогенорганических соединений (трихлорэтилен (ТХЭ), хлороформ, хлорфенол), образующихся на стадии обеззараживания. Рекомендуемые марки активных углей - АГ-3, СКД-515. Схема водоподготовки, предложенная в работе, позволит обеспечить безопасность и высокое качество воды, в том числе по органолептическим показателям, что особенно актуально в весенний период.

Ключевые слова: адсорбция, активные угли, галогенорганические соединения, водоподготовка.

PRACTICAL APPLICATION OF THE SORPTION PROCESS DURING FINAL WATER TREATMENT AT FOOD ENTERPRISES

Research article

Gorelkina A.K.[1,] *, Timoshchuk I.V.[2], Yustratov V.P.[3], Ananyev V.A.[4], Altshuller O.G.[5], Ostanina E.V.[6]
[1] ORCID: 0000-0002-3782-2521;
[2] ORCID: 0000-0002-1349-2812;
[1-6] Kemerovo State University, Kemerovo, Russia

* Corresponding author (alengora[at]yandex.ru)

Abstract

Water supply sources have a high level of contamination, which determines the need for deep water purification at water treatment plants. *The current study presents adsorption extraction as one of the stages of water treatment with the goal of removing* organohalogen compounds (trichloroethylene (TE), chloroform, chlorophenol) formed at the disinfection stage. Recommended brands of active coals are AG-3, SKD-515. The water treatment scheme proposed in the article will ensure the safety and high quality of water, including organoleptic indicators, which is especially important in the spring period.

Keywords: adsorption, activated carbons, organohalogen compounds, water treatment.

Введение

Пресноводные экосистемы, являющиеся средой обитания для большого числа организмов и источником питьевой воды для человека, претерпевают значительную деградацию, обусловленную не рациональным использованием данного ресурса. Поверхностные и подземные воды загрязнены твердыми отходами, сточными водами, в результате чего, в гидросферу вносят широкий спектр контаминантов, к числу которых относятся и галогенорганические соединения (трихлорэтилен, хлороформ, хлорфенол и др.).

Опасность галогенорганических соединений и для человека, и для экосистемы в целом заключается в их токсическом, канцерогенном и мутагенном действии на живые организмы:

– Хлороформ оказывает общетоксическое и канцерогенное действие, т.е. относится к группе 2Б – возможно канцерогенное для человека вещество (потенциально опасное).

– Трихлорэтилен проявляет острую токсичность, которая увеличивается с присутствием этанола, четыреххлористого углерода, углеводов, обнаружено его канцерогенное влияние. ТХЭ поражает центральную нервную систему, раздражает кожу и глаза, обладает аллергенным, мутагенным действием.

– Хлорфенол токсичен для биоценозов, проявляет канцерогенные свойства, ухудшает органолептические характеристики питьевой воды, а также является предшественником образования диоксинов.

Очевидно, что необходимо снижать концентрацию хлорорганических загрязнителей в воде до питьевых нормативов, по этим веществам в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21, в представленной работе предлагается адсорбционное извлечение одно из перспективных направлений.

Возможность излечения, описанных выше, соединений изучена авторами и представлена в работах [5], [6], [7], в которых описаны механизмы и закономерности адсорбционного извлечения галогенорганических соединений. Целью данных исследований является разработка технологической схемы очистки воды, оснащенной дополнительной установкой для извлечения галогенорганических соединений.

Принципы исследований

Изучение адсорбционного извлечения органического компонента в лабораторных условиях проводилось на модельных колонках в динамических условиях и заключалось в «пропускании с заданной скоростью фильтрации водного раствора с известным содержанием извлекаемых компонента через слой сорбирующего материала,

загруженного в колонку. В порции фильтрата отбираемой через фиксированные промежутки времени определяется содержание извлекаемого компонента. Анализ процесса поглощения проводят по выходным кривым». С помощью математического моделирования рассчитаны параметры промышленных адсорбционных колон [6], [7].

Результаты и их обсуждение

Для более глубокой степени отработки слоя загрузки сорбента и его емкости (в момент проскока в растворе на выходе из колонки извлекаемых компонентов, отработана только часть адсорбционного слоя) целесообразным является аппаратурное оформление из последовательно соединённых аппаратов. Очищаемая вода, через аппараты проходит последовательно и первый по ходу аппарат при полном насыщении слоя загрузки извлекаемым компонентом, отключается для регенерации сорбента, при этом колонка, накануне прошедшая регенерацию, включается в цепь, что и обеспечивает постоянство условий процесса извлечения компонентов в потоке из жидких сред.

Количество фильтрующих колон в сорбционном блоке может быть различным, при этом эффективность будет выше, если количество колон будет от трех и более, две колонны находятся в режиме адсорбционного извлечения (т.е. «в работе»), а одна отключена на регенерацию.

Установки с последовательно подключенными адсорберами трех или более колонн увеличивают объем очищаемой воды в 1,3 – 1,7 раз.

Пооперационную схему, возможно, представить в виде адсорбционной установки представленной на рисунке 1. Адсорбционные колонны или фильтры заполняются активным углем определенной марки, выбор которой зависит от адсорбционных характеристик марки угля по отношению к извлекаемым контаминантам, ранее проведенные исследования показали, что адсорбционная емкость углеродных адсорбентов по отношению к ТХЭ, хлороформу и хлорфенолу различная, при этом для для ТХЭ на уменьшается в ряду АГ-3 > КАУ ,СКД-515 > КАД-йодный ≥ АБГ > АГ-ОВ-1 > БАУ ≥ Пуролат-Стандарт., для хлороформа КАУ > СКД-515 > БАУ > АГ-3 > АГ-ОВ-1 > ПФС >АБГ > Поролас Т, для хлорфенола БАУ > АГ-ОВ-1 >АГ-3, СКД-515> ПФС >АБГ > Поролас Т; выбор марки сорбента также определяется его стоимостью, доступностью и возможностью регенерации, с учетом этого можно рекомендовать к использованию активный уголь марок АГ-3, СКД-515.

На базе наиболее распространенных технологических схем водоподготовки, используемых для подготовки воды системы централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, предложена технология очистки воды, предусматривающая сорбционную ступень доочистки воды от органических контаминантов. Ее целесообразно реализовывать на заключительных этапах водоподготовки, это объясняется тем, что в процессе подготовки воды существует вероятность образования более опасных вторичных токсичных контаминантов при обеззараживании воды хлорсодержащими реагентами, так как хлор взаимодействует с природными органическими веществами, образуя галогенорганические соединений. Применение предложенной сорбционной ступени возможно как на водоподготовительных сооружениях, так и на предприятиях пищевой отрасли.

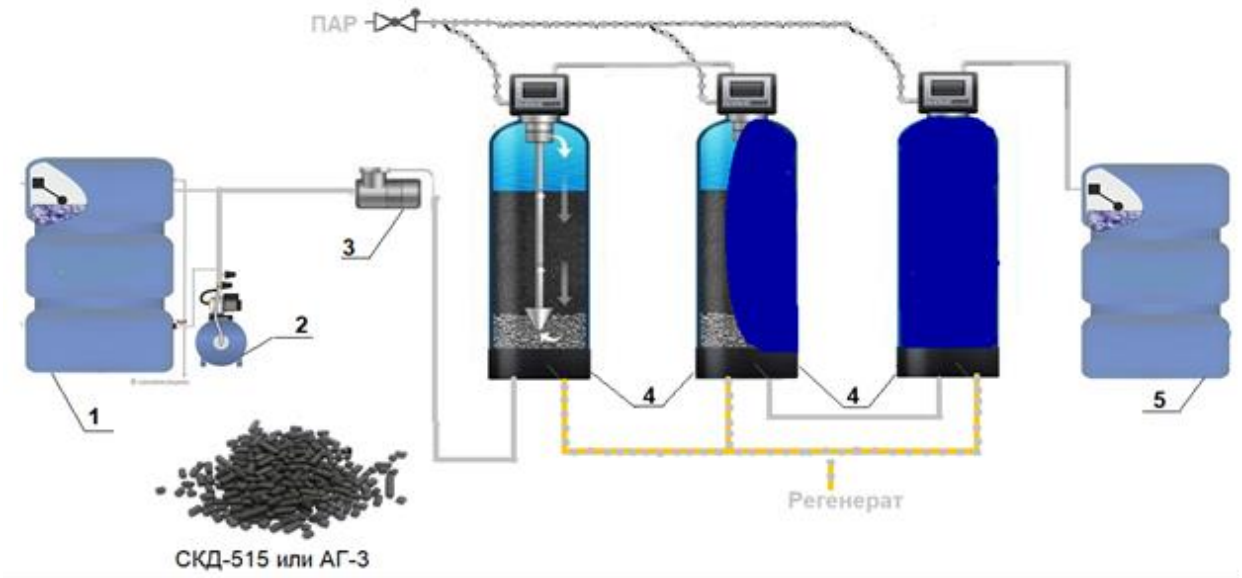


Рис. 1 – Схема непрерывной адсорбционной установки:
1 – усреднитель; *2* – насос; *3* – фильтр; *4* – адсорбционные колонны; *5* – емкость

На рисунке 2 показана технологическая схема водоподготовки с адсорбционной доочисткой. В существующую технологическую схему производства дополнительно включено три последовательно соединенных фильтра высотой 2–4 м, диаметром колонн 1–2 метра, заполненных активным углем марки СКД-515 или АГ-3.

Вода в соответствии со схемой насосами I подъема подается в контактную камеру 1, куда одновременно подаются химические соединения, называемые реагентами (коагулянты, флокулянты, реагенты-дезинфектанты (первичное обеззараживание)), приготовленные в реагентном цехе РЦ. После смешения с агентами вода поступает в камеру хлопьеобразования 2 (камеру реакции), где происходит физико-химический процесс агломерации взвешенных и коллоидальных частиц в крупные хлопья. Затем вода поступает в отстойники 3, в которых движется с малой скоростью. При этом основная масса образовавшихся хлопьев отделяется от обрабатываемой воды и выпадает в осадок (на дно отстойников). Из отстойников вода подается на фильтры для глубокого осветления путем пропускания через толщу

фильтрующего материала (песчаная загрузка или дробленые горелые породы). В процессе очистки в толще фильтров накапливаются загрязнения. Для их удаления фильтры выключаются из работы, промываются и затем вновь вводятся в работу.

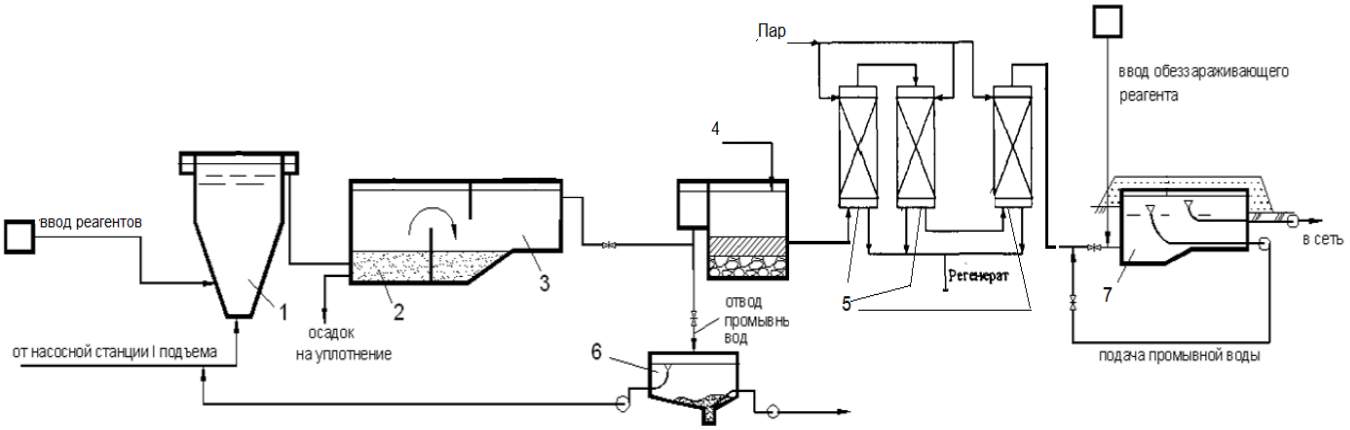


Рис. 2 – Технологическая схема водоподготовки с применением отстойников и фильтров:
1 – контактная камера; *2* – камера реакции (хлопьеобразования); *3* – отстойники; *4* – фильтр; *5* – сорбционные фильтры; *6* – резервуар отстойник; *7* – РЧВ

Для окончательной очистки от взвешенных веществ и растворенных примесей, в том числе – галогенорганических, образовавшихся на предшествующих стадиях процесса водоподготовки. осветленная вода подается на сорбционные фильтры 5, загруженные гранулированным активным углем. Поскольку вода предназначена для хозяйственно-питьевых целей, то перед подачей в резервуары чистой воды 7 (РЧВ) ее подвергают обеззараживанию. Обеззараживание завершается в резервуарах чистой воды, где обеспечивается необходимый контакт воды с дезинфекторами (гипохлоритом натрия). Потребителям воду подают насосами II подъема.

Реализация предлагаемой ступени доочистки воды на пищевых производствах позволит повысить качество вырабатываемой продукции, что может показать сравнительная оценка воды, очищенной в соответствии с традиционной схемой и дополнительно обработанной на сорбционных фильтрах (предлагаемая схема).

Для оценки эффективности разработанной технологии была проведена сравнительная товароведная оценка питьевой воды, для сравнения была взята вода, выработанная по разработанной технологии, предусматривающей этап доочистки и системы централизованного водоснабжения, произведенная по традиционной технологии (в период максимальной контаминации воды с июня по август).

Контролируемые органолептические показатели сопоставляли с ГОСТ Р 57164-2016 «Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности» Оценку запаха, привкуса, цветности образцов питьевой воды проводили по балльной системе в соответствии с ГОСТ 31986-2012 «Услуги общественного питания. Метод органолептической оценки качества продукции общественного питания (Переиздание)» Исследования проводили на протяжении 12 месяцев с периодичностью не реже одного раза в 30 дней.

Результаты исследований представлены в таблице 1. Их анализ позволяет сделать вывод об эффективности предлагаемого способа доочистки в отношении органолептических показателей (соответствуют нормативам СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»). Питьевая вода, выработанная по традиционной технологии, имела худшие органолептические показатели особенно в апреле–мае (отмечалось изменение запаха и цветности).

Таблица 1 – Органолептические показатели питьевой воды за исследуемый период

Показатели	Норма по СанПиН 1.2.3685-21 не более	Показатели качества питьевой воды, очищенной в соответствии с:			
		традиционной схемой			предлагаемой схемой
		февраль	апрель-июнь	август	февраль-август
Запах при 20^0, баллы	2	1	3	2	0
Привкус, баллы	2	0	0	0	0
Цветность, градусы	20	7	12	10	2

Примечание: шкала оценки запаха и привкуса, баллы: 0 – нет, 1 – очень слабый, 2 – слабый, 3 – заметный, 4 – отчетливый, 5 – очень сильный; цветность, градусы: 0 – 70

Таблица 2 – Показатели безопасности химического состава питьевой воды, подготовленной по традиционной схеме и по предлагаемой

Показатели	ПДК по СанПиН 1.2.3685-21 не более, мг/л	Содержание хлороформа/хлорфенола/трихлорэтилена (в отношении к ПДК) после ее очистки соответствии с:			
		традиционной схемой			предлагаемой схемой
		февраль	апрель-июнь	август	февраль-август
Хлороформ	0,060	0,5 ПДК	1,2 ПДК	1,5ПДК	следа
Хлорфенол	0,004	0,5 ПДК	1,1 ПДК	1,3ПДК	
Трихлорэтилен	0,005	0,5 ПДК	1,3 ПДК	1,2ПДК	

Таблица 3 – Органолептические показатели воды, очищенной по традиционной и предлагаемой технологии

Показатели	Единицы измерения	Норма по СанПиН 2.1.4.1074-01 не более	Показатели качества питьевой воды, очищенной по технологии			
			традиционной			предлагаемой
			февраль	апрель-май	август	февраль-август
Запах при 20^0С	Баллы	2	1	3	2	0
Привкус	Баллы	2	0	0	0	0
Цветность	Градусы	20	7	12	10	0

Примечание: шкала оценки запаха и привкуса, баллы: 0 – нет, 1 – очень слабый, 2 – слабый, 3 – заметный, 4 – отчетливый, 5 – очень сильный; цветности: 0 – 70

Таблица 4 – Показатели безопасности химического состава питьевой воды, подготовленной по традиционной и предлагаемой технологии

Показатели	ПДК по СанПиН 1.2.3685-21, не более	Содержание хлороформа/трихлорэтилена (в отношении к ПДК) после ее очистки по технологии			
		традиционной			предлагаемой
		февраль	апрель-май	август	февраль - август
Хлороформ	0,060	0,5 ПДК	1,2ПДК	1,5ПДК	следы
Трихлорэтилен	0,005	0,5ПДК	1,3ПДК	1,2ПДК	следы

Заключение

Данные Роспотребнадзора, (из ежегодного Государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации»), отражают сезонное ухудшение ряда показателей воды в водоисточниках, что вероятно служит причиной и ухудшения качества воды системы хозяйственно-питьевого водоснабжения прошедшей классическую очистку на водоподготовительных станциях. Исследования, приведенные в работе, также демонстрируют сезонность изменения органолептических показателей, и необходимость дополнительных мероприятий по повышению качества и биологической безопасности, что позволяет сделать предлагаемая схема с дополнительной сорбционной доочисткой.

Благодарности

Статья подготовлена в рамках комплексной научно-технической программы «Чистый уголь – Зеленый Кузбасс».

Acknowledgement

The article was prepared within the framework of the comprehensive scientific and technical program "Clean coal - Green Kuzbass".

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Itoh S. Regulations and perspectives on disinfection by-products: importance of estimating overall toxicity / S. Itoh, B. Gordon, P. Callan // Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua. – 2011. –Vol. 60(5). – P. 261–274. DOI:10.2166/aqua.2011.068

2. Baytak D. Seasonal variation in drinking water concentrations of disinfection by-products in IZMIR and associated human health risks / D. Baytak, A. Sofuoglu, F. Inal et al. // Science of The Total Environment. – 2008. –Vol. 407(1). – P. 286-296. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2008.08.019

3. Jeong C. Occurrence and toxicity of disinfection byproducts in European drinking water in relation with the HIWATE epidemiology study / C. Jeong, E. Wagner, V. Siebert // Environmental Science & Technology. – 2012. –Vol.46(21). – P. 12120-12128. DOI:10.1021/es3024226

4. Парфит Г. Адсорбция из растворов на поверхностях твердых тел / Г. Парфит, К. Рочестер. – М.: Мир, 1996. – 488 с.

5. Краснова Т. А. Адсорбционные технологии очистки воды при производстве фруктово-сывороточных напитков / Т. А. Краснова, И. В. Тимощук, А. К. Горелкина и др. // Экология и промышленность России. – 2018. – Т.22, № 10. – С.4–10. DOI: 10.18412/1816-0395-2018-10-4-10.

6. Krasnova T. A. The choice of sorbent for adsorption extraction of chloroform from drinking water / T. A. Krasnova, I. V. Timoshchuk, A. K. Gorelkina et al. // Foods and Raw materials. – 2017. – Vol.5(2). – P.189–196. DOI 10.21603/2308-4057-2017-2-189-196

7. Горелкина А.К. Научное обоснование и прикладные аспекты формирования качества и обеспечения безопасности восстановленных продуктов предприятий молочной отрасли / А.К. Горелкина: дис. д-ра тех. наук – Кемерово, 2021. – 340 с.

8. Когановский А. М. Адсорбция органических веществ из воды / А. М. Когановский, Н. А. Клименко, Т. М. Левченко и др. –Л.: Химия, 1990. – 256 с.

9. Corwin C. J. Adsorption and desorption of trace organic contaminants from granular actiated carbon adsorbers after intermittent loading and thoughout backwash cycles / C. J. Corwin, R. S. Summers // Water research. -– 2011. – № 45(2). – P. 417–426. DOI: 10.1016/j.watres.2010.08.039

10. Krasnova T. A. Adsorption processes in solving environmental problems in water sources of Urban Territories Development / T. A. Krasnova, M. P. Kirsanov, O. V. Belyaeva and other // MATEC Web of Conferences. – 2018. –Vol. 170, – Art. 04005. – 10 p. DOI: 10.1051/matecconf/201817004005

Список литературы на английском языке / References in English

1. Itoh S. Regulations and perspectives on disinfection by-products: importance of estimating overall toxicity / S. Itoh, B. Gordon, P. Callan // Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua. – 2011. –Vol. 60(5). – P. 261–274. DOI:10.2166/aqua.2011.068

2. Baytak D. Seasonal variation in drinking water concentrations of disinfection by-products in IZMIR and associated human health risks / D. Baytak, A. Sofuoglu, F. Inal et al. // Science of The Total Environment. – 2008. –Vol. 407(1). – P. 286-296. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2008.08.019

3. Jeong C. Occurrence and toxicity of disinfection byproducts in European drinking water in relation with the HIWATE epidemiology study / C. Jeong, E. Wagner, V. Siebert // Environmental Science & Technology. – 2012. –Vol.46(21). – P. 12120-12128. DOI:10.1021/es3024226

4. Parfit G. Adsorbcija iz rastvorov na poverhnostjah tverdyh tel [Adsorption From Solutions on Surfaces of Solids] / G. Parfit, K. Rochester // – M.: Mir, 1996. – p. 488 [in Russian]

5. Krasnova T. A. Adsorbcionnye tehnologii ochistki vody pri proizvodstve fruktovo-syvorotochnyh napitkov [The Choice of Sorbent for Adsorption Extraction of Chloroform From Drinking Water] / T. A. Krasnova, I. V. Timoshhuk, A. K. Gorelkina et al. // Jekologija i promyshlennost' Rossii [Foods and Raw Materials]. – 2018. – Vol.22, № 10. – pp. 4–10. DOI 10.18412/1816-0395-2018-10-4-10 [in Russian]

6. Krasnova T. A. The choice of sorbent for adsorption extraction of chloroform from drinking water / T. A. Krasnova, I. V. Timoshshuk, A. K. Gorelkina and other // Foods and Raw materials. – 2017. – Vol.5(2). – P.189–196. DOI 10.21603/2308-4057-2017-2-189-196 [in Russian]

7. Gorelkina A.K. Nauchnoe obosnovanie i prikladnye aspekty formirovanija kachestva i obespechenija bezopasnosti vosstanovlennyh produktov predprijatij molochnoj otrasli [Scientific Substantiation and Applied Aspects of the Formation of Quality and Safety of Restored Products of Dairy Industry Enterprises] / A.K. Gorelkina // Dissertation of the Doctor of Technical Sciences – Kemerovo, 2021. – p. 340 [in Russian]

8. Koganovskij A. M. Adsorbcija organicheskih veshhestv iz vody [Adsorption of Organic Substances From Water] / A. M. Koganovskij, N. A. Klimenko, T. M. Levchenko et al. // –L.: Himija, 1990. – p. 256 [in Russian]

9. Corwin C. J., Summers R. S. Adsorption and desorption of trace organic contaminants from granular actiated carbon adsorbers after intermittent loading and thoughout backwash cycles / C. J. Corwin, R. S. Summers // Water research. -– 2011. – № 45(2). – P. 417–426. DOI: 10.1016/j.watres.2010.08.039

10. Krasnova T. A. Adsorption processes in solving environmental problems in water sources of Urban Territories Development / T. A. Krasnova, M. P. Kirsanov, O. V. Belyaeva and other // MATEC Web of Conferences. – 2018. –Vol. 170, – Art. 04005. – 10 p. DOI: 10.1051/matecconf/201817004005

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.005

ОРГАНИЗАЦИЯ НАСТРАИВАЕМОГО АППАРАТНОГО НЕЙРОВЫЧИСЛИТЕЛЯ

Научная статья

Гузик В.Ф.[1], Ляпунцова Е.В.[2], Черный С.А.[3], Шестаков А.В.[4, *]

[1, 3, 4] Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия;

[2] Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

* Корреспондирующий автор (trtualval[at]rambler.ru)

Аннотация

Статья посвящена рассмотрению организации аппаратного настраиваемого нейровычислителя, с учетом возможностей использования нейросетевого инструментария в рамках процессов когнитивного моделирования. Предлагаемый подход направлен на достижение приемлемого компромисса между такими критериями, как быстродействие и универсальность. Реализация указанного подхода осуществляется за счет создания двухуровневой структуры, где верхний уровень составляет информационная модель нейросетевых вычислений, отражающая конфигурацию моделируемой сети, нижний уровень – аппаратные схемы, непосредственно выполняющие элементарные нейросетевые вычисления. Рассмотрена организация подготовки управляющей информационной модели, структура и особенности функционирования аппаратной нейровычислительной платформы. Приводятся также описания дополнительных решений, позволяющих в определенной степени организовывать параллельные нейровычисления.

Ключевые слова: нейровычислитель, нейронный операционный модуль, поле памяти, интерфейсный пакет, аккумулирующий сумматор, управляемые коммутации.

ORGANIZATION OF A CONFIGURABLE HARDWARE-BASED NEUROCOMPUTER

Research article

Guzik V.F.[1], Lyapuntsova E.V.[2], Chernyi S.A.[3], Shestakov A.V.[4, *]

[1, 3, 4] Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia;

[2] Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

* Corresponding author (trtualval[at]rambler.ru)

Abstract

The article discusses the organization of a hardware-based and configurable neural calculator, taking into account the possibilities of using neural network tools in the framework of cognitive modeling processes. The proposed approach is aimed at achieving an acceptable compromise between such criteria as speed and versatility. The implementation of this approach is carried out by creating a two-level structure, where the upper level is an information model of neural network computing reflecting the configuration of the simulated network, while the lower level is hardware circuits that directly perform elementary neural network computing. The article also examines the organization of the preparation of the control information model and the structure and features of the functioning of the hardware neural computing platform. There are also descriptions of additional solutions that allow for organizing parallel neural calculations to a certain extent.

Keywords: neural computer, neural operating module, memory field, interface package, accumulating adder, controlled switching.

Введение

В качестве одного из инструментариев для обработки когнитивных структур может быть предложен аппарат нейросетевого моделирования. Особенности данного подхода рассмотрены в [1], [2], при этом представлены схемы моделирования, основанные на циклически повторяемых вычислениях на нейросетевых моделях, являющихся отображением соответствующих когнитивных сетей. Это обуславливает целесообразность исследований в области обеспечения приемлемой эффективности нейровычислений. Естественно, разрешение указанной проблемы может быть успешно использовано не только применительно к обработке когнитивных структур, но и для различных приложений моделирования нейросетевых структур, не связанных с когнитивной проблематикой.

Принципы реализации

В данном контексте наиболее перспективным и достаточно широко используемым, является подход, связанный с переносом вычислительных процессов с программной на аппаратную платформу [3], [4]. При этом максимальная эффективность нейросетевых вычислений достигается за счет прямого отображения нейросетевой модели (НСМ) на схемотехническую платформу. Несмотря на очевидное преимущество подобной схемы, следует указать на ряд присущих ей недостатков. Первый из них связан с жесткой аппаратной фиксацией моделируемой сети, что фактически делает невозможным оперативную корректировку или смену реализуемой модели. Кроме того, прямое схемное отображение моделируемой сети для больших нейросетей приводит к получению сложной схемной структуры. Можно указать, что прямое схемотехническое отображение обеспечивает максимальное быстродействие при минимальной степени гибкости. Реализации моделирования нейронных сетей на программной платформе, напротив, является наиболее универсальными, но имеет заметно меньшее быстродействие.

В настоящей работе предлагается и рассматривается определенное компромиссное решение (между программной и прямой схемотехнической реализациями), связанное с организацией некоторой универсальной платформы, в которой моделируемая нейросеть описывается в виде информационного объекта, а собственно нейросетевые вычислительные операции имеют прямые аппаратные представления. Таким образом, речь идет о создании некоторого гибридного вычислителя, вычислительные операции в котором выполняются непосредственно на аппаратной платформе, а

управление реализуется на основе обработки «мягкого» информационного описания модели. Подобную платформу нельзя охарактеризовать как чисто аппаратную, что, естественно, вызывает определенное снижение ее эффективности, однако, можно указать ряд преимуществ, обуславливаемых предлагаемым подходом. Речь идет о возможности создания многомодельной платформы с оперативной подкачкой моделей. Рассматриваемая платформа будет в дальнейшем именоваться как аппаратно настраиваемый нейровычислитель (АННВ).

Особенности реализации

Общая структура *АННВ* приводится на рисунке и отражает предложенный двухуровневый подход. Жизненный цикл произвольной нейросетевой модели в рамках *АННВ* включает два этапа.

Первый этап – подготовительный, связан с формированием информационной модели, описывающий алгоритм нейровычислений – «*Управляющей ленты алгоритма» (ЛА).* Логическое представление *ЛА* отражает топологию моделируемой сети и формируется, как последовательность элементарных нейровычислителей (*ЭНВ*). Под нейровычислителем подразумевается вычислительная функция или процедура из совокупности которых формируется математическая модель нейроэлемента (например – процедура пространственной суммации, функция сигмоида и т.п.). Очевидно, что логическое представление *ЛА* определяется, с одной стороны, топологией моделируемой сети, с другой стороны – типом используемых в сети нейроэлементов. Топология сети, базирующаяся на графовом представлении [5], [6] определяет порядок (очередность) исполнения *ЭНВ*, тип нейроэлементов - математическое содержание *ЭНВ*. Естественно, система ЭНВ должна обладать функциональной полнотой с точки зрения возможности моделирования всех известных типов нейроэлементов [7], [8]. Формирование *ЛА* осуществляется с использованием специального инструмента - транслятора, который переводит исходное описание моделируемой нейросети (например, в виде матриц смежности или инцидентности) в кодированную запись *ЛА*.

Рис. 1 – Аппаратно настраиваемый нейровычислитель

Схематехнический образ кодирования *ЭНВ* в составе *ЛА* представляется триадой вида:

$$\text{сх_ЭНВ}=<\{A_{вх}\}, A_{энв}, A_{вых}>,$$

здесь:

$\{A_{вх}\}$ – множество адресов ячеек со значениями входных данных для исполнения функции нейровычислителя;

$A_{энв}$ – адрес инициализации схемы;

$A_{вых}$ – адрес ячейки памяти для записи выходного значения (результата) исполнения схемы.

Рассмотренную триаду можно охарактеризовать, как коммутационно – инициализационную, т.е. определяющую запуск схемы для исполнения и ее коммутацию с адресными полями. Первый этап можно определить как подготовительный, второй этап, как исполнительный. Соответственно, в составе *АННВ* выделяются две структуры:

- подготовительная структура;
- исполнительная структура.

Исполнительная структура формируется в составе 5 компонент.

Исполнительный буфер представляет собой оперативное запоминающее поле, в которое загружается актуальная *ЛА*, подлежащая исполнению.

Интерпретирующий автомат последовательно сканирует *ЛА* и формирует управляющие сигналы коммутации и инициализации в соответствии с текущей обрабатываемой (интерпретируемой) триадой.

Операционное поле представляет собой определенным образом структурированный набор схемных реализаций ЭНВ. С одной стороны, в состав набора включаются модели ЭНВ, позволяющие обеспечить обработку всех известных типов моделей нейроэлементов. Кроме того, реализуется несколько экземпляров однотипных ЭНВ, для обеспечения возможностей параллельных вычислений.

Схемные элементы собираются в т.н. контейнеры. Каждый такой контейнер, кроме набора схемных элементов содержит локальный буфер для загрузки кванта *ЛА*, а также локальное поле памяти, что позволяет подобному контейнеру функционировать автономно, обрабатывая определенный квант *ЛА*. Учитывая регулярность нейросетевых структур, на уровне трансляции, помимо кодирования последовательности триад, формируются управляющие спецсимволы разметки участков для параллельной обработки.

Поле памяти формируются из адресуемых ячеек памяти для хранения результатов вычислений.

Интерфейсные пакеты составляют адресные, информационные и управляющие шины. Шины группируются в отдельные независимые пакеты, что опять же направлено на обеспечение параллельных вычислений.

Заключение

Предложенная в настоящей статье двухуровневая аппаратная платформа нейросетевого моделирования позволяет с одной стороны повысить эффективность вычислительного процесса (как за счет собственно выполнения вычислений на аппаратной платформе, так и за счет организации параллельной обработки), с другой стороны, обеспечить "мягкую" и оперативную перенастройку обрабатываемых моделей.

Использование настоящей платформы применительно к задачам нейрокогнитивного моделирования, связанных с большими объемами вычислений (например, при решении задач динамического оптимизационного анализа [9], [10], [11]) позволяет реализовать указанные схемы с приемлемой эффективностью.

Финансирование

Исследование выполнено при поддержке РФФИ в рамках научного проекта №19-01-00412 и №19-07-00570.

Funding

The reported study was funded by RFBR according to the research projects no19-01-00412 and no 19-07-00570.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Guzik V.F. Fuzzy Cognitive Maps Considering Real Parameters of Simulated Systems / V.F. Guzik, A.S. Gamisonia, S.A. Chernyj et al. // International Journal of Innovation, Creativity and Change. –2019. – Volume 7, Issue – P. 153 – 160.

2. Пьявченко А.О. Организация формально когнитивных нейросетей для исследования слабоформализуемых систем./ А.О. Пьявченко, С.А. Черный, А.В. Шестаков и др. // Международный научно-исследовательский журнал. 2020. №8 (98) С. 148-153

3. Грибачев В. П. Настоящее и будущее нейронных сетей / В.П. Грибачев // Компоненты и технологии. 2006. № 5 С. 34-39

4. Моисейченко, В. С. Аппаратная реализация искусственных нейронных сетей. Часть 1 / В. С. Моисейченко. — Молодой ученый. — 2017. — № 12 (146). С. 69-72

5. Зыков А.А. Основы теории графов / А.А. Зыков — М.: Вузовская книга, 2004. — 664 С.

6. Оре О. Теория графов. 2-е изд. / О. Оре — М. :Наука. 1980. — 336 С.

7. Чернухин Ю.В. Искусственный интеллект и нейрокомпьютеры. / Ю.В. Чернухин Таганрог. Изд-во ТРТУ, 1997, 273 С.

8. Стефанюк В.Л. Реальность и прогнозы искусственного интеллекта / В.Л. Стефанюк. М. Мир, 2007, 274 С.

9. Гузик В.Ф. Модели нейронов с памятью состояния для организации нейроэволюционных вычислений / В.Ф. Гузик., С.А. Черный, А.В. Шестаков // Научный журнал КубГАУ. – 2017. − № 133(09) − С. 467 – 474.

10. Гузик В.Ф. Принципы организации формально – когнитивных моделей. / В.Ф. Гузик, Е.Р. Мунтян, С.А. Черный и др. // Современная наука. Серия «Естественные и технические науки». 2020 № 11 С. 86 70

11. Гузик В. Ф. Высокопроизводительные вычислительные системы и квантовая обработка информации. / В.Ф. Гузик, С.М. Гушанский, Ляпунцова Е.В., и др. // Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2021, - 202 С.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Guzik V.F. Fuzzy Cognitive Maps Considering Real Parameters of Simulated Systems / V.F. Guzik, A.S. Gamisonia, S.A. Chernyj et al. // International Journal of Innovation, Creativity and Change. –2019. – Volume 7, Issue – P. 153 – 160.

2. Piavchenko A.O. Organizacija formal'no kognitivnykh nejjrosetejj dlja issledovanija slaboformalizuemykh sistem [Organization of formally cognitive neural networks for the study of weakly formalized systems] / A.O. Piavchenko, S.A. Black, A.V. Shestakov et al. // Mezhdunarodnyjj nauchno-issledovatel'skijj zhurnal [International Research Journal]. 2020. No.8 (98) pp. 148-153 [in Russian]

3. Gribachev V. P. Nastojashhee i budushhee nejjronnykh setejj [The present and the future of neural networks] / V.P. Gribachev V.P. // Komponenty i tekhnologii [Components and technologies]. 2006. No. 5 pp. 34-39 [in Russian]

4. Moiseichenko, V. S. Apparatnaja realizacija iskusstvennykh nejjronnykh setejj. [Hardware implementation of artificial neural networks. Part 1] / V. S. Moiseichenko. - Molodojj uchenyjj [Young scientist]. — 2017. — № 12 (146), pp. 69-72 [in Russian]

5. Zykov A.A. Osnovy teorii grafov [Fundamentals of graph theory] / A.A. Zykov - M.: University book, 2004 — 664 P. [in Russian]

6. Ore O. Teorija grafov [Graph theory] / O. Ore. 2nd ed. - M. : Nauka. 1980. — 336 P. [in Russian]

7. Chernukhin Yu.V. Iskusstvennyjj intellekt i nejjrokomp'jutery [Artificial intelligence and neurocomputers] / Yu.V. Chernukhin. Taganrog. TRTU Publishing House, 1997, 273 P. [in Russian]

8. Stefanyuk V.L. Real'nost' i prognozy iskusstvennogo intellekta [Reality and forecasts of artificial intelligence] / V.L. Stefanyuk. M. Mir, 2007, 274 P. [in Russian]

9. Guzik V.F. Modeli nejjronov s pamjat'ju sostojanija dlja organizacii nejjroehvoljucionnykh vychislenijj [Models of neurons with state memory for the organization of neuroevolutionary computing] / V.F. Guzik., S.A. Black, A.V. Shestakov // Nauchnyjj zhurnal KubGAU [Scientific journal of KubGAU]. – 2017. − № 133(09) − pp. 467-474 [in Russian]

10. Guzik V.F. Principy organizacii formal'no – kognitivnykh modelejj [Principles of the organization of formal cognitive models] / V.F. Guzik, E.R. Muntyan, S.A. Black et al. // Sovremennaja nauka. Serija «Estestvennye i tekhnicheskie nauki» [Modern Science. The series "Natural and Technical Sciences"]. 2020 No. 11 p . 86 -70 [in Russian]

11. Guzik V. F. Vysokoproizvoditel'nye vychislitel'nye sistemy i kvantovaja obrabotka informacii [High-performance computing systems and quantum information processing] / V.F. Guzik, S.M. Gushansky, E.V. Lyapuntsova et al. // Southern Federal University. - Rostov-on-Don; Taganrog: Southern Federal University Press, 2021, 202 p. [in Russian]

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.006

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ МОДЕЛЕЙ ШАТУНОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ИЗ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ВТ20

Научная статья

Зеньков Е.В.*
ORCID: 0000-0003-4414-0307,
Иркутский государственный университет путей сообщения, Иркутск, Россия

* Корреспондирующий автор (jovanny1[at]yandex.ru)

Аннотация

В работе описываются результаты статических испытаний моделей шатунов автомобильных двигателей, изготовленных из титанового сплава ВТ20, при различных схемах нагружения. В ходе экспериментальных исследований определены значения предельных нагрузок, возникающих при испытании моделей шатунов на разрыв, от потери устойчивости и на растяжение по ответственному отверстию шатуна, служащим базовым при передаче усилия в контакте с гильзой двигателя внутреннего сгорания. Выявлено, что значения предельных нагрузок в контрольных зонах моделей шатунов во всех схемах нагружения существенно превышают их нормативные значения, что обеспечивает несущую способность шатуна при действии эксплуатационных нагрузок. Полученные результаты испытаний моделей шатунов показывают возможность их изготовления из более легких титановых сплавов, повышая основные показатели работы ДВС.

Ключевые слова: статические испытания, шатун, несущая способность, схема нагружения.

EXPERIMENTAL STUDIES OF THE STRENGTH OF THE CONNECTING ROD MODELS MADE OF THE VT20 TITANIUM ALLOY

Research article

Zenkov E.V.*
ORCID: 0000-0003-4414-0307,
Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russia

* Corresponding author (jovanny1[at]yandex.ru)

Abstract

The paper describes the results of static tests of models of connecting rods of automobile engines made of titanium alloy VT20 under various loading schemes. In the course of the experimental studies, the current article determines the values of the limit loads that occur when testing models of connecting rods for rupture, loss of stability, and tensile strength along the responsible hole of the connecting rod, which serves as the base when transmitting force in contact with the sleeve of an internal combustion engine. It is established that the values of the limit loads in the control zones of the connecting rod models in all loading schemes significantly exceed their normative values, which ensures the bearing capacity of the connecting rod under the action of operational loads. The obtained test results of connecting rod models show the possibility of their manufacture from lighter titanium alloys, therefore increasing the main performance indicators of the internal combustion engine.

Keywords: static tests, connecting rod, bearing capacity, loading scheme.

Введение

Развитие двигателей внутреннего сгорания (ДВС) на сегодняшний день достигло наибольшего совершенства во многих направлениях (динамики, прочности, износостойкости, технологии изготовления и т.д.). Появление новых направлений совершенствования ДВС очень редки. Ведущие мировые фирмы-производители проводят исследования, как правило, связанных, с совершенствованием различных показателей двигателей – экономичности, динамики прочности. Из этих исследований сформировано одно из важных направлений совершенствования конструкции кривошипно-шатунного механизма, в частности, главного его элемента – шатуна. При прочих равных условиях снижение массы шатуна на 40-50% приводит к повышению экономичности работы двигателя на 20-30%, снижению динамических нагрузок на 15-20% [1], [2], [3], [4]. Учитывая, что в ДВС насчитывается примерно 4 и более шатунов, существенно улучшаются такие показатели двигателя как его вес, уровень вибрации, шума и т.д. Таким образом, применение шатунов из относительно лёгких сплавов при одновременном сохранении его прочностных характеристик [4] является важной научно-технической задачей.

На кафедре механики и сопротивления материалов Иркутского национального исследовательского технического университета (ИРНИТУ) проведена работа по оценке несущей способности моделей автомобильного шатуна, изготовленных из титанового сплава ВТ20 [5], [6]. Средний вес изготовленных из сплава ВТ20 шатунов составил около 3,5±0,05 Н (0,35±0,005 кг). Учитывая, что удельный вес титановых сплавов меньше стали в 1,7 раза, вес стандартного шатуна [3], изготовленного из стальных легированных сплавов, будет составлять в среднем 5,9 Н (0,59 кг). В связи со сказанным, оценка несущей способности по предельным нагрузкам шатуна, изготовленного из более легкого титанового сплава ВТ20, определила цель настоящей работы.

Методика экспериментальных исследований

Общие требования к обеспечению прочности автомобильных шатунов изложены в [1]. В эксплуатационных условиях шатун подвергается различным видам нагрузок – растяжению, сжатию, изгибу. Предельные значения этих нагрузок установлены для конкретных зон шатуна, проверка которых может быть осуществлена в лабораторных условиях при его испытании, в частности, на растяжение и сжатие [7].

Геометрические параметры исследуемой модели шатуна представлены на рис. 1.

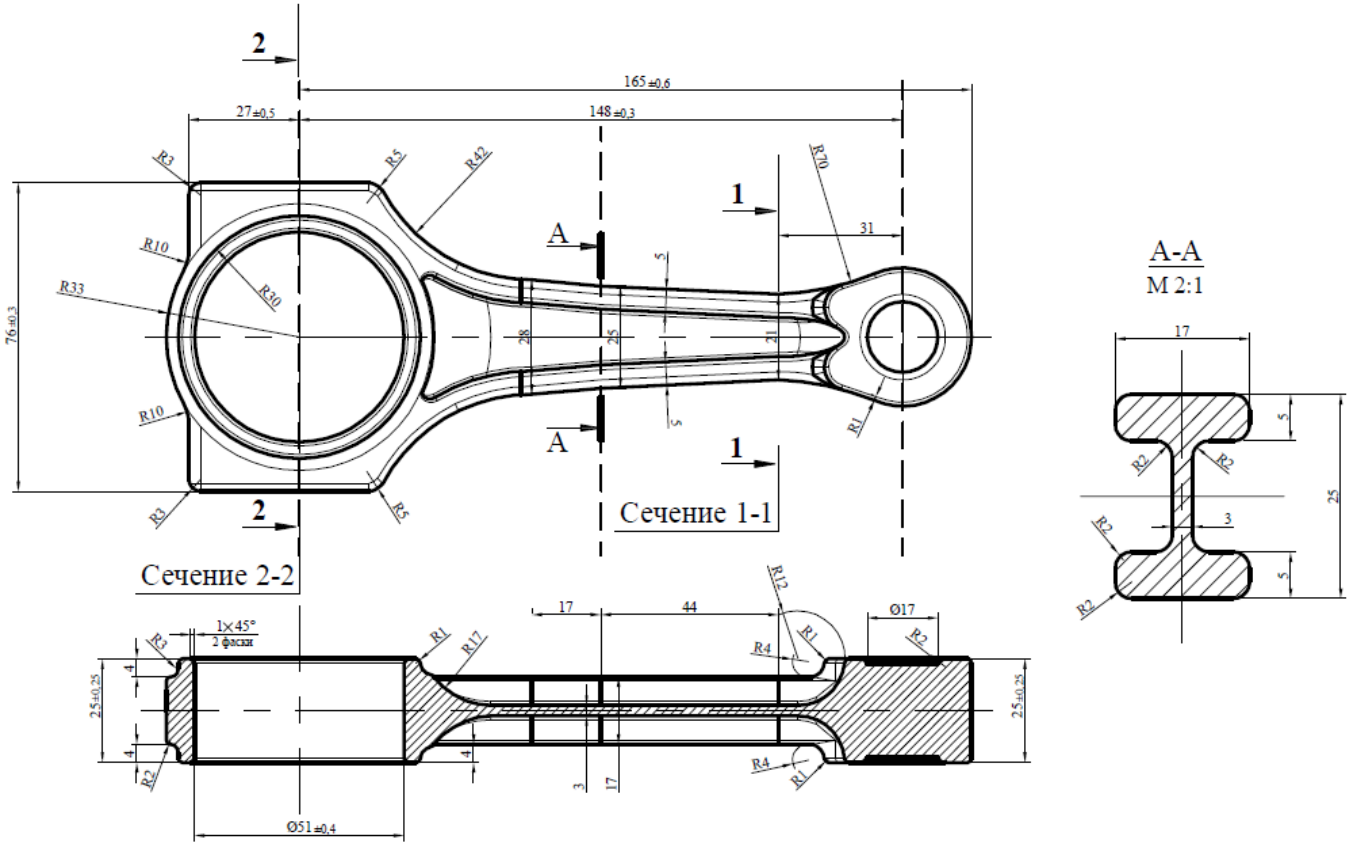


Рис. 1 – Геометрические параметры модели шатуна

Согласно рис. 1 была разработана цифровая твердотельная модель шатуна в CAD-комплексе NX. Используя эту модель, экспериментальные образцы шатуна изготовлялись фрезерованием из титановой плиты на 5-координатном станке с ЧПУ типа DMU-80. Было изготовлено 5 образцов моделей шатуна, вес каждой, в среднем, составил не более 350±10 грамм. Фотография экспериментальной модели шатуна представлена на рис. 2.

Рис. 2 – Экспериментальная модель шатуна

Для оценки несущей способности модели шатуна установлены нормативные значения предельных нагрузок в его контрольных зонах, обеспечивающие его прочность [1]:

– растягивающая нагрузка в минимальном сечении 1-1 (рис. 1) не менее 95 кН;

– нагрузка, соответствующая потере устойчивости при сжатии, в минимальном сечении 1-1 (рис. 1) не менее 95 кН;

– растягивающая нагрузка в сечении 2-2 нижней головки шатуна (рис. 1) не менее 53 кН.

Испытание моделей шатуна осуществлялось на универсальной электромеханической машине Instron 5989 (600 кН) в НИУ «Испытания строительных материалов и конструкций» ИРНИТУ. Процесс нагружения моделей шатунов сопровождался посредством компьютера с использованием специализированного программного обеспечения Bluehill, обеспечивающий автоматизированное управление процессом испытания и записью диаграммы нагружения. Квазистатическое нагружение образцов до разрушения выполнялись при постоянной скорости перемещения нагружающего устройства испытательной машины, равной 2 мм/мин.

Для определения предельных нагрузок на шатун использованы следующие схемы испытаний:

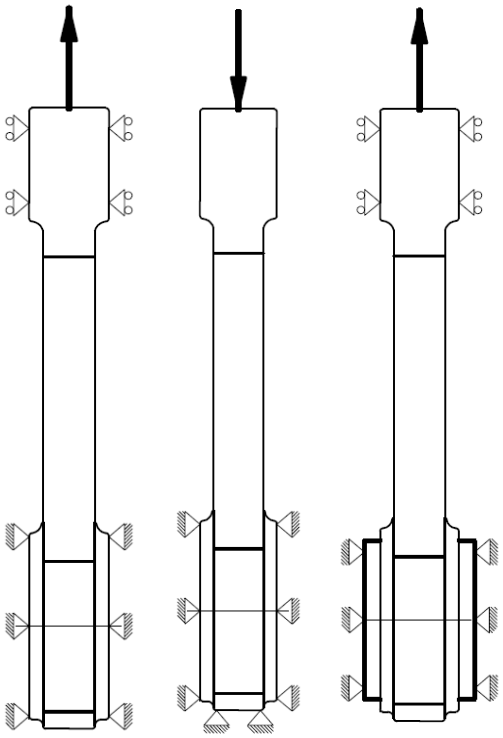
1) Испытание модели шатуна на разрыв (см. рис. 3*а*);

2) Испытание модели шатуна на устойчивость (см. рис. 3*б*);

3) Испытание модели шатуна на растяжение по диаметру D51 (см. рис 3*в*).

Результаты экспериментальных исследований

На рис. 4*а* приведена фотография результатов испытаний по первой схеме нагружения. Нагрузка, соответствующая моменту разрушения образца, составила 195±1кН (19,5 тонн). Очаг разрушение располагался при этом в зоне наименьшего по площади поперечном сечении (рис. 4*б*) у верхней головки шатуна (сечение 1-1). Удлинение шатуна перед моментом разрушения соответствовал 8,7 мм.



а *б* *в*

Рис. 3 – Схемы испытаний шатунов при различных видах нагружения:
а, в – на растяжение, *б* – на сжатие

а *б*

Рис. 4 – Разрушенная модель шатуна от растягивающей нагрузки:
а – в захватах испытательной машины; *б* – после снятия из захватов

На рис. 5 приведена фотография результатов испытаний по второй схеме нагружения. Нагрузка, соответствующая потери устойчивости шатуна первого рода [7], [8], [9], равна 190±1кН (19 тонн). Зона потери устойчивости располагается в зоне наименьшего по площади поперечном сечении у верхней головки шатуна (рис. 1, сечение 1-1). Перемещение нагружающего устройства при сжатии перед моментом потери устойчивости шатуна соответствовал 3,2±0,01 мм.

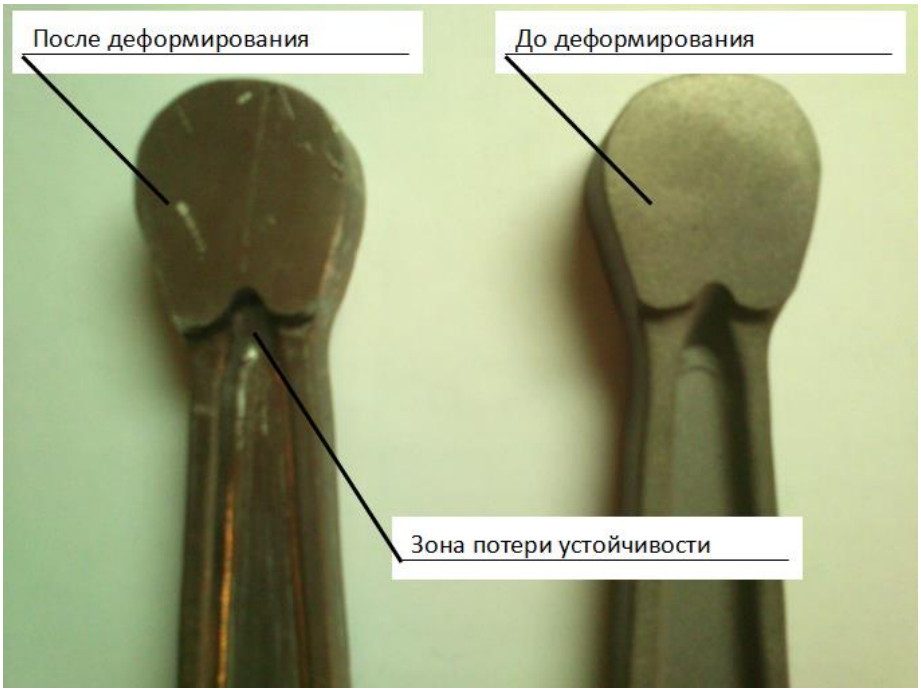


Рис. 5 – Потеря устойчивости модели шатуна по второй схеме нагружения

На рис. 6 приведена фотография результатов испытаний по третьей схеме нагружения. Проведенные испытания показали, что на участке диаграммы нагружения от ее начала до точки, соответствующей усилию 70±1кН, сохраняется линейный закон изменения испытательного усилия от удлинения образца [7], [8]. При этом изменение деформированного состояния шатуна не происходит.

Рис. 6 – Модель шатуна после испытания на растяжение по третьей схеме

В связи с тем, что линейный участок диаграммы нагружения свидетельствует об упругом деформировании материала модели шатуна [7], [8], следовательно, нормативное значение предельной нагрузки в его контрольной зоне значительно меньше приложенного испытательного усилия, что свидетельствует об обеспечении прочности модели шатуна в сечении 2-2 и не вызывает изменения отверстия D51. Указанное обстоятельство открывает широкие возможности применения рассмотренных моделей шатунов [10], изготовленных из более легких титановых сплавов, повышая основные показатели работы ДВС.

Заключение

Выполнены экспериментальные исследования несущей способности моделей автомобильных шатунов, изготовленных из сплава ВТ20, при различных схемах испытания. В результате получены значения предельных нагрузок на модели шатунов. Установлено, что нормативные значения предельных нагрузок в контрольных зонах

моделей шатуна значительно меньше значений, полученных в результате их натурных испытаний. Для первой и второй схем испытаний приложенные усилия дают запас по прочности моделей шатунов примерно в 2 раза, а по третьей схеме – в 1,3 раза.

Результаты экспериментальных исследований показывают, что изготовленные из титанового сплава ВТ20 модели шатуна, сохраняют несущую способность при действии нормативных нагрузок. Это обстоятельство открывает возможности по организации и проведению натурных испытаний моделей шатунов, изготовленных из титанового сплава ВТ20, для исследования их усталостной прочности, что является важным при оценке ресурса работы автомобильных двигателей.

Конфликт интересов

Не указан

Conflict of Interest

None declared

Список литературы / References

1. Лиханов В.А. Расчет автомобильных двигателей: Учебное пособие / В.А. Лиханов, Р.Р. Деветьяров. – 2-е изд., испр. и доп. – Киров: Вятская ГСХА, 2008. – 176 с.

2. Корчагин В.А. Теоретические и практические основы методологии расчета показателей экологичности автомобильных двигателей / В.А. Корчагин, С.А. Ляпин, Ю.Н. Ризаева и др. // Мир транспорта и технологических машин. –2019. – № 1 (64). – С. 96-102.

3. Вальехо-Мальдонадо П.Р. Конструирование шатунов автомобильных и тракторных двигателей: методические указания / П.Р. Вальехо-Мальдонадо, Д.К. Гришин, Н.Д. Чайнов. – М.: Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), 2013. – 52 с.

4. Краснокутский А.Н. Оценка и сравнение долговечности шатунов из стали и титанового сплава высокофорсированного авиационного дизеля / А.Н. Краснокутский, А.О. Калинин // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2012. – № 8. – С. 30-36.

5. Москвитин В.Н. Экспериментальная установка для получения титанового порошка / В.Н. Москвитин, Е.В. Зеньков, В.И. Макаров и др. // Авиамашиностроение и транспорт Сибири: сборник статей VII Всероссийской научно-практической конференции. – 2016. – С. 341-345.

6. Фалалеев С.А. Технологический процесс получения титанового порошка с использованием стружки из сплава ВТ20 / С.А. Фалалеев, В.Н. Москвитин // Авиамашиностроение и транспорт Сибири: сборник статей всероссийской молодежной научно-практической конференции. – 2016. – С. 295-299.

7. Степин П. А. Сопротивление материалов : учебник / П. А. Степин. – М.: Интеграл-Пресс, 2012. - 320 с.

8. Зеньков Е.В. Особенности работы стоечного профиля из лёгких стальных тонкостенных конструкций на устойчивость / Е.В. Зеньков // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 3-1 (105). – С. 54-59.

9. Zenkov E.V. Investigation of the stress-strain state of racks of light steel thin-walled structures by the method of digital image correlation / E.V. Zenkov // Materials Today: Proceedings. – 2021. – V. 38, – P. 1375-1378.

10. Калинин А.О. Применение титановых сплавов для шатунов высокофорсированных авиационных дизелей / А.О. Калинин, А.Н. Краснокутский // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. – 2011. – № 9. – С. 28-34.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Likhanov V.A. Raschet avtomobil'nykh dvigateley: Uchebnoye posobiye [Calculation of automobile engines: Textbook] / V.A. Likhanov, R.R. Devetyarov. – 2nd ed., Rev. and add. – Kirov: Vyatka State Agricultural Academy, 2008 .-- 176 p. [in Russian]

2. Korchagin V.A. Teoreticheskiye i prakticheskiye osnovy metodologii rascheta pokazateley ekologichnosti avtomobil'nykh dvigateley [Theoretical and practical foundations of the methodology for calculating the environmental indicators of automobile engines] / V.A. Korchagin, S.A. Lyapin, Yu.N. Rizaeva et al. // Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin [World of Transport and Technological Machines]. – 2019. - No. 1 (64). - P. 96-102. [in Russian]

3. Vallejo-Maldonado P.R. Konstruirovaniye shatunov avtomobil'nykh i traktornykh dvigateley: metodicheskiye ukazaniya [Designing connecting rods of automobile and tractor engines: guidelines] / P.R. Vallejo-Maldonado, D.C. Grishin, N. D. Chinov. – M.: Moscow State Machine-Building University (MAMI), 2013. – 52 p. [in Russian].

4. Krasnokutskiy A.N. Otsenka i sravneniye dolgovechnosti shatunov iz stali i titanovogo splava vysokoforsirovannogo aviatsionnogo dizelya [Assessment and comparison of the durability of connecting rods made of steel and titanium alloy of a highly accelerated aircraft diesel engine] / Krasnokutsky, A.O. Kalinin // Nauka i obrazovaniye: nauchnoye izdaniye MGTU im. N.E. Baumana [Science and Education: scientific publication of the Moscow State Technical University]. N.E. Bauman. - 2012. - No. 8. - P. 30-36. [in Russian]

5. Moskvitin V.N. Eksperimental'naya ustanovka dlya polucheniya titanovogo poroshka [Experimental setup for obtaining titanium powder] / V.N. Moskvitin, E.V. Zenkov and V.I. Makarov et al. // Aviamashinostroyeniye i transport Sibiri: sbornik statey VII Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Aviation Engineering and Transport of Siberia: Collection of Articles of the VII All-Russian Scientific and Practical Conference]. - 2016 .-- P. 341-345. [in Russian].

6. Falaleev S.A. Tekhnologicheskiy protsess polucheniya titanovogo poroshka s ispol'zovaniyem struzhki iz splava VT20 [Technological process of obtaining titanium powder using shavings from VT20 alloy] / S.A. Falaleev, V.N. Moskvitin // Aviamashinostroyeniye i transport Sibiri: sbornik statey vserossiyskoy molodezhnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Aviation engineering and transport of Siberia: a collection of articles of the All-Russian youth scientific-practical conference]. - 2016 .-- P. 295-299. [in Russian].

7. Stepin P. A. Soprotivleniye materialov : uchebnik [Resistance of materials: textbook] / P. A. Stepin. – M .: Integral-Press, 2012. – 320 p. [in Russian].

8. Zenkov E.V. Osobennosti raboty stoyechnogo profilya iz logkikh stal'nykh tonkostennykh konstruktsiy na ustoychivost' [Features of the work of a rack-mount profile made of light steel thin-walled structures for stability] / E.V. Zenkov // Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurna [International scientific research journal]. - 2021. - No. 3-1 (105). - P. 54-59. [in Russian].

9. Zenkov E.V. Investigation of the stress-strain state of racks of light steel thin-walled structures by the method of digital image correlation / E.V. Zenkov // Materials Today: Proceedings. – 2021. – V. 38, – P. 1375-1378.

10. Kalinin A.O. Primeneniye titanovykh splavov dlya shatunov vysokoforsirovannykh aviatsionnykh dizeley [Application of titanium alloys for connecting rods of high-powered aircraft diesel engines] / A.O. Kalinin, A.N. Krasnokutskiy // Nauka i obrazovaniye. MGTU im. N.E. Baumana. Elektron. zhurn [Science and Education. MSTU them. N.E. Bauman. Electron. zhurn]. - 2011. - No. 9. - P. 28-34. [in Russian].

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.002

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ЗАЩИТЫ СИСТЕМ, ВКЛЮЧАЮЩИХ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ ЦИФРОВОГО ПРОФИЛЯ СТУДЕНТОВ

Научная статья

Карпов М.Г.[1, *], Семенов Д.Ю.[2]

[1, 2] Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия;

[1] Научно-технический университет «Сириус», Сочи, Россия

* Корреспондирующий автор (m.g.karpov[at]utmn.ru)

Аннотация

Алгоритмы машинного обучения (МО) обладают специфичными для себя уязвимостями, которые не свойственны другим. В данной статье рассматривается безопасность алгоритмов машинного обучения на примере конкретной системы создания цифрового портрета студента, особенности анализа уязвимостей, присущих данным системам, а также системы защиты от атак внутренних и внешних злоумышленников. В статье описаны алгоритмы Natural Language Processing (NLP) как основные рассматриваемые алгоритмы, подлежащие защите от действий злоумышленника. Сделан вывод о разрозненности методик анализа безопасности систем, использующих алгоритмы машинного обучения, в связи с чем необходимо дальнейшее исследование в данной области по разработке единой методики анализа.

Ключевые слова: машинное обучение, информационная безопасность, Natural Language Processing, Adversarial attack, методы защиты информации.

AN ANALYSIS OF SECURITY TECHNOLOGIES FOR SYSTEMS THAT INCLUDE NATURAL LANGUAGE PROCESSING METHODS FOR COMPILING A DIGITAL PROFILE OF STUDENTS

Research article

Karpov M.G.[1, *], Semenov D.Yu.[2]

[1, 2] Tyumen State University, Tyumen, Russia;

[1] Sirius University of Science and Technology, Sochi, Russia

* Corresponding author (m.g.karpov[at]utmn.ru)

Abstract

Machine learning algorithms have unique vulnerabilities specific to them that are not characteristic of others. This article discusses the security of machine learning algorithms using the example of a specific system for creating a digital portrait of a student, the features of analyzing vulnerabilities inherent in these systems, as well as protection systems against attacks by internal and external intruders. The article also describes Natural Language Processing (NLP) algorithms as the main algorithms for consideration, which are subject to protection from the actions of an attacker. The author concludes on the disparity of methods for analyzing the security of systems using machine learning algorithms, which requires further research in this area in order to develop a unified analysis methodology.

Keywords: machine learning, information security, Natural Language Processing, Adversarial attack, methods of information protection.

Введение

Развитие технологий машинного обучения и их повсеместная интеграция в бизнес-процессы актуализирует вопросы безопасности использования таких систем. С 2015 года по 2018 год количество систем с использованием технологий машинного обучения выросло больше чем в два раза [1]. Однако необходимо принимать во внимание, что, как и любая технология AI накладывает определенные ограничения, связанные с безопасностью их использования и реализации. До сих пор продолжаются исследования особенностей реализации угроз конкретных систем AI. Высокая гетерогенность областей использования AI не позволяет реализовывать единые эффективные меры их защиты, что требует детального анализа всех элементов структуры системы с машинным обучением.

В работе в качестве объекта исследования представлен сервис формирования цифрового портрета студента и создания рейтинга таких портретов на основе методов обработки естественного языка. Особенностью сервиса является обработка чувствительных данных студента: его успеваемости, квалификации, мировоззренческих аспектов.

Помимо классического подхода к определению рисков и угроз систем машинного обучения и нейронных сетей, который основывается на экспериментальных исследованиях определения уязвимостей и теоретического прогнозирования, существуют кардинально иные методы, основанные на анализе природы решений моделей машинного обучения - eXplainable AI (XAI). Этот новый подход потенциально может решить проблемы информационной безопасности, связанные со сложностью в прогнозировании поведения AI, но на момент написания работы результаты в этой области недостаточны для введения в действующие системы [2, С. 1281–1297] По этой причине в работе анализируется вопрос актуальности классических атак на исследуемую систему МО, а также предлагаются направления для разработки защитных мер.

Постановка задачи

Рассмотрим систему анализа студента, то есть анализ тех знаний и навыков, которыми обладает студент, извлеченных с использованием методов NLP, которая на основании загруженных документов, то есть статей, диссертаций, дипломных и курсовых проектов, лабораторных работ извлекает информацию и определяет уровень владения определенными навыками, а также составляет рейтинг цифровых профилей. Такая система может быть описана формулой (1):

$$F(x) = k1 * y1 + k2 * y2 + \ldots + kn * yn \quad (1)$$

где y – навык, принимающая значение 0 или 1, k – коэффициент полноты знаний объекта цифрового профиля. Так как исследование безопасности машинного обучения в большей своей части представляет собой black box тестирование, то есть исследование без начальных знаний об алгоритме вычисления k(i), то в данном исследовании данная информация опущена.

Защита таких структурированных данных определяется федеральным законом 152-ФЗ “О персональных данных”, так как она позволяет однозначно идентифицировать субъекта. Получение такой информации может быть интересно как внутреннему нарушителю (пользователю системы), так и внешнему.

Кроме того, целью внешнего злоумышленника может быть и сам алгоритм МО, так как особенности его работы представляют собой коммерческую тайну. Таким образом, при разработке систем безопасности необходимо также предусмотреть угрозу атак, направленных на выявление данных особенностей.

На основании вышеперечисленного мы можем сделать вывод о том, что рассматриваются два вида нарушителей: внешний и внутренний. Таким образом при построении и проверке системы защиты алгоритма МО необходимо ответить на ряд вопросов:

- возможно ли несанкционированно получить чувствительную информацию другого пользователя и каким образом;
- можно ли получить информацию об особенностях работы алгоритма машинного обучения;
- можно ли составить такой документ, на основании которого система добавила новый навык y, не соответствующий реальному набору навыков объекта;
- можно ли искусственно завысить коэффициент k для показателей y своего профиля;
- можно ли искусственно занизить коэффициент k для показателей y чужого профиля?

Особенности работы алгоритмов NLP

Результатом работы алгоритмов NLP является преобразование неструктурированного текста в структурированные данные.

Важно отметить, что сами по себе необработанные данные содержат в себе распределенные персональные данные, когда в структурированных сконцентрирована вся чувствительная информация. Таким образом, утечка данных цифрового следа студента имеет большие последствия и наносит больший ущерб организации.

Положим, что t – анализируемый текст; F – множество фактов (знаний) из предметной области; факт $f_i \in F$ имеет набор атрибутов $\{q_j\}$, которые описываются грамматическими характеристиками и отношениями с другими атрибутами; $t_k \in t$ – токен, являющийся значением атрибута [3, С. 25-27]. Тогда формально факт можно описать следующим образом: $\langle f_i, q_j, t_k \rangle$.

Для именованных сущностей: t – анализируемый текст; N – множество именованных сущностей предметной области; именованная сущность $n_i \in N$ описывается грамматическими характеристиками; $t_k \in t$ – токен, являющийся значением именованной сущности. Тогда формально именованную сущность можно описать следующей парой: $\langle n_i, t_k \rangle$ [4, С. 183 – 192].

Анализ актуальных угроз безопасности МО

Основным видом угроз безопасности в системах машинного обучения является состязательная атака (Adversarial attack), целью которой является получение вектора, при подаче на вход алгоритму машинного обучения которого, алгоритм выдает некорректный выход. Для разработки подобного вектора может быть использовано несколько подходов [5, С. 1-6]:

- уклонение (evasion) - если про алгоритм МО ничего не известно, то каждый новый раз на вход может быть подан измененный различным образом вектор до тех пор, пока на выходе алгоритма не будет получен “некорректный” результат;
- отравление (poisoning) - если известен алгоритм и источник тренировочных данных, злоумышленник может предпринять действия для изменения данных с целью понижения точности работы алгоритма и дальнейшей некорректной работы алгоритма;
- обучение собственного МО - если алгоритм МО известен, то в качестве атаки может быть использован тот же алгоритм с такой же или подобной тренировочной выборкой, результатом работы которого является такой входной вектор для исследуемого алгоритма, который приводил бы к нежелательным результатам.

Также может быть использована атака получения параметров модели, что может привести к раскрытию особенностей работы системы. Сама по себе данная атака не несет ущерба для обрабатываемых данных, но может быть использована для кражи интеллектуальной собственности.

Все вышеперечисленные угрозы без надлежащих мер защиты безопасности и противодействия атакам могут привести к серьезным последствиям не только в системах, обрабатывающие при обработке цифрового следа, но и при обработке любой чувствительной информации, например, медицинской, ПДн, коммерческая тайна и т.д.

Тем не менее, вопрос защиты алгоритмов МО от перечисленных атак остается открытым [6, С. 74720-74742]. Необходимо понимать, что системы МО могут быть подвержены и обычным уязвимостям ПО [6, С. 80]. В том числе использование небезопасных или устаревших библиотек машинного обучения, содержащих известные уязвимости.

Методы защиты

При исследовании информационной безопасности систем, использующих алгоритмы машинного обучения, были проанализированы наиболее распространенные уязвимости, согласно рейтингу OWASP top-10, и методы противодействия им. В ходе исследования было выявлены, наиболее эффективные методы защиты информации:

- разграничение прав пользователей;
- обезличивание данных;
- разделение чувствительных данных и хранение в разных БД;
- разграничение внутренней сети.

Полноценная техническая реализация этих мер позволяет устранить высокий риск реализации угроз, которые приводят к утечкам данных.

Для разграничения прав доступа использовалась классическая модель дискреционного доступа UNIX-подобных ОС. Было выделено три роли: ds, teacher, student. Где ds обладает правами на доступ ко всем объектам с правом чтения и редактирования, teacher - к данным пользователей группы student с правами чтения и редактирования, а student - только к данным своего цифрового профиля с правами чтения и ограниченного редактирования.

Обезличивание данных производилось в соответствии с методологическими рекомендациями Роскомнадзора. В качестве метода обезличивания использовалось введение идентификаторов с созданием сводной таблицы соответствия идентификатор - ПДн [8].

Учитывая высокую чувствительность и объем хранимых данных студентов было произведено разделение чувствительной и обезличенной информации на разные БД. Кроме того, эти БД были разграничены на сетевом уровне, что позволило улучшить безопасность данных.

Таким образом, при проникновении злоумышленника через первый периметр к обезличенным данным будет обеспечена сохранность ПДн студентов.

Если рассматривать непосредственно защиту механизмов машинного, то на данный момент известны следующие методы:

- добавление примеров соревновательных атак в обучающую выборку [9];
- добавление в обучающую выборку немного “зашумленных” объектов [10, С. 45];
- Feature Squeezing - использование нескольких идентичных моделей с разной степенью сжатия. При такой схеме adversarial атака может получить желаемый результат в одной сети, но не сможет на другой. Таким образом, посчитав попарную разницу выходов исходной нейронной сети и дополнительных, выбрав из них максимум и сравнив его с заранее подобранным порогом, мы можем определить был ли это adversarial пример или нет [11].

Несмотря на то, что данные меры защиты показывают свою эффективность, работы по исследованию подходов к обеспечению безопасности алгоритмов МО продолжаются и являются актуальными [12, С. 74720].

Заключение

Рассмотрев текущее состояние систем машинного обучения, использующие алгоритмы машинного обучения в общем и Natural Language Processing, в частности, нами был сделан вывод о необходимости систематизации и выработки единой методики анализа данных систем на наличие уязвимостей, которая включала бы в себя как “классические” уязвимости, присущие любым системам хранения и обработки информации, так и угрозы, актуальные только для систем МО.

Финансирование

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-37-51028 и Научно-технологического университета «Сириус».

Funding

The study was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research within the framework of this scientific project No. 19-37-51028 and the Sirius University of Science and Technology.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Shoham Y. Artificial intelligence index: 2018 annual report / Y. Shoham et al. // Retrieved July. – 2018. – Vol. 25. – P. 2019.
2. Wang B. With great training comes great vulnerability: Practical attacks against transfer learning / B. Wang, Y. Yao, B. Viswanath et al. // In Proc. 27th USENIX Security Symp., 2018. — P. 1281–1297.
3. Гречачин В. А. К вопросу о токенизации текста / В. А. Гречачин // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – №. 6-4 (48) – С. 25-27.
4. Извлечение структурированной информации из текстов исковых заявлений Математическое и информационное моделирование: сборник научных трудов. Вып.18. Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2020. – С. С. 183 – 192.
5. Newaz A. K. M. I. Adversarial attacks to machine learning-based smart healthcare systems / A. K. M. I. Newaz et al // GLOBECOM 2020-2020 IEEE Global Communications Conference. – IEEE, 2020. – P. 1-6.
6. Xue M. Machine learning security: Threats, countermeasures, and evaluations / M. Xue et al. // IEEE Access. – 2020. – Vol. 8. – P. 74720-74742.
7. Schneier B. Attacking machine learning systems / B. Schneier // Computer. – 2020. – Vol. 53. – №. 5. – P. 78-80.
8. Рекомендации по применению приказа Роскомнадзора М. от 5 сентября 2013 г. № 996 «Об утверждении требований и методов по обезличиванию персональных данных» (утв. Роскомнадзором 13.12. 2013) //v Утверждены руководителем Роскомнадзора. – 2013. – Т. 13.
9. Szegedy C. Intriguing properties of neural networks / C. Szegedy et al. // arXiv preprint arXiv:1312.6199. – 2013.
10. Zantedeschi V. Efficient defenses against adversarial attacks / V. Zantedeschi, M. I. Nicolae, A. Rawat // Proceedings of the 10th ACM Workshop on Artificial Intelligence and Security. – 2017. – P. 39-49.

11. Xu W. Feature squeezing: Detecting adversarial examples in deep neural networks / W. Xu, D. Evans, Y. Qi // arXiv preprint arXiv: 1704.01155. – 2017.

12. Xue M. Machine learning security: Threats, countermeasures, and evaluations / M. Xue et al. // IEEE Access. – 2020. – Vol. 8. – P. 74720-74742.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Shoham Y. Artificial intelligence index: 2018 annual report / Y. Shoham et al. // Retrieved July. – 2018. – Vol. 25. – P. 2019.

2. Wang B. With great training comes great vulnerability: Practical attacks against transfer learning / B. Wang, Y. Yao, B. Viswanath et al. // In Proc. 27th USENIX Security Symp., 2018. — P. 1281–1297.

3. Grechikhin V. A. K voprosu o tokenizacii teksta [On the issue of text tokenization] / V. A. Grechachin // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International Research Journal]. – 2016. – №. 6-4 (48) – Pp. 25-27. [in Russian]

4. Izvlechenie strukturirovannoj informacii iz tekstov iskovyh zajavlenij Matematicheskoe i informacionnoe modelirovanie: sbornik nauchnyh trudov [Extraction of structured information from the texts of statements of claim Mathematical and information modeling: collection of scientific papers]. Issue 18. Tyumen: Publishing House of TSU, 2020. - P. 183 - 192. [in Russian]

5. Newaz A. K. M. I. Adversarial attacks to machine learning-based smart healthcare systems / A. K. M. I. Newaz et al // GLOBECOM 2020-2020 IEEE Global Communications Conference. – IEEE, 2020. – P. 1-6.

6. Xue M. Machine learning security: Threats, countermeasures, and evaluations / M. Xue et al. // IEEE Access. – 2020. – Vol. 8. – P. 74720-74742.

7. Schneier B. Attacking machine learning systems / B. Schneier // Computer. – 2020. – Vol. 53. – №. 5. – P. 78-80.

8. Rekomendacii po primeneniju prikaza Roskomnadzora M. ot 5 sentjabrja 2013 g. № 996 «Ob utverzhdenii trebovanij i metodov po obezlichivaniju personal'nyh dannyh» (utv. Roskomnadzorom 13.12. 2013) [Recommendations on the application of the order of Roskomnadzor M. dated September 5, 2013 No. 996 "On approval of requirements and methods for depersonalization of personal data" (approved by Roskomnadzor on 13.12. 2013)] //v Approved by the head of Roskomnadzor. - 2013. - Vol. 13. [in Russian]

9. Szegedy C. Intriguing properties of neural networks / C. Szegedy et al. // arXiv preprint arXiv:1312.6199. – 2013.

10. Zantedeschi V. Efficient defenses against adversarial attacks / V. Zantedeschi, M. I. Nicolae, A. Rawat // Proceedings of the 10th ACM Workshop on Artificial Intelligence and Security. – 2017. – P. 39-49.

11. Xu W. Feature squeezing: Detecting adversarial examples in deep neural networks / W. Xu, D. Evans, Y. Qi // arXiv preprint arXiv: 1704.01155. – 2017.

12. Xue M. Machine learning security: Threats, countermeasures, and evaluations / M. Xue et al. // IEEE Access. – 2020. – Vol. 8. – P. 74720-74742.

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.007

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОБСТВЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА КОРРОЗИОННУЮ СТОЙКОСТЬ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ (ND, PR) FEB

Научная статья

Кутепов А.В.[1, *], Степнов А.А.[2]

[1, 2] АО НПО «Магнетон», Владимир, Россия

* Корреспондирующий автор (ya.kutepow[at]yandex.ru)

Аннотация

В области магнитотвердых магнитных материалов особое место занимают сплавы (Nd,Pr)FeB ввиду их высокой намагниченности и одноосной кристаллической анизотропии, сохраняющихся в отличие от сплавов NdFeB до температуры минус 180°С. Однако, данные сплавы, имеют очень низкую коррозионную стойкость, что приводит к необходимости их защиты различными антикоррозионными покрытиями.

Целью данной работы являлись исследования коррозионной стойкости постоянных магнитов на основе сплава (Nd,Pr)FeB с различными антикоррозионными (магнитными и немагнитными) покрытиями в намагниченном и ненамагниченном состоянии.

В результате исследований было установлено, что коррозионная стойкость образцов без покрытия в намагниченном состоянии увеличивается почти на 30%, в то время как, коррозионная стойкость образцов с цинковым и никелевым гальваническим покрытием в намагниченном состоянии ухудшается на 40-45%.

Согласно полученных результатов исследований, хранение и транспортировку постоянных магнитов (Nd,Pr)FeB не имеющих покрытия лучше проводить в намагниченном состоянии. С другой стороны, магниты, защищенные металлическими антикоррозионными покрытиями, для увеличения их срока хранения должны храниться в ненамагниченном состоянии.

Ключевые слова: редкоземельные постоянные магниты, коррозионная стойкость, магнитное поле.

AN INVESTIGATION OF THE EFFECT OF SELF-MAGNETIC FIELD ON THE CORROSION RESISTANCE OF PERMANENT MAGNETS (ND, PR) FEB

Research article

Kutepov A.V.[1, *], Stepnov A.A.[2]

[1, 2] JSC Scientific Production Association Magneton (AO NPO "Magneton"), Vladimir, Russia

* Corresponding author (ya.kutepow[at]yandex.ru)

Abstract

The (Nd, Pr)Feb alloys occupy a special place in the field of hard magnetic materials due to their high magnetization and uniaxial crystalline anisotropy, which, unlike NdFeB alloys, persist up to a temperature of minus 180 °C. However, these alloys have very low corrosion resistance, which leads to the need to protect them with various anticorrosive coatings.

The purpose of this study is to examine the corrosion resistance of permanent magnets based on an (Nd,Pr)FeB with various anticorrosive (magnetic and non-magnetic) coatings in the magnetized and non-magnetized state.

The research demonstrates that the corrosion resistance of uncoated samples in the magnetized state increases by almost 30%, while the corrosion resistance of samples with zinc and nickel electroplated in the magnetized state deteriorates by 40-45%.

According to the obtained research results, storage and transportation of permanent non-coated magnets (Nd,Pr)Feb are better conducted in a magnetized state. On the other hand, magnets protected by metal anticorrosive coatings should be stored in an unmagnetized state to increase their shelf life.

Keywords: rare earth permanent magnets, corrosion resistance, magnetic field.

Введение

В настоящее время наиболее эффективными и широко применяемыми магнитотвердыми материалами (МТМ) для изготовления постоянных магнитов (ПМ), которые эксплуатируются при низких температурах (до минус 180°С), являются сплавы (Nd,Pr)FeB [1], [2], [3]. Однако, данные сплавы, как и все редкоземельные МТМ имеют очень низкую коррозионную стойкость. Поэтому, для увеличения срока службы редкоземельных ПМ, даже в условиях их контакта только с атмосферным воздухом, а не агрессивными средами, используются различные антикоррозионные покрытия. В основном, в качестве материала антикоррозионных покрытий используют различные металлы (Ni, Zn, Al и т.д.), наносимые гальваническим способом или другими методами.

На данный момент имеется ряд работ [4], [5], в которых рассматривались коррозионная стойкость редкоземельных ПМ с различными вариантами покрытий, однако все они были выполнены с использованием ненамагниченных ПМ, в то время как последние всегда эксплуатируются в намагниченном состоянии.

При этом воздействие магнитных полей (как собственных, так и внешних) на коррозионные процессы даже для магнитомягких материалов на данный момент исследовано недостаточно полно, и данные различных источников значительно различаются.

Например, в работе [6] приведены результаты исследований коррозионной стойкости образцов из стали 17Г1С. В ней было показано, что воздействие внешнего магнитного поля повышает коррозионную стойкость в 2,1 раза, по сравнению с ненамагниченными образцами. С другой стороны, в работах [7], [8] установлено, что воздействие магнитного поля значительно усиливает коррозию алюминия и высокоуглеродистых сталей.

Целью данной работы являлись исследования коррозионной стойкости редкоземельных ПМ на основе сплава (Nd,Pr)FeB с различными антикоррозионными (магнитными и немагнитными) покрытиями в намагниченном и ненамагниченном состоянии.

Методы исследования

Образцы ПМ для исследований были изготовлены в АО НПО «Магнетон» (г. Владимир). Выплавка сплава с составом $Nd_5Pr_{10}B_{7,5}Fe_{ост}$ проводилась из чистых исходных материалов в атмосфере аргона в вакуумной индукционной печи ИСВ-0,04 в корундовом тигле. Гомогенизация слитка сплава проводилась в вакууме в течении 16 часов при температуре 1100°С и остаточном давление не более 0,001 Па.

После гомогенизации слиток раздробили в щековой дробилке до частиц с размером менее 5 мм. Полученный порошок измельчали в конусно-инерционной дробилке в среде аргона до частиц с размером менее 0,6 мм. После этого на ситовом классификаторе отбиралась фракция порошка с размером частиц от 50 до 300 мкм.

Тонкое измельчение порошка проводили в мельнице УБ-208 в среде толуола в течении 180 минут до получения среднего размера частиц 3,1 - 3,3 мкм. На данной стадии к порошку сплава для повышения магнитных характеристик добавлялся порошок легирующей добавки Dy_2Al в количестве 2 масс. %.

Прессования цилиндрических заготовок магнитов проводили в продольном магнитном поле (направление вектора магнитной индукции совпадало с направлением прессования) с напряженностью более 1800 кА/м при удельном давлении прессования 55 МПа.

Спекание образцов осуществляли в вакуумной печи в течении 30 минут при температуре 1125-1135°С при остаточном давлении не более 0,001 Па. Спеченные образцы подвергали механической обработке для придания им формы шайбы с размерами D20 x D6 x 2 мм.

Всего для исследований было изготовлено 45 образцов. На 30 образцов гальваническим методом было нанесено покрытие толщиной 20 мкм, в т.ч.: на 15 образцах – никелевое и на 15 образцах - цинковое.

Коррозионные испытания всех образцов проводили в климатической камере КТК-800 выдержкой во влажном воздухе (98%) при температуре 55ºС в течении 600 часов. По окончанию испытаний на аналитических весах HT84RCE фиксировали относительное изменение массы образцов $E = (\Delta m/m)100\%$. Кроме образцов с покрытием, испытывались также образцы без покрытия.

Все образцы испытывались в трех состояниях: ненамагниченном, частично намагниченном и полностью намагниченном. Намагничивание образцов до состояния технического насыщения (остаточная индукция Br = 1,3 - 1,32 Тл) проводили на импульсной установке ЕХ-25/50-30. Частично намагниченные (до величины 0,5 Br) образцы получали, размагничиванием намагниченных образцов на гистерезисграфе «Permagraph C-300”.

Для каждого состояния намагниченности было испытано по 5 образцов с каждым типом покрытия и без покрытия.

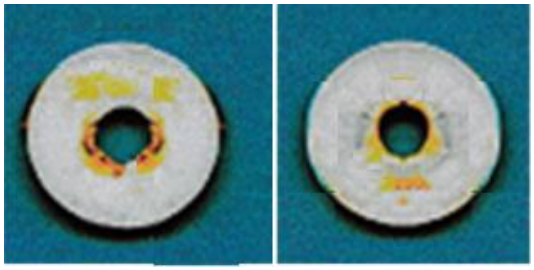
Основные результаты

Усредненные по 5 образцам результаты коррозионных испытаний приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Относительное изменение массы образцов

Материал покрытия	Относительное изменение массы, Е, %		
	Без намагничивания	Частичное намагничивание	Полное намагничивание
Без покрытия	0,38	0,30	0,27
Zn	0,13	0,17	0,19
Ni	0,11	0,15	0,16

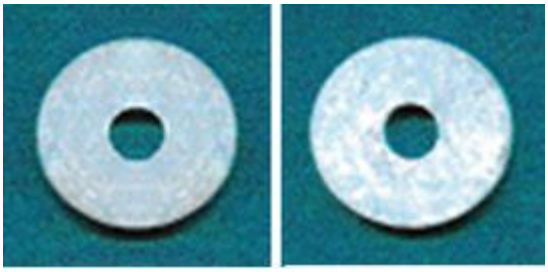
Как видно из результатов испытаний, влияние собственной намагниченности на коррозионная стойкость ПМ из МТМ (Nd,Pr)FeB с металлическим покрытием и без покрытия носит противоположный характер. Так коррозионная стойкость образцов без покрытия в намагниченном состоянии увеличилась почти на 30%. Фотография образцов без покрытия после испытаний приведена на рисунке 1.



а *б*

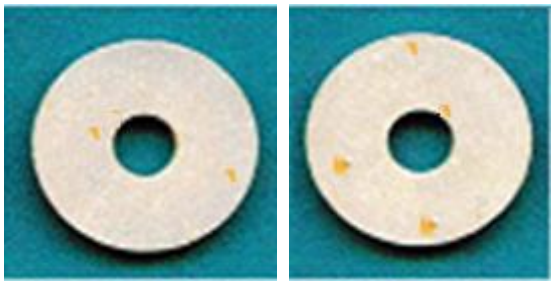
Рис. 1 – Внешний вид образцов без покрытия после испытаний:
а – ненамагниченный образец; *б* – образец, намагниченный до технического насыщения

При этом коррозионная стойкость образцов с цинковым и никелевым покрытием в намагниченном состоянии ухудшилась на 40-45%. Фотографии образцов с покрытием после испытаний приведены на рисунках 2 и 3.



а *б*

Рис. 2 – Внешний вид образцов с Zn-покрытием после испытаний:
а – ненамагниченный образец; *б* – образец, намагниченный до технического насыщения



а *б*

Рис. 3 – Внешний вид образцов с Ni-покрытием после испытаний:
а – ненамагниченный образец; *б* – образец, намагниченный до технического насыщения

При этом во всех рассмотренных случаях коррозионная стойкость частично намагниченных образцов всегда занимало промежуточное положение между полностью намагниченными и ненамагниченными образцами.

Обсуждение

Исходя из результатов испытаний, можно предположить, что механизм влияния магнитного поля на скорость коррозионных процессов, предложенный в [7] может быть уточнен. Согласно ему, коррозия металлов в электролитах, вызывает появление гальванических токов между участками с различным электрохимическим потенциалом. При этом, поскольку на ионы электролита в магнитном поле постоянного магнита действует сила Лоренца, которая закручивает их траекторию, создавая микровихри в электролите, происходит фактическое увеличение эффективного электросопротивления электролита. В результате, воздействие магнитного поля должно всегда ослаблять процесс коррозии.

Однако, такой механизм будет иметь значение только для тех материалов, удельное электрическое сопротивление которых ниже, чем у электролита. Для материалов, у которых удельное сопротивление значительно больше, чем у электролита, перенос зарядов будет осуществляться в основном через их объем. При этом основные коррозионные процессы будут проходить на границе раздела электролит-материал, и как следствие, приводить к ускорению коррозии.

В данном случае, удельное сопротивление МТМ (Nd,Pr)FeB (1,44 Ом · м [9]) значительно выше, чем удельное сопротивление цинка ($5{,}9 \times 10^{-8}$ Ом · м) и никеля ($4{,}5 \times 10^{-7}$ Ом · м), что, вероятно, и вызывает такую разницу в поведение образцов без покрытия и с металлическим покрытием.

Необходимо отметить, что наблюдаемый эффект невозможно объяснить тем, что ферромагнитные продукты коррозии (микроскопические частицы железа, никеля или их оксидов) притягиваются магнитным полем к поверхности образцов, как это было предположено в [7], что затрудняет разрушение поверхности и осложняет проникновение к ней электролита. Если бы данный процесс оказывал значительное влияние, то он способствовал ускорению коррозии намагниченных образцов ПМ без покрытия, поскольку большинство продуктов их коррозии ферромагнитны. Кроме того, данный процесс должен быть замедлять коррозию намагниченных образцов с цинковым покрытием, поскольку цинк и его оксид являются диамагнетиками и отталкиваются от поверхности постоянных магнитов.

Невозможно объяснить полученные результаты и процессом омагничивания электролита под воздействием магнитного поля ПМ при котором согласно [10], происходит снижение содержания растворенного кислорода в различных жидкостях, и в первую очередь – в воде, что должно повышать коррозионную стойкость всех намагниченных образцов независимо от наличия покрытия.

Заключение

Проведены исследования коррозионной стойкости постоянных магнитов на основе сплава (Nd,Pr)FeB с гальваническими никелевыми и цинковыми покрытиями в намагниченном и ненамагниченном состоянии, а также без покрытий.

Установлено, что коррозионная стойкость образцов без покрытия в намагниченном состоянии увеличилась почти на 30%, в то время как, коррозионная стойкость образцов с цинковым и никелевым покрытием в намагниченном состоянии ухудшилась на 40-45%.

Несмотря на то, что в данном исследовании однозначного объяснения причин разного воздействия магнитного поля на коррозионную стойкость ПМ с металлическими гальваническими покрытиями и без него не было найдено, из полученных результатов можно сделать вывод, имеющий важное практическое значение.

Согласно результатов исследований, хранение и транспортировку ПМ из МТМ (Nd,Pr)FeB не имеющих покрытия лучше проводить в намагниченном состоянии. С другой стороны ПМ, защищенные никелевыми или цинковыми гальваническими покрытиями для увеличения их срока хранения должны храниться в ненамагниченном состоянии.

Финансирование

Работа выполнена в рамках Соглашения между Министерством науки и высшего образования Российской Федерации и АО НПО «Магнетон» (Владимир, Россия) №02.G25.31.0137 от 01.12.2015 г., реализуемого при финансовой поддержке по постановлению Правительства РФ № 218 от 09.04.2010 г.

Funding

This article was prepared within the framework of the Agreement No. 02.G25.31.0137 of December 1, 2015 between Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation and «Research and Production Association Magneton" Joint Stock Company (Vladimir, Russia), realized with the financial support according to the Resolution of the Government of the Russian Federation No. 218 dated April 09, 2010.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Alymov M.I. Nanocrystalline Hard Magnetic Materials / M.I. Alymov, I.M. Milyaev, V.S. Yusupov et al. // Advanced Materials & Technologies. – 2017. – №. 2. – P. 10–18.

2. Skokov K.P. Heavy rare earth free, free rare earth and rare earth free magnets-vision and reality / K.P. Skokov, O.Gutfleisch // Scripta Materialia. – 2018. – V. 154. – P. 289–294.

3. Benabderrahmane C. Nd2Fe14B and Pr2Fe14B magnets characterisation and modelling for cryogenic permanent magnet undulator applications / C. Benabderrahmane , P. Berteaud // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment. – 2012. – V. 669. – P. 1–6.

4. El-Aziz A.M. Corrosion behavior of Nd–Fe–B permanent magnetic alloys / A.M. El-Aziz, A. Barkleit, M. Herrich // Proceeding of the 15th International workshop on Rare-Earth magnets and Their Applications, Dresden, Germany, 1998. – P.905–913.

5. Gurrappa, I. Corrosion characteristics of Nd–Fe–B permanent magnets in different environments / I. Gurrappa, S. Pandian // Corrosion Engineering, Science and Technology. – 2006. – V. 41. – P. 57-61.

6. Худяков, М.А. Влияние постоянного магнитного поля на циклическую трещиностойкость и коррозионную стойкость стали 17Г1С / М.А. Худяков, Р.Р. Алтынова // Нефтегазовое дело. – 2006. – Т. 4, № 1. – С. 26–36.

7. Новиков В. Ф. Влияние магнитного поля на скорость коррозии стали / В. Ф. Новиков, В. А. Рышков, А. В. Радченко // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2012. – № 6. – С. 107–112.

8. Коржов А.В. Влияние электрического и магнитного полей на коррозию алюминиевых оболочек силовых кабелей / А.В. Коржов, А.Г. Рябухин // Вестник ЮУрГУ. Химия. – 2013. – Т. 5, № 1. – С. 40–46.

9. Сидоров Е.В. Технические характеристики, эксплуатационные и физические свойства современных магнитных материалов и постоянных магнитов / Е.В. Сидоров. – Владимир: Транзит – ИКС, 2006. – 40 с.

10. Гапенко П.С. Влияние омагничивания на процесс коррозии металлов в кислой среде / П.С. Гапенко, В.А. Миронова, М.В. Чижевская, Л.А. Герасимова // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2015. – Т. 1, № 11. – С. 736–738.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Alymov M.I. Nanocrystalline Hard Magnetic Materials / M.I. Alymov, I.M. Milyaev, V.S. Yusupov et al. // Advanced Materials & Technologies. – 2017. – №. 2. – P. 10–18.

2. Skokov K.P. Heavy rare earth free, free rare earth and rare earth free magnets-vision and reality / K.P. Skokov, O.Gutfleisch // Scripta Materialia. – 2018. – V. 154. – P. 289–294.

3. Benabderrahmane C. Nd2Fe14B and Pr2Fe14B magnets characterisation and modelling for cryogenic permanent magnet undulator applications / C. Benabderrahmane , P. Berteaud // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment. – 2012. – V. 669. – P. 1–6.

4. El-Aziz A.M. Corrosion behavior of Nd–Fe–B permanent magnetic alloys / A.M. El-Aziz, A. Barkleit, M. Herrich // Proceeding of the 15th International workshop on Rare-Earth magnets and Their Applications, Dresden, Germany, 1998. – P.905–913.

5. Gurrappa, I. Corrosion characteristics of Nd–Fe–B permanent magnets in different environments / I. Gurrappa, S. Pandian // Corrosion Engineering, Science and Technology. – 2006. – V. 41. – P. 57-61.

6. Hudjakov, M.A. Vlijanie postojannogo magnitnogo polja na ciklicheskuju treshhinostojkost' i korrozionnuju stojkost' stali 17G1S [The magnetostatic field influence on mechanical properties and corrosion resistance of 17G1S steel] / M.A. Hudjakov, R.R. Altynova // Neftegazovoe delo [Oil and gas business].– 2006. – V. 4, № 1. – P. 26–36. [in Russian]

7. Novikov V. F. Vlijanie magnitnogo polja na skorost' korrozii stali [Magnetic field effect on steel corrosion rate.] / V. F. Novikov, V. A. Ryshkov, A. V. Radchenko // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Neft' i gaz [News of higher educational institutions. Oil and gaz]. – 2012. – № 6. – P. 107–112. [in Russian]

8. Korzhov A.V. Vlijanie jelektricheskogo i magnitnogo polej na korroziju aljuminievyh obolochek silovyh kabelej [Electric and magnetic field influence upon power cable aluminium jackets corrosion] / A.V. Korzhov, A.G. Rjabuhin // Vestnik JuUrGU. Himija.[Bulletin of the South Ural State University. Series «Chemistry"]. – 2013. – V. 5, № 1. – P. 40–46. [in Russian]

9. Sidorov E.V. Tehnicheskie harakteristiki, jekspluatacionnye i fizicheskie svojstva sovremennyh magnitnyh materialov i postojannyh magnitov [Engineering behaviour, performance attributes and physical characteristics of modern magnetic mediums and permanent magnets: reference book for consumers and manufacturers] / E.V. Sidorov. – Vladimir: Tranzit -IKS [Vladimir: Tranzit-IKS], 2006. – 40 p. [in Russian]

10. Gapenko P.S. Vlijanie omagnichivanija na process korrozii metallov v kisloj srede[[Effect of Magnetization on the Corrosion of Metals in an Acidic Environment] / P.S. Gapenko, V.A. Mironova, M.V. Chizhevskaja and other // Aktual'nye problemy aviacii i kosmonavtiki [Actual Problems of Aviation and Astronautics]. – 2015. – V. 1, № 11. – P. 736–738. [in Russian]

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.008

РАСЧЕТ ЖЕСТКОГО КОРПУСА РАЗБОРНОЙ БУКСИРУЕМОЙ ПЛАТФОРМЫ НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ НА ПРОЧНОСТЬ

Научная статья

Лысенко Е.А.[1], Нестеренко Г.А.[2, *], Нестеренко И.С.[3], Бураков В.С.[4], Морозова А.Р.[5]
[1] ORCID: 0000-0001-7465-3360;
[2] ORCID: 0000-0003-1528-4627;
[1, 2, 3, 4, 5] Омский государственный технический университет, Омск, Россия

* Корреспондирующий автор (nga112001@list.ru)

Аннотация

Целью работы является исследование возможного использования специализированной платформы для повышения проходимости автомобилей. Для решения задач прохождения препятствий и сложных дорожных условий используются различные технические решения и приспособления, например: мелкозвенчатые цепи, цепи гусеничного типа, противобуксаторы, ремни, лебедки. В ходе проведения исследования была разработана разборная буксируемая платформа на воздушной подушке. В данной статье описан расчет корпуса платформы на жесткость.

В результате проведенных расчетов был сделан вывод, что жесткий корпус платформы полностью удовлетворяет требованиям прочности и надежности при его эксплуатации в случае преодоления водной преграды.

Применение данной платформы существенно увеличит проходимость автомобилей по труднодоступной местности.

Ключевые слова: проходимость, автомобиль, платформа на воздушной подушке, корпус, жесткий корпус, прочность.

STRENGTH CALCULATION OF THE RIGID BODY OF A DEMOUNTABLE TOWED HOVERCRAFT PLATFORM

Research article

Lysenko E.A.[1], Nesterenko G.A.[2, *], Nesterenko I.S.[3], Bugrakov V.S.[4], Morozova A.R.[5]
[1] ORCID: 0000-0001-7465-3360;
[2] ORCID: 0000-0003-1528-4627;
[1, 2, 3, 4, 5] Omsk State Technical University, Omsk, Russia

* Corresponding author (nga112001[at]list.ru)

Abstract

The aim of the article is to study the possible use of a specialized platform to increase the cross-country ability of vehicles. To solve the problems of passing obstacles and difficult road conditions, various technical solutions and devices are used, for example, small-link chains, caterpillar-type chains, towbars, belts, winches. The study introduces a demountable towed hovercraft platform and describes the calculation of the platform body for rigidity.

As a result of the calculations carried out, it was concluded that the rigid body of the platform fully meets the requirements of strength and reliability during its operation in case of overcoming a water obstacle.

Using this platform will significantly increase the cross-country ability of vehicles in adverse terrain.

Keywords: cross-country ability, car, hovercraft platform, body, rigid body, strength.

Введение

Автомобили являются самым массовым транспортным средством, которое широко используется как в быту людей, так и в структурных подразделениях федеральных государственных органов исполнительной власти.

Значительную часть автомобильной техники составляют полноприводные автомобили различных модификаций – автомобили многоцелевого назначения. Автомобили различной грузоподъемности предназначены для эксплуатации по дорогам всех типов, а также и вне дорог при выполнении специфических задач, определяемых сферой деятельности предприятий, государственных органов, министерства обороны и населения страны. При этом базовые модели автомобилей предназначены для транспортировки грузов различного характера и перевозки к месту назначения людей [1].

Транспортные средства подразделяются по проходимости следующим образом:

1. Дорожные транспортные средства.
2. Транспортные средства повышенной проходимости.
3. Многоцелевые транспортные средства высокой проходимости.
4. Специальные транспортные средства высокой проходимости.

Какой бы не была проходимость автомобиля, ее можно повысить, используя различные методы, такие как [2]:

• Металлические цепи противоскольжения

Цепи противоскольжения предназначены для обеспечения лучшего зацепления колес с дорожным покрытием. Они делятся на мелкозвенчатые, траковые и гусеничные.

Мелкозвенчатые цепи состоят из продольных и поперечных цепей и замковых устройств.

Траковые цепи рассчитаны для повышения проходимости автомобилей со сдвоенными ведущими колесами и в особо тяжелых дорожных условиях.

Гусеничная цепь предназначена для повышения проходимости трехосного автомобиля в особо тяжелых дорожных условиях; состоит она из траков, межтраковых цепей и соединительного пальца.

• Траковые дорожки

Обычно траковые дорожки изготовляются из деревянных брусков, нанизанных на две веревки. Перемещению брусков по веревке препятствуют узлы, которые завязывают после надевания на веревку каждого бруска. Бруски можно скреплять и проволокой.

Суть данного метода в том, что привязанные к колесу дорожки помогут автомобилю преодолеть различного рода препятствия.

Самым простым способом изготовления траковой дорожки является последовательное навязывание на две веревки пучков хвороста или сучьев.

• Реечные маты

Реечные маты устроены следующим образом: бруски из твердого дерева крепятся в ряд болтами к куску использованной ленты транспортера с промежутком между ними в 100 мм. Общая длина мата 2-3 м. Реечные маты применяются при буксовании колес автомобиля.

• Противобуксаторы

Противобуксаторы изготовляют из двух продольных уголков с зацепами и шести поперечных уголков. Размер уголков 45х30х4 мм. С помощью цепи противобуксатор соединяют с колесом.

• Децентрализация регулирования давления воздуха в шинах

Система регулирования давления воздуха в шинах предназначена для повышения проходимости автомобиля на тяжелых участках пути за счет снижения давления воздуха в шинах [3].

• Ремни для повышения проходимости

Одним из популярных средств повышения проходимости являются колесные ремни.

• Самовытаскиватели

Для вывода застрявшего автомобиля без посторонней помощи пользуются самовытаскивателями.

Для самовытаскивания автомобилей со сдвоенными задними колесами применяют два троса или веревки диаметром примерно 20 мм. Концы веревок продевают между дисками колес и закрепляют на ступицах. На местности выбирают упоры, за которые укрепляют веревки.

Все выше рассмотренные методы повышения проходимости автомобилей не могут быть использованы для преодоления значительных препятствий в виде каналов, проливов, болот, и других водных преград [4], [5].

В связи со спецификой многих отраслей (геологи, военные) появилась необходимость в конструировании разборной буксируемой платформы на воздушной подушке [6], [7], [8], [9]. Основной геометрический состав корпуса данной платформы приведен в статье [10]. Платформа значительно увеличит проходимость автомобиля без внесения в него каких-либо конструкторских изменений.

Целью данной работы являлась разработка конструкции корпуса на воздушной подушке позволяющего значительно повысить проходимость автомобилей [11], [12].

Задачи, которые ставились на данном этапе таковы:

• платформа должна быть полностью разборной

• платформа должна иметь минимальные габаритные размеры и массу.

• платформа должна иметь достаточную грузоподъемность.

Материалы и методы

Для упрощения расчетов корпуса на прочность, получения более точной информации о напряжениях и перемещениях, а также создания 3D модели буксируемой платформы использовалась программа Solidworks [13], [14].

Основной задачей при разработке жесткого корпуса является обеспечение минимальных габаритных размеров и массы корпуса, а также необходимой прочности корпуса.

Габаритные размеры и грузоподъемность жесткого корпуса назначены на основе массовых и габаритных параметров автомобиля УАЗ 452. Исходя из массы и размеров автомобиля, а также учитывая место под установку оборудования, для дальнейшего расчета были приняты следующие исходные данные, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные для проектирования жесткого корпуса

Длина платформы, мм	5100
Ширина платформы, мм	2040
Грузоподъёмность, кг	3000

Материал для балок конструкции был принят алюминиевый сплав марки 7075-Т6.

Масса жесткого корпуса составила 274,06 кг. Параметры статического анализа представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные параметры проведения статического анализа

Нагрузки крепления				
Компоненты	X	Y	Z	Результирующая
Сила реакции, Н	0,364478	937319	-16,2902	937319
Реактивный момент, Н*м	0	0	0	1e-033
Сила тяжести, Н	0	0	9,81	9,81
Болтовое соединение Болт М8х30 ГОСТ 7798-70				
Осевое усилие, Н	0	0	-3631,2	3631,2
Поперечная сила, Н	-32,727	-37,609	0	49,855
Изгибающий момент, Н*м	0,13141	-0,17009	0	0,21494
Коэффициент безопасности	Требуемый		Рассчитанный	
	2		5,99631	

Результаты

После выполнения статического анализа корпуса платформы получили следующие результаты, представленные в таблице 3. Схема напряжений приведена на рисунке 1.

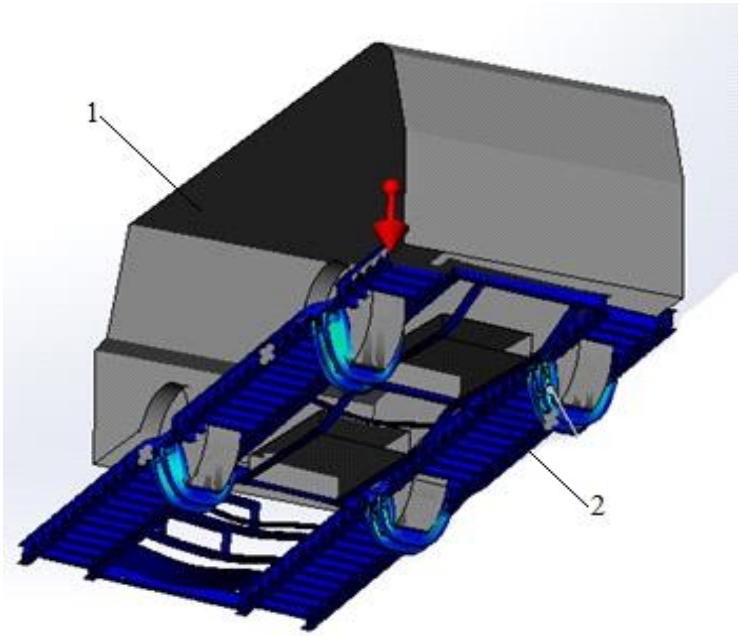


Рис. 1 – Схема эпюры напряжения:
1 – автомобиль; *2* – жесткий корпус

Таблица 3 – Результаты статического анализа

Тип	Минимальное значение	Максимальное значение
Напряжения, МПа	0	516,1
Перемещение, мм	0	8,2
Запас прочности	1,1	1e+016

На основе данных результатов был сделан вывод, что рассчитанный ранее жесткий корпус платформы полностью удовлетворяет всем необходимым требованиям и в дальнейшем может быть использован при эксплуатации для повышения проходимости автомобиля.

Обсуждение и заключения

Внешний вид платформы на воздушной подушке с установленным на ней двигателем ГТД-350 [12] и въездными аппарелями представлен на рисунке 2. Основные параметры платформы приведены в таблице 4.

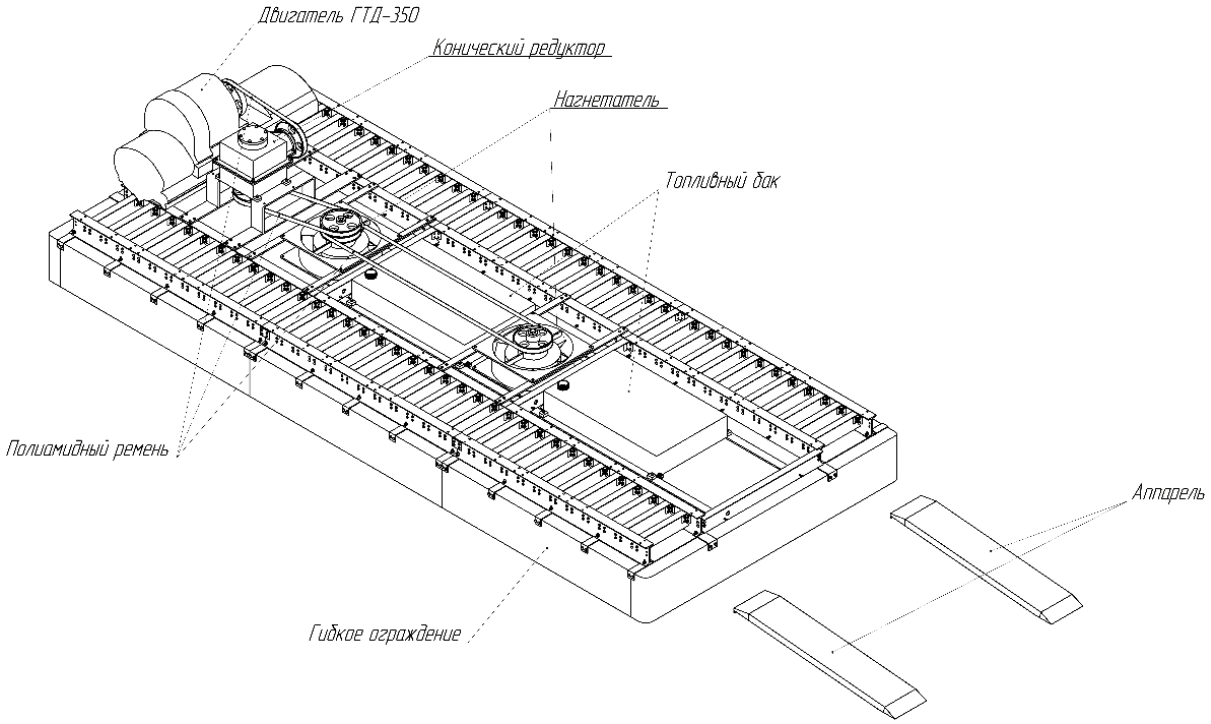


Рис. 2 – Разборная буксируемая платформа на воздушной подушке

Таблица 4 – Параметры буксируемой платформы на воздушной подушке

Характеристика	Параметр
Длина	5300 мм
Ширина	2240 мм
Масса	766,95 кг
Грузоподъемность	3000 кг
Высота преодолеваемой волны	277 мм
Угол крена	15°
Кренящий момент	18241,9 Н*м

Полностью разборная платформа сыграет важную роль в геологических или военных экспедициях. Данную платформу можно будет разместить на рейлингах и в багажном отделении одного из автомобилей либо в прицепе и использовать уже по необходимости. Разборная буксируемая платформа на воздушной подушке существенно облегчит прохождение препятствий в виде болот, озер, рек и других водных преград.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / Reference

1. Зимелев, Г.В. Проблемы проходимости колесных машин и основные направления их решения / Г.В. Зимелев // Проблемы повышения проходимости колесных машин: сборник трудов. – М.: АН СССР, 1959. – С. 4–8.

2. Котиев, Г.О. Повышение проходимости автомобиля за счет рационального распределения потоков мощности по колесам / Г.О. Котиев, И.В. Серебренный // Вестник МГТУ имени Н.Э. Баумана. Машиностроение – 2009. – Специальный выпуск – С. 193–201.

3. Усиков, В.Ю. Аспекты математического моделирования процесса регулирования давления воздуха в шинах / В.Ю. Усиков // Материалы 67-й научно-практической конференции ФГБОУ ВПО «СибАДИ» (с международным участием) «Теория, методы проектирования машин и процессов в строительстве». Книга 3. – Омск: СибАДИ, 2013. – С. 96–99.

4. Келлер, А.В. Исследование некоторых вопросов качения эластичного колеса / А.В. Келлер // Материалы международной научно-технической конференции «Многоцелевые гусеничные и колесные машины: актуальные проблемы теории и практики, научная работа и образование». – Челябинск: Изд-во. ЮУрГУ, 2004. – С. 41–45.

5. Кошарный, Н.Ф. Оценка несущей способности слабых оснований / Н.Ф. Кошарный // Автомобильные дороги и дорожное строительство. – 1978. – Выпуск 23. – С. 85–91.

6. Нестеренко Г.А. Оценка целесообразности возведения дополнительной переправы через реку Иртыш / Г.А. Нестеренко, Е.А. Рожкова // Наука и молодежь в XXI веке: материалы 3-й регион. студ. науч. конф. – Омск; изд-во ОмГТУ 2014. – С. 145-147.

7. Нестеренко Г.А. К вопросу об экономической целесообразности возведения дополнительной переправы через реку Иртыш / Г.А. Нестеренко, Е.А. Рожкова // Наука и образование в XXI веке: сб. науч. Тр. по итогам Междунар. науч.- практ. конф. – Тамбов, 2014. – Ч.9. – С. 75-77.

8. Нестеренко Г.А. Исследование варианта переправы через реку Иртыш, альтернативного «Классическому» мосту / Г.А. Нестеренко, Е.А. Рожкова // Актуальные вопросы науки и техники: сб. науч. тр. по итогам Междунар. науч.- практ. конф. – Самара, 2015. –Вып. II. – С. 87-89.

9. Лысенко Е.А. Исследование варианта переправы через реку Иртыш, альтернативного"классическому" мосту / Е.А. Лысенко, И.С.Нестеренко, Е.А. Рожкова // Актуальные вопросы науки и техники. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. 2015. С. 87-89.

10. Самородская О.А. Разборная буксируемая платформа на воздушной подушке / О.А. Самородская, М.С. Угроватый, А.Н. Петров и др. // Colloquium-journal. 2018. № 11-7 (22). С. 32-34

11. Бенуа Ю. Ю. Суда на воздушной подушке / Ю. Ю. Бенуа, В. М. Корсаков. Л.: Судостроение, 1962. 121 с.

12. Nesterenko G.A. Accuracy forecasting disks manufacturing of axial power machines considering the forces at the industrial process system Procedia Engineering / G.A. Nesterenko, I.S. Nesterenko, E.A. Lysenko. 2016. Vol. 152. P. 487-492.

13. Дударева, Н. Ю. Самоучитель SolidWorks 2010 / Н. Ю. Дударева, С. А. Загайко. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 416 с.

14. Нестеренко Г.А. Разработка программного комплекса визуализации внешнего вида автомобиля / Г.А. Нестеренко, Д.Б. Нечаев // Состояние и перспективы развития социально-культурного и технического сервиса: материалы II Всерос. науч. – практ. конф. с междунар. Участием: в 2 ч. Алт. гос. техн. ун-т. – Бийск, 2014. –Ч.1. – С. 145-147.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Zimelev, G.V. Problemy prohodimosti kolesnyh mashin i osnovnye napravleniya ih resheniya [The problems of patency of wheeled vehicles and the main directions of their solution] / G.V. Zimelev // Problemy povysheniya prohodimosti kolesnyh mashin: sbornik trudov. – M.: AN SSSR, 1959. – pp. 4–8. [in Russian]

2. Kotiev, G.O. Povyshenie prohodimosti avtomobilya za schet racional'nogo raspredeleniya potokov moshchnosti po kolesam [Increased car patency due to rational distribution of power flows on wheels] / G.O. Kotiev, I.V. Serebrennyj // Vestnik MGTU imeni N.E. Baumana. Mashinostroenie – 2009. – Special issue – pp. 193–201. [in Russian]

3. Usikov, V.Yu. Aspekty matematicheskogo modelirovaniya processa regulirovaniya davleniya vozduha v shinah [Aspects of mathematical modeling of tire pressure regulation process] / V.Yu. Usikov // Materialy 67-j nauchno-prakticheskoj konferencii

FGBOU VPO «SibADI» (s mezhdunarodnym uchasti-em) «Teoriya, metody proektirovaniya mashin i processov v stroitel'stve». Kniga 3. – Omsk: SibADI, 2013. – pp. 96–99. [in Russian]

4. Keller, A.V. Issledovanie nekotoryh voprosov kacheniya elastichnogo kolesa / A.V. Keller // Materialy mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoj konferencii «Mnogocelevye gusenichnye i kolesnye mashiny: aktual'nye problemy teorii i praktiki, nauchnaya rabota i obrazovanie» [Materials of the international scientific and technical conference "Multipurpose tracked and wheeled vehicles: actual problems of theory and practice, scientific work and education."] – Chelyabinsk: Publishing house. YuUrGU, 2004. – pp. 41–45. [in Russian]

5. Kosharnyj, N.F. Ocenka nesushchej sposobnosti slabyh osnovanij [Assessment of the bearing capacity of weak substrates] / N.F. Kosharnyj // Avtomobil'nye dorogi i dorozhnoe stroitel'stvo. – 1978. – Issue 23. – pp. 85–91. [in Russian]

6. Nesterenko G.A. Ocenka celesoobraznosti vozvedeniya dopolnitel'noj perepravy cherez reku Irtysh [Evaluation of the feasibility of the construction of an additional crossing over the Irtysh River] / G.A. Nesterenko, E.A. Rozhkova // Nauka i molodezh' v XXI veke: materialy 3-j region. stud. nauch. konf. – Omsk; OmGTU Publishing house 2014. – pp. 145-147. [in Russian]

7. Nesterenko G.A. K voprosu ob ekonomicheskoj celesoobraznosti vozvedeniya dopolnitel'noj perepravy cherez reku Irtysh [On the issue of economic feasibility of the construction of an additional crossing over the Irtysh River] / G.A. Nesterenko, E.A. Rozhkova // Nauka i obrazovanie v XXI veke: sb. nauch. Tr. po itogam Mezhdunar. nauch.- prakt. konf. – Tambov, 2014. – part 9. – pp. 75-77. [in Russian]

8. Nesterenko G.A. Issledovanie varianta perepravy cherez reku Irtysh, al'ternativnogo «Klassicheskomu» mostu [Investigation of the option of crossing the Irtysh River, an alternative to the "Classic" bridge] / G.A. Nesterenko, E.A. Rozhkova // Aktual'nye voprosy nauki i tekhniki: sb. nauch. tr. po itogam Mezhdunar. nauch.- prakt. konf. – Samara, 2015. –Issue. II. – pp. 87-89. [in Russian]

9. Lysenko E.A. Issledovanie varianta perepravy Cherez reku Irtysh, al’ternativnogo «Klassicheskomu» mostu [Research Option Of Crossing Through The Irtysh River Alternative To The "Classic" Bridge] / E.A. Lysenko, I.S. Nesterenko, E.A. Rozhkova // Aktual'nye Voprosy Nauki I Tehniki Sbornik nauchnyh trudov po itogam mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. 2015. pp. 87-89. [in Russian]

10. Samorodskaya O.A. Razbornaya buksiruemaya platforma na vozdushnoj podushke[Collapsible towed hovercraft platform] / O.A. Samorodskaya, M.S. Ugrovatyj, A.N. Petrov et al. // Colloquium-journal. 2018.no 11-7 (22). pp. 32-34 [in Russian]

11. Benua Yu. Yu. Suda na vozdushnoj podushke [Hovercraft] / Yu. Yu. Benua, V. M. Korsakov. L.: Sudostroenie, 1962. 121 p. [in Russian]

12. Nesterenko G.A. Accuracy forecasting disks manufacturing of axial power machines considering the forces at the industrial process system Procedia Engineering / G.A. Nesterenko, I.S. Nesterenko, E.A. Lysenko. 2016. Vol. 152. P. 487-492.

13. Dudareva, N. Yu. Samouchitel' SolidWorks 2010 [SolidWorks Tutorial 2010] / N. Yu. Dudareva, S. A. Zagajko. — SPb.: BHV-Peterburg, 2011. — 416 pp. [in Russian]

14. Nesterenko G.A. Razrabotka programmnogo kompleksa vizualizacii vneshnego vida avtomobilya [Development of a software package for visualizing the appearance of a car] / G.A. Nesterenko, D.B. Nechaev // Sostoyanie i perspektivy razvitiya social'no-kul'turnogo i tekhnicheskogo servisa [Status and development prospects of socio-cultural and technical service]: materialy II Vseros. nauch. – prakt. konf. s mezhdunar. Uchastiem: v 2 ch. Alt. gos. tekhn.un-t. – Bijsk, 2014. –Part 1. – pp. 145-147. [in Russian]

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.009

СИНТЕЗ АМПЛИТУДНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ИНТЕГРИРОВАННЫХ ВОЛНОВОДНО-ЩЕЛЕВЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТКАХ

Научная статья

Панько В.С.[1, *], Кислица А.С.[2]
[1] Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия;
[2] АО «Акметрон», Москва, Россия

* Корреспондирующий автор (vpanko[at]sfu-kras.ru)

Аннотация

В работе описано моделирование и экспериментальное исследование волноводно-щелевых антенных решеток (ВЩАР), изготовленных по технологии интегрированного в подложку волновода (substrate integrated waveguide, SIW). Разработана программа, реализующая синтез ВЩАР по методу Эллиота. В ходе исследования на частоте 10 ГГц синтезированы две ВЩАР размером 1x8 щелей с равномерным и спадающим Дольф-Чебышевским амплитудными распределениями. Для синтезированных ВЩАР разработаны электродинамические модели, расчет по которым подтвердил правильность синтеза. Анализировались амплитудное распределение вдоль ВЩАР, диаграмма направленности, уровень боковых лепестков, коэффициент отражения. По электродинамическим моделям были изготовлены два макета, характеристики макетов измерены в безэховой камере по методу ближнего поля. В ходе измерений получены карты амплитудно-фазового распределения, диаграммы направленности, коэффициенты отражения в диапазоне 9-11 ГГц. Сравнение показало хорошее совпадение измеренных характеристик с результатами моделирования.

Ключевые слова: волноводно-щелевая антенная решетка, метод Эллиота, интегрированный в подложку волновод, SIW.

SYNTHESIS OF AMPLITUDE DISTRIBUTION IN INTEGRATED SLOTTED WAVEGUIDE ANTENNA ARRAYS

Research article

Panko V.S.[1, *], Kislitsa A.S.[2]
[1] Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia;
[2] JSC Akmetron, Moscow, Russia

* Corresponding author (vpanko[at]sfu-kras.ru)

Abstract

The article describes the modeling and experimental study of slotted waveguide antenna arrays manufactured via the substrate integrated waveguide technology. The authors introduce a program that implements the synthesis of slotted waveguide antenna arrays using the Elliott method. In the course of the study at a frequency of 10 GHz, two 1x8 slit SWAAs with uniform and falling Dolph-Chebyshev amplitude distributions were synthesized. The study also introduces electrodynamic models for the synthesized SWAAs, the calculation of which confirmed the correctness of the synthesis. The authors analyze the amplitude distribution along the SWAAs, the radiation pattern, the level of the side lobes, and the reflection coefficient. These electrodynamic models allowed for creating two models, the characteristics of which were measured in an anechoic chamber using the near-field method. During the measurements, maps of the amplitude-phase distribution, radiation patterns, reflection coefficients in the range of 9-11 GHz were also obtained. The comparison demonstrates a good correlation between the measured characteristics with the simulation results.

Keywords: slotted waveguide antenna array, Elliott method, substrate integrated waveguide, SIW.

Введение

В радиолокации и других отраслях радиотехники на данный момент широко используются волноводно-щелевые антенные решётки (ВЩАР), так как данный тип антенн позволяет легко реализовать частотное сканирование диаграммы направленности (ДН). ВЩАР имеют хорошие массогабаритные показатели в сравнении с апертурными антеннами, и могут быть выполнены в конформном виде, что позволяет разместить их на самолётах, ракетах и других подвижных носителях. Основным недостатком щелевых антенн является относительно узкая полоса частот, однако, это зачастую не препятствует их применению. Амплитудное распределение в ВЩАР задается смещением щелей относительно центральной линии волновода.

В данной работе для создания ВЩАР используется технология волновода, интегрированного в подложку – Substrate Integrated Waveguide (SIW). Линия передачи такого типа представляет собой структуру, созданную двумя рядами металлизированных отверстий в диэлектрической подложке, покрытой с обеих сторон металлом [1]. Таким образом, интегрированный волновод может быть изготовлен с помощью простых и доступных существующих технологий производства, например в виде печатных плат, или керамики с низкой температурой обжига (LTCC). SIW структуры имеют электродинамические характеристики, сходные с классическим прямоугольным волноводом, в том числе структуру поля и дисперсионные характеристики. SIW технология может быть успешно использована для создания таких устройств, как фильтры, направленные ответвители, фазовращатели, усилители, фазированные антенные решетки и антенны вытекающей волны [2]. В последнее время появилось множество работ, посвященных использованию SIW для создания различных типов антенн и устройств СВЧ [3], [4], [5].

Методы и принципы исследования

В данной работе для синтеза ВЩАР использовался т. н. «метод Эллиота», называемый так по имени его автора.

Этот метод позволяет рассчитать произвольную ВЩАР с заданным амплитудным распределением. Математический аппарат метода достаточно подробно изложен в работах [6], [7], [8], его суть заключается в расчете комплексных проводимостей щелей в составе решетки с учетом их взаимного влияния.

Для реализации метода был разработан вычислительный алгоритм и написана программа в среде Matlab, интерфейс программы представлен на рисунке 1. Входными данными для расчета являются рабочая частота, сечение волновода, тип амплитудного распределения и количество щелей в решетке. Результатом работы программы являются смещения щелей относительно средней линии волновода *X* и их длины *L*.

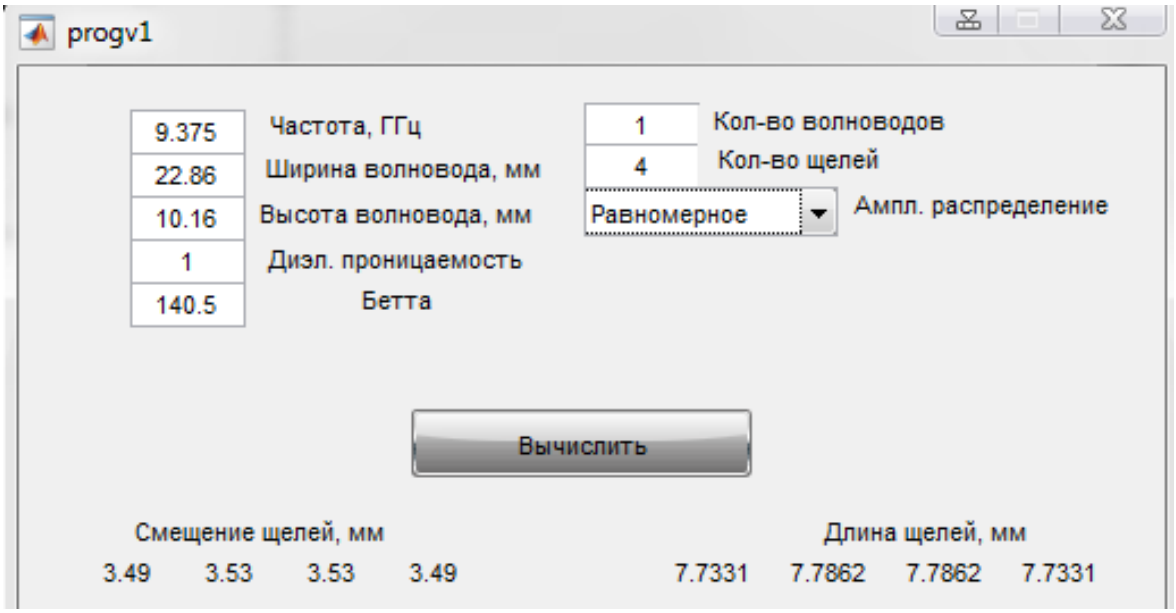


Рис. 1 – Интерфейс программы синтеза ВЩАР

С помощью разработанной программы были синтезированы две линейные ВЩАР размером 1x8 щелей (рисунок 2): одна с равномерным амплитудным распределением, вторая со спадающим типа Дольф-Чебышева, что обеспечивает пониженный уровень боковых лепестков ДН. Затем произведено их электродинамическое моделирование.

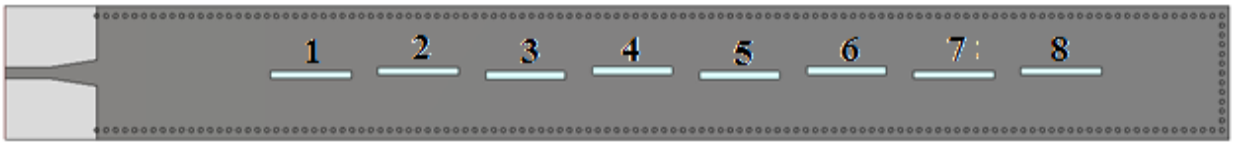


Рис. 2 – Модель ВЩАР

Первая модель имеет равномерное амплитудное распределение, ее размеры представлены в таблице 1. Центральная частота антенны 10 ГГц.

Таблица 1 – Смещения и длины щелей ВЩАР с равномерным амплитудным распределением

№	1	2	3	4	5	6	7	8
L, мм	8,611	8,556	8,4	8,42	8,42	8,4	7,704	8,611
X, мм	0,251	-0,183	0,253	-0,182	0,182	-0,253	0,183	-0,251

Вторая модель имеет ту же рабочую частоту и количество щелей, но амплитудное распределение принято спадающим, и задано таким образом, чтобы уровень боковых лепестков ДН не превышал минус 20 дБ. Размеры ВЩАР представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Смещения и длины щелей ВЩАР со спадающим амплитудным распределением

№	1	2	3	4	5	6	7	8
L, мм	8,611	8,322	8,42	8,434	8,434	8,42	8,322	8,611
X, мм	0,18	-0,182	0,25	-0,251	0,251	-0,25	0,182	-0,18

Основные результаты

Далее на основе рассчитанных моделей были изготовлены два экспериментальных макета из фольгированного СВЧ-диэлектрика Rogers 4003C по обычной технологии производства печатных плат. В безэховой камере проведены измерения характеристик изготовленных макетов по методу ближнего поля (рисунок 3).

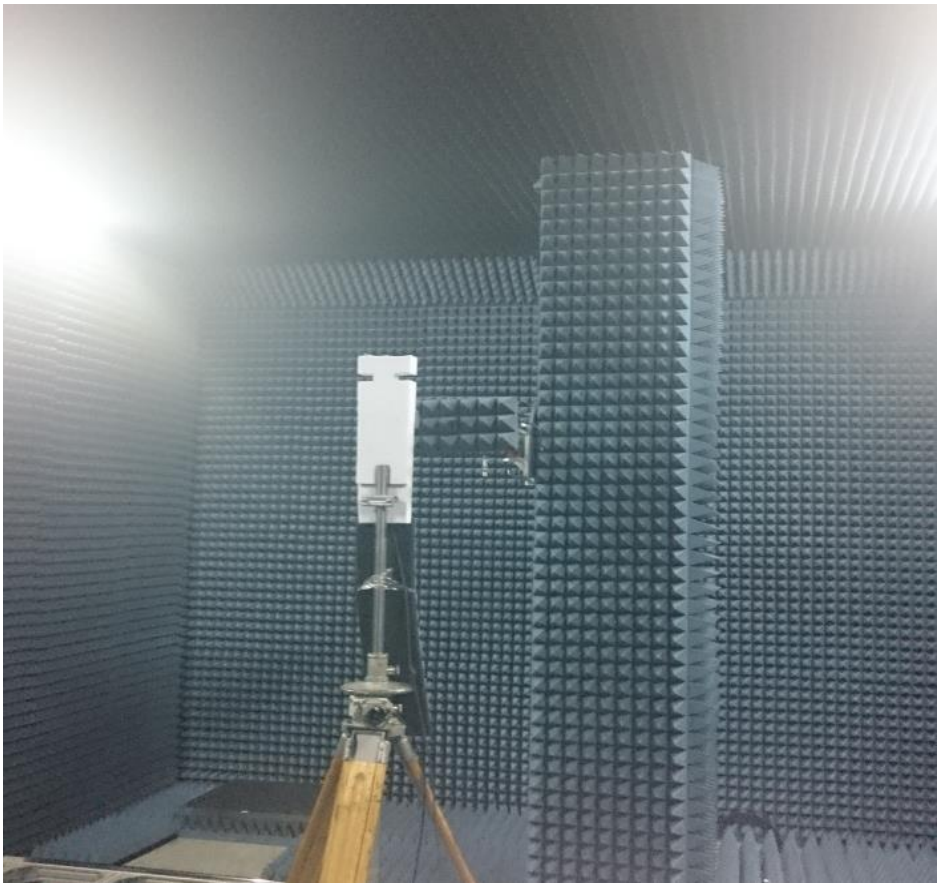


Рис. 3 – Измерения характеристик макетов в безэховой камере

Результаты измерений ВЩАР с равномерным амплитудным распределением показаны ниже в сравнении с результатами моделирования. На рисунке 4 видно хорошее совпадение графиков коэффициента отражения. Ширина полосы рабочих частот составила 0,3 ГГц, или Δf = 3% по уровню минус 10 дБ. Расчётное значение Δf = 2,3%.

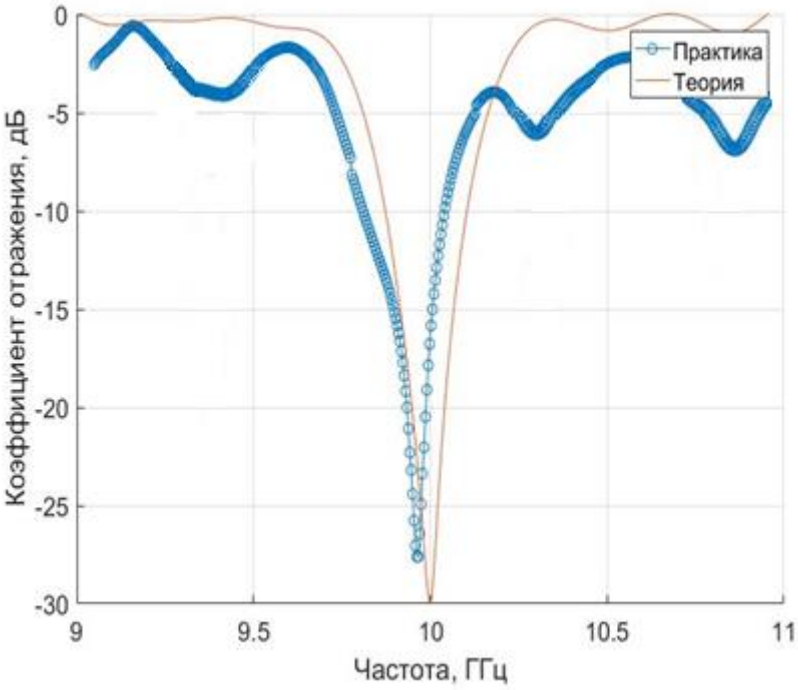


Рис. 4 – Коэффициент отражения ВЩАР с равномерным амплитудным распределением

Диаграмма направленности была получена пересчётом распределения поля ближней зоны с помощью программы ScanNearField, являющейся разработкой института инженерной физики и радиоэлектроники Сибирского федерального университета. На рисунке 5 видно, что ДН реального макета хорошо совпадает с рассчитанной диаграммой направленности. Ширина главного лепестка ДН 17 градусов, уровень боковых лепестков минус 14,3 дБ.

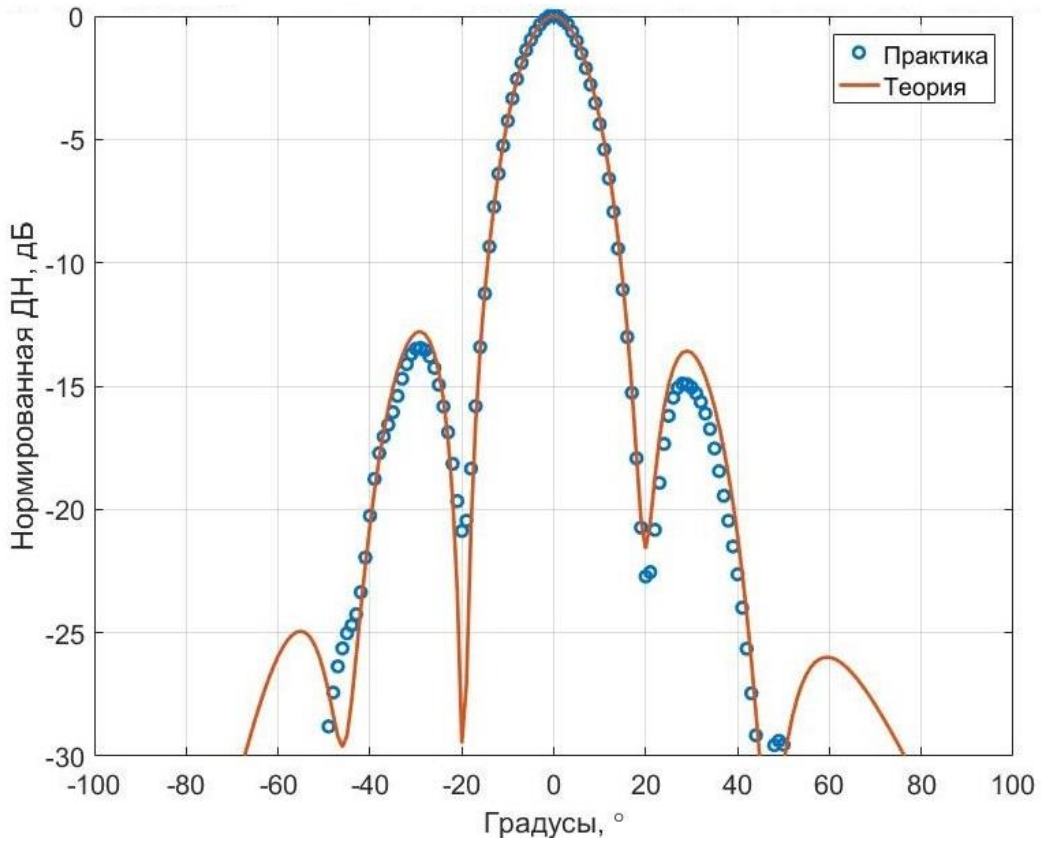


Рис. 5 – Нормированная ДН ВЩАР с равномерным амплитудным распределением

На рисунке 6 показаны графики коэффициента отражения для ВЩАР со спадающим амплитудным распределением, видно хорошее совпадение экспериментальных и расчетных значений. Измеренная ширина полосы рабочих частот составила 0,29 ГГц, или Δf = 2,9% по уровню минус 10 дБ, расчётное значение Δf = 2,4%.

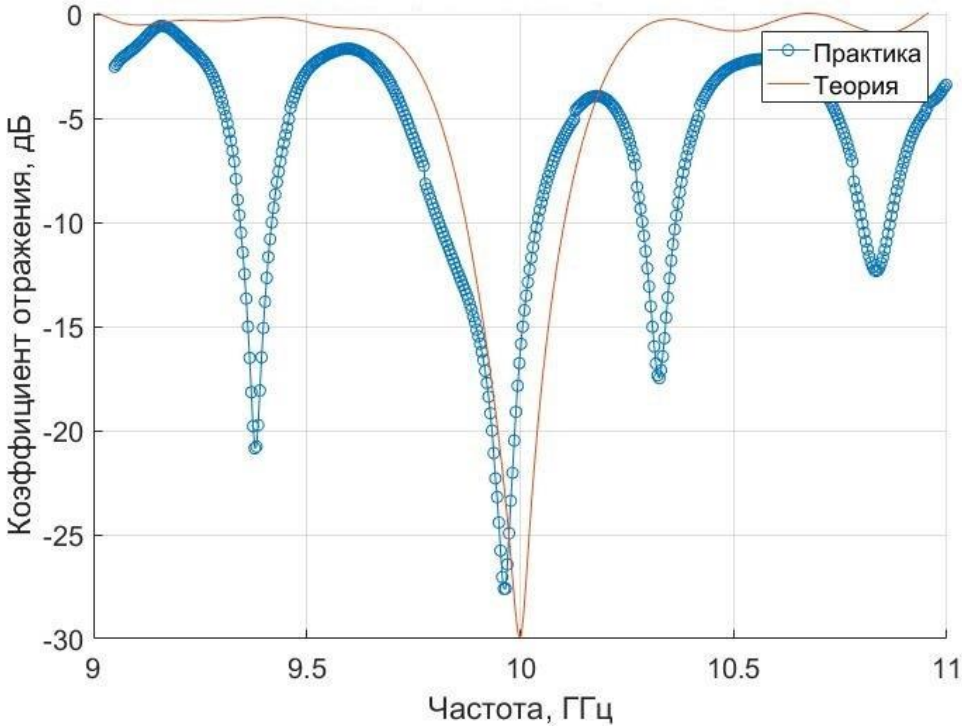


Рис. 6 – Коэффициент отражения ВЩАР с амплитудным распределением Дольф-Чебышева

Рисунок 7 демонстрирует хорошее совпадение ДН реального макета с расчетной ДН ВЩАР со спадающим амплитудным распределением. Уровень боковых лепестков не превышает значения минус 19,5 дБ, что и было принято за исходную величину при расчете Дольф-Чебышевского распределения.

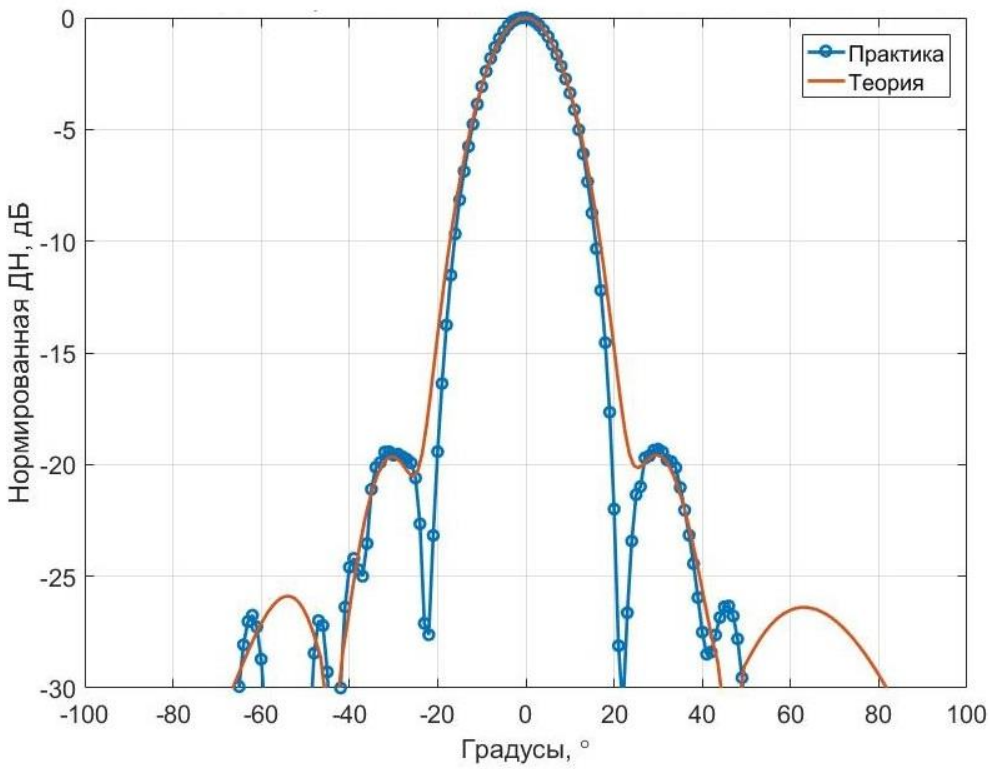


Рис. 7 – Нормированная ДН ВЩАР с амплитудным распределением Дольф-Чебышева

Заключение

Приведенное сравнение экспериментальных и расчетных результатов позволяет заключить, что описанный метод синтеза ВЩАР, реализованный в виде программного алгоритма, является надежным и практически пригодным для разработки антенн данного типа. Разработанная программа может быть использована для синтеза ВЩАР с различными типами амплитудного распределения, изготовленных по технологии интегрированного в подложку волновода.

В дальнейшем планируется расширение функциональных возможностей описанного алгоритма и разработанного программного обеспечения для реализации возможности синтеза двумерных ВЩАР с учетом использования диаграммообразующей схемы.

Конфликт интересов

Не указан

Conflict of Interest

None declared

Список литературы / References

1. Xu F. Guide-Wave and Leakage Characteristics of substrate Integrated Waveguide / F. Xu, K. Wu // IEEE Trans. Microwave Theory & Tech. – 2005. – V. 13, P. 66-73.

2. Bozzi M. Review of Substrate Integrated Waveguide (SIW) Circuits and Antennas / M. Bozzi, A. Georgiadis, K. Wu // IET Microwaves, Antennas and Propagation. – 2011. – Vol. 5. – No. 8.– P. 909–920.

3. Herrero-Sebastián I. Wideband SIW Slot-Array Design Based on Reflection-Slope-Synthesis Method for 5G Services / I. Herrero-Sebastián, C. Benavente-Peces // IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters. – 2020. – Vol. 19. – No. 12. – P. 2082-2086.

4. Lemberg K. V. High Gain Ku-Band Substrate Integrated Waveguide Slot Antenna Array / K. V. Lemberg, O. A. Nazarov, V. S. Panko et al. // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies. – 2015. – Vol. 8.– P. 319-323.

5. Lemberg K. V. X-Band Substrate Integrated Waveguide (SIW) Slot Antenna Array / K. V. Lemberg, O. A. Nazarov, V. S. Panko et al. // 2013 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON). Proceedings. – 2013. – Siberian Federal University. Russia, Krasnoyarsk.

6. Elliot R. Design of slot array including internal mutual coupling / R. Elliot, W. O'Loughlin // IEEE transaction on Antennas and Propagation. – 1986. – Vol. 34. – No. 9. – P. 1149-1154.

7. Elliot R. S. Antenna theory and design / R. Elliot. – 2003. – Wiley-IEEE Press. – P. 624.

8. Rashid M. T. Design and Modeling of a Linear Array of Longitudinal Slots on Substrate Integrated Waveguide / M. T. Rashid, A. R. Sebak // 2007 National Radio Science Conference. – 2007. – P. 1-19.

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.010

ПРИМЕНЕНИЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ ВИДОВ СЫРЬЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ОВСЯНОГО ПЕЧЕНЬЯ

Научная статья

Присухина Н.В.[1, *], Матюшев В.В.[2], Демиденко Г.А.[3], Машанов А.И.[4], Селиванов Н.И.[5], Хижняк С.В.[6]

[1] ORCID: 0000-0001-5737-9865;

[1, 2, 3, 4, 5, 6] Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

* Корреспондирующий автор (nat3701[at]mail.ru)

Аннотация

В последние годы перспективным направлением производства мучных кондитерских изделий является использование нетрадиционных видов растительного сырья. К такому сырью относят порошки, сухие плоды и ягоды, обладающие высокой пищевой ценности и хранящиеся достаточно длительный период времени. Порошки, полученные из выжимок – отходов сокового производства, еще и решают проблему переработки вторичного сырья. Мучные кондитерские изделия относятся к высококалорийным продуктам, при этом пользующимся большим спросом у населения, в связи с этим целью работы стало снижение калорийности печенья овсяного за счет применения нетрадиционного растительного сырья. В контрольном образце печенья часть сливочного масла заменяли на порошок из выжимок черноплодной рябины, часть овсяной муки на хлопья, а также часть сахара на измельченные курагу и изюм. Результаты показали, что с увеличением количества замены ингредиентов улучшались потребительские свойства готового продукта. Физико-химические показатели соответствовали требованиям ГОСТ 24901-2014. В ходе работы высшую оценку получил образец 3 с заменой овсяной муки на овсяные хлопья и сахара-песка на курагу и изюм в соотношении 60/40, а сливочного масла на порошок из выжимок черноплодной рябины в соотношении 60/40. Изделие обладало выраженным фруктово-ягодным вкусом и ароматом и красивым коричнево-вишневым цветом. Пищевая ценность печенья значительно повысилась в отличие от контрольного образца, а сахароемкость снизилась почти на 14%. Разработанное печенье можно рекомендовать для профилактического питания всем группам населения.

Ключевые слова: печенье овсяное, выжимки, черноплодная рябина, мучные кондитерские изделия, порошок.

THE USE OF NON-TRADITIONAL RAW MATERIALS IN THE PRODUCTION OF OATMEAL COOKIES

Research article

Prisukhina N.V.[1, *], Matyushev V.V.[2], Demidenko G.A.[3], Mashanov A.I.[4], Selivanov N.I.[5], Khizhnyak S.V.[6]

[1] ORCID: 0000-0001-5737-9865;

[1, 2, 3, 4, 5, 6] Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

* Corresponding author (nat3701[at]mail.ru)

Abstract

In recent years, the use of non-traditional types of vegetable raw materials has been a promising trajectory in pastry production. Such raw materials include powders, dry fruits, and berries that have high nutritional value and are stored for a sufficiently long period of time. Powders obtained from pomace (juice production waste) also solve the problem of recycling secondary raw materials. Pastry products belong to high-calorie products and are in great demand among the population, in this regard, the purpose of the study was to reduce the calorie content of oatmeal cookies through the use of non-traditional vegetable raw materials. In the control sample of cookies, part of the butter was replaced with a powder of chokeberry pomace, part of oatmeal for flakes, as well as part of sugar for crushed dried apricots and raisins. The results demonstrate that with an increase in the number of ingredient replacements, the consumer properties of the finished product improved. The physico-chemical parameters meet the requirements of GOST 24901-2014. In the course of the research, the highest rating was given to sample 3 with the replacement of oat flour with oat flakes and granulated sugar with dried apricots and raisins in the 60/40 ratio, and butter with a powder of chokeberry pomace in the 60/40 ratio. The product had a pronounced fruit and berry taste and aroma and beautiful brown-cherry color. The nutritional value of cookies showed a significant increase in contrast to the control sample, while the sugar content showed a decrease by almost 14%. These cookies can be recommended for consumption to all groups of the population.

Keywords: oatmeal cookies, pomace, chokeberry, flour confectionery, powder.

Введение

Одним из основных факторов, влияющих на здоровье человека, является питание. Стремление предприятий пищевой отрасли, различных форм собственности к получению максимальной прибыли приводит к снижению качества готовой продукции, за счет замены натурального сырья на более дешевые аналоги, полученные, как правило, химическим путем.

Мучные кондитерские изделия, в частности печенье, пользуются огромным спросом у населения, соответственно являются одним из источников важным нутриентов для организма человека [1]. Большим недостатком мучных кондитерских изделия является высокая калорийность и низкое содержание пищевых волокон и витаминов. Поэтому корректировка рецептурного состава с целью повышения пищевой ценности и снижения калорийности является актуальной задачей. Эту задачу, возможно, решить использованием нетрадиционных видов растительного сырья [2].

Выбор ингредиентов растительного происхождения основывается на данных их химического состава. Часто, в различных исследованиях, используют плодовое, ягодное и овощное сырье, так как оно обладает низкой энергетической ценностью и высокой пищевой ценностью [3].

Большой интерес вызывает применение вторичных ресурсов переработки плодово-ягодного и плодовоовощного сырья. Отходы, образующиеся после отжима соков и получения пюре, обладают высоким содержанием нутриентов, но при этом выбрасываются в большом количестве. Одним из направлений безотходных технологий является

переработка выжимок в порошки. Порошки обладают хорошей пищевой ценностью и имеют длительный срок хранения [4], [6], [7], [8].

Целью данной работы являлось разработка рецептуры овсяного печенья с пониженным содержанием сахара и применением нетрадиционных видов сырья растительного происхождения.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования на соответствие требованиям нормативной документации явились образцы овсяного печенья (ГОСТ 24901-2014). Сырье, применяемое для приготовления печенья соответствовало требованиям стандартов: мука пшеничная высшего сорта (ГОСТ26574-2017); сахар белый (ГОСТ 12576 – 2014); сливочное масло (ГОСТ 33632 – 2015); мука овсяная (ГОСТ Р 31645-2012); корица (ГОСТ ISO 6539-2016); овсяные хлопья (ГОСТ 21149-93); курага, изюм (ГОСТ 32896-2014); черноплодная рябина (ГОСТ Р 56637-2015).

Показатели качества готового печенья определяли согласно ГОСТ 24901-2014: содержание влаги ГОСТ 5900-73, щелочность ГОСТ 5898-87, намокаемость ГОСТ10114-80, органолептические показатели ГОСТ 5897-90 (Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей).

В качестве обогатителей применяли порошок из выжимок черноплодной рябины, изюм, курагу и овсяные хлопья.

Выжимки из черноплодной рябины являются источником катехинов (340 мг на 100 г сырья), фенольных веществ (192 мг на 100 г), антоцианов (185-187 мг на 100 г) [9].

Минеральные вещества в высушенных выжимках аронии представлены такими элементами как кальций (46 мг/кг), магний (18 мг/кг), калий (130 мг/кг), железо (16 мг/кг), а также молибден, марганец и бор. В выжимках содержится большое количество витаминов: Е (5 мг/100г), B_9 (около 3 мг/100г), B_5 (0,16 мг/100г) и РР (0,2 мг/100г) [9], [10], [11], [12].

Курагу и изюм довольно часто применяют в производстве кондитерских изделий. Согласно литературным данным, содержание пищевых волокон в кураге около 18 г, в изюме около 3 г. Курага на 60% покрывает суточную потребность в витамине А. В ней содержится высокое количество витамина Е и витаминов группы В [13]. Микроэлементный состав изюма представлен железом (3 мг/100г), медью и марганцем. В изюме содержится достаточно высокое количество калия (860 мг/100г), магния (42 мг/100г) и фосфора (129 мг/100г) [14].

Овсяные хлопья в первую очередь являются источником пищевых волокон (6 мг/100г), белков (12 мг/100г) и минеральных веществ: калия (330 мг/100г), магния (129 мг/100г) и кальция (52 мг/100г) [15].

Высокая пищевая ценность и низкая калорийность сушеных плодов и хлопьев позволяет рекомендовать их для обогащения, а длительный срок хранения позволяет использовать в производстве кондитерских изделий круглогодично.

Результаты исследования

В работе за контрольный образец была взята рецептура овсяного печенья № 198. Рецептура приведена в таблице 1. В опытных образцах печенья вносили 40%, 50% и 60% порошка из выжимок черноплодной рябины от общего объема сливочного масла, содержащего в рецептуре изделия контрольного образца. Дополнительно в рецептуре овсяного печенья заменяли часть сахара на изюм и курагу в количестве 20%, 30% и 40%. Измельченную массу из кураги и изюма (в равном соотношении) вводили в виде пасты при замесе теста. Согласно определению овсяное печенье – это кондитерское изделие с внесением овсяной муки или хлопьев. Хлопья придают изделию рассыпчатость и более воздушную структуру, поэтому в образцах часть муки заменяли на хлопья овсяные (20%, 30% и 40%). Матрица эксперимента приведена в таблице 2.

Таблица 1 – Рецептура Овсяного печенья (контрольный образец)

Наименование	Содержание сухих веществ, %	Расход сырья на 100 г готовой продукции	
		В натуре	В сухих веществах
Мука пшеничная в/с	85,50	35,44	30,30
Сахарный песок	99,85	37,19	37,13
Масло сливочное	84,00	16,35	13,73
Мука овсяная	85,50	14,78	12,63
Корица	100,00	0,079	0,079
Соль	96,50	0,39	0,37
Сода пищевая	50,00	0,49	0,24
Ванилин	-	0,049	-
Итого		104,76	94.47
Выход	91	100	91,00

Таблица 2 – Матрица эксперимента

Соотношение ингредиентов в опытных образцах	Контроль	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Мука овсяная / хлопья овсяные	100/0	80/20	70/30	60/40
Масло сливочное / порошок из выжимок черноплодной рябины	100/0	60/40	50/50	40/60
Сахар / паста из кураги и изюма	100/0	80/20	70/30	60/40

Приготовление опытных образцов проводили по следующей схеме: в первую очередь в месильную машину загружали мягкое сливочное масло и сахар-песок, примерно 90% от общего объема по рецептуре, корицу, ванилин, пасту из изюма и кураги и порошок из выжимок черноплодной рябины. Все ингредиенты тщательно перемешивали в течение 8-10 минут. Далее, не прекращая перемешивания, в массу вводили овсяную муку, овсяные хлопья и солевой раствор. Перемешивали еще в течение 12-16 минут. В последнюю очередь в дежу тестомеса порциями вводили пшеничную муку и разрыхлитель. За 2-3 минуты до окончания замеса в массу вносили остатки сахара. Готовое тесто имело однородную консистенцию, влажность 17% и температуру 24°С. Формование печенья проводили вручную. Тесто раскатывали до толщины пласта около 1 см, после чего тестовые заготовки штамповали с помощью выемки диаметром 38 мм. Заготовки выкладывали на противни и выпекали при 180 – 220°С в течение 10 минут. Готовые образцы охлаждали и проводили анализ показателей качества. Результаты органолептической оценки печенья представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Органолептические показатели качества овсяного печенья

Наименование показателя	Контрольный образец	Образец №1	Образец №2	Образец №3
Вкус и запах	свойственныйовсяному печенью, без посторонних привкуса и запаха	свойственный овсяному печенью, с фруктовым вкусом и ароматом	свойственный овсяному печенью, с ярко выраженным фруктовым вкусом и ароматом	
Цвет	Коричневый	Светло-коричневый	Светло-коричневый, со слегка розоватым оттенком	С выраженным вишнево-коричневым цветом
Поверхность	шероховатая с извилистыми трещинками			
Вид в изломе	Пропеченное печенье с равномерной пористой структурой, без пустот и следов непромеса			
Форма	Круглая или овальная, со свойственной данному виду расплывчатостью, без вмятин, вздутий и повреждений края.			

Органолептическая оценка образцов печенья показала, что цвет изделий с увеличением количества добавок менялся от светло-коричневого до коричневато-вишневого. Поверхность была ровной с трещинами, структура пористая. Все показатели соответствовали требованиям ГОСТ 24901-2014.

Результаты физико-химической оценки представлены на рисунках 1-4.

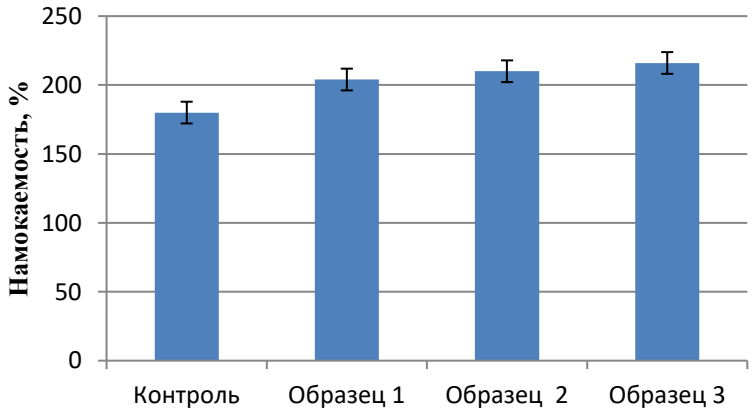


Рис. 1 – Диаграмма изменения показателя намокаемости в образцах овсяного печенья

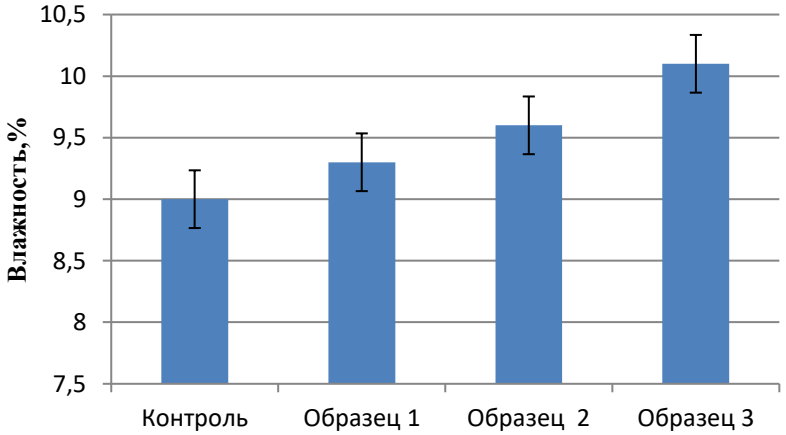


Рис. 2 – Диаграмма изменения содержания влаги в образцах овсяного печенья

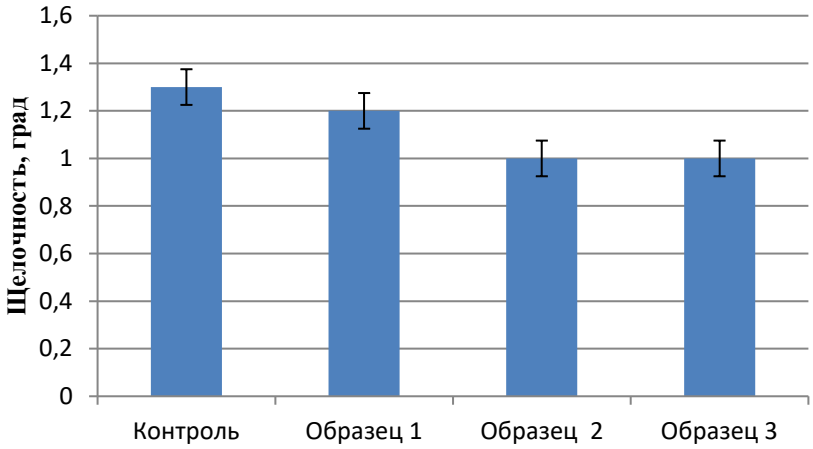


Рис. 3 – Диаграмма изменения щелочности опытных образцов овсяного печенья

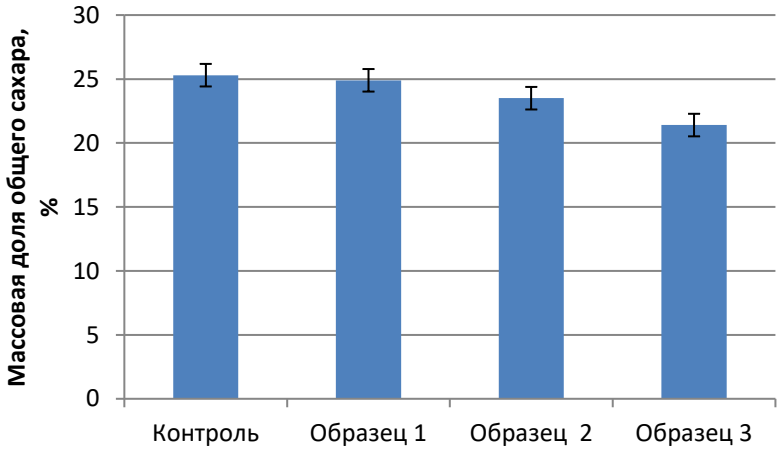


Рис. 4 – Изменение массовой доли общего сахара опытных образцов овсяного печенья

Содержание массовой доли влаги в готовых образцах печенья с увеличением количества добавок увеличивалась пределах от 9% (контроль) до 10,1% (образец 3), но при этом все показатели вошли в пределы требования ГОСТ (не более 10,5%). Намокаемость также изделий увеличилась, возможно, связано это с наличием овсяных хлопьев и их водопоглотительной способностью.

Согласно требованиям стандарта показатель щелочности не должен превышать 2,0 градусов, в опытных образцах щелочность снизилась до 1,0 градуса, что обуславливает наличие различных органических кислот в плодовом сырье (изюм, курага, порошок из выжимок черноплодной рябины).

Содержание общего сахара в опытных образцах печенья снизилась относительно контрольного образца, следует также отметить, что сахар, содержащиеся в сухофруктах (фруктоза) относятся к «натуральным». «Натуральная» фруктоза медленнее всасывается кишечником и практически не повышает уровень сахара в крови.

Для оценки полной картины востребованности нового вида печенья овсяного у потребителя проведена дегустационная оценка изделий. Результаты приведены на рисунке 5.

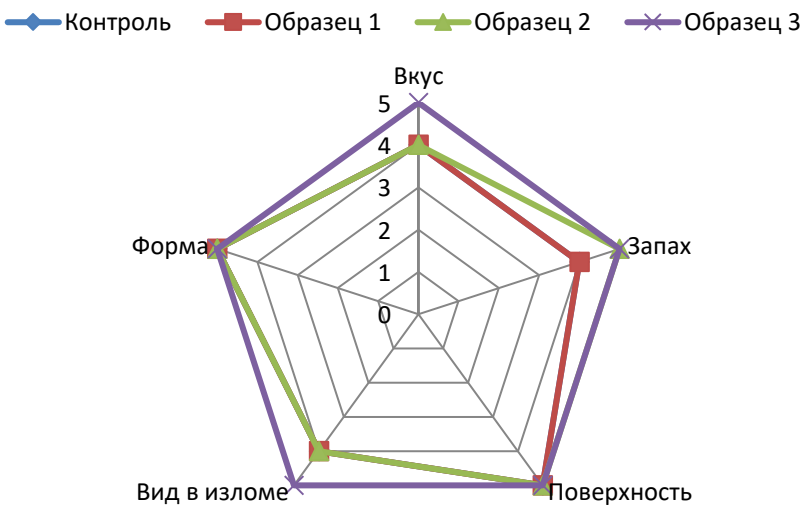


Рис. 5 – Дегустационная оценка образцов овсяного печенья

По результатам дегустационной оценки по 5-бальной системе высший балл получил образец 3 с максимальной заменой ингредиентов.

На последнем этапе работы был проведен расчет пищевой и энергетической ценности контрольного образца и образца 3 овсяного печенья. Пищевая ценность приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Пищевая ценность печенья овсяного

Показатели	Овсяное печенье (контрольный образец)		Овсяное печенье с добавками (образец 3)	
	Содержание в 100 г продукта	Степень удовлетворения суточной потребности, %	Содержание в 100 г продукта	Степень удовлетворения суточной потребности, %
Белки, г	5,83	6,85	6,55	7,70
Жиры, г	14,96	14,66	9,96	9,76
Углеводы, г	71,68	18,76	66,40	17,38
Минеральные вещества, мг:				
Железо	0,55	4,58	1,70	14,16
Калий	88,22	3,52	286.77	11,47
Магний	22,01	5,50	48,56	12,14
Фосфор	85,61	7,13	139,90	11,65
Кальций	19,17	2,39	40,41	5,05
Натрий	290,34	7,25	293,82	7,34
Витамины:				
β-каротин, мг	0	0	0,4	8
B_4, мг	12,9	2,58	13,11	2,62
PP, мг	1,61	8,47	2,06	10,84
C, мг	0	0	1,62	2,31
B_9, мг	9,61	4,80	9,79	4,89
A, мг	85,42	8,54	89,16	8,91
K	1,17		6,28	3,14
Органические кислоты, г	0	0	0,43	21,5

Из таблицы видно, что в образце, в котором произведена замена части традиционных ингредиентов, а именно муки высшего сорта, сахара, и жира (сливочного масла) на нетрадиционные виды (овсяные хлопья, порошок из выжимок черноплодной рябины, сухофрукты) увеличилось содержание белка на 1 г/100г, снизилось количество жира (на 6 г) и усвояемых углеводов (5 г).

Содержание витаминов и минеральных веществ выросло по некоторым показателям значительно. Больше чем в 2 раза возросло содержание калия, в 2 раза увеличилось количество железа, магния, фосфора и кальция. Содержание витаминов также немного возросло.

Калорийность печенья снизилась с 445ккал до 383 ккал, что составляет почти 14%.

Обсуждение результатов

Полученные результаты исследования показывают, что частичная замена традиционных видов рецептурных ингредиентов на нетрадиционные оказывает положительное влияние на качество и пищевую ценность готового

изделия. Образцом, получившим высшую оценку, признан образец 3 с заменой муки на хлопья в соотношении 60/40, масла на порошок из черноплодной рябины 60/40 и сахара на пасту из кураги и изюма в соотношении 60/40. Улучшились органолептические характеристики, что приводит к повышению потребительской ценности изделия. Овсяное печенье приобрело приятный коричнево-вишневый цвет, ярко-выраженный фруктовый вкус и аромат.

Сахароемкость печенья значительно снизилась. При употреблении 100 г разработанного овсяного печенья степень удовлетворения суточной потребности организма составит 13%, при этом калорийность составляет 383 ккал.

Заключение

В целом можно сказать, что главная цель исследования была достигнута, в результате разработана рецептура овсяного печенья пониженной калорийности. Сырье, использованное в качестве добавки, имеет невысокую стоимость и доступно круглый год, себестоимость изделий относительно контрольного образца практически не меняется, учитывая его высокие органолептические характеристики печенье можно рекомендовать для внедрения в производство. Овсяное печенье доступно для населения всех социальных категорий, поэтому может выступать в качестве продукта профилактической направленности.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Канарская З. А. Тенденции развития технологии кондитерских изделий / З. А. Канарская, Ф. К. Хузин, А. Р. Ивлева и др. // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2016. – № 3. – С. 195–204.
2. Никифорова Т. А. Способ снижения калорийности сахарного печенья / Т. А. Никифорова, А. Е. Никифоров // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2006. – № 6–2. – С. 164–167.
3. Гарькина П. К. Тенденции в снижении энергетической ценности мучных кондитерских изделий / П. К. Гарькина, О. Н. Горбачева // Инновационная техника и технология. – 2020. – № 2. – С. 5–10.
4. Перфилова О. В. Технология и рецептура сдобного печенья с добавлением продуктов переработки яблочных выжимок / О. В. Перфилова, В. А. Бабушкин, С. М. Медведева и др. // Наука и образование. – 2020. – Т. 3. – № 4. – С. 157.
5. Типсина Н. Н. Использование порошка облепихи в производстве кондитерских изделий / Н. Н. Типсина, В. В. Матюшев, Н. В. Присухина и др. // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 5. – С. 223–228.
6. Грязина Ф. И. Улучшение рецептуры сдобного печенья нетрадиционным растительным сырьем / Ф. И. Грязина // Агропромышленные технологии Центральной России. – 2019. – № 2. – С. 19–25.
7. Пчелинцева О. Н. Потребительские свойства песочного печенья с добавлением кукурузной муки и свекольного порошка / О. Н. Пчелинцева, З. А. Бочкарева, Е. А. Лукьянова // Ползуновский вестник. – 2020. – № 1. – С. 85–89.
8. Ермош Л. Г. Использование порошка из ягод ирги в качестве заменителя сахара в производстве мучных кондитерских изделий / Л. Г. Ермош, Н. В. Присухина, В. В. Казина // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 12. – С. 131–138.
9. Воронина М. С. Изучение химического состава и антиоксидантной активности свежих плодов и продуктов переработки черноплодной рябины / М. С. Воронина, Н. В. Макарова // Садоводство и виноградарство. – 2015. – № 2. – С. 42–46.
10. Василенко З. В. Минеральный и витаминный состав выжимок ягод / З. В. Василенко, Н. А. Могилевчик // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. – 2016. – № 1. – С. 20–23.
11. Michalska-Ciechanowska A. Chemometric contribution for deeper understanding of thermally-induced changes of polyphenolics and the formation of hydroxymethyl-L-furfural in chokeberry powders / A. Michalska-Ciechanowska, J. Brzezowska and others // Food Chemistry. – 2021. – Vol. 342. – P. 128335.
12. Pap N. Berry polyphenols and human health: evidence of antioxidant, anti-inflammatory, microbiota modulation, and cell-protecting effects / N. Pap, M. Fidelis, L. Azevedo and others // Current Opinion in Food Science. – 2021. – Vol. 42. – P. 167–186.
13. Тоханов М. Т. Виды сушеных абрикосов и их техническая характеристика / М. Т. Тоханов, Б. Б. Туракулов, К. А. Уразбаева и др. // Научные труды ЮКГУ им. М. Ауэзова. – 2018. – № 4. – С. 187–191.
14. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. член-корр. МАИ, проф. И. М. Скурихина и академика РАМН, проф. В. А. Тутельяна. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.
15. Ушаков Т. И. Овёс и продукты его переработки / Т. И. Ушаков, Л. В. Чиркова // Хлебопродукты. – 2015. – № 11. – С. 49–51.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Kanarskaja Z. A. Tendencii razvitija tehnologii konditerskih izdelij [Trends in the development of confectionery technology] / Z. A. Kanarskaja, F. K. Huzin, A. R. Ivleva and others // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernyh tehnologij [Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies]. – 2016. – № 3. – P. 195–204. [in Russian]
2. Nikiforova T. A. Sposob snizhenija kalorijnosti saharnogo pechen'ja [A way to reduce the calorie content of sugar cookies] / T. A. Nikiforova, A. E. Nikiforov // Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of the Orenburg State University]. – 2006. – № 6–2. – P. 164–167. [in Russian]
3. Garkina P. K. Tendencii v snizhenii j energeticheskoj cennosti muchnyh konditerskih izdelij [Trends in reducing the energy value of flour confectionery products] / P. K. Garkina, O. N. Gorbacheva // Innovacionnaja tehnika i tehnologija [Innovative technique and technology]. – 2020. – № 2. – P. 5–10. [in Russian]

4. Perfilova O. V. Tehnologija I receptura sdobnogo pechen'ja s dobavleniem produktov pererabotki jablochnyh vyzhimok [Technology and recipe of butter cookies with the addition of apple pomace processing products] / O. V. Perfilova, V. A. Babushkin, S. M. Medvedeva and others // Nauka i obrazovanie [Science and Education]. – 2020. – Vol. 3. – № 4. – P. 157. [in Russian]

5. Tipsina N. N. Ispol'zovanie poroshka oblepihi v proizvodstve konditerskih izdelij [The use of sea buckthorn powder in the production of confectionery products] / N. N. Tipsina, V. V. Matyushev, N. V. Prisukhina and others // Vestnik KrasGAU [Bulletin of KrasGAU]. – 2013. – № 5. – P. 223–228. [in Russian]

6. Gryazina F. I. Uluchshenie receptury sdobnogo pechen'ja netradicionnym rastitel'nym syr'em [Improving the recipe of butter cookies with non-traditional vegetable raw materials] / F. I. Gryazina // Agropromyshlennye tehnologii Central'noj Rossii [Agro-industrial technologies of Central Russia]. – 2019. – № 2. – P. 19–25. [in Russian]

7. Pchelintseva O. N. Potrebitel'skie svojstva pesochnogo pechen'ja s dobavleniem kukuruznoj muki I svekol'nogo poroshka [Consumer properties of shortbread cookies with the addition of corn flour and beet powder] / O. N. Pchelintseva, Z. A. Bochkareva, E. A. Lukyanova // Polzunovskij vestnik [Polzunovsky Bulletin]. – 2020. – № 1. – P. 85–89. [in Russian]

8. Yermosh L. G. Ispol'zovanie poroshka iz jagod irgi v kachestve zamenitelja sahara v proizvodstve muchnyh konditerskih izdelij [The use of powder from irgi berries as a sugar substitute in the production of flour confectionery products] / L. G. Yermosh, N. V. Prisukhina, V. V. Kazina // Vestnik KrasGAU [Bulletin of KrasGAU]. – 2019. – № 12. – P. 131–138. [in Russian]

9. Voronina M. S. Izuchenie himicheskogo sostava I antioksidantnoj aktivnosti svezhih plodov I produktov pererabotki chernoplodnoj rjabiny [The study of the chemical composition and antioxidant activity of fresh fruits and products of processing of chokeberry] / M. S. Voronina, N. V. Makarova // Sadovodstvo i vinogradarstvo [Horticulture and viticulture]. – 2015. – № 2. – P. 42–46. [in Russian]

10. Vasilenko Z. V. Mineral'nyj i vitaminnyj sostav vyzhimok jagod [Mineral and vitamin composition of berry pomace] / Z. V. Vasilenko, N. A. Mogilevchik // Vestnik Mogilevskogo gosudarstvennogo universiteta prodovol'stvija [Bulletin of the Mogilev State University of Food]. – 2016. – № 1. – P. 20–23. [in Russian]

11. Michalska-Ciechanowska A. Chemometric contribution for deeper understanding of thermally-induced changes of polyphenolics and the formation of hydroxymethyl-L-furfural in chokeberry powders / A. Michalska-Ciechanowska, J. Brzezowska and others // Food Chemistry. – 2021. – Vol. 342. – P. 128335.

12. Pap N. Berry polyphenols and human health: evidence of antioxidant, anti-inflammatory, microbiota modulation, and cell-protecting effects / N. Pap, M. Fidelis, L. Azevedo and others // Current Opinion in Food Science. – 2021. – Vol. 42. – P. 167–186.

13. Tokhanov M. T. Vidy sushenyh abrikosov I ih tehnicheskaja harakteristika [Types of dried apricots and their technical characteristics] / M. T. Tokhanov, B. B. Turakulov, K. A. Urazbaeva and others // Nauchnye trudy JuKGU im. M. Aujezova [Scientific works of the M. Auezov SKSU]. – 2018. – № 4. – P. 187–191. [in Russian]

14. Himicheskij sostav rossijskih pishhevyh produktov: Spravochnik [Chemical composition of Russian food products: Handbook] / edited by corresponding member of the MAI, prof. I. M. Skurikhin and Academician of the Russian Academy of Medical Sciences, prof. V. A. Tutelyan. – M.: Delhi print, 2002. – 236 p. [in Russian]

15. Ushakov T. I. Ovjos I produkty ego pererabotki [Oats and products of its processing] / T. I. Ushakov, L. V. Chirkova // Hleboprodukty [Bread products]. – 2015. – № 11. – P. 49–51. [in Russian]

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.011

ВЛИЯНИЕ РАСХОДА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ НА ТЕПЛОВОЙ ПОТОК РАДИАТОРОВ СЕКЦИОННОГО ТИПА

Научная статья

Пухкал В.А.[1,] *, Маркарян С.Р.[2]
[1] ORCID: 0000-0003-1380-4115;
[1, 2] Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург, Россия

* Корреспондирующий автор (pva1111[at]rambler.ru)

Аннотация

При выполнении теплового расчета отопительных приборов секционного типа в системах водяного отопления учитывается зависимость теплового потока от расхода теплоносителя. Схема движения теплоносителя в отопительном приборе «сверху-вниз» характеризуется максимальным значением теплового потока, поэтому разрабатываются технические решения позволяющие осуществлять эту схему при подключении отопительного прибора снизу-вниз.

В гидродинамическом программном комплексе STAR CCM+ проведены исследования секционного биметаллического радиатора «Base 500» из 5 секций. Исследованы схемы движения теплоносителя «сверху-вниз» с односторонним присоединением, «снизу-вниз» и «снизу-вниз» с установкой внутреннего пружинного клапана. Определены распределения температур и скоростей потока теплоносителя в отопительном приборе секционного типа при исследованных схемах движения теплоносителя.

Установлено, что при подключении отопительного прибора по схеме «снизу-вниз» с установкой внутреннего пружинного клапана тепловой поток отопительного прибора при номинальном расходе соответствует тепловому потоку при схеме «сверху-вниз».

Определены значения показателей степени в зависимости поправочного коэффициента, учитывающего влияние массового расхода теплоносителя на тепловой поток отопительного прибора.

Ключевые слова: отопление, секционный радиатор, расход теплоносителя, тепловой поток.

ON THE INFLUENCE OF COOLANT FLOW ON THE HEAT FLOW OF SECTIONAL RADIATORS

Research article

Pukhkal V.A.[1,] *, Markaryan S.R.[2]
[1] ORCID: 0000-0003-1380-4115;
[1, 2] Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint Petersburg, Russia

* Corresponding author (pva1111[at]rambler.ru)

Abstract

When performing the thermal calculation of sectional heating devices in water heating systems, the dependence of the heat flow on the flow rate of the coolant is taken into account. The "top-down" flow diagram of the coolant in the heating device is characterized by the maximum value of the heat flow, therefore there are technical solutions in development that allow this scheme to be implemented when connecting the heating device from bottom-down.

Using the hydrodynamic software package STAR CCM+, the article carries out a study of a sectional bimetallic radiator "Base 500" with 5 sections. The authors explore the flow patterns of the coolant "top-down" with one-way connection, the "bottom-down" and "bottom-down" flow with the installation of an internal spring valve. The article determines the distributions of temperatures and velocities of the coolant flow in a section-type heating device with the discussed flow patterns of the coolant.

It is established that when the heating device is connected according to the "bottom-down" scheme with the installation of an internal spring valve, the heat flow of the heating device at the nominal flow rate corresponds to the heat flow with the "top-down" scheme.

The values of the degree indicators are determined depending on the correction factor, which takes into account the influence of the mass flow of the coolant on the heat flow of the heating device.

Keywords: heating, sectional radiator, coolant flow, heat flow.

Введение

При проектировании систем водяного отопления выполняется тепловой расчет отопительных приборов, целью которого является определение числа секций отопительных приборов секционного типа. При этом рассчитывается комплексный коэффициент приведения номинального условного теплового потока к расчетным условиям применения отопительного прибора, зависящий от расхода теплоносителя. Методика расчета изложена в литературных источниках [1], [2], [4], [5].

В рекомендациях по применению отопительных приборов, например, алюминиевого секционного радиатора повышенной прочности «RIFAR Alum 500» [5], учет изменения теплового потока отопительного прибора при отличии расчётного массового расхода теплоносителя от нормального (0,1 кг/с; 360 кг/ч) производится с помощью безразмерного поправочного коэффициента [5, С. 20]

$$\varphi_2 = \left(\frac{G_{np}}{360}\right)^p \tag{1}$$

где G_{np} - расход теплоносителя в приборе, кг/ч;

p - экспериментальное численное значение.

Значения показателя степени p зависят от типа отопительного прибора, расхода и направления движения теплоносителя в отопительном приборе [1, С. 44].

Секционные радиаторы подключаются к системе отопления по трём основным схемам движения теплоносителя в отопительном приборе (рисунок 1) [1], [3], [5], [6]:

- схема «сверху-вниз»; подключение может быть как односторонним, так и двухсторонним;
- схема «снизу-вверх»;
- схема «снизу-вниз».

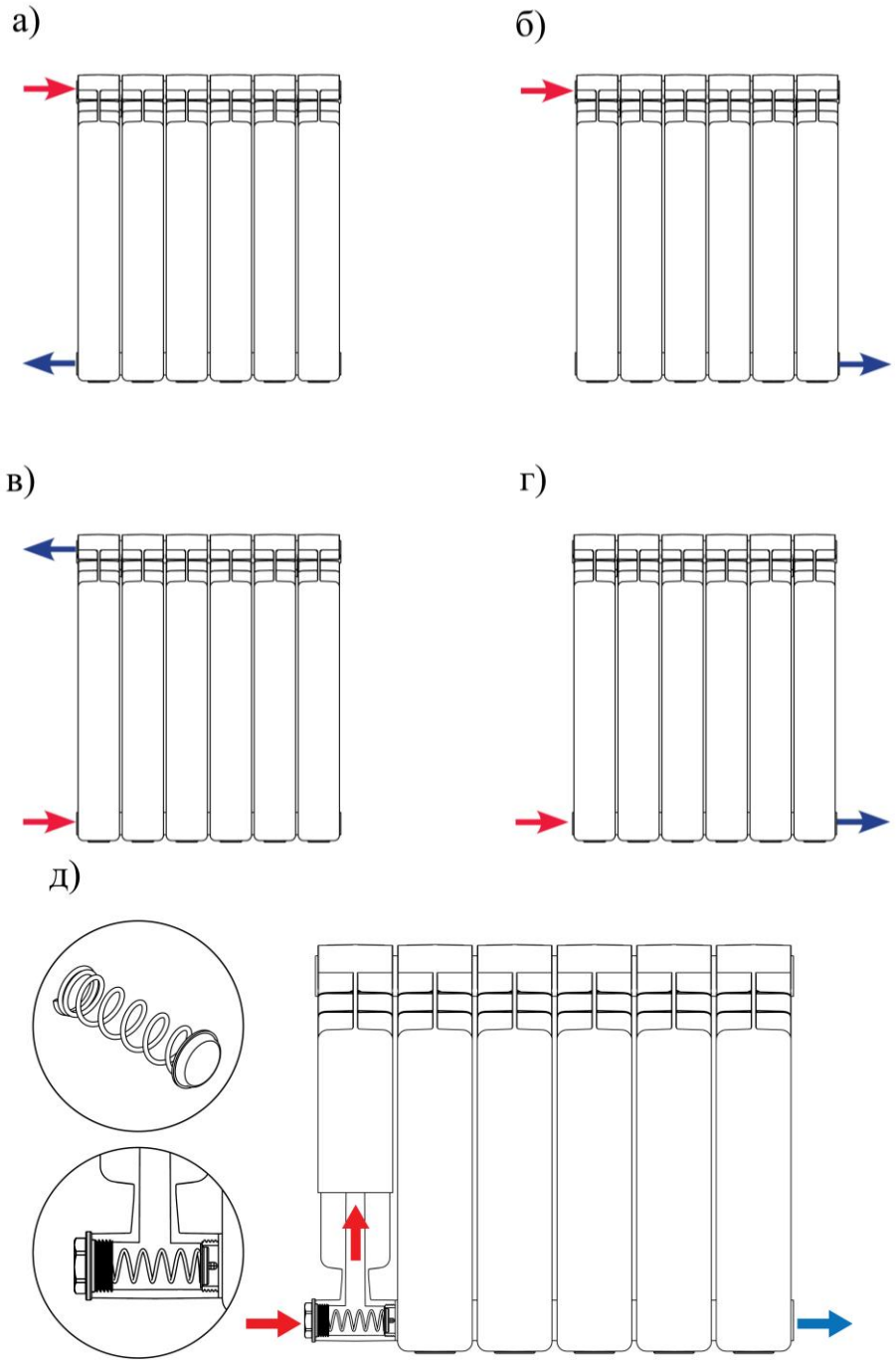


Рис. 1 – Схемы присоединения и подключения радиаторов по схеме движения теплоносителя [6, С. 16, 44]:
а) – схема «сверху-вниз», одностороннее присоединение; *б)* – схема «сверху-вниз», двухстороннее присоединение; *в)* – схема «снизу-вверх», одностороннее присоединение; *г)* – схема «снизу-вниз», двухстороннее присоединение; *д)* – схема «снизу-вниз» с установкой внутреннего пружинного клапана для создания схемы движения теплоносителя в радиаторе «сверху-вниз», двухстороннее присоединение

При схеме движения «сверху-вниз» тепловой поток отопительного прибора максимальный, а в остальных случаях уменьшается. Поэтому для увеличения теплового потока радиаторов применяются технические решения, реализующие схему движения теплоносителя «сверху-вниз» при схеме подключения «снизу-вниз». Для этого в нижний коллектор радиатора в месте подачи теплоносителя устанавливается внутренний пружинный клапан (рисунок 1,д) [6, С. 44]. В этом случае перекрывается нижний горизонтальный коллектор во второй секции и теплоноситель по первой

вертикальной трубке поднимается в верхний горизонтальный коллектор, а в остальных трубках движется по схеме «сверху-вниз» (рисунок 1,д).

Имеются результаты исследований при схемах движения теплоносителя в отопительном приборе «сверху-вниз», «снизу-вверх» и «снизу-вниз» [1], [6], [8], [9]. Данные об исследованиях теплового потока отопительных приборов с внутренним пружинным клапаном при схеме подключения «снизу-вниз» в литературных источниках не найдены.

Целью настоящей работы является исследование влияния расхода теплоносителя на тепловой поток секционных радиаторов при присоединении по схеме «снизу-вниз» с установкой внутреннего пружинного клапана.

Методы исследования

Проведены виртуальные исследования в гидродинамическом программном комплексе STAR CCM+ [10], [12], [13]. Для испытаний принят секционный биметаллический радиатор «Rifar» модели «Base 500» [4], состоящий из 5 секций.

Основные характеристики прибора:

- номинальный тепловой поток 1 секции - 197 Вт;
- межосевое расстояние - 500 мм;
- габаритные размеры секции - 80x570x100 мм;
- секция прибора имеет 2 горизонтальных коллекторных канала (верхний и нижний) и 1 вертикальный канал;
- все каналы имеют круглое сечение;
- внутренняя поверхность прибора образована стальными трубами;
- соединение секций выполняется с помощью резьбовых муфт (ниппелей);
- наружная поверхность прибора имеет развитое оребрение.

Испытания отопительного прибора проведены в камере размерами 4x4x3 м [6]. Методика испытаний принята в соответствии с требованиями [6]. Пример испытаний отопительного прибора в камере приведен на рисунке 2.

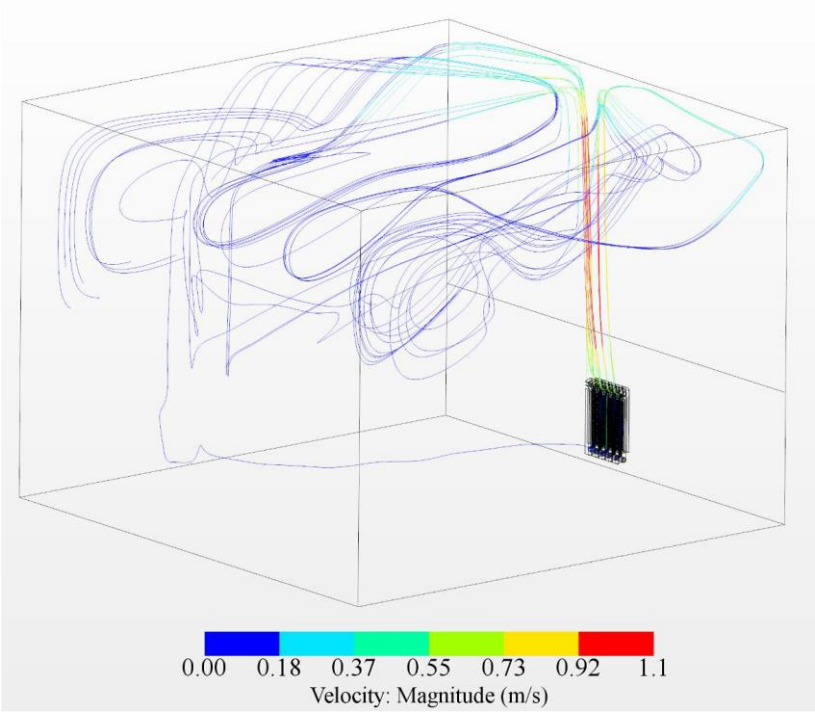


Рис. 2 – Камера для испытаний отопительных приборов

Примечание: линии тока воздуха в камере; номинальный расход теплоносителя и температурный напор; схема подключения «сверху-вниз»

Основные результаты и обсуждение

Выполнено исследование влияния расхода теплоносителя на тепловой поток отопительного прибора при схемах движения теплоносителя:

- «сверху-вниз» с односторонним присоединением (рисунок 1,а);
- «снизу-вниз» (рисунок 1,г);
- «снизу-вниз» с установкой внутреннего пружинного клапана (рисунок 1,д).

Диапазон изменения расходов принят от 36 кг/ч до 540 кг/ч.

Схема подключения и движения теплоносителя «сверху-вниз»

При минимальном расходе ($G_{пр}$ =36 кг/ч) температура и скорость теплоносителя равномерно распределены во всех трубках прибора; диапазон скоростей - 0,012÷0,048 м/с, температура теплоносителя на входе в прибор – 90 °С (см. рисунок 3).

При этом в центральной части вертикальных каналов наблюдается движение теплоносителя вверх со скоростью 0,04÷0,08 м/с, а у стенок более интенсивное движение вниз со скоростью 0,08÷0,2 м/с; между этими потоками образуется зона завихрений (вертикальные полосы со скоростью 0÷0,04 м/с на рисунке 4).

При максимальном из испытанных расходе ($G_{пр}$ =540 кг/ч) распределение температур и скоростей теплоносителя соответствует распределению при номинальных расходе теплоносителя: движение во всём объеме вертикальных трубок сверху-вниз (см. рисунок 5).

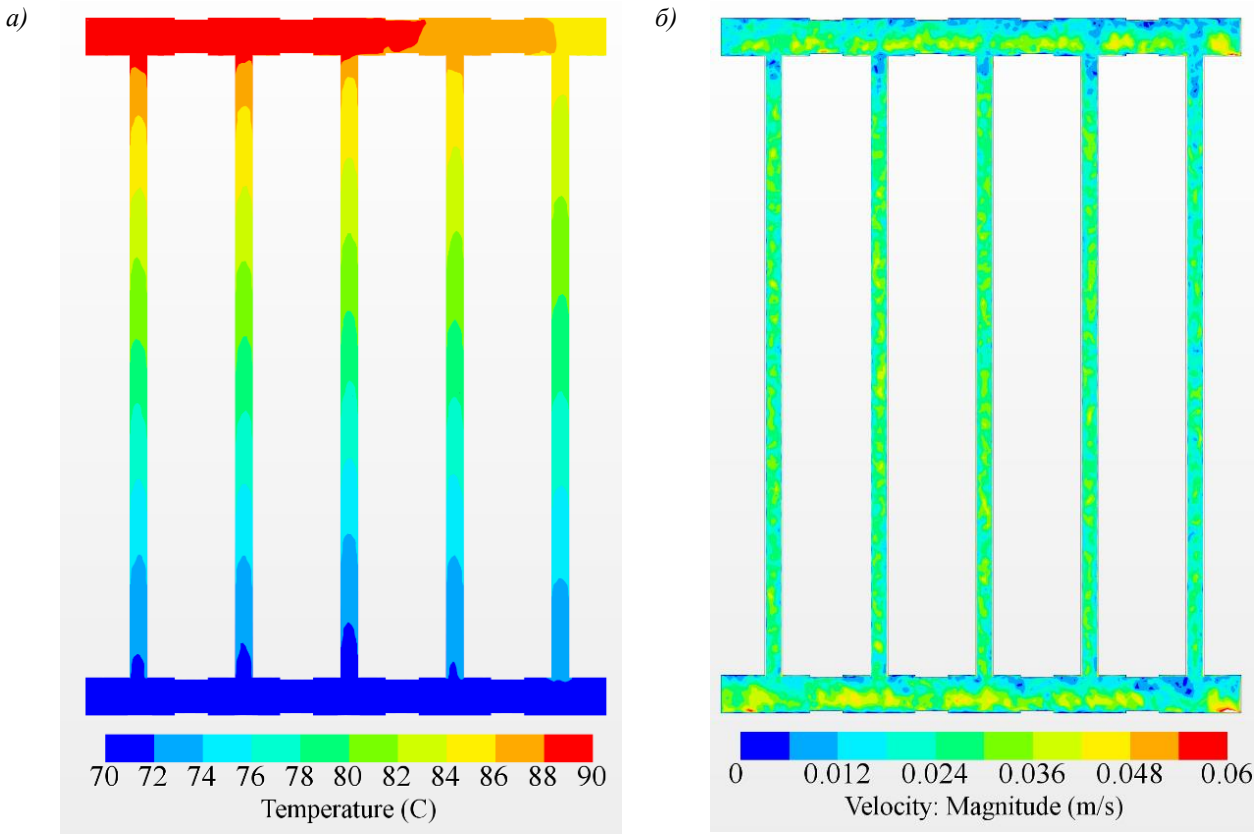


Рис. 3 – Поля температур (*а*) и скоростей (*б*) теплоносителя при схеме подключения «сверху-вниз»
Примечание: $G_{пр}$ *=36 кг/ч*

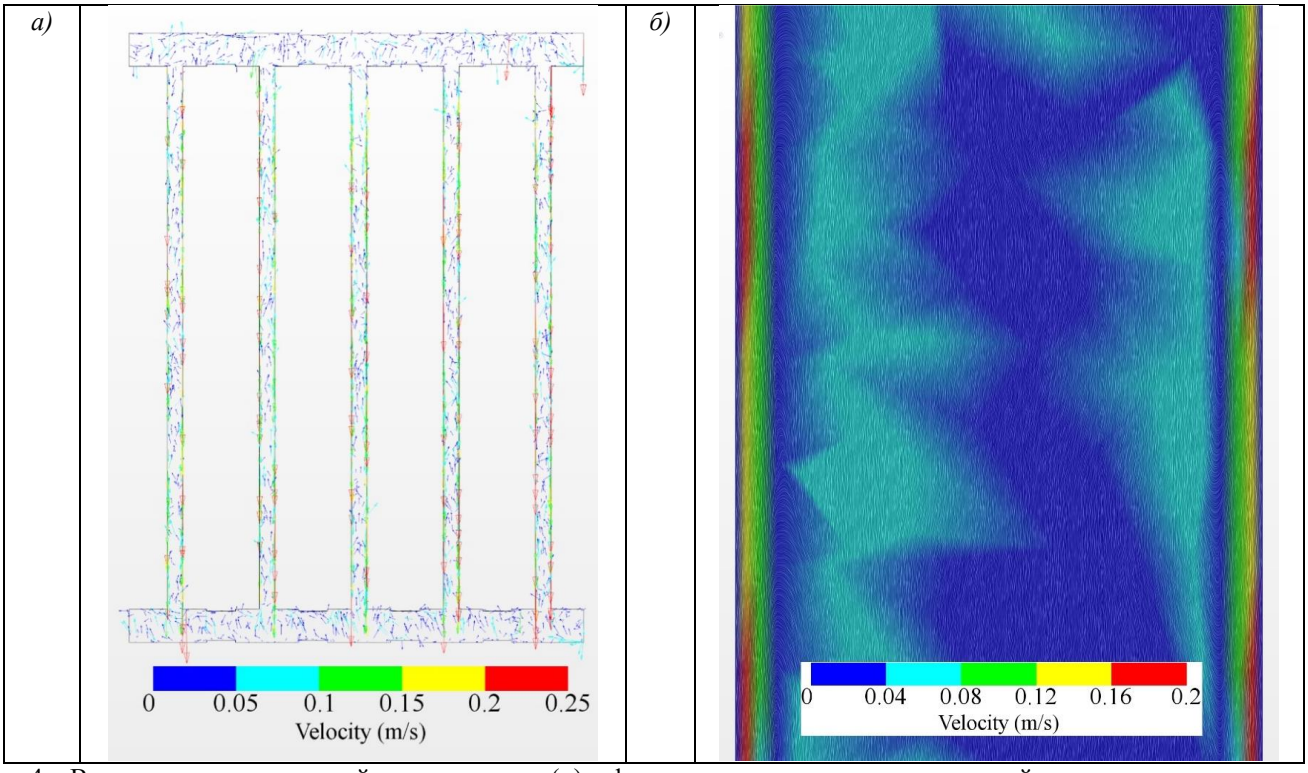


Рис. 4 – Векторное поле скоростей теплоносителя (*а*) и фрагмент скалярного поля скоростей теплоносителя с линиями тока во второй трубке со стороны подключения (*б*) при схеме «сверху-вниз»
Примечание: $G_{пр}$ *=36 кг/ч; средний температурный напор – 61,5 °С*

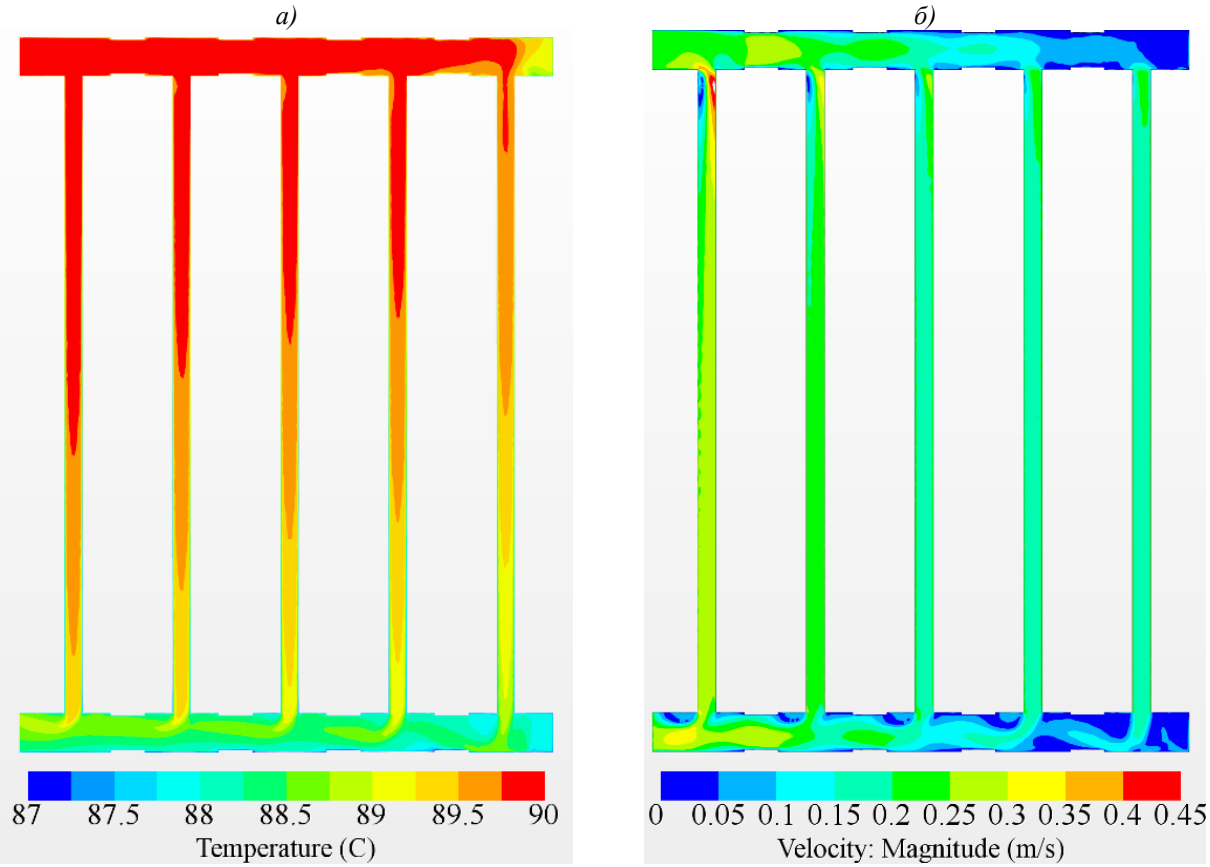


Рис. 5 – Поля температур (*а*) и скоростей (*б*) теплоносителя при схеме подключения «сверху-вниз»

Примечание: $G_{пр}$ *=540 кг/ч*

Схема подключения и движения теплоносителя «снизу-вниз»

При минимальном расходе теплоноситель в первой секции поднимается в верхний коллектор со скоростью 0,105÷0,135 м/с, в вертикальных каналах остальных секций наблюдается равномерное движение теплоносителя вверх в диапазоне скоростей 0÷0,045 м/с (рисунок 6). При этом во всех секциях, включая первую, вдоль стенок теплоноситель движется вниз, между потоками образуется зона завихрений, аналогично схеме «сверху-вниз», скорость в нисходящем потоке находится в диапазоне 0,03÷0,12 м/с в первой секции и 0,04÷0,2 м/с в остальных секциях. В вертикальных каналах секций начиная со второй, в отличие от схемы «сверху-вниз», наблюдаются завихрения не только в зоне между потоками, но и в основном объеме восходящего потока.

При максимальном расходе $G_{пр}$ =540 кг/ч теплоноситель движется аналогично случаю с номинальным расходом: по первой и второй секции теплоноситель поднимается в верхний коллектор, в третьей секции наблюдается также движение вверх, но с зонами завихрений в основном потоке, в четвертой секции циркуляция почти отсутствует, в пятой секции теплоноситель движется вниз (см. рисунок 7). При этом вдоль стенок вертикальных каналов наблюдается движение вниз.

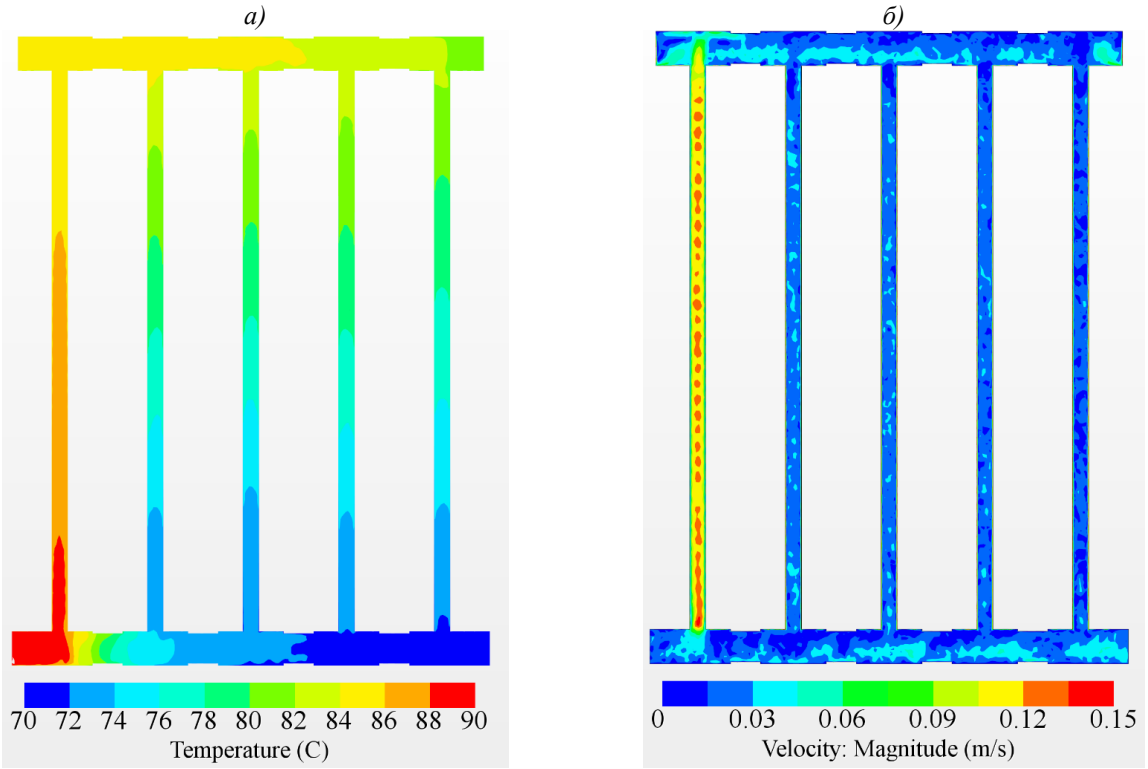


Рис. 6 – Поля температур (*а*) и скоростей (*б*) теплоносителя при схеме подключения «снизу-вниз»

Примечание: $G_{пр}$ *=36 кг/ч*

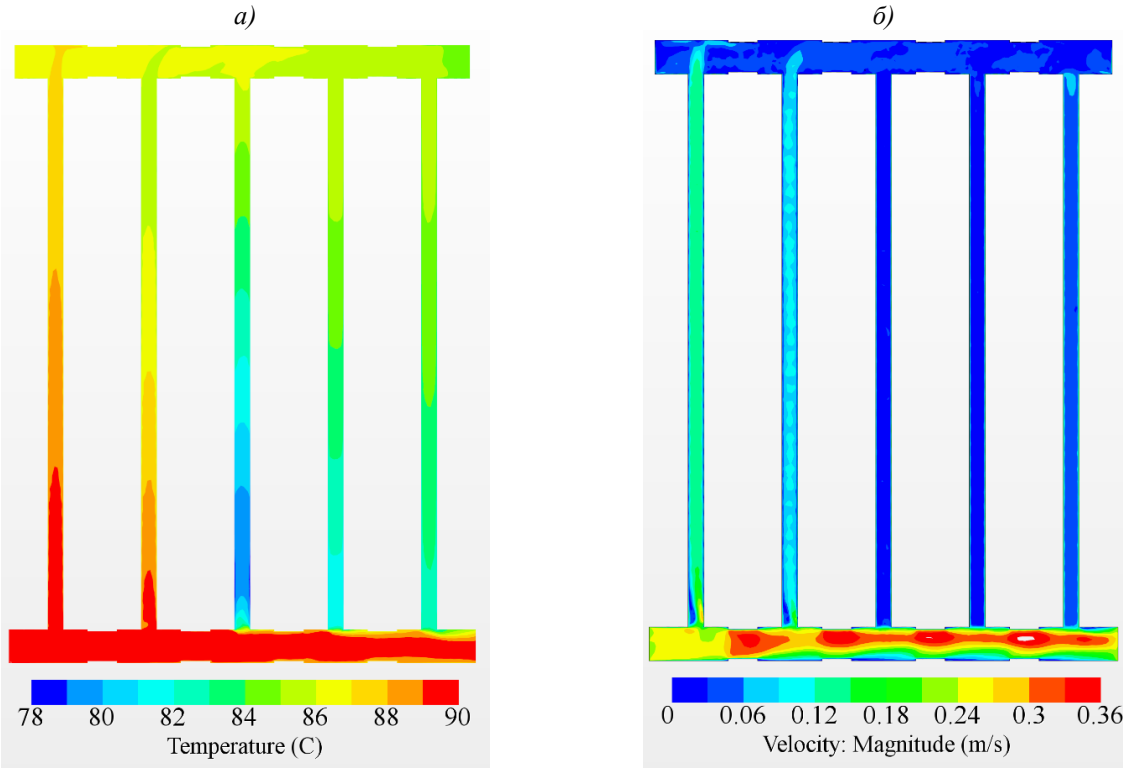


Рис. 7 – Поля температур (*а*) и скоростей (*б*) теплоносителя при схеме подключения «снизу-вниз»

Примечание: $G_{пр}$ *=540 кг/ч*

Схема подключения «снизу-вниз» с внутренним пружинным клапаном

Для схемы «снизу-вниз» с внутренним пружинным клапаном при минимальном расходе ($G_{пр}$ =36 кг/ч) характерно распределение теплоносителя, идентичное схеме «снизу-вниз», как в основном объеме теплоносителя, так и у стенок вертикальных каналов. В канале первой секции скорость находится в диапазоне 0,105÷0,135 м/с, в остальных секциях - в диапазоне 0÷0,045 м/с. Наблюдается равномерное распределение температур теплоносителя в секциях, начиная со второй. Для схем «снизу-вниз» и «снизу-вниз» с внутренним пружинным клапаном характерны и схожие значения теплового потока (155,8 и 153,0 Вт, соответственно).

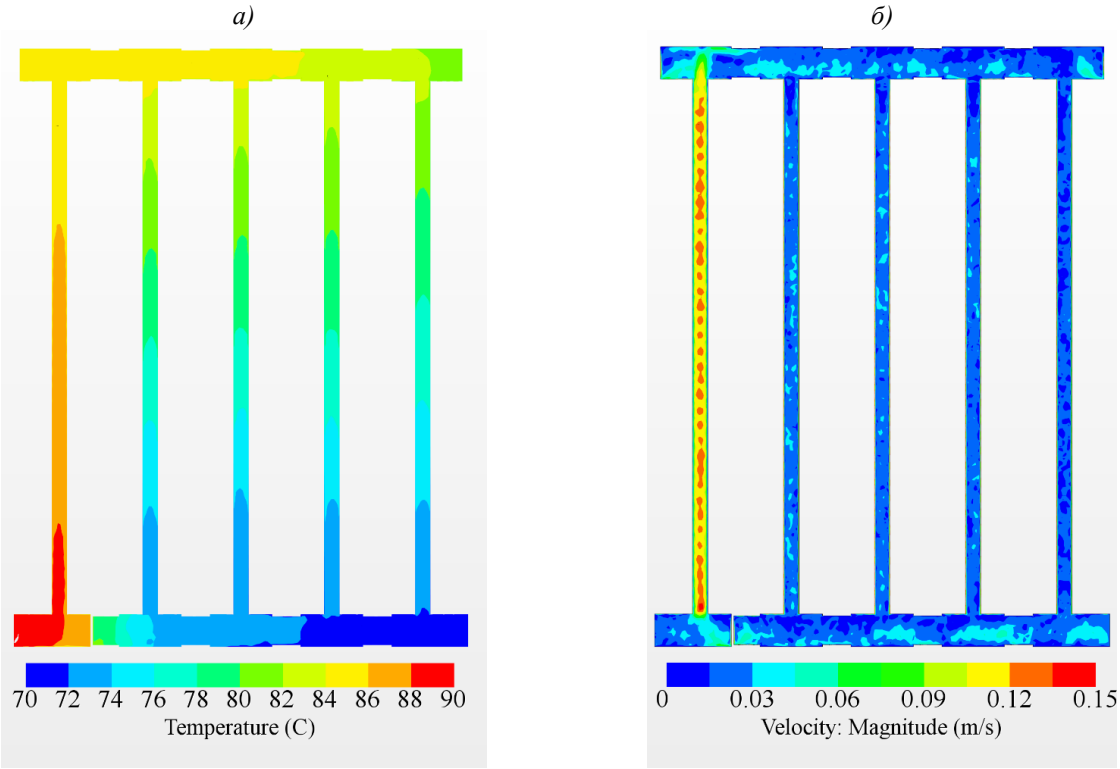


Рис. 8 – Поля температур (*а*) и скоростей (*б*) теплоносителя при схеме подключения «снизу-вниз» с внутренним пружинным клапаном

Примечание: $G_{пр}$ *=36 кг/ч*

При схеме «снизу-вниз» с внутренним пружинным клапаном схема движения теплоносителя внутри прибора и распределение температур при максимальном расходе $G_{пр}$ =540 кг/ч не отличается от случая с номинальным расходом (см. рисунок 9).

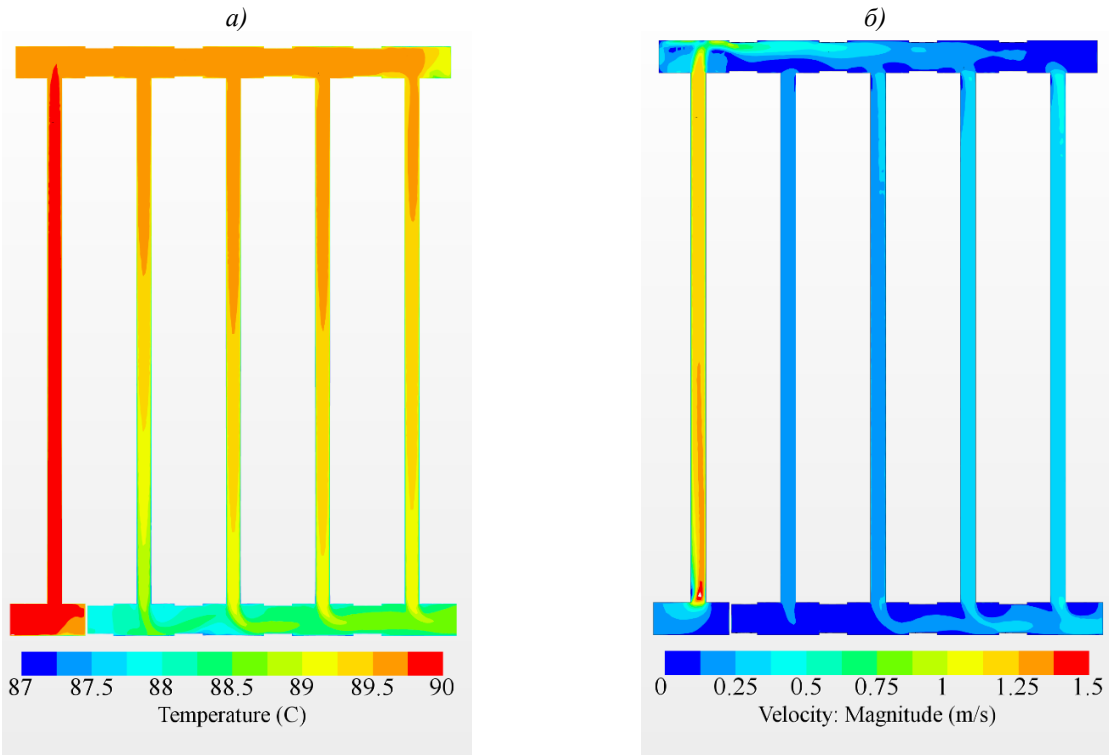


Рис. 9 – Поля температур (*а*) и скоростей (*б*) теплоносителя при схеме подключения «снизу-вниз» с внутренним пружинным клапаном

Примечание: $G_{пр}$ *=540 кг/ч*

В вертикальном канале первой секции теплоноситель поднимается в верхний коллектор. Далее теплоноситель распространяется по верхнему коллектору. На выходе из первой трубки поток теплоносителя «прилипает» к верхней части коллектора, При распределении теплоносителя по остальным трубкам скорость в них возрастает по мере удаления

от стороны подключения подачи. Температура теплоносителя в трубках при этом остается равномерной. В основном объеме нижнего коллектора присутствует застойная зона в области первой и второй трубки. В целом в трубках со второй по пятую наблюдается равномерное распределение теплоносителя, сравнимое с распределением при схеме «сверху-вниз».

Рузультаты определения теплового потока радиатора модели «Base 500» из 5 секций при исследованных схемах подключения и движения теплоносителя и одинаковой температуре теплоносителя на входе в отопительный прибор приведены на рисунке 10. Численные значения показателя степени p в зависимости (1) приведены в таблице 1.

Установлено, что при расходе теплоносителя более 160 кг/ч тепловой поток отопительного прибора изменяется незначительно для всех исследованных схем подключения отопительного прибора. Применение внутреннего пружинного клапана при расходах теплоносителя 160 кг/ч и более позволяет получить тепловой поток отопительного прибора, равный тепловому потоку при схеме движения теплоносителя «сверху-вниз» (отличие не более 1%). При снижении расхода теплоносителя от 160 до 36 кг/ч превышение теплового потока относительно схемы «сверху-вниз» составит 2,4%.

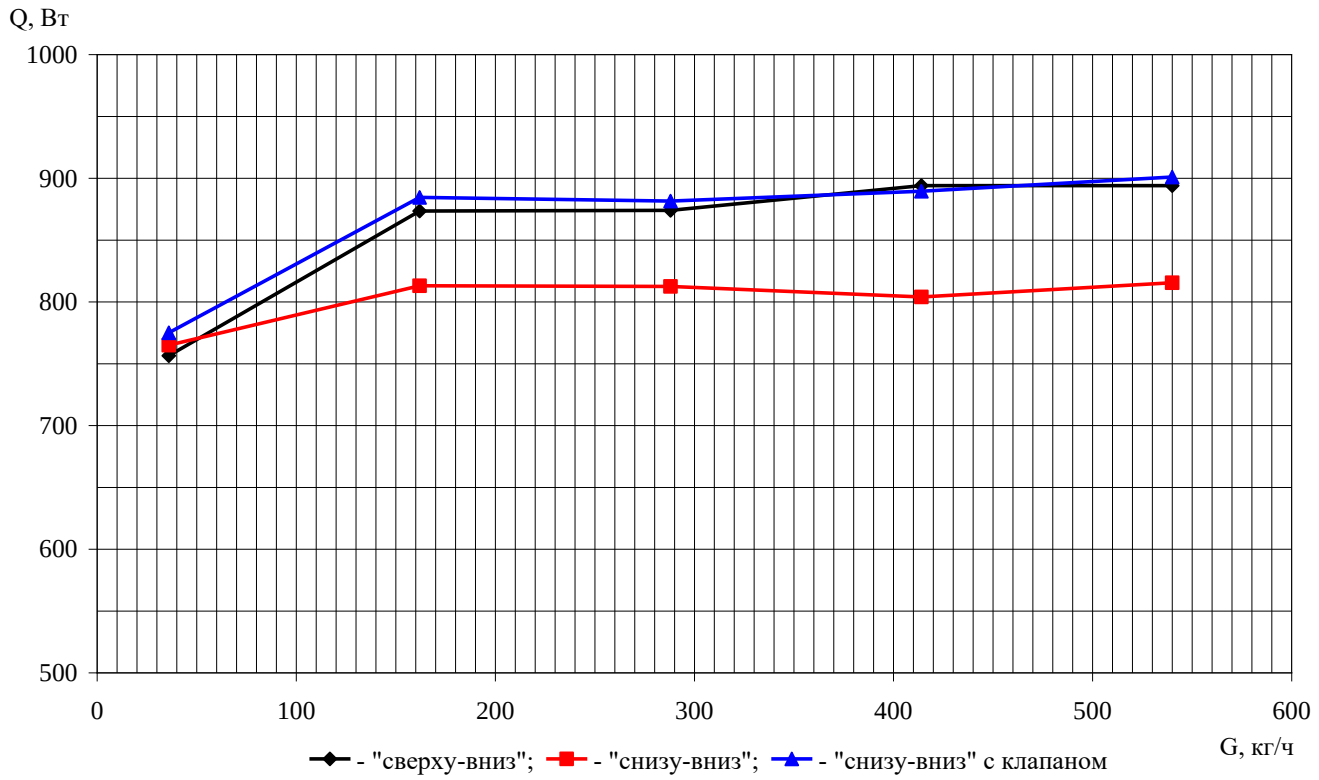


Рис. 10 – Зависимость теплового потока от расхода теплоносителя биметаллическоо радиатора «Base 500» из 5 секций

Таблица 1 – Значения показателя степени p в зависимости (1)

Схема подключения	Значения p при расходах теплоносителя	
	менее 160 кг/ч	от 160 до 540 кг/ч
Сверху-вниз	0,096	0,022
Снизу-вниз	0,041	0
Снизу-вниз с внутренним пружинным клапаном	0,088	0,014

Заключение

1. Исследовано влияние расхода теплоносителя на тепловой поток отопительного прибора секционного типа при схемах движения теплоносителя «сверху-вниз» с односторонним присоединением, «снизу-вниз» и «снизу-вниз» с установкой внутреннего пружинного клапана. Определены распределения температур и скоростей потока теплоносителя в отопительном приборе секционного типа при исследованных схемах движения теплоносителя.

2. Установлено, что при подключении отопительного прибора по схеме «снизу-вниз» с установкой внутреннего пружинного клапана тепловой поток отопительного прибора при номинальном расходе соответствует тепловому потоку при схеме «сверху-вниз».

3. Определены значения показателей степени в зависимости поправочного коэффициента, учитывающего влияние массового расхода теплоносителя на тепловой поток отопительного прибора.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. 1. Отопление / В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканави и др.; Под ред. И.Г. Староверова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1990. – 344 с.

2. Махов Л.М. Отопление / Л.М. Махов. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2014. – 400 с.

3. Отопительные приборы и поверхности. - М.: Издательский Центр «Аква-Терм», 2012. - 84 с.

4. Крупнов Б.А. Отопительные приборы, производимые в России и ближнем зарубежье / Б.А. Крупнов, Д.Б. Крупнов. - Москва: Издательство АСВ, 2015. - 176 с.

5. Рекомендации по применению алюминиевого секционного радиатора повышенной прочности «RIFAR Alum 500». – М.: ООО «Витатерм», 2009. – 35 с.

6. RIFAR. Радиаторы отопления. Технический каталог. 2020. - [Электронный ресурс]. URL: https://rifar.ru/upload/iblock/2ee/katalog_rifar-050320.pdf (дата обращения: 12.09.2021)

7. ГОСТ Р 53583-2009. Приборы отопительные. Методы испытаний. - М.: Стандартинформ, 2010. – 16 с.

8. Arpino F. Influence of installation conditions on heating bodies thermal output: preliminary experimental results / F. Arpino, G. Cortellessa, M. Dell'Isola et al. // Energy Procedia, Volume 101, 2016, pp. 74-80.

9. Marchesi R. Experimental analysis of radiators' thermal output for heat accounting / R. Marchesi, F. Rinaldi, C. Tarini et al. // Thermal Science, 2019, Volume 23, Issue 2 Part B, pp. 989-1002.

10. Bašta J. Počítačová simulace deskových otopných těles / J. Bašta, R. Vavřička. [Electronic resource]. URL: https://www.tzb-info.cz/2254-pocitacova-simulace-deskovych-otopnych-teles (accessed: 12.09.2021)

11. Алямовский А.А. Инженерные расчеты в SolidWorks Simulation / А.А. Алямовский. М.: ДМК Пресс, 2010. - 464 с.

12. Pukhkal, V. Virtual thermal tests of heating devices / V. Pukhkal, // Journal of Physics: Conference Series. 2020. 1614 012073. [Electronic resource]. URL: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1614/1/012073 (accessed: 12.09.2021)

13. Гримитлин А.М. Математическое моделирование в проектировании систем вентиляции и кондиционирования / А.М. Гримитлин, Т.А. Дацюк, Д.М. Денисихина. - СПб: АВОК Северо-Запад, 2013. - 192 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Vnutrennie sanitarno-tekhnicheskie ustrojstva [Internal sanitary facilities]. In 3 parts. Part 1. Otoplenie [Heating] / V.N. Bogoslovskij, B.A. Krupnov, A.N. Skanavi and others; Under edited by I.G. Staroverov and Yu.I. Schiller. - 4th ed., Rev. and add. - M .: Stroyizdat, 1990. - 344 p. [in Russian]

2. Mahov L.M. Otoplenie [Heating] / L.M. Mahov. - M.: Publishing house of the Association of building universities, 2014. – 400 p. [in Russian]

3. Otopitel'nye pribory i poverkhnosti [Heating devices and surfaces]. - M.: Publishing Center "Aqua-Term", 2012. - 84 p. [in Russian]

4. Krupnov B.A. Otopitel'nye pribory, proizvodimye v Rossii i blizhnem zarubezh'e [Heating devices manufactured in Russia and neighboring countries] / B.A. Krupnov, D.B. Krupnov. - Moskva: ASV Publishing House, 2015. - 176 p. [in Russian]

5. Rekomendacii po primeneniyu alyuminievogo sekcionnogo radiatora povyshennoj prochnosti «RIFAR Alum 500» [Recommendations for the use of the high-strength aluminum sectional radiator «RIFAR Alum 500»]. – M.: OOO «Vitaterm», 2009. – 35 p. [in Russian]

6. RIFAR. Radiatory otopleniya. Tekhnicheskij catalog [Heating radiators. Technical catalog]. 2020. - [Electronic resource]. URL: https://rifar.ru/upload/iblock/2ee/katalog_rifar-050320.pdf (accessed: 12.09.2021) [in Russian]

7. GOST R 53583-2009. Pribory otopitel'nye. Metody ispytanij [Heating devices. Test methods]. - M.: Standartinform, 2010. – 16 p. [in Russian]

8. Arpino F. Influence of installation conditions on heating bodies thermal output: preliminary experimental results / F. Arpino, G. Cortellessa, M. Dell'Isola et al. // Energy Procedia, Volume 101, 2016, pp. 74-80.

9. Marchesi R. Experimental analysis of radiators' thermal output for heat accounting / R. Marchesi, F. Rinaldi, C. Tarini et al. // Thermal Science, 2019, Volume 23, Issue 2 Part B, pp. 989-1002.

10. Bašta J. Počítačová simulace deskových otopných těles [Computer simulation of plate radiators] / J. Bašta, R. Vavřička. [Electronic resource]. URL: https://www.tzb-info.cz/2254-pocitacova-simulace-deskovych-otopnych-teles (accessed: 12.09.2021) [in Polish]

11. Alyamovskij A.A. Inzhenernye raschety v SolidWorks Simulation [Engineering calculations in SolidWorks Simulation] / A.A. Alyamovskij. M.: DMK Press, 2010. - 464 p. [in Russian]

12. Pukhkal, V. Virtual thermal tests of heating devices / V. Pukhkal, // Journal of Physics: Conference Series. 2020. 1614 012073. [Electronic resource]. URL: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1614/1/012073 (accessed: 12.09.2021)

13. Grimitlin A.M. Matematicheskoe modelirovanie v proektirovanii sistem ventilyacii i kondicionirovaniya [Mathematical modeling in the design of ventilation and air conditioning systems] / A.M. Grimitlin, T.A. Dacyuk, D.M. Denisikhina. - SPb.: AVOK North-West, 2013. - 192 p. [in Russian]

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.012

О ВЛИЯНИИ КОНТАМИНАЦИИ ВОДЫ НА СТОЙКОСТЬ КОМПОНЕНТОВ ГАЗИРОВАННЫХ НАПИТКОВ

Научная статья

Тимощук И.В.[1, *], Горелкина А.К.[2], Юстратов В.П.[3], Альтшулер О.Г.[4], Остапова Е.В.[5]
[1-5] Кемеровский государственный университет, Кемерово, Россия

* Корреспондирующий автор (ecolog1528[at]yandex.ru)

Аннотация

Технология производства безалкогольных газированных напитков включает в себя использование воды системы хозяйственно - питьевого водоснабжения, которая может содержать различные контаминанты, способные вступать во взаимодействие с рецептурными компонентами в процессе производства напитков. Цель работы - изучить влияние гидроксибензола, хлорфенола на сохранность компонентов в напитках.

Водные растворы дисахорида сахарозы, регулятора кислотности лимонной кислоты, консерванта бензоата натрия, ароматизатора ванилина, пищевых красителей, приготовленные на воде без контаминантов и, при наличии гидроксибензола, хлорфенола. Содержание сахарозы в образцах определяли рефрактометрическим методом анализа, концентрацию лимонной кислоты, бензоата натрия, гидроксибензола, хлорфенола, интенсивности окраски водных растворов красителей - методом молекулярно - абсорбционной спектроскопии.

Исследована сохранность рецептурных компонентов безалкогольных напитков при контаминации воды гидроксибензолом и хлорфенолом, используемой в качестве сырья. Установлено снижение концентрации рецептурных компонентов: сахарозы на 34% и 66%, бензоата натрия на 45% и 57%, лимонной кислоты на 56% и 47% для гидроксибензола и хлорфенола, соответственно. Взаимодействие поллютантов также экспериментально подтверждено снижением их содержания: в присутствии сахарозы на 66% и 44%, натриевой соли бензойной кислоты на 61% и 42%, ванилина на 80% и 72%, лимонной кислоты на 57% и 50% для гидроксибензола и хлорфенола, соответственно. Механизм взаимодействия контаминантов и компонентов напитков теоретически обоснован.

Установлено, что контаминация воды (гидроксибензолом, хлорфенолом), оказывает прямое влияние на сохранность рецептурных компонентов безалкогольных напитков, что подтверждено уравнениями химических реакций. Уменьшение стойкости компонентов, используемых в производстве безалкогольных напитков без предварительной доочистки воды от контаминантов, приведет к снижению качества и безопасности пищевых продуктов.

Ключевые слова: вода, гидроксибензол, хлорфенол, безалкогольные напитки.

ON THE EFFECT OF WATER CONTAMINATION ON THE STABILITY OF CARBONATED BEVERAGE COMPONENTS

Research article

Timoshchuk I.V.[1, *], Gorelkina A.K.[2], Yustratov V.P.[3], Altshuler O.G.[4], Ostapova E.V.[5]
[1-5] Kemerovo State University, Kemerovo, Russia

* Corresponding author (ecolog1528[at]yandex.ru)

Abstract

The technology of production of non-alcoholic carbonated beverages includes the use of water from the domestic drinking water supply system, which may contain various contaminants that can interact with the components in the beverage production process. The aim of the article is to study the effect of hydroxybenzene, chlorophenol on the safety of components in beverages.

In single solutions of sucrose disaccharide, citric acid acidity regulator, sodium benzoate preservative, vanillin flavor, food dyes prepared in water without contaminants and, in the presence of hydroxybenzene, chlorophenol. The sucrose content in the samples was determined by the refractometric analysis method, the concentration of citric acid, sodium benzoate, hydroxybenzene, chlorophenol, while the intensity of coloring of aqueous solutions of dyes was determined by molecular absorption spectroscopy.

The authors investigated the safety of the components of soft drinks during contamination of water with hydroxybenzene and chlorophenol used as raw materials. As a result, the research found a decrease in the concentration of the beverage components: in sucrose by 34% and 66%, by 45% and 57% in sodium benzoate, by 56% and 47% in citric acid for hydroxybenzene and chlorophenol, respectively. The interaction of pollutants was also experimentally confirmed by a decrease in their content: in the presence of sucrose by 66% and 44%, by 61% and 42% with sodium salt of benzoic acid, by 80% and 72% with vanillin, by 57% and 50% citric acid for hydroxybenzene and chlorophenol, respectively. The mechanism of interaction of contaminants and components of beverages is theoretically justified.

The study establishes that water contamination (with hydroxybenzene and chlorophenol) has a direct effect on the safety of the components of soft drinks, which is confirmed by the equations of chemical reactions. Reducing the persistence of components used in the production of soft drinks without pre-purification of water from contaminants will lead to a decrease in the quality and safety of food products.

Keywords: water, hydroxybenzene, chlorophenol, soft drinks.

Введение

Сохранение жизни и здоровья человека – одна из основных целей комплекса мер по устойчивому развитию России. Фактор правильного питания имеет важное значение в коррекции здоровья [1], [2], [3], [4]. На сегодняшний день количество потребителей, понимающих прямую зависимость своего здоровья от качества пищевых продуктов, многократно увеличивается [4], [11].

Одним из перспективных направлений развития пищевой индустрии является производство полноценных по составу и безопасных для здоровья продуктов, в том числе, безалкогольных газированных напитков. С 50-ых годов XX столетия большую роль в росте выпуска и потребления безалкогольных напитков сыграла технология. Появление пластиковых бутылок, высокоскоростных линий розлива и упаковки, а также инновации в области систем распределения и сбыта существенным образом сказались в повышении доступности, на снижение себестоимости и, в результате, на росте потребления газированных напитков [12], [13].

Основным и значимым компонентом типичного безалкогольного напитка является вода. Любые посторонние привкусы и примеси минерального и органического происхождения, присутствующие в исходной воде в концентрациях, превышающих нормы, неизбежно будут передаваться безалкогольному напитку, и поэтому вода, используемая на предприятиях по производству безалкогольных напитков, должна соответствовать действующему с 1 марта 2021 года СанПиН 2.1.3685-21.

В Кемеровской области - Кузбассе преобладающим источником водоснабжения является река Томь, интенсивно загрязняющаяся органическими веществами как природного, так и техногенного происхождения (фенол, гумусовые и т.д.), в отношении которых барьерная роль существующих водоподготовительных сооружений чрезвычайно мала. Кроме того, фенол является реакционно - способным веществом, которое может трансформироваться в хлорфенол при производстве питьевой воды с применением технологий, где в качестве обеззараживающего агента используют соединения хлора [14].

Контаминанты, обладая токсическим действием, оказывают отрицательное влияние на печень, угнетают деятельность щитовидной железы, приводят к химическому канцерогенезу [15], [16].

Влияние хлорирования воды в процессе водоподготовки, содержащей контаминанты минеральной и органической природы, на ее качество ранее исследовалось [17], [18], [19], однако как может повлиять контаминация на стойкость основных компонентов напитков не изучалось.

Целью настоящей работы является исследование возможного влияния контаминации воды гидроксибензолом и хлорфенолом на основные компоненты безалкогольных газированных напитков в процессе производства.

Объекты и методы исследований

Объекты исследований на разных ступенях: модельные водные растворы, содержащие гидроксибензол и хлорфенол, с добавлением сахарозы, лимонной кислоты, бензоата натрия, ванилина. Концентрация сахарозы составила 110 мг/кг (согласно ГОСТ 33222-2015). Концентрация бензоата натрия была взята 0,177 мг/дм^3 (согласно СанПиН 2.3.2.1293-03), концентрация лимонной кислоты - 5 мг/л (согласно ТР ТС 029/2012). Для определения достоверности оценки влияния контаминации основного сырья - воды на сохранность рецептурных компонентов напитков, концентрация контаминантов превышала предельно допустимую в 10 раз. Содержание сахарозы в образцах определяли рефрактометрическим методом анализа, концентрацию лимонной кислоты, бензоата натрия, гидроксибензола, хлорфенола, интенсивности окраски водных растворов красителей - методом спектрофотометрии. Исследование проводили до достижения постоянной концентрации компонентов в образцах.

Результаты и их обсуждение

На начальной ступени исследования установлена стойкость сахарозы [20] в водных растворах в присутствии гидроксибензола и хлорфенола (таблица 1).

Таблица 1 – Массовая доля сахарозы в образцах в присутствии контаминантов

Часы	Массовая доля $C_{12}H_{22}O_{11}$ в присутствии контаминантов, %		
	без контаминантов	гидроксибензол	хлорфенол
0	100	96	71
72	100	84	62
144	100	79	54
192	100	70	39
336	100	66	34
480	100	66	34

За 14 суток происходит снижение концентрации дисахорида сахарозы, что обусловлено ее химическим взаимодействием с присутствующими в воде гидроксибензолом и хлорфенолом (рисунок 1) и экспериментально подтверждено снижением их концентрации в присутствии дисахорида (рис.2): массовая доля хлорфенола снизилась на 66 %, а гидроксибензола - на 44%.

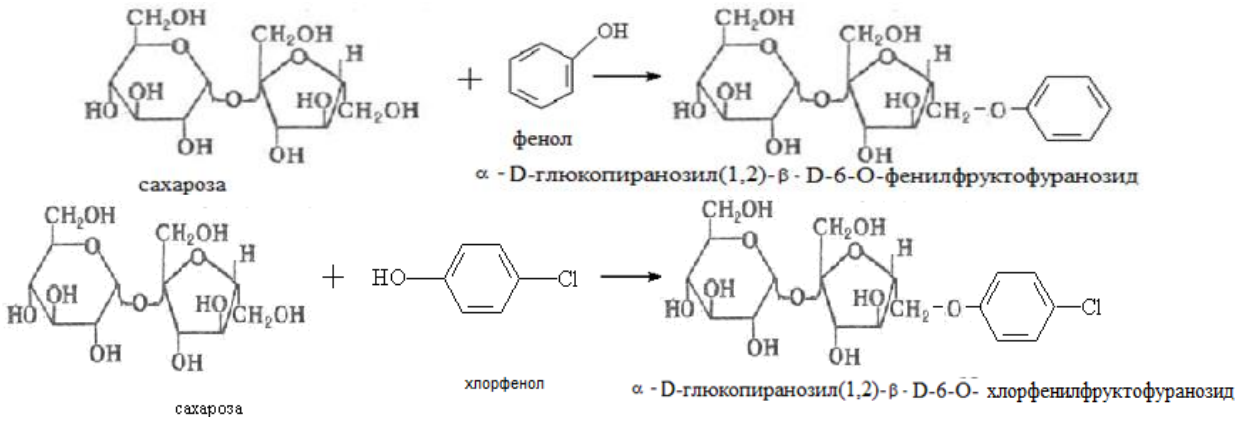


Рис. 1 – Взаимодействие поллютантов с дисахаридом сахарозой

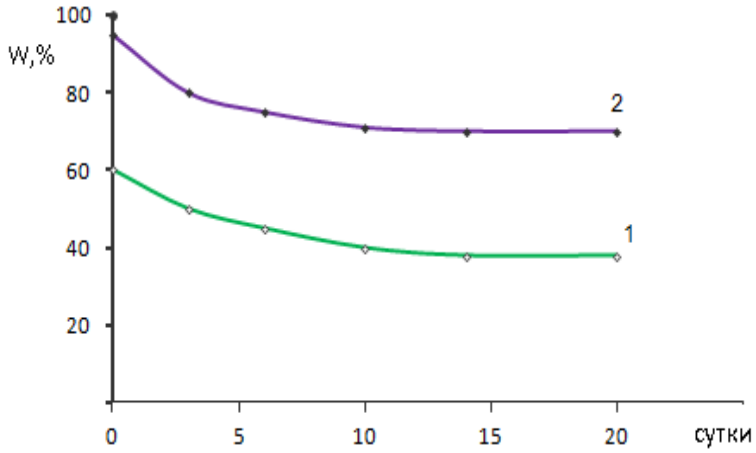


Рис. 2 – Содержание хлорфенола (*1*) и гидроксибензола (*2*) в воде в присутствии дисахарида сахарозы

На второй ступени исследования установлена стойкость бензоата натрия в водных растворах в присутствии гидроксибензола и хлорфенола (таблица 2).

Таблица 2 – Массовая доля бензоата натрия в образцах в присутствии контаминантов

Часы	Массовая доля C_6H_5COONa в присутствии контаминантов, %		
	без контаминантов	гидроксибензол	хлорфенол
1	100	100	100
72	100	88	86
144	100	81	80
192	100	76	79
336	100	59	57
480	100	55	43

Установлено снижение содержания бензоата натрия в образцах, что обусловлено его химическим взаимодействием с присутствующими в воде гидроксибензолом и хлорфенолом (рисунок 3) и также экспериментально подтверждено снижением их концентрации в присутствии консерванта (рисунок 4): концентрация хлорфенола снизилась на 61 %, а гидроксибензола - на 42 %.

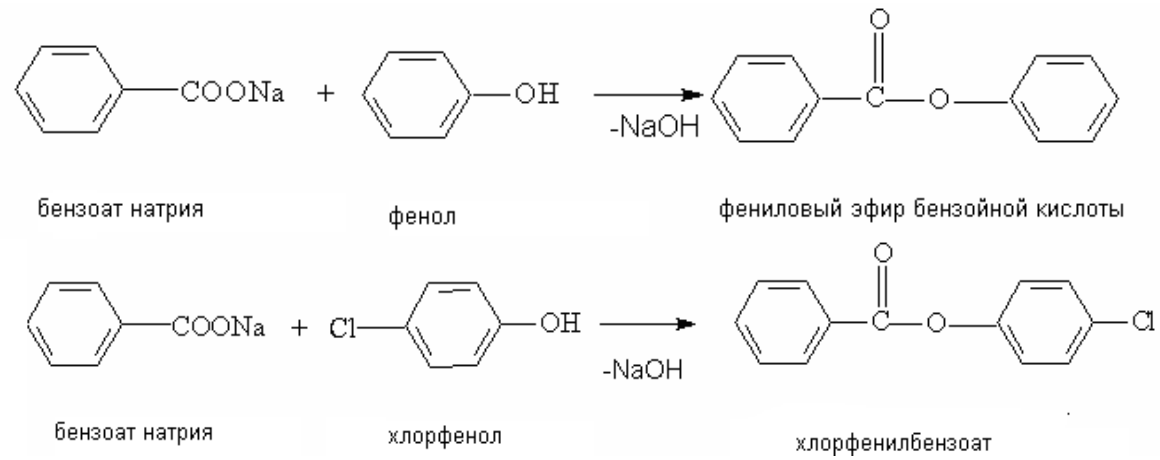


Рис. 3 – Взаимодействие поллютантов с консервантом бензоатом натрия

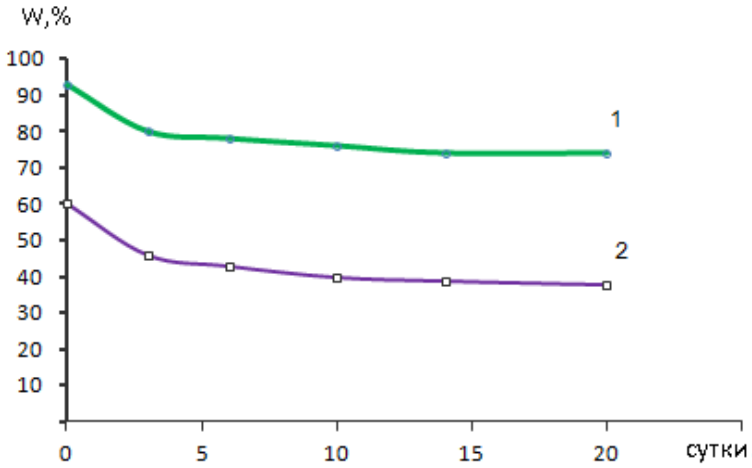


Рис. 4 – Содержание поллютантов хлорфенола (*1*) и гидроксибензола (*2*) в воде в присутствии консерванта

На третьей ступени исследования установлена стойкость запаха, наиболее часто используемого в производстве напитков ароматизатора - ванилина в водных растворах в присутствии гидроксибензола и хлорфенола и изменение их содержания в растворах в присутствии ванилина. Ванилин используется для придания напиткам ванильного аромата, приятного гармоничного вкуса и маскировки посторонних привкусов и запахов [21].

После добавления ванилина в водный раствор, содержащий гидроксибензол, зафиксирован плохо выраженный запах, который не изменялся в течение всего исследования; в водном растворе, содержащем хлорфенол, с добавлением ванилина зафиксирован нехарактерный аромат (аптечный), несвойственный аромату ванилина вследствие химического взаимодействия ванилина с контаминантами воды (рисунок 5).

Химическое взаимодействие контаминантов экспериментально подтверждено снижением их концентрации в присутствии ароматизатора (таблица 3): концентрация хлорфенола снизилась на 72 %, а гидроксибензола - на 79 %.

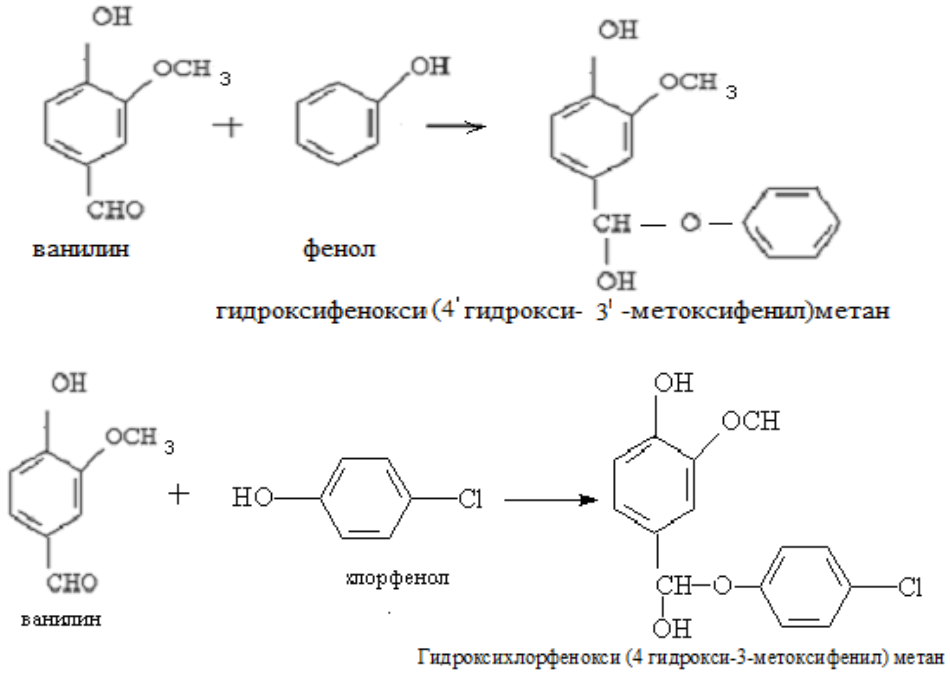


Рис. 5 – Взаимодействие поллютантов гидроксибензола и хлорфенола с ароматизатором ванилином

Таблица 3 – Массовая доля контаминантов в присутствии ванилина

Часы	Массовая доля контаминантов в присутствии $C_8H_8O_3$ %		
	без контаминантов	гидроксибензол	хлорфенол
1	100	100	100
72	100	44	47
144	100	35	39
192	100	28	33
336	100	20	28
480	100	20	28

На четвертой ступени исследования установлена стойкость в водных растворах лимонной кислоты, широко используемой в газированных безалкогольных напитках в качестве регулятора кислотности, в присутствии гидроксибензола и хлорфенола (таблица 4). За 14 суток происходит снижение содержания лимонной кислоты в образцах, что обусловлено ее химическим взаимодействием с присутствующими в воде гидроксибензолом и хлорфенолом (рисунок 6).

Таблица 4 – Массовая доля лимонной кислоты в образцах в присутствии контаминантов

Часы	Массовая доля $C_6H_8O_7$ в присутствии контаминантов, %		
	без контаминантов	гидроксибензол	хлорфенол
0	100	100	100
72	100	96	89
144	100	92	75
192	100	54	59
336	100	44	53
480	100	44	53

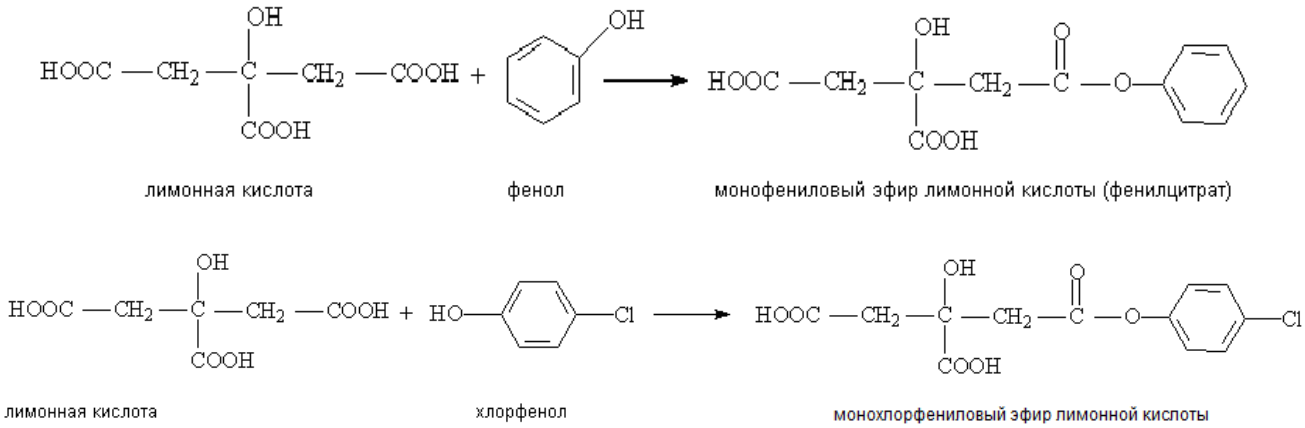


Рис. 6 – Взаимодействие контаминантов и регулятора кислотности

Химическое взаимодействие контаминантов также экспериментально подтверждено снижением их концентрации в присутствии регулятора кислотности (рисунок 7): концентрация хлорфенола снизилась на 43 %, а гидроксибензола - на 50%.

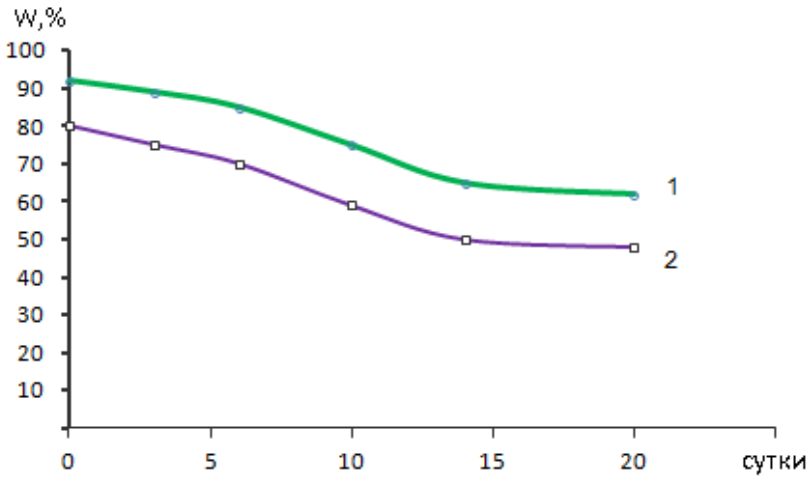


Рис. 7 – Содержание поллютантов хлорфенола (*1*) и гидроксибензола (*2*) в воде в присутствии регулятора кислотности

На пятой ступени исследования установлена стойкость окраски водных растворов красителей (тартразин, зеленое яблоко, индигокармин), входящих в большинство рецептур газированных безалкогольных напитков, в присутствии гидроксибензола и хлорфенола (рисунки 8-10). За исследуемый период в результате взаимодействия красителей с гидроксибензолом и хлорфенолом интенсивность окраски водных растворов снизилась на 12-17 % (рисунки 8-10).

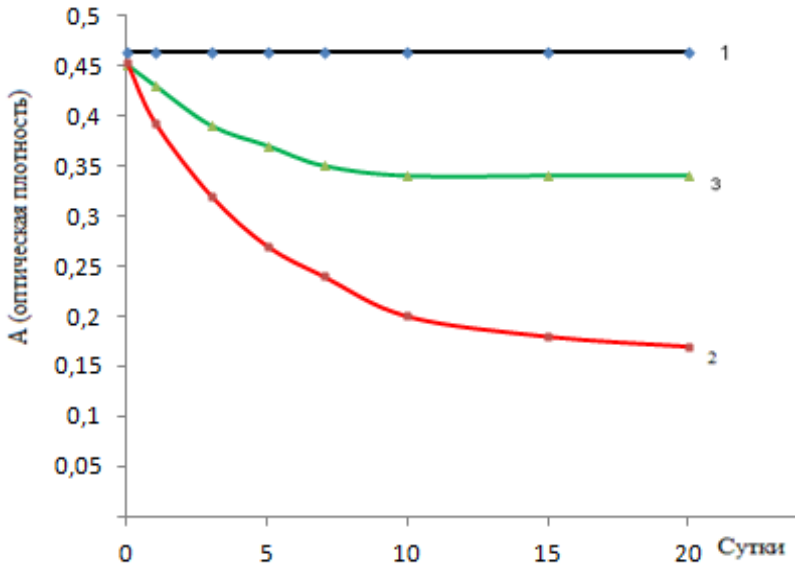


Рис. 8 – Интенсивность окраски крсителей тартразина в воде без поллютантов (*1*) и воде, содержащей гидроксибензол (*2*), хлорфенол (*3*)

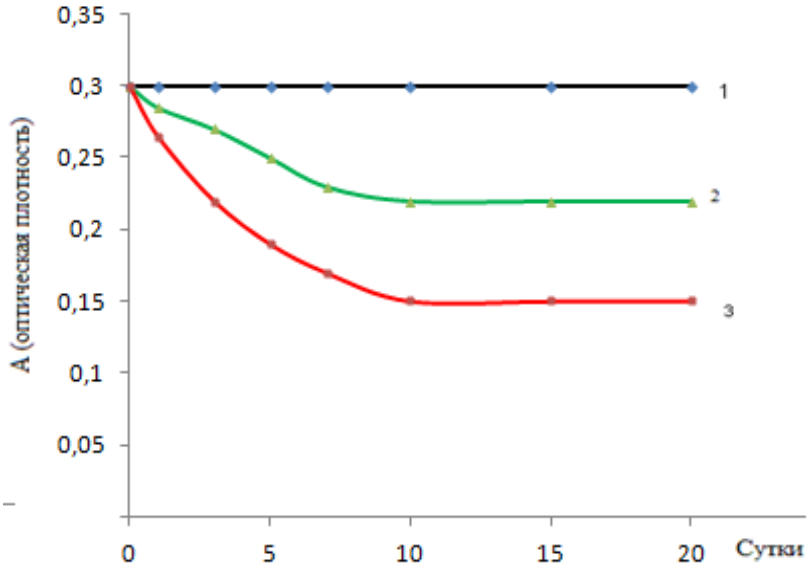


Рис. 9 – Интенсивность окраски крсителей индигокармина в воде без поллютантов (*1*) и воде, содержащей гидроксибензол (*2*), хлорфенол (*3*)

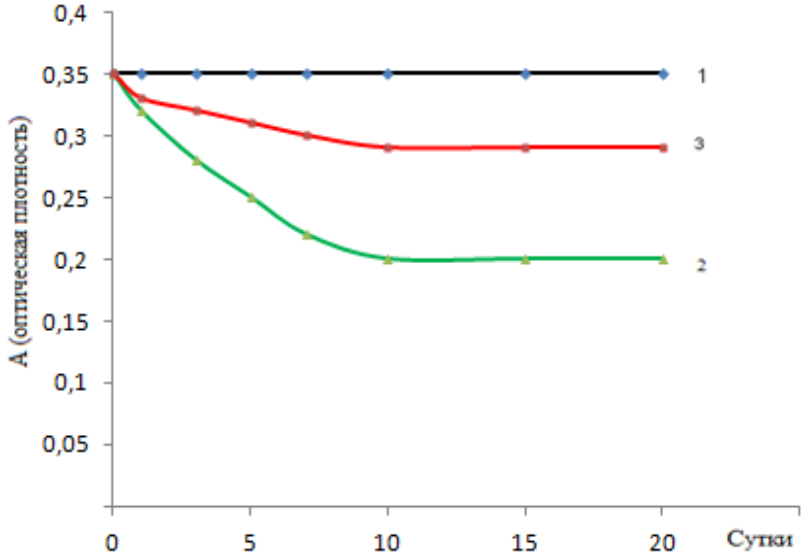


Рис. 10 – Интенсивность окраски крсителей зеленого яблока в воде без поллютантов (*1*) и воде, содержащей гидроксибензол (*2*), хлорфенол (*3*)

Выводы

Выполненное исследование позволило прийти к выводу, что присутствующие в воде поллютанты гидроксибензол и хлорфенол приводят к снижению содержания сырья, применяемого в производстве безалкогольных напитков (сахарозы, лимонной кислоты, бензоата натрия, ванилина, красителей), требуя внесения дополнительного их количества, и как следствие, увеличивая затраты на их производство. Таким образом, воду, применяемую на предприятиях пищевой индустрии, необходимо дополнительно подвергать доочистке.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Тутельян, В.А. Безопасность пищевых продуктов – приоритет инновационного развития АПК и формирования у населения здорового типа питания / В.А. Тутельян, А.К. Батурин // Продовольственная независимость России. Т. 1 /Под ред. академика РАН А.В. Гордеева. - М.: ООО «Технология ЦД», 2016. - С. 113-144.

2. Chadare, F.J. Conventional and food-to-food fortification: An appraisal of past practices and lessons learned / F.J. Chadare, R. Idohou, E. Nago // Food Sci Nutr. - 2019. - №7: - P. 2781–2795. DOI: 10.1002/fsn3.1133.

3. Prosekov A.Yu, Ivanova SA. Providing food security in the existing tendencies of population growth and political and economic instability in the world / A.Yu. Prosekov, S.A. Ivanova // Foods and Raw Materials. 2016; 4(2):201–211.

4. Dwyer, J. T. Fortification and health: Challenges and opportunities / J.T. Dwyer, K.L. Wiemer, O. Dary [et al.] // Advances in Nutrition. - 2015. - №6. - P. 124–131. DOI: 10.3945/ an.114.007443.

5. Праскова, Ю.А. Биологически активные вещества vitis amurensis rupr. для профилактики преждевременного старения / Ю.А.Праскова, Т.Ф.Киселева, И.Ю.Резниченко [и др.] // Техника и технология пищевых производств. - 2021. - Т. 51, № 1. - С. 159-169. DOI: 10.21603/2074-9414-2021-1-159-169.

6. Arshad R. Nanotechnology: A novel tool to enhance the bioavailability of micronutrients / R. Arshad, L. Gulshad, I.-U. Haq [et al.] // Food Sci Nutr. - 2021. -№ 00. - P. 1–8. DOI: 10.1002/fsn3.2311.

7. Lee, H.J. Physicochemical properties and bioavailability of naturally formulated fat-soluble vitamins extracted from agricultural products for complementary use for natural vitamin supplements / H.J. Lee, C. Shin, Y.S. Chun [et al.] // Food Sci Nutr. - 2020. -№ 8. - P.5660– 5672. DOI: https://doi.org/10.1002/fsn3.1804.

8. Verma, A. Food fortification: A complementary strategy for improving micronutrient malnutrition (MNM) status / A. Verma, // Food Science Research Journal. - 2015. - № 6. - P. 381–389. DOI: 10.15740/HAS/ FSRJ/6.2/381-389.

9. Zaccari, F. In vitro bioaccessibility of β-carotene, Ca, Mg and Zn in landrace carrots (Daucus carota, L.) / F.Zaccari, M.C. Cabrera, A.Ramos [et al.] // Food Chemistry. - 2015. - № 166. - P. 365–371. DOI: 10.1016/j. foodchem.2014.06.051.

10. Zimina, M.I. Determination of the intensity of bacteriocin production by strains of lactic acid bacteria and their effectiveness / M.I. Zimina, A.F. Gazieva, J.Pozo-Dengra [et al.] // Foods and Raw Materials. - 2017. - vol. 5, № 1. - P. 108-117. DOI: 10.21179/2308-4057-2017-1-108-117

11. Просеков, А.Ю. Голод в ретроспективе: прошлый опыт и будущие вызовы / А.Ю. Просеков // Техника и технология пищевых производств. - 2017. - Т. 47, № 4. С. 5-20. DOI: 10.21603/2074-9414-2017-4-5-20.

12. Клещевский, Ю.Н. Рынок безалкогольных напитков: состояние и перспективы развития / Ю.Н. Клещевский, Л.В. Карташова, М.А. Николаева [и др.] // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Политические, социологические и экономические науки. - 2018. - №4(10). - С.86-93. [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rynok-bezalkogolnyh-napitkov-sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya (дата обращения: 29.05.2021).

13. Рубан, Н. Ю. Особенности предпочтений людей пожилого и старческого возраста при формировании рациона / Н. Ю. Рубан, И. Ю. Резниченко // Техника и технология пищевых производств. – 2020. – Т. 50, № 1. – С. 176–184.

14. Krasnova, T.A. Effect of Priority Drinking Water Contaminants on the Quality Indicators of Beverages during their Production and Storage / T.A. Krasnova, I.V. Timoshchuk, A.K. Gorelkina [et al.] // Foods and Raw materials. - 2018. - №6(1). -C.230-242. DOI: 10.21603/2308-4057-2018-1-230-241.

15. Zhang, X. Potential toxicity and implication of halogenated byproducts generated in MBR online-cleaning with hypochlorite / X.Zhang, Y. Liu // Journal of Chemical Technology & Biotechnology. -2019. - Vol.95, № 1. - P.20-26. DOI: 10.1002/jctb.6199.

16. Ахмадиев, Р. Я. Гигиенические проблемы, связанные с присутствием в питьевой воде галогенсодержащих соединений / Р. Я. Ахмадиев, М. М. Гимедеев // Казанский медицинский журнал. – 1992. – Т. 73, № 2. – С. 148–158.

17. Славинская, Г.В. Влияние хлорирования на качество питьевой воды / Г.В. Славинская // Химия и технология воды. - 1991. -Т.12. - №11. - С.1013-1022.

18. Timoshchuk, I.V. Technology of afterpurification of drinking water from organic contaminants in production of foodstuff / I.V.Timoshchuk // Foods and Raw Materials. - 2016. - № 4 (1). - P. 61-69. DOI: 10.21179/2308-4057-2016-1-61-69.

19. Петросян, В. С. Обеспечение химической безопасности водопользования / В. С. Петросян, Е. А. Шувалова // Экология и промышленность России. – 2016. – Т. 20, № 4. – С. 40–45. DOI: 10.18412/1816-0395-2016-4-40-45.

20. Functionality of sugars in foods and health / R. A. Clemens, J. M. Jones, M. Kern [et al.] // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – 2016. – Vol. 15, № 3. – P. 433–470.

21. Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок в индустрии напитков / Л.А. Сарафанова.– Спб.: Профессия, 2007. – 240 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Tutelʹyan V.A. Bezopasnostʹ pishchevykh produktov – prioritet innovatsionnogo razvitiya APK i formirovaniya u naseleniya zdorovogo tipa pitaniya [Food safety as a priority of the innovative development of the agro-industrial complex and a healthy diet among the population] / V.A. Tutelʹyan, A.K. Baturin // Gordeev AV, editor. Prodovolʹstvennaya nezavisimostʹ Rossii. [Food independence of Russia. Vol. 1]. Moscow: Tekhnologiya TSD; 2016. pp. 113–144. [in Russian]

2. Chadare, F.J. Conventional and food-to-food fortification: An appraisal of past practices and lessons learned / F.J. Chadare, R. Idohou, E. Nago // Food Sci Nutr. - 2019. - №7: - P. 2781–2795. DOI: 10.1002/fsn3.1133.

3. Prosekov A.Yu, Ivanova SA. Providing food security in the existing tendencies of population growth and political and economic instability in the world / A.Yu. Prosekov, S.A. Ivanova // Foods and Raw Materials. 2016; 4(2):201–211.

4. Dwyer, J. T. Fortification and health: Challenges and opportunities / J.T. Dwyer, K.L. Wiemer, O. Dary [et al.] // Advances in Nutrition. - 2015. - №6. - P. 124–131. DOI: 10.3945/an.114.007443.

5. Praskova, Yu.A. Biologically active substances of vitis amurensis rupr. for the prevention of premature aging [Biologicheski aktivnye veshhestva vitis amurensis rupr. dlja profilaktiki prezhdevremennogo starenija] / Yu.A. Praskova, T.F. Kiseleva, I.Yu. Reznichenko [et al.] // Technique and technology of food production [Tehnika i tehnologija pishhevyh proizvodstv]. - 2021. - Vol. 51, No. 1. - pp. 159-169. DOI: 10.21603/2074-9414-2021-1-159-169. [in Russian]

6. Arshad R. Nanotechnology: A novel tool to enhance the bioavailability of micronutrients / R. Arshad, L. Gulshad, I.-U. Haq [et al.] // Food Sci Nutr. - 2021. -№ 00. - P. 1–8. DOI: 10.1002/fsn3.2311.

7. Lee, H.J. Physicochemical properties and bioavailability of naturally formulated fat-soluble vitamins extracted from agricultural products for complementary use for natural vitamin supplements / H.J. Lee, C. Shin, Y.S. Chun [et al.] // Food Sci Nutr. - 2020. -№ 8. - P.5660– 5672. DOI: 10.1002/fsn3.1804.

8. Verma, A. Food fortification: A complementary strategy for improving micronutrient malnutrition (MNM) status / A. Verma, // Food Science Research Journal. - 2015. - № 6. - P. 381–389. DOI: 10.15740/HAS/ FSRJ/6.2/381-389.

9. Zaccari, F. In vitro bioaccessibility of β-carotene, Ca, Mg and Zn in landrace carrots (Daucus carota, L.) / F.Zaccari, M.C. Cabrera, A.Ramos [et al.] // Food Chemistry. - 2015. - № 166. - P. 365–371. DOI: 10.1016/j. foodchem.2014.06.051.

10. Zimina, M.I. Determination of the intensity of bacteriocin production by strains of lactic acid bacteria and their effectiveness / M.I. Zimina, A.F. Gazieva, J.Pozo-Dengra [et al.] // Foods and Raw Materials. - 2017. - vol. 5, № 1. - P. 108-117. DOI: 10.21179/2308-4057-2017-1-108-117

11. Prosekov, A.Yu. Golod v retrospektive: proshlyj opyt i budushhie vyzovy [Hunger in retrospect: past experience and future challenges] / A.Yu. Prosekov // Tehnika i tehnologija pishhevyh proizvodstv [Technique and technology of food production]. - 2017. - Vol. 47, No. 4. pp. 5-20. DOI: 10.21603/2074-9414-2017-4-5-20. [in Russian]

12. Kleshchevsky, Yu.N. Rynok bezalkogol'nyh napitkov: sostojanie i perspektivy razvitija [Soft drinks market: state and prospects of development] / Yu.N. Kleshchevsky, L.V. Kartashova, M.A. Nikolaeva [et al.] // Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Politicheskie, sociologicheskie i jekonomicheskie nauki [Bulletin of Kemerovo State University. Series: Political, Sociological and Economic Sciences]. - 2018. - №4(10). - Pp.86-93. [Electronic resource]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rynok-bezalkogolnyh-napitkov-sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya (accessed: 05/29/2021). [in Russian]

13. Ruban, N. Yu. Osobennosti predpochtenij ljudej pozhilogo i starcheskogo vozrasta pri formirovanii raciona [Peculiarities of preferences of elderly and senile people in the formation of the diet] / N. Yu. Ruban, I. Yu. Reznichenko // Tehnika i tehnologija pishhevyh proizvodstv [Technique and technology of food production]. - 2020. - Vol. 50, No. 1. - pp. 176-184. [in Russian]

14. Krasnova, T.A. Effect of Priority Drinking Water Contaminants on the Quality Indicators of Beverages during their Production and Storage / T.A. Krasnova, I.V. Timoshchuk, A.K. Gorelkina [et al.] // Foods and Raw materials. - 2018. - №6(1). -C.230-242. DOI: 10.21603/2308-4057-2018-1-230-241.

15. Zhang, X. Potential toxicity and implication of halogenated byproducts generated in MBR online-cleaning with hypochlorite / X.Zhang, Y. Liu // Journal of Chemical Technology & Biotechnology. -2019. - Vol.95, № 1. - P.20-26. DOI: 10.1002/jctb.6199.

16. Akhmadiev R.Ya., Gimedeev M.M. Gigienicheskie problemy, svyazannye s prisutstviem v pit′evoy vode galogensoderzhashchikh soedineniy [Hygiene problems associated with halogenated compounds in drinking water] / R.Ya. Akhmadiev, M.M. Gimedeev // Kazan Medical Journal. 1992;73(2):148–158. [in Russian]

17. Slavinskaya, G.V. Vlijanie hlorirovanija na kachestvo pit'evoj vody [The effect of chlorination on the quality of drinking water] / G.V. Slavinskaja // Himija i tehnologija vody [Chemistry and technology of water]. 1991; 12(11): 1013-1022. [in Russian]

18. Timoshchuk, I.V. Technology of afterpurification of drinking water from organic contaminants in production of foodstuff / I.V.Timoshchuk // Foods and Raw Materials. - 2016. - № 4 (1). - P. 61-69. DOI: 10.21179/2308-4057-2016-1-61-69.

19. Petrosyan V.S. Obespechenie himicheskoj bezopasnosti vodopol'zovanija Rossii [Insurance of water use chemical safety] / V. S. Petrosjan, E. A. Shuvalova // Jekologija i promyshlennost'. [Ecology and Industry of Russia]. 2016;20(4):40–45. DOI: 10.18412/1816-0395-2016-4-40-45. [in Russian]

20. Functionality of sugars in foods and health / R. A. Clemens, J. M. Jones, M. Kern [et al.] // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. – 2016. – Vol. 15, № 3. – P. 433–470.

21. Sarafanova L.A. Primenenie pishchevykh dobavok v industrii napitkov [Food additives in beverage industry] / L.A. Sarafanova.St. Petersburg: Professiya; 2007. 240 p. [in Russian]

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.013

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОБЕЗВРЕЖИВАНИЮ НЕФТЕШЛАМОВ И ФОРМИРОВАНИЮ ПОЧВОПОДОБНОЙ СРЕДЫ

Научная статья

Митриковский А.Я.[1], Кузнецова А.В.[2], Романова А.А.[3, *], Шушарина И.В.[4], Гульбинас А.С.[5]
[1-5] Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

* Корреспондирующий автор (cavita[at]mail.ru)

Аннотация

Актуальность проведенных лабораторных исследований определяется проблемой утилизации нефтешламов образующихся при транспортировке и хранении нефти в резервуарах. Нефть и продукты её переработки относятся к основным к основным загрязнителям техногенного характера и самостоятельно деградируют очень медленно. Для деструкционного процесса разложения нефти и нефтесодержащих продуктов в настоящее время существуют различные методы.

В данной статье представлен метод биологического разложения нефти как сложной углеводородной системы так как он менее затратен и более экологичен по отношению к компонентам окружающей среды. Метод биологического разложения нефти предполагает, что при помощи нефтеразлагающих бактерий и других изучаемых элементов происходит снижение содержания нефтепродуктов в нефтешламе, что позволит в дальнейшем сформировать почвоподобную среду.

Целью данных исследований является определение влияния различных препаратов на динамику изменения содержания нефтепродуктов в нефтешламе.

При проведении исследований формировались экспериментальные варианты исходя из экономической и экологической целесообразности применяемых препаратов. В сформированных вариантах лабораторных исследований – через каждые две недели в течении трех месяцев, отбирались образцы и определялась концентрация нефтепродуктов в образованной субстанции флуориметрическим методом. После окончания исследований были выявлены наиболее эффективные варианты по динамике снижения нефтепродуктов в нефтешламе.

Ключевые слова: нефтешлам, обезвреживание, нефтеразлагающий препарат, исследование, вариант.

SOME RESULTS OF EXPERIMENTAL LABORATORY STUDIES ON THE NEUTRALIZATION OF OIL SLUDGE AND THE FORMATION OF A SOIL-LIKE ENVIRONMENT

Research article

Mitrikovsky A.Ya.[1], Kuznetsova A.V.[2], Romanova A.A.[3, *], Shusharina I.V.[4], Gulbinas A.S.[5]
[1-5] Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

* Corresponding author (cavita[at]mail.ru)

Abstract

The relevance of the conducted laboratory studies lies in the problem of utilization of oil sludge formed during transportation and storage of oil in tanks. Oil and its refined products are among the main man-made pollutants and degrade very slowly. Currently, there are various methods for the destructive process of decomposition of oil and oil-containing products.

The article presents a method of biological decomposition of oil as a complex hydrocarbon system, as it is less costly and more environmentally friendly in relation to environmental components. The method of biological decomposition of oil assumes that with the help of oil-decomposing bacteria and other studied elements, the content of petroleum products in oil sludge decreases, which will further form a soil-like environment.

The purpose of these studies is to determine the effect of various drugs on the dynamics of changes in the content of petroleum products in oil sludge.

During the research, experimental variants were formed based on the economic and environmental feasibility of the substances used. In the formed versions of laboratory studies, samples were taken and the concentration of petroleum products in the formed substance was determined by the fluorometric method every two weeks in the course of three months. After the end of the research, the most effective options for the dynamics of the reduction of petroleum products in oil sludge were identified.

Keywords: oil sludge, neutralization, oil-decomposing drug, research, variant.

Введение

Одной из важных проблем в современных условиях при добыче, транспортировке и переработке углеводородного сырья является утилизация нефтешламов. Многие ученые в своих исследованиях установили, что нефть и продукты её переработки является основным техногенным загрязнителем окружающей среды [1], [2]. Почва, загрязненная нефтью и нефтепродуктами, в силу своих морфологических особенностей, обладает слабым потенциалом для самоочищения и восстановления [3], [4].

Районы Западной Сибири, где ведется интенсивная добыча углеводородного сырья, относятся к территориям с высокой экологической нагрузкой [5].

По результатам научных исследований [7], методы обезвреживания и рекультивации загрязненных нефтью почв и нефтешламов условно можно разделить следующим образом:

а) механические методы;

б) физико–химические методы;

в) химические методы.

Указанные методы имеют, как положительные, так и отрицательные стороны. Реальную альтернативу вышеуказанным способам рекультивации загрязненных почв и обеззараживания нефтешламов в настоящее время могут составить биологические методы. Главным и определяющим фактором этого направления является, это создание оптимальных условий для функционирования нефтеразлагающих бактерий путем применения сорбентов различной природы, внесение определенных доз азотно-фосфорных удобрений, биодеструкторов нефти, а также поддержание оптимальной температуры окружающей среды и влажности сформированной смеси. Важную роль в восстановлении нефтезагрязненных почв ряд исследований отводят минеральным удобрениям [8], которые способствуют регулированию водородного показателя pH.

Ряд исследователей в своих научных работах отмечают, что нейтральная реакция среды (pH 6,8–7,0) являются благоприятной для работы и развития нефтеразлагающих бактерий.

При нефтяном загрязнении в почву вносится большое количество углерода, при этом резко изменяется соотношение углерода и азота (C:N) [9].

Для оптимального развития и работы нефтеразлагающих бактерий, как утверждает автор [9], требуется 10 частей (C) на одну часть азота (N), если это соотношение не соблюдается, то рост углеводоразлагающих бактерий и разложение нефтепродуктов снижается вплоть до полного приостановления процесса.

В реальных условиях основным методом утилизации нефтешламов является их сжигание, при этом выбрасывается большое количество загрязняющих веществ и возрастает экологическая нагрузка на экологические системы.

На основании вышеуказанного можно сделать вывод, что в реальных условиях нужно разработать новые более экологичные с низкой энергоемкостью процесса методы по утилизации и обезвреживанию нефтешламов.

Краткая характеристика нефтешламов и других изучаемых компонентов, применяемых в лабораторных исследованиях

Нефтяные шламы (нефтешламы) – это сложные физико-химические смеси, состоящие из нефтепродуктов и механических примесей (глины, песка, воды, окиси металлов). Соотношение входящих в нефтешлам соединений могут быть разными.

В зависимости от способа образования и физико–химического состава нефтешламы классифицируются следующим образом:

а) природные (образующиеся при аварийных разливах на дне водоемов);

б) образующиеся при разработке скважин;

в) нефтешламы образующиеся при транспортировке нефти по трубопроводам;

г) резервуарные шламы, образующиеся при хранении нефти в резервуарах;

д) грунтовые нефтешламы, образующиеся при разливах нефти на почву.

Таблица 1 – Краткая характеристика нефтешлама

№	Показатель	Количество
1.	pH	7,83
2.	Содержание органической части, %	84,79
3.	Содержание минеральной части, %	15,21
4.	Содержание нефтепродуктов в нефтешламе, мг/кг	240000

Препарат «Бак–Верад» – это биодеструктор нефтяного загрязнения биологической природы, предназначен для биологической очистки загрязненного грунта, песка, нефтешламов, загрязненных водных объектов и других неагрессивных сред. Данный препарат является биодеструктором нефтяных углеводородов сложного состава и представляет собой ассоциацию бактерий. В состав препарата входят естественные, нетоксичные, непатогенные улучшенные микроорганизмы, отселектированные по критерию эффективности разложения сложных углеводородосодержащих соединений. Следует отметить, что активность препарата «Бак–Верад» по обезвреживанию нефтешламов эффективна при высоких и низких степенях загрязнения углеводородами (от 1% до 80%), в диапазоне значений PH– 5,5; – 8,5 и температуре окружающей среды +10˚ – +40˚.

Биологический препарат «Hydrobreak» (Гидробрейк) является диспергатором, растворителем, обезжиривателем, при его применении сроки очистки загрязненных нефтепродуктами сред сокращаются минимум в два раза.

Принцип действия данного препарата основан на том, что он разбивает длинные углеводородные молекулярные цепи на более короткие и более доступные для углеводородоразлагающих бактерий. Уникальный состав «Гидробрейка» стимулирует рост и активность бактерий, которые питаются молекулами нефтепродуктов превращая их в воду и углекислый газ. Препарат характеризуется тем, что имеет свойство полного биологического разложения и не загрязняет окружающую среду. Совместное применение «Гидробрейка» с нефтеокисляющими бактериями способствует сокращению процесса очистки различных сред от содержащихся в них нефтепродуктов на 1 – 1,5 месяца.

Глауконит – минеральный сорбент, очищает и сорбирует множество веществ. Распространен во всех геологических системах. Химическая формула –

$$(K, Na, Ca) \times (Fe^3 + Mg, Fe^2, Al)_2[(Al, Si)SiO_3O_{10}](OH)_2 \times H_2O$$

Практическое использование глауконита:

а) в сельском хозяйстве – кормовая добавка, применяется для выведения из организма животных токсинов и радионуклидов, применяется для производства калийных удобрений;

б) в экологии – рекультивация и восстановление нарушенных почв, очистка сточных вод, ликвидация техногенных загрязнений почв и водных объектов (нефтепродуктами, радионуклидами, тяжелыми металлами, токсикантами);

в) в энергетике – очистка и регенерация масел, водоподготовка воды для отопительных котлов;

г) нефтехимии – применяется как катализатор для обессоливания и обезвоживания нефти.

Методы и методика проведения лабораторных исследований

Исследования проводились в лаборатории кафедры техносферной безопасности Тюменского индустриального университета. Было изучено ряд вариантов с различным соотношением минерального сорбента «Глауконит», биодеструктора «Бак–Верад», препарата «Hydrobreak» (Гидробрейк), песка, торфа и минеральных удобрений.

а) определение массовой доли нефтепродуктов проводилось по ПНД Ф 16.1:2.21–98 с использованием анализатора жидкости «Флюорат–02»;

б) значение водородного показателя (РН) по ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.33-02;

в) содержание органического вещества по ГОСТ 27753.10-98.

В наших исследованиях были рассмотрены два варианта с различным содержанием сорбента «Глауконит»:

I вариант – нефтешлам – 25 г, песок – 25 г, торф – 50 г, биодеструктор «Бак-Верад», азотно–фосфорные удобрения в рекомендованных дозах, препарат «Гидробрейк», сорбент «Глауконит» в дозе 5% от массы нефтешлама;

II вариант – нефтешлам – 25 г, песок – 25 г, торф – 50 г, биодеструктор «Бак-Верад», азотно-фосфорные удобрения в рекомендованных дозах, препарат «Гидробрейк», сорбент «Глауконит» в дозе 10% от массы нефтешлама.

Биодеструктор «Бак–Верад» разводили водой в соотношении 1:50. Минеральные удобрения в количестве 0,7 г разбавлялись в 1000 мл воды для активации нефтеразлагающих бактерий. Биоактиватор «Гидробрейк» вносили в количестве 1 мл на 100 г полученной смеси. Влажность сформировавшихся образцов поддерживалась в пределах 60–65%, масса образцов ежедневно перемешивалась для лучшего воздухообмена. Содержание нефтепродуктов в нефтешламе определяли через каждые две недели в течении трех месяцев.

В результате проведенных лабораторных исследований были получены положительные результаты по динамике снижения нефтепродуктов в нефтешламе в обоих вариантах. Динамика изменения содержания нефтепродуктов в нефтешламе в варианте при содержании сорбента «Глауконит» в количестве 5% от массы нефтешлама и других изучаемых компонентов представлена на рисунке 1.

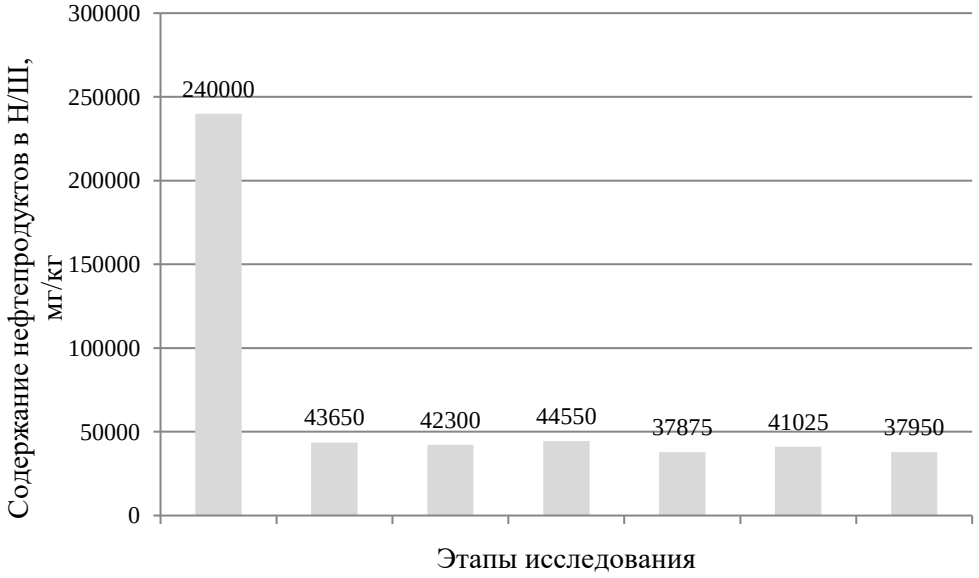


Рис. 1 –Вариант исследований 25 Н/Ш + 25П+ 50Т + 5% Глауконит + NP + Гидробрейк + Бак-Верад

Примечание: П – песок, Н/Ш – нефтешлам, Т – торф, NP – минеральные удобрения

Анализ данных рисунок 1 указывает на то, что при дозе сорбента 5% от массы нефтешлама и других изучаемых компонентов удалось снизить содержание нефтепродуктов в нефтешламе с 24000 мг/кг до 37950 мг/кг, то есть на 84.2% от первоначального содержания.

Аналогичная зависимость снижения нефтепродуктов при проведении лабораторных исследований отмечена в другом варианте, данные которого отображены на рисунке 2.

Рис. 2 – Вариант исследований 25 Н/Ш + 25П + 50Т + 10% Глауконит + NP + Гидробрейк + Бак-Верад
Примечание: П – песок, Н/Ш – нефтешлам, Т – торф, NP – минеральные удобрения

Анализ данных приведенных на рисунке 2 указывает на то, что на последнем этапе лабораторных исследований содержание нефтепродуктов в нефтешламе составило 14175 мг/кг, то есть снижение составило 94,1% от первоначального значения.

Выводы

В результате лабораторных исследований и анализе полученных данных нами установлено положительное влияние сорбента «Глауконит» в сочетании с биодеструктором «Бак–Верад» и другими изученными компонентами на динамику снижения нефтепродуктов в нефтешламе.

При дозе сорбента «Глауконит», 5% от массы нефтешлама в сочетании с другими компонентами снижение нефтепродуктов составило 84,2%, а при дозе 10% это снижение составило 94,1% от первоначального значения (240000 мг/кг).

Полученные результаты дают повод для проведения производственных исследований, при положительных результатах этих исследований появится возможность разработать методику и технические средства по формированию почвоподобной среды при обезвреживании нефтешламов.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Пиковский Ю. И. Формирование и распределение техногенных потоков нефти / Ю. И. Пиковский // Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде. – М.: Издательство МГУ, 1993 – С. 101-125.

2. Солнцева Н. П. Изменение морфологии дерново–подзолистых почв в районе нефтедобычи / Н. П. Солнцева // Добыча полезных ископаемых и геохимия природных систем. – М.: Наука, 1982. – С. 29–70.

3. Глазовская М. А. Методические основы оценки экологической устойчивости почв к техногенным воздействиям / М. А. Глазовская. – М., 1997. – С. 102.

4. Сысо А. И. Ландшафтно–геохимический анализ изменений природной среды в районах нефтедобычи / А. И. Сысо, С. В. Васильев, Б. А. Смоленцева и др. // Сибирский экологический журнал. – 2001. – №3. – С. 333–342.

5. Кочуров Б. И. Экодиагностика и сбалансированное развитие / Б. И. Кочуров. – М.: Смоленск. Маджента, 2003 – С. 384.

6. Скипин Л. Н. Содержание тяжелых металлов на территории нефтегазоносных месторождений Тюменской области / Л. Н. Скипин, А. Я. Митриковский // Современные проблемы науки и образования, 2014. – №4 – С. 622.

7. Салангинас Л. А. Изменение свойств почв под воздействием нефтезагрязнения и разработка систем мер по их реабилитации / Л. А. Салангинас. – Екатеринбург, 2003. – С. 441.

8. Киреева Н. А. Ускорение биодеструкции нефтяных загрязнений при рекультивации почв / Н. А. Киреева, Е. И. Тишкина // Актуальные вопросы биотехнологии. – Межвузовский сборник. – Удг.: Издательство БГУ, 1990 – С. 36–44

9. Киреева Н. А. Микробиологические процессы в нефтезагрязненных почвах / Н. А. Киреева. – М.: Наука, 1995 – С. 178.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Pikovsky Yu. I. Formirovanie i raspredelenie tekhnogennykh potokov nefti [Formation and distribution of technogenic oil flows] / Yu. I. Pikovsky // Prirodnye i tekhnogennye potoki uglevodorodov v okruzhajushhejj srede [Natural and technogenic

hydrocarbon flows in the environment]. - Moscow: Publishing House of Moscow State University, 1993 - pp. 101-125 [in Russian]

2. Solntseva N. P. Izmenenie morfologii dernovo–podzolistykh pochv v rajjone neftedobychi [Changing the morphology of sod-podzolic soils in the area of oil production] / N. P. Solntseva // Dobycha poleznykh iskopaemykh i geokhimija prirodnykh sistem [Mining and geochemistry of natural systems]. - Moscow: Nauka, 1982. - pp. 29-70 [in Russian]

3. Glazovskaya M. A. Metodicheskie osnovy ocenki ehkologicheskojj ustojjchivosti pochv k tekhnogennym vozdejjstvijam [Methodological foundations for assessing the ecological stability of soils to man-made impacts] / M. A. Glazovskaya. - M., 1997. - p. 102 [in Russian]

4. Syso A. I. Landshaftno–geokhimicheskijj analiz izmenenijj prirodnojj sredy v rajjonakh neftedobychi [Landscape-geochemical analysis of environmental changes in oil production areas] / A. I. Syso, S. V. Vasilyev, B. A. Smolentseva et al. // Sibirskijj ehkologicheskijj zhurnal [Siberian Ecological Journal]. - 2001. - No. 3. - pp. 333-342 [in Russian]

5. Kochurov B. I. Ehkodiagnostika i sbalansirovannoe razvitie [Ecodiagnostics and balanced development] / B. I. Kochurov. - Moscow: Smolensk. Magenta, 2003 - p. 384 [in Russian]

6. Skipin L. N. Soderzhanie tjazhelykh metallov na territorii neftegazonosnykh mestorozhdenijj Tjumenskojj oblasti [The content of heavy metals in the territory of oil and gas fields of the Tyumen region] / L. N. Skipin, A. Ya. Mitrikovsky // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija [Modern problems of science and education], 2014. - No. 4 - p. 622 [in Russian]

7. Salanginas L. A. Izmenenie svojjstv pochv pod vozdejjstviem neftezagrjaznenija i razrabotka sistem mer po ikh reabilitacii [Changes in soil properties under the influence of oil pollution and the development of systems of measures for their rehabilitation] / L. A. Salanginas. - Yekaterinburg, 2003. - p. 441 [in Russian]

8. Kireeva N. A. Uskorenie biodestrukcii neftjanykh zagrjaznenijj pri rekul'tivacii pochv [Acceleration of biodegradation of oil pollution during soil reclamation] / N. A. Kireeva, E. I. Tishkina // Aktual'nye voprosy biotekhnologii. – Mezhvuzovskijj sbornik [Topical issues of biotechnology. - Interuniversity collection]. - Udg.: Publishing House of BSU, 1990 - pp. 36-44 [in Russian]

9. Kireeva N. A., Mikrobiologicheskie processy v neftezagrjaznennykh pochvakh [Microbiological processes in oil-contaminated soils] / N. A. Kireeva - M.: Nauka, 1995 - p. 178 [in Russian]

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.014

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА СОВРЕМЕННЫМИ ИНФОРМАЦИОННЫМИ СРЕДСТВАМИ

Научная статья

Федотов В.А.*
ORCID: 0000-0002-3692-9722,
Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия

* Корреспондирующий автор (vital_asm[at]mail.ru)

Аннотация

В статье описаны особенности разделения зерновых смесей в сепараторах различных типов. Цифровизации в зерноперерабатывающей промышленности позволяет разрабатывать математические модели сепарирующих систем массового обслуживания. Разработаны алгоритмы анализа физических характеристик зерновой массы. Исследование продуктов переработки пшеницы базировалось на анализе размолотого зерна методами компьютерного зрения и искусственными нейронными сетями разработанными программными средствами. Сформированная классификация частиц помола зерна по геометрическим свойствам позволяет прогнозировать технологические характеристики качества пшеницы, в частности, показатель ее твердозерности с высокой точностью (погрешность оценки не более 3,7 %).

Ключевые слова: зерно, пшеница, переработка зерна.

MODERNIZATION OF GRAIN PROCESSING TECHNOLOGY VIA MODERN INFORMATION MEANS

Research article

Fedotov V.A.*
ORCID: 0000-0002-3692-9722,
Orenburg State University, Orenburg, Russia

* Corresponding author (vital_asm[at]mail.ru)

Abstract

The article describes the features of separation of grain mixtures in separators of various types. Digitalization in the grain processing industry makes it possible to develop mathematical models of separating queuing systems. The current study introduces algorithms for analyzing the physical characteristics of the grain mass. The study of wheat processing products is based on the analysis of ground grain by computer vision methods and artificial neural networks. The formed classification of grain grinding particles based on geometrical properties makes it possible to predict the technological characteristics of wheat quality with high accuracy, in particular the grain hardness (the estimation error is no more than 3.7%).

Keywords: grain, wheat, grain processing.

Введение

В странах Евросоюза наблюдается высокая зависимость посевов зерновых культур от погодных условий года. Так, в Великобритании в 2020 году собрано 9,65 млн. тонн [1]. Это на 40,5 % меньше по сравнению с 2019 годом, что объясняется сокращением посевов фермерами озимой пшеницы после сырой осени 2019 года. Также, низкий сбор пшеницы усугубила последующая засушливая весна. Сбор пшеницы в России в 2020 году составил около 88 млн тонн. В ближайшее пятилетие аграрии России за счет внедрения новых сортов пшеницы и модернизации технологий производства расширят посевные площади на 40 %. Это позволит увеличить выпуск пшениц твердых сортов до 2 млн тонн в год [2]. Стимуляция выработки твердой пшеницы будет подкреплена субсидированием на федеральном уровне – подготовлен соответствующий проект регламента выделения субсидий на производство такого зерна [3].

Актуальным является цифровизация подбора режима функционирования оборудования при сепарации зерна пшеницы. Важным аспектом увеличения эффективности переработки зерна является разработка моделей технологического процесса сепарации [4].

Современное развитие техники в сфере информационных технологий позволяют модернизировать существующие информационно-измерительные системы переработки зерна и разработать новые за счет разработки алгоритмов анализа физических характеристик зерновой массы [5].

Материалы и методы исследования

Изучали пшеницу 14 сортов Оренбургской области, натурный вес которой варьировался от 720 г до 850 г, влажность от 12,5 % до 14,7 %, стекловидность от 45 % до 100 %.

Характеристика помола. С целью получения образцов размола зерна были проведен пробные помолы зерна на лабораторной мельнице. Размалывалось по 10 кг зерна каждого образца. Помол произведен при пяти драных системах с отбором верхних сходов [6], [7], [8].

Проводили фрактографический анализ частиц помола, с помощью лабораторной установки (цифровая камера SonyIMX, мини-компьютер RaspberryPi4) анализировали изображения частиц созданными программными средствами с использованием библиотек технического зрения OpenCV, библиотек искусственных нейронных сетей Deeplearning4 [9].

Результаты и их обсуждение

Итог разделения зерновых смесей в сепараторе определен двумя видами случайностей. Первая (массовая) характеризуется взаимодействием частиц при высоких концентрациях на сепарирующем органе, одни частицы мешают другим беспрепятственно пройти разделение. Вторая (индивидуальная) обнаруживается при отсутствии массовой случайности, когда сепарируются одиночные частицы при сверхнизкой концентрации зернового потока. В этом случае

результат разделения также заранее неизвестен, так как ориентация зерна в сепараторе случайно [10], [11], [12]. В рамках этого подхода вероятностный результат сепарации естественным образом учитывает влияние обеих составляющих.

При создании моделей сепарирующих систем массового обслуживания необходимо:

- представить рабочий орган в виде параллельно-последовательной системы сепарирующих элементов (ячеек триеров, отверстий решета, элементарных объемов воздушного канала и т. д.), которые будут выполнять роль каналов (приборов) сепарирующих систем;
- выразить интенсивности входного и выходного потоков зерна через технологические характеристики сепаратора, и в частности через производительность;
- определиться с дисциплиной обслуживания (сепарации) зерновых частиц (заявок) в элементах рабочего органа: очередностью, степенью надежности, терпеливостью, приоритетом и т. д.;
- описать возможные состояния рабочего органа (на обслуживании нет ни одной зерновки; одна зерновка; две; три и т.д.) [13].

Определенная таким образом модель позволяет стандартными для теории массового обслуживания методами получить уравнения для расчетов вероятностных характеристик сепарирующей системы [14].

Исследования показали, что результат сепарации естественным образом зависит от индивидуальной и массовой составляющих случайности процесса сепарации. При этом оно предсказывает существование двух групп сепараторов, одна из которых допускает возможность разделения по одной частице, другая - не допускает. К первой группе относятся большинство известных типов сепараторов (воздушные, решетные, электрические, магнитные, оптические и т. д.), а ко второй - только дисковый триер и решетные модули высокой интенсивности, которые отличаются несколько большими размерами отверстий решет, чем сепарируемые частицы. Кроме того, оно верно отражает известные экспериментальные зависимости качества сепарации от удельной нагрузки и скорости зернового потока, от производительности и т. д. [15].

Необходимо изучить состояние сепарирующей системы, когда ее производительность стремится к нулю, физически представляющее собой сепарацию одиночных частиц, и поэтому требующий использования классических моделей известных сепараторов, т. е. таких моделей, которые не что иное, как известные уравнения динамики. Характер таких уравнений определяется начальными условиями движения, физическими свойствами зерновых частиц, режимами работы сепарирующего органа. Имея достаточную вычислительную мощность, можно для сепараторов различных видов на любых задаваемых режимах рассчитывать вероятность выхода разных компонентов зерновых смесей при сверхнизкой производительности. Таким образом, предлагаемый подход к моделированию позволил для сепараторов самых различных видов практически рассчитать (прогнозировать) гостируемые показатели качества (выход и содержание компонентов смеси во фракциях) на любых заданных режимах работы, включая производительность.

На базе моделей отдельных сепараторов создалась возможность прогнозировать качество разделения смесей в технологических линиях очистки зерна и решать следующие оптимизационные задачи:

- очистка партии зерна (известен состав и содержание компонентов смеси) на жесткой технологической линии (известно число сепараторов, их тип и последовательность установки) в заданных режимах работы каждого сепаратора; модель ответит - будет ли эта смесь очищена до требований ГОСТа и какой при этом будет выход;
- очистка партии зерна до требований ГОСТа на жесткой технологической линии; модель определит - все ли сепараторы в этой линии должны работать и на каких режимах, какие фракции основные и какой при этом будет выход, на сколько он больше, чем в базовой линии;
- очистка партии зерна до требований ГОСТа на гибкой технологической линии; модель определит число, тип и последовательность сепараторов в такой линии, основные фракции и режимы работы каждого сепаратора, выход очищенного зерна и превышение по сравнению с базовой линией.

Цифровизации в зерноперерабатывающей промышленности включают в себя методы оценки качества зерна по различным физико-химическим показателям. Так, существуют методики оценки засоренности и стекловидности зерна алгоритмами компьютерного зрения. Для повышения эффективности зерноочистительных машин используют методы отделения примесей от зерна по оптическим свойствам – фотосепарация или фотоочистка. Для фотосепарации используют высокоскоростное сканирование зерновой массы и последующая обработка изображений по заранее заданному алгоритму (отличительному критерию). Зерно может быть отсортировано по размеру, цветовым характеристикам, форме и прочим признакам.

Зерновое сырье в потоке равномерно однослойно распределяется благодаря вибропитателям, что позволяет отсканировать изображение каждой отдельной частицы. Селекция частиц осуществляется с помощью воздушных струй (за счет пневмоэжектора), перенаправляя примеси или некондиционное зерно в резервуар для отходов. Современные методики фотосепарации позволяет сортировать сырье по целому набору свойств, по отдельности и по совокупности, получая продукт с максимально возможными технологическим свойствами.

Дополнительная информация о качестве исследуемого сырья может быть получена при использовании вместо света видимого диапазона инфракрасного или ультрафиолетового освещения зерна. Различные участки зерна отражают несколько отличные длины волн. Так, эндосперм (его размол) характеризуется большим коэффициентом отражения в ИК-диапазоне по сравнению с зародышем. Цветовой анализ также можно использовать для распределения продуктов переработки зерна по фракциям (по морфологическим признакам частей зерна - зародыш, эндосперм, отруби).

Повысить информативность гранулометрического анализа возможно за счет современных информационных средств. Исследование продуктов переработки пшеницы базировалось на анализе размолотого зерна методами компьютерного зрения (оценка размера и формы частиц) разработанным программным средством.

В практике мукомольной промышленности для классификации зерна часто пользуются показателем его стекловидности, однако данный показатель не в полной мере характеризует мукомольные достоинства у пшениц разных сортов (генотипический фактор). Изменчивость стекловидности также связана с почвенно-климатическими, агротехническими условиями (фенотипический фактор). Ввиду чего для количественной оценки консистенции и

прочностных свойств зерна предлагается пользоваться показателем твердозерности зерна. Прямые методы определения этого показателя твердомерами трудоемки и потому практически не нашли применения в широкой практике.

В исследованиях пользовались компьютерным зрением и искусственными нейронными сетями для нахождения и классификации частиц помола зерна по геометрическим свойствам. Учитывались характеристики контуров изображений частиц помола. Алгоритм анализа включает в себя следующие действия: из центров тяжести фигур выделяют отрезки к периметру фигуры, вычисляют средневзвешенное значение их длин (X, в микрометрах) и коэффициент вариации (Y, безразмерная величина). Совместный учет показателей позволяет прогнозировать некоторые технологические характеристики качества зерна. Анализ образцов 14 сортов пшеницы Оренбургской области обнаружил значимые связи с показателем твердозерности (H, в кг/мм²) зерна. Установлена зависимость (погрешность не более 3,7 %)

$$H = 0{,}16 \cdot X + 0{,}27 \cdot Y + 0{,}88 \qquad (1)$$

Заключение

На основе полученных математических моделей переработки зерна разработаны программные средства, обеспечивающие повышение прогностической способности качества и оптимизацию сепарации зерна. Выявлены особенности формирования прочностных качеств пшеницы, сформирована методика оценки твердозерности зерна с помощью современных средств цифровизации в зерноперерабатывающей отрасли.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Федотов В. А. Информационно-измерительная система определения потребительских свойств пшеницы / В. А. Федотов, П. В. Медведев // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2013. – № 3. – С. 140-145.

2. Пищевая химия / А. П. Нечаев, С. Е. Траубенберг, А. А. Кочеткова и др. Под ред. А. П. Нечаева. – СПб.: ГИОРД, 2001. – 592 с.

3. Тарасенко, Ф. П. Прикладной системный анализ (наука и искусство решения проблем): Учебник / Ф. П. Тарасенко. - Томск; Издательство Томского университета, 2004. – 128 с.

4. Медведев, П. В. Информационно-измерительные системы управления потребительскими свойствами зерномучных товаров / П. В. Медведев, В. А. Федотов // Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд : монография. – Оренбург: ООО «Агентство «Пресса», 2013. – С. 35-51.

5. Медведев, П. В. Комплексная оценка потребительских свойств зерна и продуктов его переработки / П. В. Медведев, В. А. Федотов, И. А. Бочкарева // Международный научно-исследовательский журнал. - 2015. - № 7-1 (38). - С. 77-80.

6. Беркутова, Н. С. Микроструктура пшеницы / Н. С. Беркутова, И. А. Швецова. - М.: Колос, 1977. - 122 с.

7. Shewry P.R. Wheat / P.R. Shewry // J. Exp. Bot., 60. 2009.

8. G. Bradsky, A. Kaehler. Learning / G. Bradsky, A. Kaehler. // OpenCV. 2008.

9. Шепелев, А. Ф. Товароведение и экспертиза электротоваров: учебное пособие для вузов / А. Ф. Шепелев, И. А. Печенежская. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. - 192 с.

10. Manley M. Agric / M. Manley, P. Williams, D. Nilsson et al. // Food Chem, 57. 2009.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Fedotov V. A. Informatcionno-izmeritel`naia sistema opredeleniia potrebitel`skikh svoi`stv pshenitcy` [Information and measurement system for determining the consumer properties of wheat] / V. A. Fedotov, P. V. Medvedev // Vestneyk Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of the Orenburg State University]. – 2013. – № 3. – P. 140-145. [in Russian]

2. Pishchevaia himiia [Food Chemistry] / Nechaev A. P., Traubenberg S. E., Kochetkova A. A. et al. ed. A. P. Nechaeva. – SPb.: GIORD, 2001. – 592 p. [in Russian]

3. Tarasenko, F. P. Pricladnoi` sistemny`i` analiz (nauka i iskusstvo resheniia problem): Uchebnik [Applied System Analysis (the Science and Art of Problem Solving): Textbook] / F. P. Tarasenko. - Tomsk; Publishing house of Tomsk university, 2004. – 128 p. [in Russian]

4. Medvedev, P. V. Informatcionno-izmeritel`ny`e sistemy` upravleniia potrebitel`skimi svoi`stvami zernomuchny`kh tovarov [Information and measurement systems for managing consumer properties of grain products] / P. V. Medvedev, V. A. Fedotov // Sovremenny`e tendentcii v e`konomike i upravlenii: novy`i` vzgliad : monografiia [Modern trends in Economics and Management: a new look: monograph]. – Orenburg: OOO «Agentstvo «Pressa», 2013. – P. 35-51. [in Russian]

5. Medvedev, P. V. Kompleksnaia ocenka potrebitel`skikh svoi`stv zerna i produktov ego pererabotki [Comprehensive assessment of consumer properties of grain and its processed products] / P. V. Medvedev, V. A. Fedotov, I. A. Bochkareva // Mezhdunarodny`i` nauchno-issledovatel`skii` zhurnal [International Research Journal]. - 2015. - № 7-1 (38). - P. 77-80. [in Russian]

6. Berkutova, N. S. Mikrostruktura pshenitcy` [Microstructure of wheat] / N. S. Berkutova, I. A. Shvetcova. - M.: Kolos, 1977. - 122 p. [in Russian]

7. Shewry P.R. Wheat / P.R. Shewry // J. Exp. Bot., 60. 2009.

8. G. Bradsky, A. Kaehler. Learning / G. Bradsky, A. Kaehler. // OpenCV. 2008.

9. Shepelev, A. F. Tovarovedenie i e`kspertiza e`lektrotovarov: uchebnoe posobie dlia vuzov [Commodity science and expertise of electrical goods: a textbook for universities] / A. F. Shepelev, I. A. Pechenezhskaia. - Rostov-na-Donu: Feniks, 2002. - 192 p. [in Russian]

10. Manley M. Agric / M. Manley, P. Williams, D. Nilsson et al. // Food Chem, 57. 2009.

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.015

ЗАВИСИМОСТЬ ФАКТИЧЕСКОЙ ДЛИНЫ ОСИ ВСАСЫВАЮЩЕГО ФАКЕЛА ОТ УГЛА УСТАНОВКИ СОПЛА ТОРФЯНОЙ ПНЕВМОУБОРОЧНОЙ МАШИНЫ

Научная статья

Яблонев А.Л.[1], Щербакова Д.М.[2, *]
[1] ORCID: 0000-0001-9774-8557;
[2] ORCID: 0000-0001-6520-1135;
[1, 2] Тверской государственный технический университет, Тверь, Россия

* Корреспондирующий автор (dscherbakowa[at]yandex.ru)

Аннотация

Эффективность всасывания фрезерной крошки пневматическими торфоуборочными машинами во многом определяется углом установки всасывающего сопла по отношению к подстилающей поверхности. Поскольку данных и рекомендаций на эту тему крайне мало, в лабораторных условиях с использованием специально разработанной и созданной установки, была произведена серия экспериментальных работ, направленных на выявление рационального угла установки сопла. Критерием служила длина оси активной зоны всасывающего факела. Результаты показали, что для двух исследованных видов торфа – верхового степенью разложения 5–10 % и переходного степенью разложения 35–40 % для максимально допустимой фракции 25 мм, рациональным является угол установки всасывающего сопла 30–35 градусов. Именно при таком расположении сопла длина оси активной зоны всасывающего факела была максимальной, а работа машины – максимально эффективной.

Ключевые слова: торф, всасывающее сопло, ось активной зоны, аэродинамические свойства, угол установки сопла.

ON THE DEPENDENCE OF THE ACTUAL LENGTH OF THE AXIS OF THE SUCTION ZON ON THE ANGLE OF INSTALLATION OF THE NOZZLE OF THE PNEUMATIC PEAT HARVESTER

Research article

Yablonev A.L.[1], Shcherbakova D.M.[2, *]
[1] ORCID: 0000-0001-9774-8557;
[2] ORCID: 0000-0001-6520-1135;
[1, 2] Tver State Technical University, Tver, Russia

* Corresponding author (dscherbakowa[at]yandex.ru)

Abstract

The efficiency of suction of fragmented peat by pneumatic peat harvesting machines is largely determined by the angle of installation of the suction nozzle in relation to the underlying surface. Since there are very few data and recommendations on this topic, the current article carries out a series of experimental laboratory studies aimed at identifying the rational angle of the outlet nozzle using a specially designed and created device. The criterion was the length of the axis of the core of the suction torch. The results demonstrate that for the two types of peat studied, which are the high moor peat with a degree of decomposition of 5-10% and the transitional peat with a degree of decomposition of 35-40% for the maximum permissible fraction of 25 mm, the rational angle of installation for the suction nozzle amounts to 30-35 degrees. It was with this arrangement of the nozzle that the length of the axis of the active zone of the suction torch was maximum, and the operation of the machine was as efficient as possible.

Keywords: peat, suction nozzle, core axis, aerodynamic properties, nozzle installation angle.

Введение

Добыча торфа пневмоуборочным комплексом машин по сравнению с механической уборкой позволяет сократить продолжительность цикла, номенклатуру необходимого оборудования и сохранить естественную волокнистую структуру торфа, необходимую для производства удобрений. Неоднородные торфообразующие составляющие компоненты указывают на разнообразие физических параметров торфяной залежи. Верховой, переходный и низинный виды торфа обладают разной плотностью, что вызывает затруднение во время добычи пневматическим способом из-за особенностей конструктивного исполнения торфоуборочных машин [1], [2]. Экономические и технологические показатели эффективности работы пневмоуборочных машин зависят от их надежности, правильного выбора параметров настройки и установки всасывающего сопла. Угол установки сопла в сочетании с высотой его расположения над подстилающей поверхностью определяет длину и интенсивность всасывающего факела. Поскольку расстояние от сопла до подстилающей поверхности должно быть минимальным, а, с другой стороны, сопло ни в коем случае не должно опираться на подстилающую поверхность [3], расстояние от подстилающей поверхности до сопла не должно превышать размер максимально допустимой фракции торфяной крошки, т. е. 25 мм. Точных данных и рекомендаций по выбору угла установки сопла на сегодняшний день нет, за исключением положения о том, что он не может превышать угла внутреннего трения добываемой породы [4], [5], [6]. Такое утверждение основывается на представлении о том, что попавший в сопло под действием струи воздуха фрезерный торф не должен самопроизвольно скатываться вниз. Для фрезерного торфа угол естественного откоса (трения в покое) составляет 32–45°. Поскольку угол внутреннего трения сыпучего материала в движении составляет, как правило, 70 % от угла внутреннего трения в состоянии покоя, то рекомендуемый угол установки сопла – 22,4–31,5°. Канадские торфоуборочные машины SA-200, производимые компанией «Premier Tech», выпускаются с вертикально установленными соплами (угол установки сопла близок к 90°). Однако, опыт эксплуатации таких машин показал, что вертикальные сопла плохо вписываются в рельеф поверхности торфяных полей [7] и образуют большие потери торфа при сборе. Разброс параметров установки сопла, как видно,

весьма большой. Поэтому было принято решение о проведении серии экспериментальных работ в лабораторных условиях, целью которых является определение рационального угла установки сопла по критерию максимальной длины оси всасывающего факела [8], [9], [10], 11].

Методы и принципы исследования

Разработанная и созданная экспериментальная лабораторная установка для исследования параметров всасывания и витания торфяной крошки состоит из источника постоянного тока 1, электродвигателя постоянного тока 2, вентилятора 3, спрямляющей решетки 4, витательной трубы 5, рамы витательной трубы 6, пульта управления 7, микроманометра 8, гофрированной алюминиевой трубы 9, штатива 10, экспериментального сопла 11, конвейерной ленты из 2-х слойного прорезиненного брезента 12, стоек 13 и рамы установки 14 (*см. рисунок 1*).

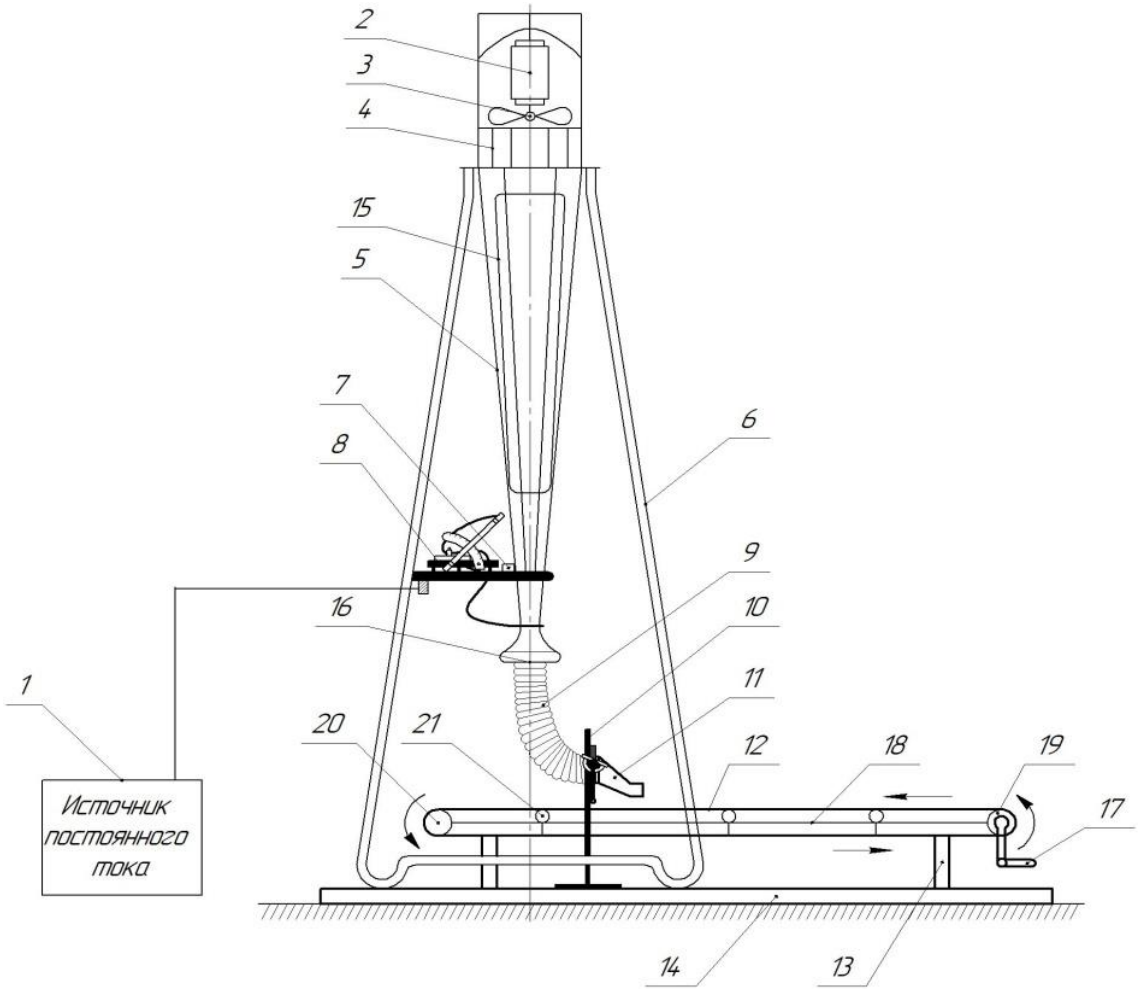


Рис. 1 – Общий вид экспериментальной установки:
1 – источник постоянного тока; *2* – двигатель; *3* – крыльчатка вентилятора; *4* – спрямляющая решетка; *5* – витательная труба; *6* – рама витательной трубы; *7* – пульт управления; *8* – микроманометра; *9* – гофрированная алюминиевая труба; *10* – штатив; *11* – экспериментальное сопло; *12* – конвейерная лента; *13* – стойки; *14* – рама установки; *15* – вертикальная подсветка; *16* – коллектор витательной трубы; *17* – приводная рукоятка; *18* – рама конвейерной ленты; *19* – ведущий барабан; *20* – ведомый барабан; *21* – опорные ролики

От источника постоянного тока 1 через пульт управления 7 подается напряжение на двигатель 2, который приводит во вращение крыльчатку вентилятора 3. Одновременно с пульта управления 7 включается и вертикальная подсветка 15. Перед вентилятором 3 установлена спрямляющая решетка 4, необходимая для стабилизации движения воздушной смеси через витательную трубу 5. К коллектору 16 витательной трубы 5 присоединен микроманометр 8 для измерения вакуумметрического давления в коллекторе 16 трубы. Через экспериментальное сопло 11, присоединенное к коллектору витательной трубы 5 гофрированной алюминиевой трубой 9 может засасываться торфяная крошка фракцией $d = 0 \div 40$ мм, движущаяся по конвейерной ленте 12. Конвейерная лента 12 механически, при помощи приводной рукоятки 17 приводится в движение навстречу экспериментальному соплу 11. Конвейер представляет собой стойки 13, жестко закрепленные к раме установки 14, рамы конвейерной ленты 18, ведущего 19 и натяжного 20 ведомого барабанов, опорных роликов 21.

На рисунке 2 показано подключение микроманометра к коллектору 16 витательной трубы 5 (А-А) и взаимное расположение мест установки пульта управления 7, реостата регулирования постоянного напряжения 23 и микроманометра 8 (Б-Б). К раме витательной трубы 6 закреплен стол 22, на котором установлены пульт управления 7, предназначенный для включения двигателя постоянного тока 2 и подсветки 15 в витательной трубе 5, реостат для регулировки напряжения 22, влияющего на скорость всасывания витательной установки и микроманометр 8. Микроманометр 8 подключен к коллектору 16 витательной трубы 5 при помощи гибкого шланга 24 прикрепленного к

штуцеру 25 кольцевого трубопровода 26, установленного вокруг коллектора 16 и соединенному с ним ортогонально расположенными четырьмя патрубками 27, необходимыми для выравнивания показаний давления.

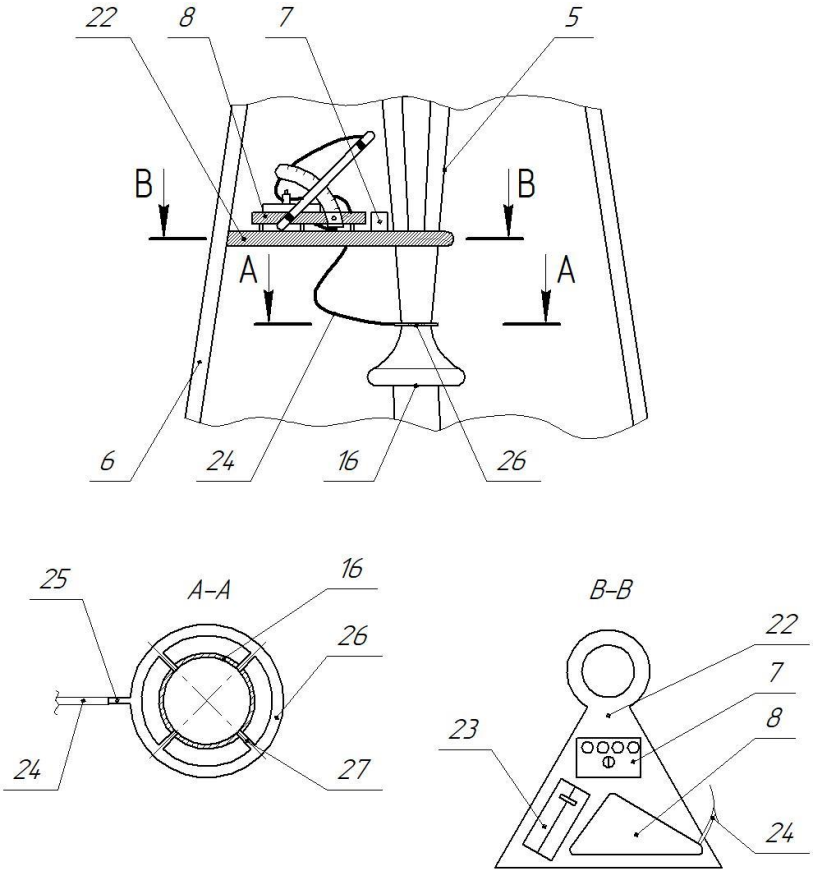


Рис. 2 – Схема расположения приборов контроля:
5 – витательная труба; *6* – рама витательной трубы; *7* – пульт управления; *8* – микроманометр; *16* – коллектор витательной трубы; *22* – стол; *23* – реостат; *24* – гибкий шланг; *25* – штуцер;
26 – кольцевой трубопровод; *27* – патрубки

На рисунке 3 показано крепление экспериментального сопла 11 к стойке 10. Сопло и алюминиевая гофрированная труба 9 соединены между собой муфтой 28, которая закреплена на подвижной штанге 29 и позволяет регулировать угол наклона сопла и расстояния между соплом и поверхностью конвейерной ленты 12. Для измерения угла наклона сопла установлена угломерная шкала 30 и стрелка с грузом 31. Сопло может поворачиваться на угол 0–90° и подниматься над конвейерной лентой на расстояние 0–400 мм.

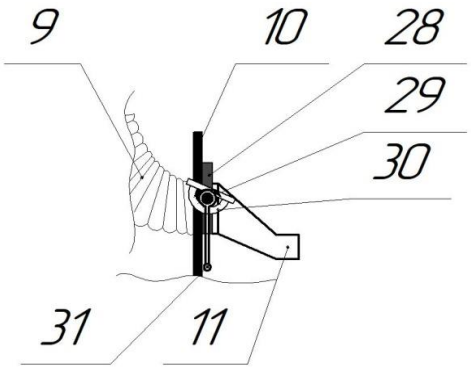


Рис. 3 – Крепление всасывающего сопла:
9 – гофрированная алюминиевая труба; *10* – штатив; *11* – экспериментальное сопло;
28 – муфта; *29* – подвижная штанга; *30* – угломерная шкала; *31* – груз

При проведении серии экспериментов подбором частоты вращения крыльчатки вентилятора была установлена скорость воздушного потока в живом сечении сопла 26,69 м/с, соответствующая скорости на входе в сопло реальной торфяной пневмоуборочной машины КТТ-2. Расстояние от конвейера до нижней кромки сопла принималось 25 мм. Угол установки сопла α в ходе экспериментов изменялся от 10 до 45° с шагом 5°. Торфяная крошка представляла собой шарообразные фракции диаметром 25 мм из верхового (степенью разложения R = 5–10 %, плотностью ρ = 0,355 кг/м^3 и влажностью w = 44 %) и переходного (R = 35–40 %, ρ = 0,518 кг/м^3 и влажностью w = 48,45 %) торфа [12], [13], [16]. Данные фракции были специально подготовлены методом «щадящего» пропускания с минимальным давлением через калибровочное сито с ячейками 25 мм торфа, отобранного в естественном состоянии из залежи, расположенной на

месторождении «Заплюсские Мхи» (ООО «Пиндструп») [1], [9]. Такое изготовление опытных фракций имитировало процесс послойно-поверхностного пассивного фрезерования, производящегося в реальных условиях добычи торфа. Фракции помещались на конвейер, и лента приводилась в движение. При приближении фракции к всасывающему соплу (*см. рисунок 4*) наступал момент разгона и отрыва фракции от поверхности ленты и всасывание.

Рис. 4 – Эксперимент по всасыванию соплом торфяной крошки

Расстояние от сопла до точки, в которой начинался «разгон» крошки под воздействием воздушной струи измерялось линейкой с точностью до 1 миллиметра, эксперимент повторялся не менее 6 раз, после чего определялось среднее значение расстояния, представляющее собой длину оси активной зоны всасывающего факела.

Основные результаты

Результаты экспериментального исследования сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Длина оси активной зоны всасывающего факела, мм

Угол установки сопла α,°	Переходный торф (R = 35–40 %, ρ = 0,355 кг/м^3, w = 48,45 %)	Верховой торф (R = 5–10 %, ρ = 0,518 кг/м^3, w = 44 %)
10	10	20
15	20	40
20	30	45
25	40	65
30	65	70
35	60	65
40	55	60
45	40	55

На основании табличных данных построен график зависимости длины оси активной зоны всасывающего факела от угла установки сопла при расстоянии от сопла до подстилающей поверхности 25 мм и двух видах торфа – верховом и переходном (*см. рис. 5*). Полученные кривые аппроксимированы полиномами второго порядка с указанием коэффициента детерминации R^2.

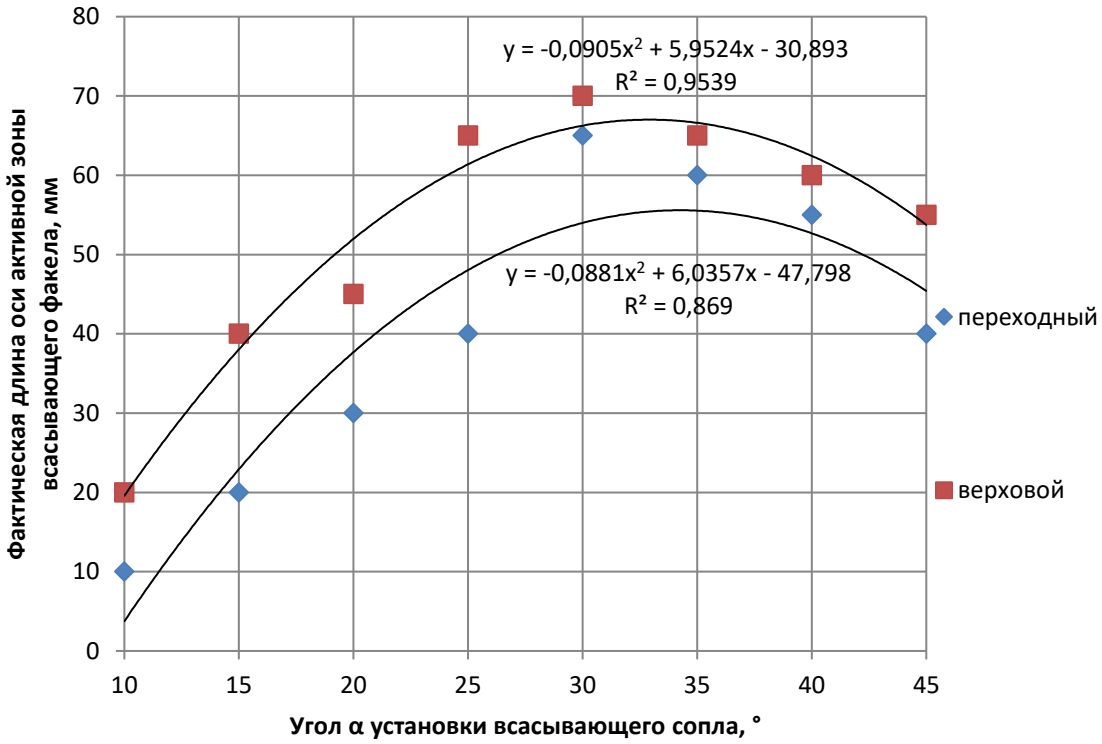


Рис. 5 – Зависимость фактической длины оси активной зоны всасывающего факела от угла установки сопла для верхового и переходного торфа при высоте расположения сопла от подстилающей поверхности h = 25 мм

Полученные кривые, указывают на максимальные величины фактической длины оси активной зоны всасывающего факела при установке сопла торфяной пневмоуборочной машины под углом α =30-35°.

Заключение

Результаты проведенной серии экспериментальных работ показали, что рациональным углом установки всасывающего сопла торфяной пневмоуборочной машины по критерию максимальной длины оси активной зоны всасывающего факела для двух видов залежи является угол α = 30–35°. Причем для верхового торфа α → 30°, а для переходного α → 35°. Установка всасывающего сопла на пневмоуборочных машинах с таким углом при добыче рассмотренных видов торфа позволит увеличить эффективность работы машин, снизит потери торфа при уборке, поможет более рациональному хозяйствованию и бережному обращению с бесценными природным ресурсам [17], каковым, без сомнения, является торф.

Конфликт интересов

Не указан

Conflict of Interest

None declared

Список литературы / References

1. Гейлер В.Л. Опыт работы ЗАО «Росторфинвест» / В.Л. Гейлер, С.Л. Дубовиков // Торф и Бизнес. – 2006. – № 1(3). С. 18-21.

2. Панов В.В. Проблемы и перспективы развития торфяного производства в Российской федерации / В.В. Панов, О.С.Мисников, А.В. Купорова // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-техн. журнал). – 2017. – № 5. С. 105-117.

3. Прягаев Ю.В. Есть ли будущее у пневмовалкователя / Ю.В. Прягаев // Торф и Бизнес. – 2007. – № 2(8). С. 23–26.

4. Горцакалян Л.О. Расчет и конструирование пневматических установок для уборки и транспортировки фрезерного торфа / Л.О. Горцакалян. – Калинин: КПИ, 1973. 120 с.

5. Горцакалян Л.О. Исследование скоростного поля всасывающего, нагнетательного и всасывающе-нагнетательного факелов активного сопла пневмоуборочной машины / Л.О. Горцакалян, В.В. Чернышев // Технология и комплексная механизация торфяного производства: межвузовский тематический сборник. – Калинин: КПИ, 1977. С. 28–32.

6. Горцакалян Л.О. Влияние поступательной скорости пневмоуборочной машины на изменение концентрации аэросмеси / Л.О. Горцакалян // Механизация процессов добычи и переработки торфа: труды Калининского политехнического института. – Москва: ЦНИИТЭстроймаш, 1974. С. 20–24.

7. Давыдов Л.Р. О пневматической уборке фрезерного торфа / Л.Р. Давыдов, В.Г. Селеннов // Торф и Бизнес, – 2008. – № 4 (14). – С. 24–28.

8. Яблонев А.Л., Исследование работы всасывающего сопла машины для пневматической уборки фрезерного торфа / А.Л. Яблонев, Д.М. Щербакова // Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности. Сборник трудов XVIII международной научно-технической конференции «Чтения памяти В. Р. Кубачека». – Екатеринбург: УГГУ, 2020. – С. 80-83.

9. Яблонев А.Л. Исследование всасывающего факела торфяной пневмоуборочной машины КТТ-2 / А.Л. Яблонев, Д.М. Щербакова // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-техн. журнал). – 2019. – № 12 (S39). С. 47–58. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-12-39-47-58.

10. Yablonev A. Evaluation of KTT-2 Pneumatic Peat Harvesting Machine's Nozzle Suction Capacity / A. Yablonev, D. Scherbakova // Vth International Innovative Mining Symposium. Electronic edition. – 2020. – Vol. 174. E3S Web of Conferences article No. 01044. DOI: 10.1051/e3sconf/202017401044

11. Яблонев А.Л. Исследование скорости витания фрезерного торфа, добываемого ООО "Пиндструп» / А.Л. Яблонев, Д.М. Щербакова // Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности. Сборник трудов XIX международной научно-технической конференции «Чтения памяти В. Р. Кубачека». – Екатеринбург: УГГУ, 2021. – С. 138-141.

12. ГОСТ Р 50902-2011 «Торф топливный для пылевидного сжигания». [Электронный ресурс]. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200085577 (дата обращения 24.10.2020).

13. ГОСТ 13672-76 «Торф фрезерный для производства брикетов. Технические требования». [Электронный ресурс]. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200024027 (дата обращения 24.10.2020).

14. ГОСТ Р 52067-2003 «Торф для производства питательных грунтов». [Электронный ресурс]. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200032117 (дата обращения 24.10.2020).

15. ГОСТ 51213-98 «Торф низкой степени разложения». [Электронный ресурс]. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200026840 (дата обращения 24.10.2020).

16. ГОСТ 11130-75 «Торф. Методы определения мелочи и засоренности». [Электронный ресурс]. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200024151 (дата обращения 24.10.2020).

17. Афанасьев А.Е. Физические процессы в технологии торфяного и сапропелевого производства / А.Е. Афанасьев, С.Н.Гамаюнов, О.С. Мисников и др. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-техн. журнал). – 1999.– № 3. С. 146-149.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Geyler V.L. Opyt raboty ZAO "Rostorfinwect" [Experience of CJSC "Rostorfinvest"] / V.L. Geyler, S.L. Dubovikov // Torf i Biznes. – 2006. – № 1(3). P. 18-21. [in Russian]

2. Panov V.V. Problemy i perspektivy razvitiya torfyanogo proizvodstva v Rossiyskoy federatsii [Problems and prospects for the development of peat production in the Russian Federation] / V.V. Panov, O.S.Misnikov, A.V.Kuporova // Gornyy informatsionno-analiticheskiy bulleten [Scientific and technical journal]. – 2017 – № 5. P. 105-117. [in Russian].

3. Pryagaev Yu.V. Yest' li budushcheye u pnevmovalkovatelya [Does the pneumatic roller have a future] / Yu.V. Pryagaev // Torf i Biznes. – 2007. – № 2(8). P. 23–26.

4. Gortsakalyan L.O. Raschet i konstruirovaniye pnevmaticheskikh ustanovok dlya uborki i transportirovki frezernogo torfa [Calculation and design of pneumatic installations for harvesting and transporting milled peat] L.O. Gortsakalyan. - Kalinin: KPI, 1973.120 p. [in Russian].

5. Gortsakalyan L.O. Issledovaniye skorostnogo polya vsasyvayushchego, nagnetatel'nogo i vsasyvayushche-nagnetatel'nogo fakelov aktivnogo sopla pnevmouborochnoy mashiny [Investigation of the velocity field of the suction, discharge and suction-discharge flares of the active nozzle of the pneumatic harvester] / L.O. Gortsakalyan, V.V. Chernyshev // Tekhnologiya i kompleksnaya mekhanizatsiya torfyanogo proizvodstva [Interuniversity subject collection]. – Kalinin: KPI, 1977. P. 28–32. [in Russian].

6. Gortsakalyan L.O. Vliyaniye postupatelnoi skorosti pnevmouborochnoi mashini na kontsentratsiyu aerosmesi [Effect of the progressive speed of the pneumatic harvester on the change in the concentration of the aircraft mix] / L.O. Gortsakalyan //Trudi Kalininskogo politekhnicheskogo institute "Mehanizatsiya dobichi i pererabotki torfa" [Proceedings of the Kalinin Polytechnical Institute "Mechanization of Peat Extraction and Processing"]. Moscow: TsNIITEstroymash, 1974. P. 20–24. [in Russian].

7. Davidov L.R., Selennov V.G. O pnevmaticheskoy uborke frezernogo torfa [About pneumatic harvesting of milled peat] / L.R. Davidov, V.G. Selennov // Torf i Biznes – 2008. No. 4 (14). – P. 24–28. [in Russian].

8. Yablonev A.L. Issledovaniye raboty vsasyvayushchego sopla mashiny dlya pnevmaticheskoy uborki frezernogo torfa [Investigation of the operation of the suction nozzle of a machine for pneumatic harvesting of milled peat] / A.L. Yablonev, D.M. Shcherbakowa // Tekhnologicheskoye oborudovaniye dlya gornoy i neftegazovoy promyshlennosti [Collection of works of the XVIII international scientific and technical conference "Readings in memory of V. R. Kubachek"]. Yekaterinburg: UGGU – 2020. – P. 80-83. [in Russian].

9. Yablonev A.L. Issledovaniye vsasivayuschego fakela torfianoy pnevmouborochnoy mashini KTT-2 [Investigation of the suction torch of the KTT-2 peat pneumatic harvester] / A.L. Yablonev, D.M. Scherbakova // Gorniy Informatsionno-analitichesky byulleten. – 2019. – No. 12. (S 39). pp. 47–58. DOI: 10.25018 / 0236-1493-2019-12-39-47-58. [in Russian].

10. Yablonev A. Evaluation of KTT-2 Pneumatic Peat Harvesting Machine's Nozzle Suction Capacity / A. Yablonev, D. Scherbakova // Vth International Innovative Mining Symposium. Electronic edition. – 2020. – Vol. 174. E3S Web of Conferences article No. 01044. DOI: 10.1051/e3sconf/202017401044

11. Yablonev A.L. Issledovaniye skorosti vitaniya frezernogo torfa, dobivaemogo OOO «Pindstrup» [Investigation of the speed of hovering of milled peat, mined by LLC "Pindstrup"] / A.L. Yablonev, D.M. Scherbakova // Tekhnologicheskoye oborudovaniye dlya gornoy i neftegazovoy promyshlennosti [Collection of works of the XIX international scientific and technical conference "Readings in memory of V. R. Kubachek"]. Yekaterinburg: UGGU – 2021. – P. 138-141. [in Russian].

12. GOST R 50902-2011 Torf toplivnyy dlya pylevidnogo szhiganiya [Fuel peat for pulverized combustion]. [Electronic resource]. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200085577[in Russian]

13. GOST R 13672-76 Torf frezernyy dlya proizvodstva briketov. Tekhnicheskiye trebovaniya [Milling peat for the production of briquettes. Technical requirements]. [Electronic resource]. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200024027. [in Russian].

14. GOST R 52067-2003 Torf dlya proizvodstva pitatel'nykh gruntov [Peat for the production of nutrient soils]. [Electronic resource]. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200032117 [in Russian]

15. GOST R 51213-98 Torf nizkoy stepeni razlozheniya [Low decomposition peat]. [Electronic resource]. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200026840. [in Russian]

16. GOST R 11130-75 Torf. Metody opredeleniya melochi i zasorennosti [Peat. Methods for determining fines and debris]. [Electronic resource]. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200024151 [in Russian]

17. Afanasyev A.E. Fizicheskiye protsessy v tekhnologii torfyanogo i sapropelevogo proizvodstva [Physical processes in the technology of peat and sapropel production] / A.E. Afanasyev, S.N. Gamayunov, O.S. Misnikov, O.V. Pukhova // Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten' [Scientific and technical journal]. – 1999. – № 3. P. 146-149. [in Russian].

АРХИТЕКТУРА / ARCHITECTURE

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.016

ПАССИВНЫЕ АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО МНОГОКВАРТИРНОГО ГОРОДСКОГО ЖИЛЬЯ В ПОЛУСУХОМ КЛИМАТЕ АЛЖИРА

Научная статья

Бухезам Ф.[1, *], Колесникова Т.Н.[2]
[1] ORCID: 0000-0002-8783-730X;
[1, 2] Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, Орел, Россия

* Корреспондирующий автор (fahima.boh04[at]gmail.com)

Аннотация

Данное статья направлена на выявление архитектурных решений формирования энергоэффективного многоквартирного городского жилья в полусухом климате Алжира. Для достижения поставленной цели был проведен обзор литературы по теме работы и использован аналитический подход в изучении алжирского опыта проектирования энергоэффективного жилья в условиях полузасушливого климата (прототип жилища в Суидании и 80 многоквартирных городских жилищ с высокими энергетическими характеристиками в Блиде); с целью выявления основных направлений повышения энергоэффективности алжирского жилья. Результаты изучения литературы и аналитического исследования показывают, что необходимо вернуться к пассивным системам, чтобы повысить энергоэффективность существующих и новых многоквартирных жилищ. В данной работе были предложены инновационные пассивные архитектурные решения, доступные на местном алжирском уровне, для проектировщиков и специалистов городского многоквартирного жилья в полусухих условиях.

Ключевые слова: энергоэффективное многоквартирное городское жилье, полусухой климат, Алжир, пассивные архитектурные решения.

PASSIVE ARCHITECTURAL SOLUTIONS FOR THE FORMATION OF ENERGY-EFFICIENT MULTI-APARTMENT URBAN HOUSING IN THE SEMI-ARID CLIMATE OF ALGERIA

Research article

Bouhezam F.[1, *], Kolesnikova T.N.[2]
[1] ORCID: 0000-0002-8783-730X;
[1, 2] Oryol State University named after. I.S. Turgenev, Orel, Russia

* Corresponding author (fahima.boh04[at]gmail.com)

Abstract

This article is aimed at identifying architectural solutions for the formation of energy-efficient multi-apartment urban housing in the semi-arid climate of Algeria. To achieve this goal, the authors conduct a review of the literature on the topic of the work and an analytical approach in studying the Algerian experience of designing energy-efficient housing in a semi-arid climate (a prototype of a dwelling in Suidania and 80 multi-apartment urban dwellings with high energy characteristics in Blida); in order to identify the main directions for improving the energy efficiency of Algerian housing. The results of the literature study and analytical research show that it is necessary to return to passive systems in order to increase the energy efficiency of existing and new multi-apartment housing. The study proposes innovative passive architectural solutions available at the local level for designers and specialists of urban apartment housing in semi-arid conditions.

Keywords: energy-efficient multi-apartment urban housing, semi-arid climate, Algeria, passive architectural solutions.

Введение

С середины XX века экологические проблемы, тесно связанные с глобальным потеплением и истощением невозобновляемых ресурсов, усилили сомнения в отношении стандартных строительных процессов, особенно с учетом того, что в настоящее время признается, что строительная промышленность является крупнейшим потребителем первичной энергии среди всех секторов экономики [1], [2].

Человек всегда потреблял энергию, независимо от ее природы или происхождения. Промышленная революция привела к быстрому, но, к сожалению, очень энергоемкому промышленному и экономическому развитию. Эти события во всех секторах привели к многочисленным негативным последствиям для планеты. Глобальное потепление и отступление ледников являются двумя наиболее яркими примерами такого положения дел [3], [4].

За последние 20 лет потребление энергии во всех секторах в Алжире утроилось [5]. Доля строительного сектора является значительной с учетом впечатляющего числа начатых и осуществленных проектов, в частности проектов строительства многоквартирного городского жилья [6]. В этом контексте для контроля за потреблением энергии в этом секторе в Алжире необходимо проектировать и строить энергосберегающее жилье [7].

В связи с растущей заботой об устойчивом развитии строительный сектор должен отвечать двум основным требованиям: контролировать воздействие потребления ископаемого топлива на внешнюю среду, и обеспечить здоровую и комфортную внутреннюю среду [8]. Здания с нулевым энергопотреблением, здания с низкой энергопотреблением, здания с высокой энергетической эффективностью, здания с позитивной энергией и т.д. все это обозначения, появившиеся в последние годы, основной целью которых является управление энергией [9], [10], [11], [12].

В Алжире введена в действие национальная программа управления энергопотреблением. Заявленной целью является энергоэффективность, которая заключается в использовании как можно меньшего количества невозобновляемой энергии; эта программа содержит действия, которые благоприятствуют использованию форм энергии, наиболее подходящих для различных видов использования и требуют модификации и усовершенствования оборудования [13].

Именно с этой точки зрения и проводится наша исследовательская работа, в ходе которой мы будем стремиться продемонстрировать необходимость применения архитектурных и технических решений в городском жилищном хозяйстве не только для значительного сокращения потребления энергии, но и для обеспечения максимального комфорта для пользователей, для создания среды обитания, где устойчивость может быть выражена со всеми ее вариациями.

Настоящая статья имеет две цели:

-Анализ алжирского опыта в области энергоэффективного строительства городских жилых зданий.

-Выявление архитектурных решений, которые помогут нам ориентировать проектирование городского жилья на экологический подход, что обязательно приведет к столь желанному зеленому проектированию.

Потребление энергии в Алжире

По данным Национального агентства по поощрению и рационализации использования энергии (APRUE), потребление энергии в Алжире растет угрожающими темпами [14].

Высокий спрос на энергоносители в Алжире обусловлен главным образом повышением уровня жизни населения и обусловленного этим комфорта, а также расширением промышленной деятельности. Например, потребление электроэнергии в жилищном секторе Алжира составило 38% от общего потребления электроэнергии в 2005 году и возросло в 2012 году до 40% [5]. Это потребление предназначено главным образом для удовлетворения потребностей в искусственном освещении, отоплении и особенно кондиционировании воздуха. С другой стороны, в странах с жарким климатом использование систем кондиционирования воздуха часто приводит к очень высокому потреблению энергии, иногда к нехватке электроэнергии.

Контекст потребления энергии в Алжире

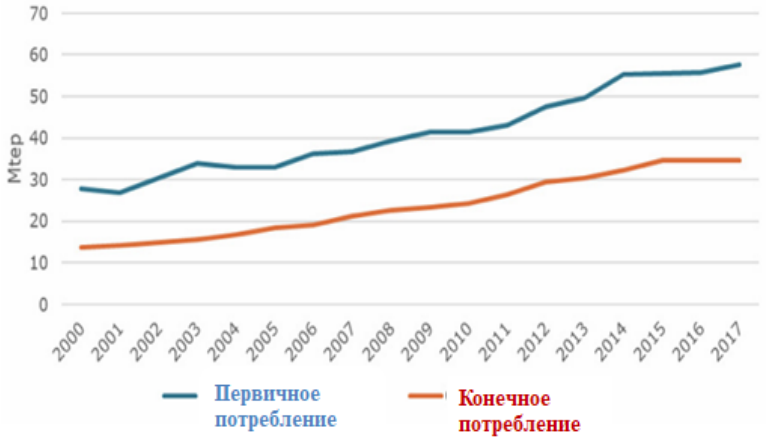


Рис. 1 – Эволюция потребления первичной и конечной энергии в Алжире

В период 2000-2017 годов в Алжире наблюдался значительный рост как первичного, так и конечного потребления. Потребление первичных продуктов питания возросло с 27,9 Мтнэ в 2000 году до 57,6 Мтнэ в 2017 году, увеличившись на 4,4% /год (см. рисунок 1).

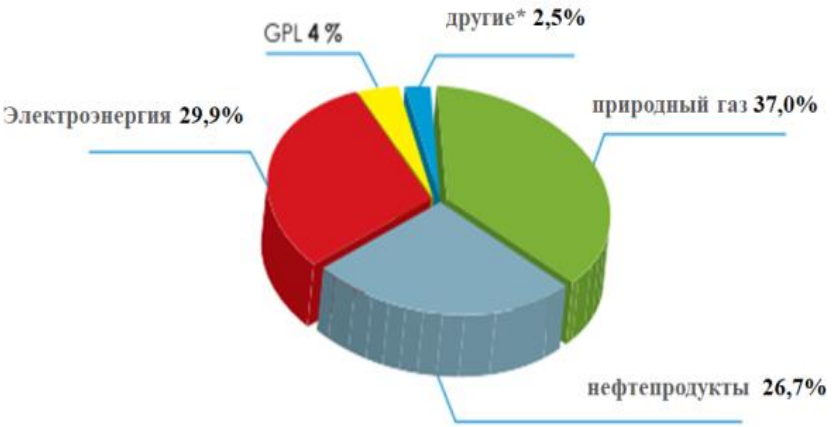


Рис. 2 – Потребление в Алжире по видам энергии в 2017 г.

В структуре потребления Алжира преобладает природный газ (37%), за которым следуют электроэнергия (30%) и нефтепродукты (27%) (см. рисунок 2).

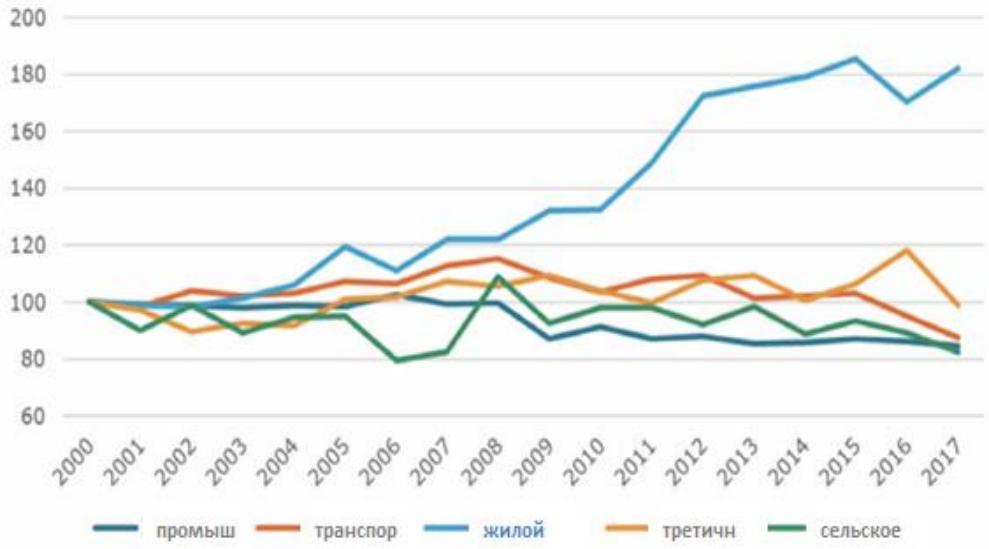


Рис. 3 – Эволюция энергоемкости по секторам

Что касается энергоемкости по секторам, то между ними существуют значительные различия. рост энергоемкости в жилищном секторе в основном объясняется повышением теплового комфорта (отопление и кондиционирование воздуха) (см. рисунок 3).

Рис. 4 – Структура конечного потребления энергии по секторам

В структуре конечного потребления по-прежнему преобладает сектор «жилые и другие» (44%), за ним следует транспорт (33%) и, наконец, сектор «промышленность» с долей 22% (см. рисунок 4).

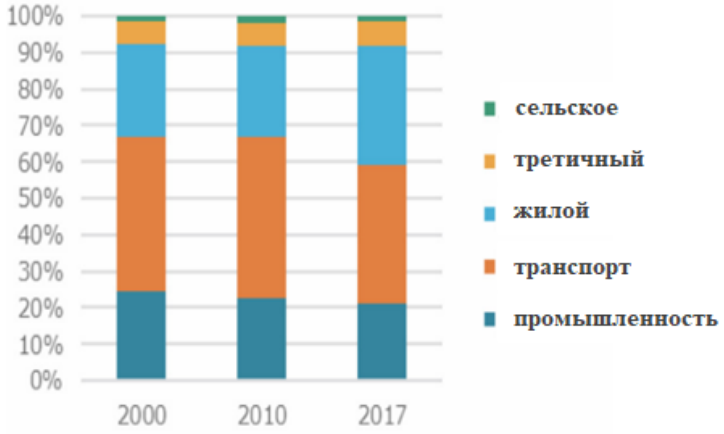


Рис. 5 – Эволюция энергетического баланса и секторальная структура конечного потребления энергии

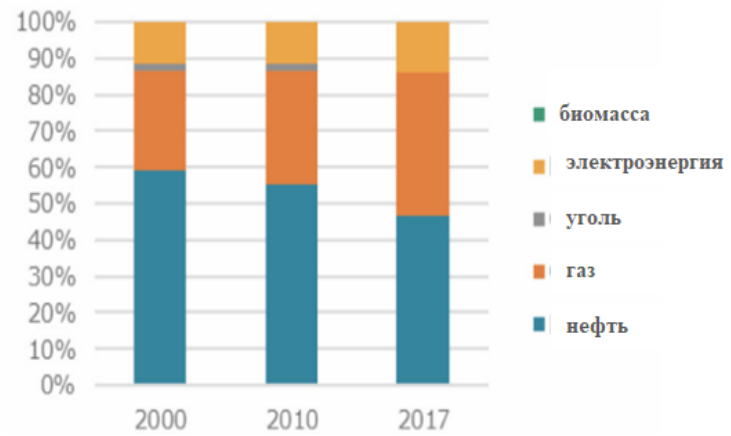


Рис. 6 – Эволюция энергетического баланса и секторальная структура конечного потребления энергии.

С другой стороны, энергетический баланс конечного потребления существенно изменился. Нефтяной сектор потерял позиции в конечном потреблении энергии: с 60% потребления в 2000 году до 46% в 2017 году. Она заменена газом (39% потребления в 2017 году по сравнению с 27% в 2000 году) и в меньшей степени электроэнергией (14% потребления в 2017 году по сравнению с 11% в 2000 году) (см. рисунок 5,6).

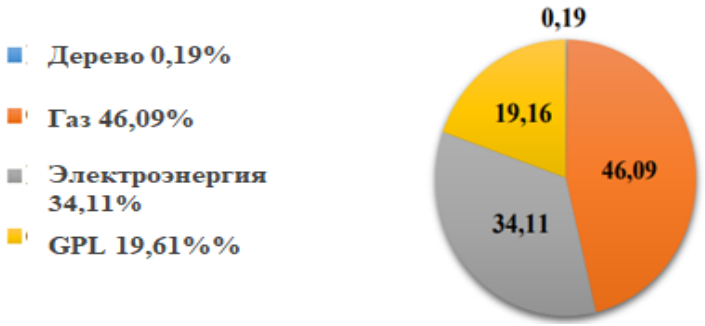


Рис. 7 – Потребление жилого сектора в Алжире по видам энергии

Потребление электроэнергии в жилом секторе достигло почти 40% от общего потребления электроэнергии. Таким образом, он является крупнейшим потребителем электроэнергии на национальном уровне (см. рисунок 7).

Эти статистические данные свидетельствуют о том, что необходимо срочно восстановить баланс энергопотребления путем проведения политики сокращения потребления и/или перенастройки за счет повышения энергоэффективности в жилищном секторе.

Алжирский опыт проектирования энергоэффективного жилья

Потребление энергии в жилом секторе почти полностью зависит от ископаемого топлива, что свидетельствует о необходимости строительства энергоэффективных жилищ и максимального использования солнечной энергии, учитывая, что Алжир является одной из наиболее подходящих стран для продвижения солнечной энергии.

Среди проектов энергоэффективности в Алжире - прототип жилья в Суидании площадью 90 м². В этом жилище есть две спальни, одна из которых обращена на юго-запад, а другая - на северо-запад. Гостиная открыта на юг большим окном с дверным проемом на восточной стороне, чтобы увеличить естественное освещение. Кухня расположена на востоке. Ванная и туалет на севере [15], [16].

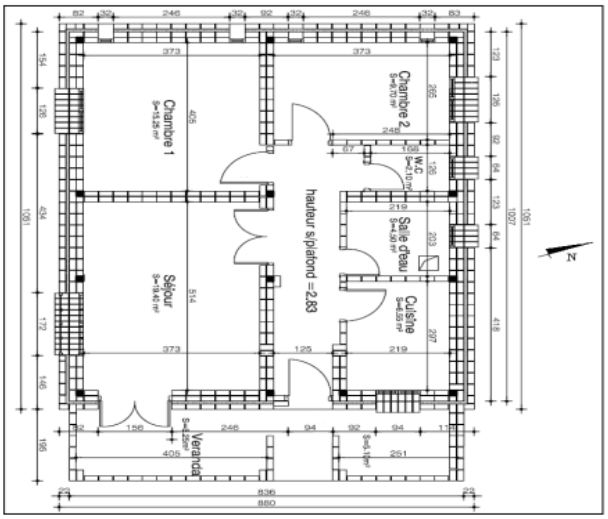


Рис. 8 – План прототипа жилища

Рис. 9 – Вид прототипа жилища

Этот прототип классифицируется как пассивный солнечный дом из-за его южной ориентации, высокой тепловой инерции его ограждающей конструкции и солнечного нагрева пола, с активными солнечными характеристиками за счет установки фотоэлектрических панелей [17].

Основная цель реализации этого прототипа заключается в экономии максимально энергопотребления при обеспечении необходимого комфорта для жильцов:

-снижение потерь наружного тепла.

-увеличение объема бесплатной солнечной энергии и внутреннего потребления.

-минимизация использования дополнительного отопления.

-экономия энергии, связанной с искусственным освещением

Для обеспечения вышеуказанных принципов при разработке прототипа были приняты во внимание следующие решения [18]:

-Использование местных материалов, BTS (Béton de Terre Stabilisé) [19]: это интересная система из-за ее энергопотребления, сейсмических свойств, а также доступности местного сырья.

-Увеличение инерции теплозащитной оболочки на 15 см от низкого тяжелого бетонного пола и на 20 см от высокого пола с тем же материалом.

-Использование вертикальной и горизонтальной теплоизоляции.

-Гигиеническая вентиляция с помощью статической системы типа Астато.

-Охлаждение с помощью ночной вентиляции, ориентация вентиляционных отверстий в соответствии с направлением преобладающих прохладных ветров.

-Выбор адекватной ориентации отверстий, чтобы воспользоваться зимними солнечными лучами и защитить себя от них летом.

-Использование двойных стекол.

-Замена обычных ламп на лампы с низким потреблением энергии путем поощрения естественного освещения.

Климатическая интеграция этого прототипа заключается в следующем:

-Использование системы естественной вентиляции.

-Использование солнечного излучения пассивным и активным способом.

-Защита западного фасада от холодных зимних ветров и перегрева летом естественной растительностью.

В заключение описания и анализа дома с низким энергопотреблением, исследования и эксперименты, проведенные на прототипе, показывают снижение потребления энергии на отопление зимой до 78% по сравнению с обычным домом.

В летний период эта экономия потребления может достигать 61% за счет принятия мер по повышению энергоэффективности кондиционирования воздуха.

Второй пример, который будет проанализирован, многоквартирный городской жилой комплекс, расположенный в городе Блида. Является частью программы 600 жилищ с высокой энергетической эффективностью, запущенной APRUE в 2011 году. Проект состоит из 80 жилищ, направленных на оптимизацию теплового комфорта и снижение энергопотребления. Проект расположен в условиях полусухого климата.

План территории; представляет собой 08 блоков, организованных в линейные бары, простирающиеся с востока на запад. Главные фасады ориентированы на север, а задние фасады на юг. Каждый блок состоит из 10 трехкомнатных квартир, распределенных по 5 этажам.

В дополнение к жилым блокам, план территории состоит из открытых зон отдыха, площади, парковки на 46 автомобилей, зоны отдыха и зеленых насаждений для охлаждения проекта.

Рис. 10 – План территории проект

Рис. 11 – 3D вид проекта

Для интеграции проекта в климатические условия и повышения его энергоэффективности, архитектор выбрал следующие решения:

-Солнечная защита окон 1 этажа лиственной растительностью, которая обеспечивает солнечный свет зимой и защищает от прямых летних солнечных лучей. Южный фасад оснащен тентами шириной 1,20 м для защиты отверстий летом и обеспечения проникновения зимних солнечных лучей (см. рисунок 12).

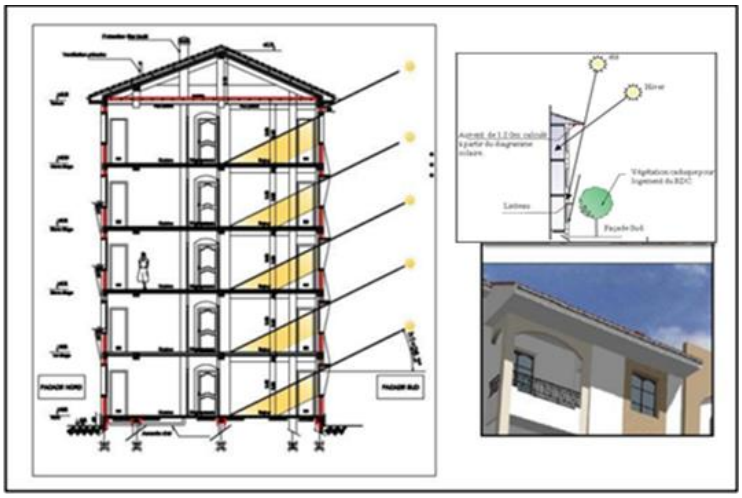


Рис. 12 – Стратегии защиты от солнца

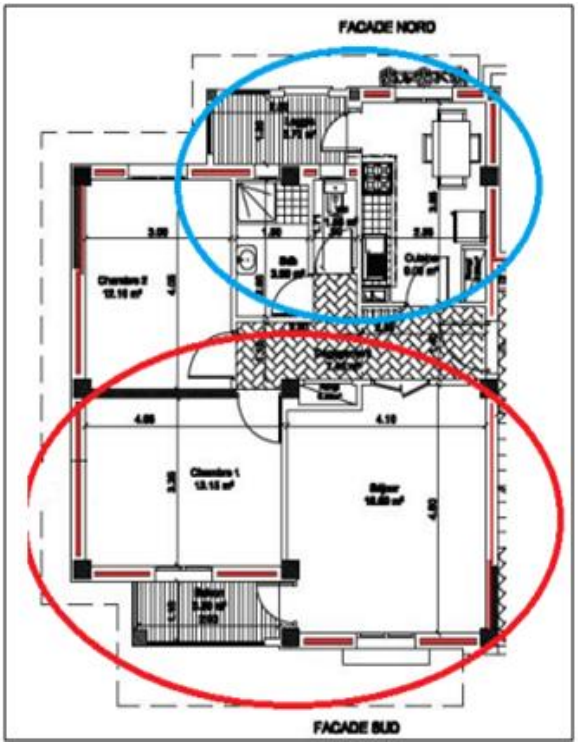


Рис. 13 – Ориентация жилых помещений

-Соответствующая Организация пространства при планировке помещений: гостиная и одна спальня ориентированы на юг, а вторая спальня, кухня и санитарные помещения открыты на север (см. рисунок 13).

-Использование полистирола в качестве теплоизоляции вместо воздушной полосы толщиной 5 см (см. рисунок 14).

-Особая обработка тепловых мостов на уровне стоек и балок путем покрытия их пустотелым кирпичом или теплоизоляцией (полистирол) (см. рисунок 14).

-Для тепловых мостиков в полах это предполагает покрытие их полистиролом (см. рисунок 14).

-Наклонная крыша для отклонения преобладающих ветров, обеспечивая при этом тепловой комфорт для жителей верхних этажей.

-Использование стратегии пассивной вентиляции - это канадский колодец. Это геотермальная система на глубине 2 м, использующая частичную стабильность температуры Земли. Системой трубопроводов, расположенных в катушке, является отвод воздуха на высоте 1,2 м со скоростью 1 м/с и его нагнетание внутри корпуса. Цель этой системы заключается в охлаждении воздуха летом путем стабилизации температуры на уровне 15 °C и нагревания зимой. В межсезонье система отключается из-за комфортного наружного климата (см. рисунок 15).

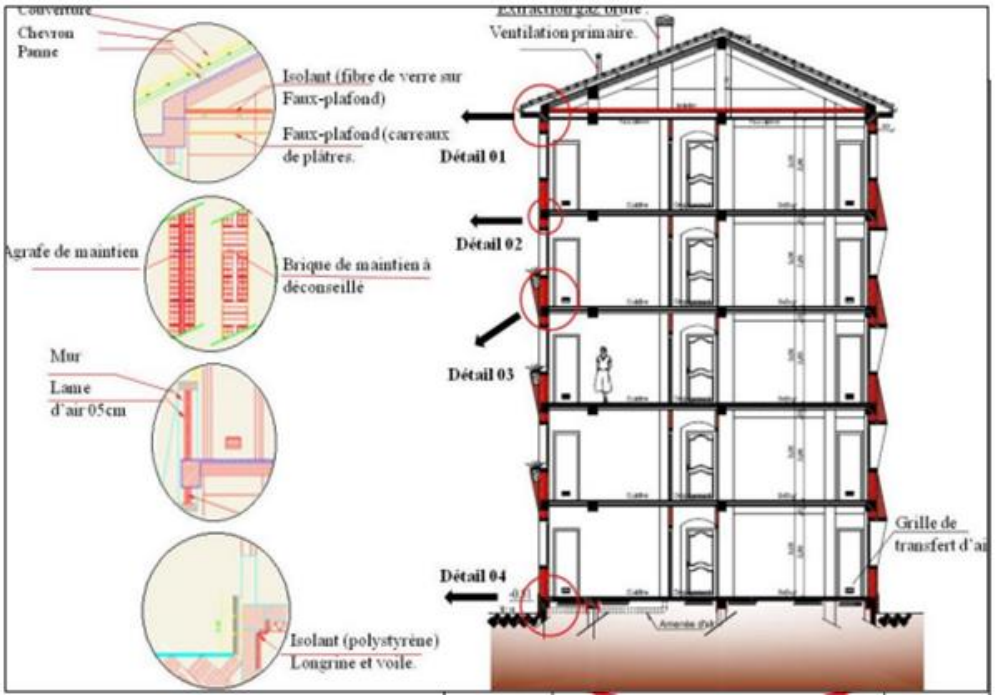


Рис. 14 – Теплоизоляция проекта

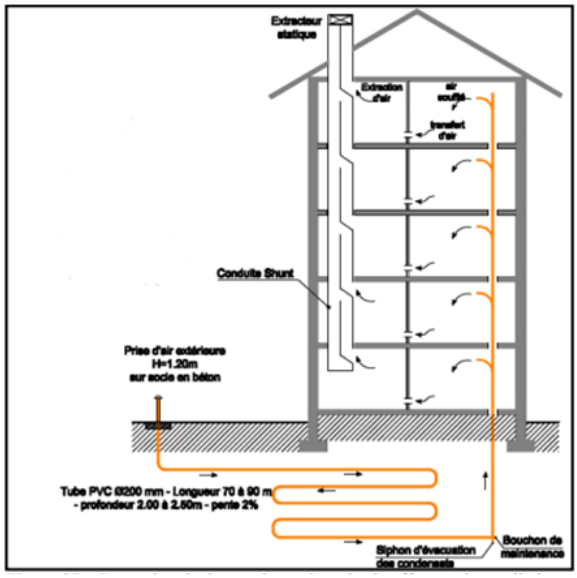


Рис. 15 – Вертикальное разрез канадской колодца

Основные направления повышения энергоэффективности алжирского жилья

Обеспечение комфортной и здоровой окружающей среды в помещениях является одной из важнейших функций энергетических систем зданий и составляет около трети общего энергопотребления зданий. Новые технологии отопления, кондиционирования воздуха и вентиляции могут не только обеспечить значительное повышение эффективности, но и улучшить то, как системы зданий реагируют на потребности и предпочтения жильцов, обеспечивая более жесткий контроль, снижение нежелательных температурных колебаний и улучшение качества воздуха в помещениях.

Возможности улучшения энергопотребления делятся на следующие основные категории:

-Хороший проектированный жилой дом, включая пассивные системы и ландшафтный дизайн.

-Улучшение ограждающих конструкций здания, включая крыши, стены и окна.

-Улучшенное оборудование для нагрева и охлаждения воздуха и удаления влаги.

-Аккумулирование тепловой энергии, которое может быть частью конструкции здания или отдельным оборудованием.

-Усовершенствованные датчики, системы управления и алгоритмы управления для оптимизации работы системы.

Проектирование жилых домов и выбор оборудования зависят от климата, в котором эксплуатируется здание.

Все согласны с тем, что для повышения энергоэффективности зданий могут быть задействованы главным образом три рычага: пассивные решения, активные решения и поведение жильцов (см. Таблица 1).

Таблица 1 – Направления повышения энергоэффективности

Пассивные решения	Активные решения	Поведение жильцов
Относится к зданию, т.е. касается ограждающих конструкций здания. Она заключается в том, чтобы избежать потерь энергии путем повышения технических характеристик здания (изоляция стен, изоляция чердака, тройное остекление ит.д.).	Сочетайте повышение энергоэффективности технического оборудования (котлы, освещение и т.д.) с управлением энергопотреблением, основанным на измерении, контроле и регулировании энергии здания в зависимости от использования.	Без просвещения жителей как потребителей невозможно добиться существенного прогресса в области энергоэффективности. Таким образом, роль потребителя сводится к выбору оборудования, управлению им и, наконец, техническому обслуживанию, его поведению и способу использования оборудования, оказывающему решающее влияние на потребление энергии.

Архитектурные решения формирования энергоэффективного многоквартирного городского жилья в полусухом климате Алжира

1. Компактность. С точки зрения энергетики мы должны поощрять строительство как можно более компактных зданий. Компактность здания является важным элементом планировки, поскольку она сильно влияет на тепловые потери и ограничивает рост города. Он определяется коэффициентом компактности, отмеченным C, который соответствует соотношению между общей площадью внешней поверхности и пригодным для жизни объемом (C=S/V). Чем ниже коэффициент, тем компактнее здание. Хорошая компактность достигается при коэффициенте компактности 0,7 [20].

2. Ориентация. Выбор ориентации здания по отношению к солнцу и ветру: позволяет управлять энергией, используя естественное освещение, обогревать здание или, напротив, избегать перегрева, охлаждать здание летом и избегать охлаждения зимой [2], [21], [22]. Предпочтительнее для жилья, где это возможно, ориентация на север/юг (то

есть, которая предлагает более крупный фасад на юг), поскольку эта ориентация является наиболее прибыльной и дает наилучший компромисс между тепловыми и световыми входами в любой сезон.

3. Организация жилых помещений. Можно ограничить потребление тепла и освещения, организуя помещения в соответствии с типом занятости и траекторией движения солнца. Устанавливаем (см. Таблица 2):

Таблица 2 – Оптимальная организация жилых помещений

Помещение	Ориентация рекомендуется	Обоснование
-Жилые помещения (Гостиная)	-Юг	-Гостиная является главным жилым помещением. Должно быть светло, панорамно, тепло зимой и прохладно летом.
-Комнаты	-Восток -Юго-восток	ночные помещения (спальня) или промежуточные помещения, где потребность в тепле снижена. Пространственная организация также зависит от образа жизни каждого из них (расположение спальных комнат на восток или юго-восток позволяет воспользоваться восходом солнца по утрам для мягкого пробуждения. Комната на севере обладает преимуществом оставаться холодной во время высоких температур.
-Кухня	зависит от...	-В зависимости от вашего образа жизни, кухня может быть гостиной, где вы принимаете большую часть пищи. В этом случае предпочтительнее южная ориентация. Двойная ориентация на юг и восток позволит вам завтракать, наслаждаясь солнцем. С точки зрения калорийности, кухня является помещением, которое из-за приготовления пищи выделяет тепло. Если вы не переносите жару летом, разместите его на севере.
-Ванная, туалет.	-Север	-Ванные комнаты не требуют больших отверстий. Поэтому для их использования будет достаточно северной ориентации
-Холодные помещения (вход, гараж, кладовая и т.д.)	-Север	- Так называемые "буферные" помещения, которые редко используются и где потребность в тепле отсутствует или возникает эпизодически.

4. Солнечная защита. Солнечная защита. Важным фактором летнего комфорта является наличие отверстий, чтобы насладиться тенью. Для затенения отверстий требуется защита от солнца. Предотвращение прямой инсоляции отверстий при пропускании света.

Система солнцезащиты проемов должна быть спроектирована в соответствии с выбранной ориентацией и может быть стационарной или мобильной, наружной или внутренней. Для обеспечения максимальной эффективности будет искаться сочетание этих различных типов. Но в нашем исследовании (полусухой климат) рекомендуется стационарная защита от солнца, которая оказывает значительное архитектурное воздействие.

5. Вентиляция. Естественная вентиляция является одним из самых простых способов содействия тепловому комфорту пользователей жилища и улучшению характеристик зданий. Естественная вентиляция обеспечивается за счет:

-Ориентация относительно направления ветра.

-Расположение проемов на фасадах.

-Размер проемов и устройств, стимулирующих воздушные потоки во внутренних помещениях.

-Расстояние здания от препятствий на пути ветрового потока.

Разница летней наружной температуры между днем и ночью может быть использована для охлаждения зданий: скорость вентиляции может быть увеличена либо путем увеличения количества приточных и вытяжных отверстий (открытие окон) при естественной вентиляции, либо непосредственно путем управления механической вентиляцией (скорость вращения вентилятора). Это известно как ночная вентиляция.

6. Изоляция. 70% энергии, потребляемой в зданиях, идет на отопление и охлаждение. Изоляция позволяет повысить комфорт зимой и летом [2]. Теплоизоляция имеет три основные функции в жилище.

Во-первых, повысить тепловой комфорт зимой и летом.

Во-вторых, необходимо свести к минимуму потребление энергии для отопления и/или кондиционирования воздуха.

Третья цель - сделать среду обитания более экологической за счет уменьшения загрязнения, связанного с выбросами парниковых газов в атмосферу.

Изолировать здание можно как внутри, так и снаружи несущей конструкции.

-Наружная изоляция является наиболее эффективным решением. Данное решение ограничивает тепловые мосты и использует инерцию, обеспечиваемую массой стен.

-Внутренняя изоляция является интересной альтернативой. Хотя это решение может несколько нарушить периметр комнат, его можно быстро и легко реализовать.

Пассивные архитектурные решения формирования энергоэффективного многоквартирного городского жилья в полусухом климате Алжира

• *Компактность*

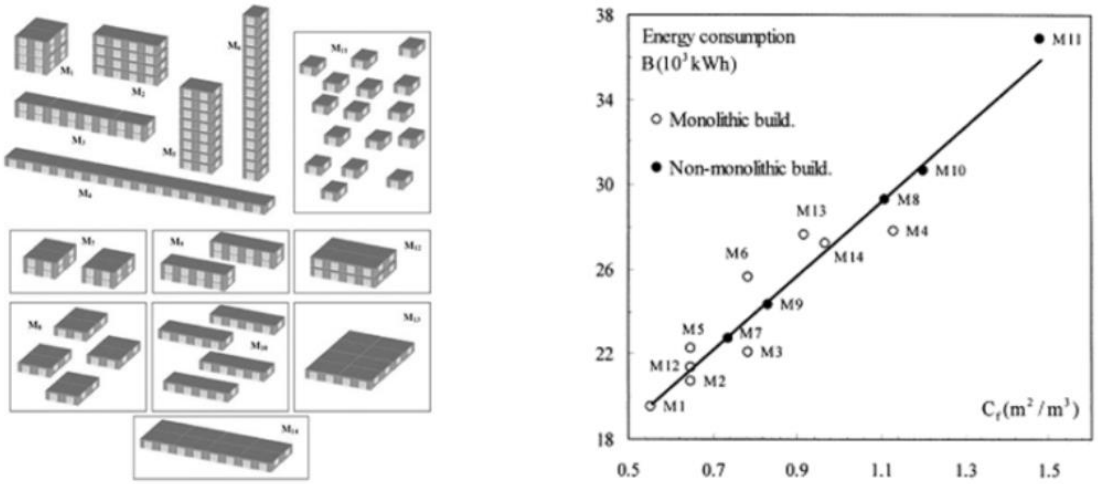


Рис. 16 – Потребление энергии как функция геометрической компактности

• *Ориентация*

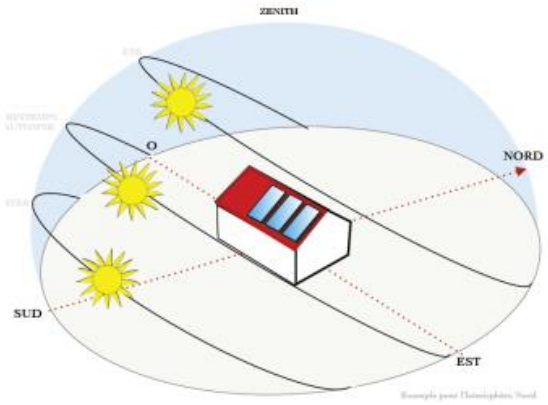


Рис. 17 – солнечный цикл в течение года

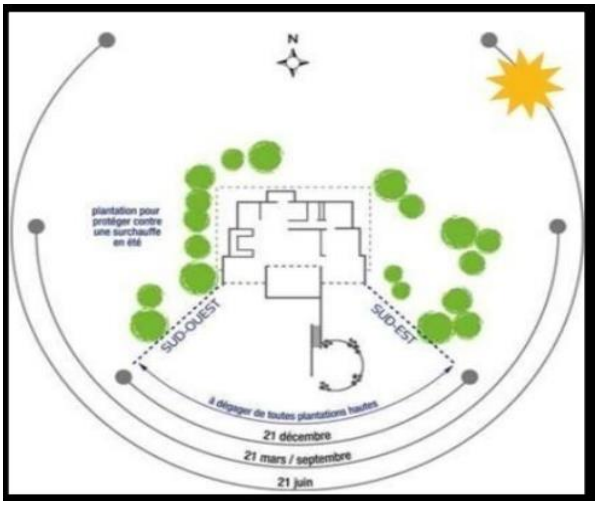


Рис. 18 – оптимальная ориентация

• *Организация жилых помещений*

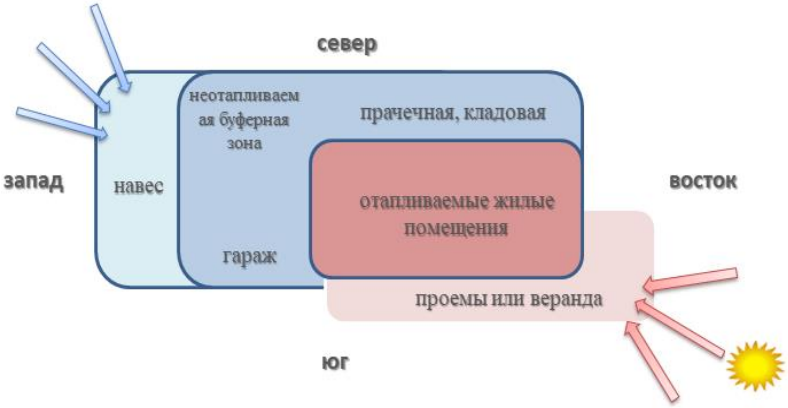


Рис. 19 – Биоклиматическое зонирование

Рис. 20 – оптимальная организация жилых помещений

• *Солнечная защита*

Рис. 21 – фиксированная наружная солнцезащитная система

Рис. 22 – Эффект фиксированной защиты от солнца в течение года

• *Вентиляция*

- Естественная вентиляция:

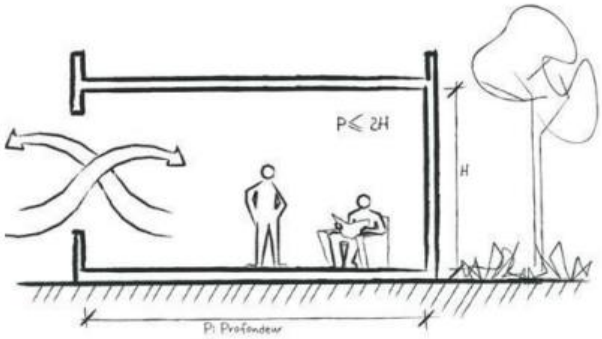


Рис. 23 – вентиляция через один фасад

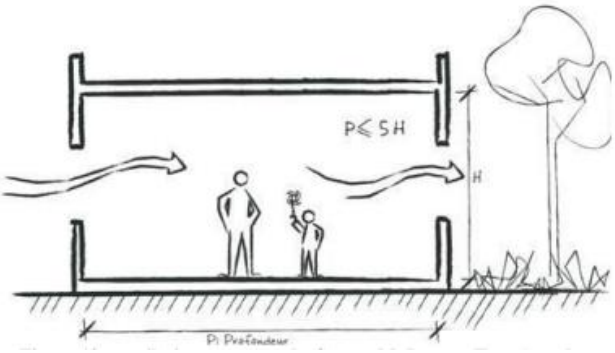


Рис. 24 – поперечная вентиляция

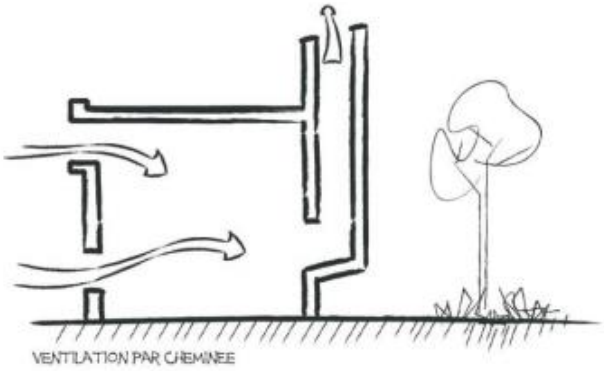


Рис. 25 – Вентиляция с тепловой тягой

- Пассивные системы вентиляции:

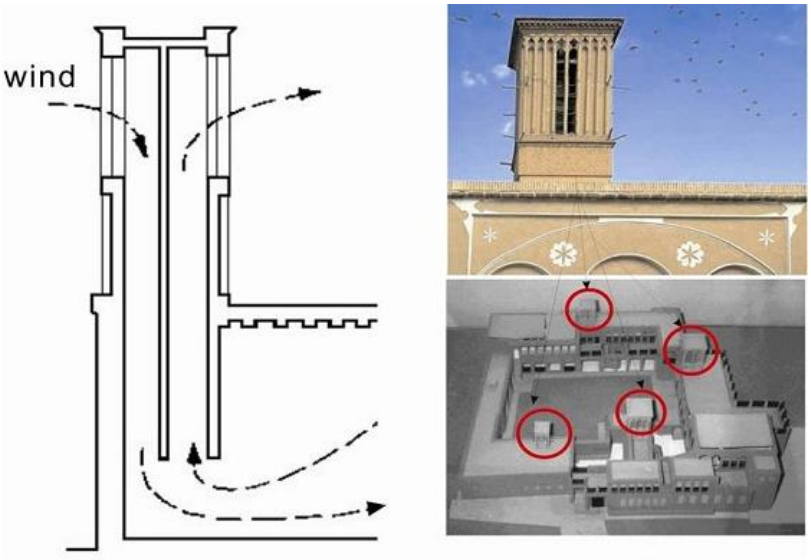


Рис. 26 – Ветряная башня (малькаф в Алжире)

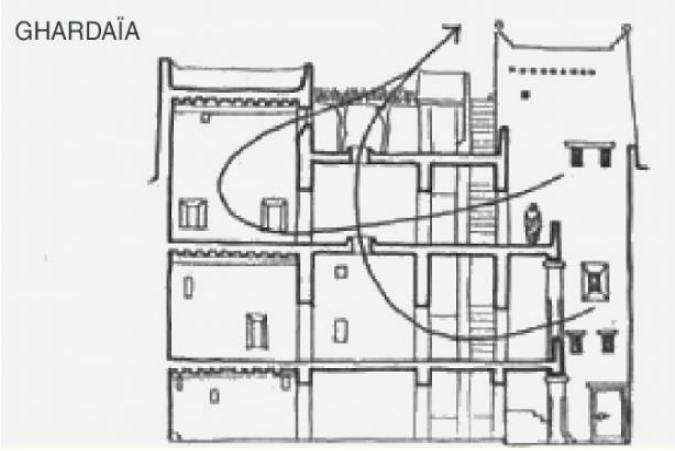


Рис. 27 – Жилье с патио в Алжире

• *Изоляция*

Рис. 28 – Наружная изоляция

Рис. 29 – Применение внутренней изоляции

Заключение

Данное исследование посвящено энергоэффективности многоквартирного городского жилья в полусухом климате Алжира, в соответствии с текущей озабоченностью по поводу необходимости снижения энергопотребления, в целях содействия проектированию энергоэффективного городского жилья.

За время независимости в Алжире было запущено множество программ жилищного строительства, в которых основное внимание уделялось количеству в ущерб качеству. Эти программы не отвечают климатическим и экономическим требованиям условий регионов, а поскольку никогда не поздно добиться хороших результатов, особенно после истощения природных ресурсов и проблем устойчивого развития.

Жилищный сектор в Алжире сегодня является одним из первых по показателю потребления энергии и одним из основных ответственных за выбросы парниковых газов, и, как и везде, вопрос о сокращении потребления энергии является актуальным в нашей стране, которая из-за пренебрежения климатическими параметрами во время разработки различных проектов столкнулась с проблемой увеличения потребления энергии, в частности, летом для кондиционирования воздуха и зимой для отопления.

Для этого необходимо применение целого ряда архитектурно-планировочных приемов, пассивных устройств и систем, которые позволяют достичь главной цели по минимизации использования невозобновляемой энергии за счет рациональной архитектурно-планировочной организации с применением пассивного энергоснабжения и сокращения расходов энергии на отопление, кондиционирование и освещение.

В данном исследовании мы предложили инновационные пассивные архитектурные решения, доступные на местном уровне, с целью улучшения энергоэффективности существующих жилищ и проектирования новых энергоэффективных жилищ.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Bailly A. Concilier désir de nature et préservation de l'environnement: vers une urbanisation durable en France / A. Bailly, L. Bourdeau-Lepage //Géographie, économie, société. – 2011. – Vol. 13. – №. 1. – P. 27-43.

2. Mansouri O. Influence de la réflectivitéde l'enveloppe sur la demande énergétique des bâtiments et sur le confort thermique / O. Mansouri // Revue Nature et Technologie. – 2018. – Vol. 10. – №. 1. – P. 33-42.

3. Kahina A. I. T. A. Clean production as a lever for sustainable development.-The Experience of Algerian Companies / A. I. T. A. Kahina // Journal of Financial, Accounting and Administrative Studies. – 2020. – Vol. 7. – №. 2. – P. 797-816.

4. Rigny P. V. E. Le changement climatique / P. V. E. Rigny, J. C. Bernier, D. Olivier // La chimie, l'énergie et le climat. – EDP Sciences, 2021. – P. 5-21.

5. Latreche S. Optimisation énergétique d'un bâtiment résidentiel autoproduite à Biskra à travers ses caractéristiques matérielles / S. Latreche, L. Sriti // Journal of Renewable Energies. – 2018. – Vol. 21. – №. 3. – P. 433-443.

6. Hacène M. A. B. La construction écologique en Algérie: Question de choix ou de Moyens? / M. A. B. Hacène, N. E. C. Sari, B. Benyoucef // Journal of Renewable Energies. – 2011. – Vol. 14. – №. 4. – P. 627–635-627–635.

7. Gaëta R. Vers une réglementation environnementale pour les bâtiments neufs / R. Gaëta et al. //Annales des Mines-Responsabilite et environnement. – FFE, 2018. – №. 2. – P. 55-61.

8. Hacène M. A. B. L'impact environnemental d'une habitation écologique / M. A. B. Hacène et al. // Journal of Renewable Energies. – 2010. – Vol. 13. – №. 4. – P. 545–559-545–559.

9. Krauss G. Modélisation sous TRNSYS d'une maison à énergie positive / G. Krauss et al. // Congres IBPSA France, La Reunion. – 2006. – P. 2-3.

10. Ferrara M. Modélisation des bâtiments zéro-énergie: optimisation technico-économique / M. Ferrara et al. // Conférence IBPSA France 2014. – IBPSA France, 2014. – P. 1-8.

11. Virgone J. Dimensionnement et contrôle des systèmes multi-energies pour les bâtiments à haute performance énergetique / J. Virgone et al. // La Revue 3 E. I. – 2008. – Vol. 52. – P. 23-30.

12. Visier J. C. Vers des bâtiments à énergie positive / J. C. Visier // Annales Des Mines-Réalités Industrielles. – Eska, 2008. – №. 4. – P. 22-26.

13. Atmania H. L'investissement dans les énergies renouvelables en Algérie, un pas vers la transition énergétique (cas de l'énergie solaire) / H. Atmania, A. Salem // Revue algérienne d'économie et gestion. – 2019. – Vol. 12. – №. 1. – P. 151-167.

14. Aprue. Consommation Energétique Finale de l'Algérien, Chiffres clés: Année 2017. 11 P.

15. Djebri B. Experimental study of the thermal behavior of a rural low energy house / B. Djebri et al. // Journal of Renewable Energies. – 2015. – Vol. 18. – №. 4. – P. 657–666-657–666.

16. Derradji L. Etude expérimentale du comportement thermique d'une maison prototype en période d'été / L. Derradji et al. // Journal of Renewable Energies. – 2013. – Vol. 16. – №. 4. – P. 709–719-709–719.

17. Derradji L. Experimental study of the thermal behavior of a rural low energy house / L. Derradji et al. // 15th International Thermal Days (JITH 2011). – 2011.

18. Chenak A. Energy efficiency in the building; Med-Enec pilot project / A. Chenak // revue des énergies renouvelables, Bulletin semestriel. – 2009. – №. 15-16.

19. Messaoudene I. Effect of dune sand on the Durability of Stabilized and Compressed Earth Concrete / I. Messaoudene, L. Molez, A. Amriou // Academic Journal of Civil Engineering. – 2020. – Vol. 38. – №. 1. – P. 101-104.

20. Arantes L. Energy efficiency and urban form: development of a morpho-energy optimization tool / L. Arantes et al. // Cybergeo: European Journal of Geography. – 2016.

21. Louafi S. B. Impact Of Orientation On Interior Thermal Comfort In Collective Housing: Case Of The New City Ali Mendjeli, Constantine / S. B. Louafi, S. Abdou // Sciences & Technology. D, Earth Sciences. – 2010. – P. 33-40.

22. Louafi Samira B. Optimal orientation for housing with low energy profil and for internal thermal comfort in semi-arid climate (R1-TS26-PP01) / B. Louafi Samira, A. Saliha //Clima 2010: 10th REHVA World Congress: Sustainable Energy Use in Buildings: 9-12 May, Antalya, Turkey.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Bailly A. Concilier désir de nature et préservation de l'environnement: vers une urbanisation durable en France [Reconciling a desire for nature and preservation of the environment: towards sustainable urbanization in France] / A. Bailly, L. Bourdeau-Lepage //Géographie, économie, société [Geography, Economy, Society]. – 2011. – Vol. 13. – №. 1. – P. 27-43. [in French]

2. Mansouri O. Influence de la réflectivitéde l'enveloppe sur la demande énergétique des bâtiments et sur le confort thermique [Influence of envelope reflectivity on building energy demand and thermal comfort] / O. Mansouri // Revue Nature et Technologie [Nature and Technology Review]. – 2018. – Vol. 10. – №. 1. – P. 33-42. [in French]

3. Kahina A. I. T. A. Clean production as a lever for sustainable development.-The Experience of Algerian Companies / A. I. T. A. Kahina // Journal of Financial, Accounting and Administrative Studies. – 2020. – Vol. 7. – №. 2. – P. 797-816.

4. Rigny P. V. E. Le changement climatique [Climate change] / P. V. E. Rigny, J. C. Bernier, D. Olivier // La chimie, l'énergie et le climat [Chemistry, energy and climate]. - EDP Sciences, 2021. – P. 5-21. [in French]

5. Latreche S. Optimisation énergétique d'un bâtiment résidentiel autoproduite à Biskra à travers ses caractéristiques matérielles [Energy optimization of a self-generated residential building in Biskra through its material characteristics] / S. Latreche, L. Sriti // Journal of Renewable Energies. – 2018. – Vol. 21. – №. 3. – P. 433-443. [in French]

6. Hacène M. A. B. La construction écologique en Algérie: Question de choix ou de Moyens? [building in Algeria: A matter of choice or Means?] / M. A. B. Hacène, N. E. C. Sari, B. Benyoucef Green // Journal of Renewable Energies. – 2011. – Vol. 14. – №. 4. – P. 627–635-627–635. [in French]

7. Gaëta R. Vers une réglementation environnementale pour les bâtiments neufs [Towards an environmental regulation for new buildings] / R. Gaëta et al. //Annales des Mines-Responsabilite et environnement. – FFE, 2018. – №. 2. – P. 55-61. [in French]

8. Hacène M. A. B. L'impact environnemental d'une habitation écologique [The environmental impact of green housing/ M. A. B. Hacène et al. // Journal of Renewable Energies. – 2010. – Vol. 13. – №. 4. – P. 545–559-545–559. [in French]

9. Krauss G. Modélisation sous TRNSYS d'une maison à énergie positive [Modeling under TRNSYS of a positive energy house] / G. Krauss et al. // Congres IBPSA France, La Reunion. – 2006. – P. 2-3. [in French]

10. Ferrara M. Modélisation des bâtiments zéro-énergie: optimisation technico-économique [Modeling of zero-energy buildings: technico-economic optimization] / M. Ferrara et al. // Conference IBPSA France 2014. – IBPSA France, 2014. – P. 1-8. [in French]

11. Virgone J. Dimensionnement et contrôle des systèmes multi-energies pour les bâtiments à haute performance énergetique [Sizing and control of multi-energy systems for high energy performance buildings] / J. Virgone et al. // La Revue 3 E. I. [Review 3 E. I.] – 2008. – Vol. 52. – P. 23-30. [in French]

12. Visier J. C. Vers des bâtiments à énergie positive [Vers des bâtiments à énergie positive / J. C. Visier // Annales Des Mines-Réalités Industrielles [Annales Des Mines-Réalités Industrielles]. – Eska, 2008. – №. 4. – P. 22-26. [in French]

13. Atmania H. L'investissement dans les énergies renouvelables en Algérie, un pas vers la transition énergétique (cas de l'énergie solaire) [Investment in renewable energy in Algeria, a step towards energy transition (case of solar energy)] / H. Atmania, A. Salem // Revue algérienne d'économie et gestion [Algerian Journal of Economics and Management]. – 2019. – Vol. 12. – №. 1. – P. 151-167. [in French]

14. Aprue. Consommation Energétique Finale de l'Algérien [Aprue. Final Energy Consumption of the Algerian, Key Figures: Year 2017]. 11 P. [in French]

15. Djebri B. Experimental study of the thermal behavior of a rural low energy house / B. Djebri et al. // Journal of Renewable Energies. – 2015. – Vol. 18. – №. 4. – P. 657–666-657–666.

16. Derradji L. Etude expérimentale du comportement thermique d'une maison prototype en période d'été [Experimental study of the thermal behavior of a prototype house in the summer period] / L. Derradji et al. // Journal of Renewable Energies. – 2013. – Vol. 16. – №. 4. – P. 709–719-709–719. [in French]

17. Derradji L. Experimental study of the thermal behavior of a rural low energy house / L. Derradji et al. // 15th International Thermal Days (JITH 2011). – 2011.

18. Chenak A. Energy efficiency in the building; Med-Enec pilot project / A. Chenak // revue des énergies renouvelables, Bulletin semestriel. – 2009. – №. 15-16.

19. Messaoudene I. Effect of dune sand on the Durability of Stabilized and Compressed Earth Concrete / I. Messaoudene, L. Molez, A. Amriou // Academic Journal of Civil Engineering. – 2020. – Vol. 38. – №. 1. – P. 101-104.

20. Arantes L. Energy efficiency and urban form: development of a morpho-energy optimization tool / L. Arantes et al. // Cybergeo: European Journal of Geography. – 2016.

21. Louafi S. B. Impact Of Orientation On Interior Thermal Comfort In Collective Housing: Case Of The New City Ali Mendjeli, Constantine / S. B. Louafi, S. Abdou // Sciences & Technology. D, Earth Sciences. – 2010. – P. 33-40.

22. Louafi Samira B. Optimal orientation for housing with low energy profil and for internal thermal comfort in semi-arid climate (R1-TS26-PP01) / B. Louafi Samira, A. Saliha //Clima 2010: 10th REHVA World Congress: Sustainable Energy Use in Buildings: 9-12 May, Antalya, Turkey.

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.017

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ В БИОЭНЕРГЕТИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ УЛАВЛИВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ УГЛЕРОДА

Научная статья

Ильвицкая С.В.[1, *], Чистякова А.Г.[2]

[1, 2] Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

* Корреспондирующий автор (ilvitskaya[at]mail.ru)

Аннотация

В условиях повышенного ресурсопотребления человечеству необходимы те источники энергии, которые способны уменьшить «парниковый эффект», возникший вследствие индустриализации. На данный момент энергия микроводорослей является единственным пригодным вариантом для борьбы с «парниковым эффектом», так как биомасса способна поглощать углекислый газ и выделять при этом энергию. Попытки мирового сообщества уменьшить «парниковый эффект» не увенчались успехом. С девяностых годов прошлого века по настоящее время глобальные выбросы парниковых газов возросли на тридцать процентов. За последнее десятилетие данные выбросы увеличились на семьдесят процентов. Исходя из выявленных показателей, проблема является весьма глобальной и острой.

Ключевые слова: микроводоросли, углекислый газ, биореактор, парниковый эффект.

APPLICATION OF MICROALGAE IN BIOENERGY USING CARBON CAPTURE AND STORAGE TECHNOLOGY

Research article

Ilvitskaya S.V.[1, *], Chistyakova A.G.[2]

[1, 2] State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

* Corresponding author (ilvitskaya[at]mail.ru)

Abstract

In conditions of increased resource consumption, humanity needs those energy sources that are able to reduce the "greenhouse effect" that has arisen as a result of industrialization. At the moment, the energy of microalgae is the only suitable option for combating the "greenhouse effect", since biomass is able to absorb carbon dioxide and release energy at the same time. Attempts by the world community to reduce the "greenhouse effect" have not been successful. From the 90s of the last century to the present, global greenhouse gas emissions have increased by thirty percent. Over the past decade, these emissions have increased by seventy percent. Based on the identified indicators, this is an acute and global problem.

Keywords: microalgae, carbon dioxide, bioreactor, greenhouse effect.

Введение

В последние годы возрастает интерес к использованию микроводорослей вместо деревьев, чтобы снижать концентрацию углекислого газа в нашей атмосфере. Благодаря своему размеру и составу микроводоросли способны применять биоэнергетику с использованием технологии хранения и улавливания углерода (англ. BECCS). BECCS является технологией смягчения воздействия на климат выбросов парниковых газов, использование которой даёт отрицательный выброс углерода в атмосферу, за счёт комбинирования использования биомассы с геологическим улавливанием и хранением углерода. Это означает, что найдено решение двух основных задач: 1) как мы можем использовать водоросли для удаления углерода и 2) как мы можем использовать захваченный углерод, например, для топлива, пищи и тепла. В процессе исследования использован теоретический метод структуризации знаний по данной теме, комплексный анализ проблематики применения технологий BECCS, а именно: изучение реализованных проектов с интеграцией данной технологии и подведение итогов использования BECCS на основе полученных результатов, в виде количественных и качественных показателей. Целью исследования является поиск оптимального решения для уменьшения концентрации углекислого газа в атмосфере путём применения технологии BECCS. Задачами исследования являются анализ теоретических данных об использования технологии BECCS и определение факторов, влияющих на её эффективность.

Некоторые исследователи критиковали BECCS как слишком преждевременный вариант для применения в промышленном масштабе, поскольку решения такого типа редко демонстрировались на производствах [1]. Несмотря на то, что это менее развитое исследовательское направление, ученые согласны с тем, что в долгосрочной перспективе BECCS является одним из основных выходов из климатического кризиса.

Биоэнергетика с использованием технологии хранения и улавливания углерода на основе микроводорослей

В последнем отчете об оценке МГЭИК, опубликованном в 2014 году, 101 из 116 сценариев, в которых было возможно не допустить повышение температуры выше, чем на 2° С, основывались на BECCS. В 67% предложенных сценариев говорилось, что BECCS будет представлять не менее 20% мировой первичной энергии к 2100 году [2].

Вот несколько причин, почему микроводоросли способны решить проблемы изменения климата:

1. Микроводоросли используют гораздо меньше земли, чем деревья, что позволяет значительно экономить полезную территорию. Микроводоросли способны производить такое же количество биоэнергии, что и наземные растения, используя только 1/10 площади суши.

2. Микроводоросли легко выращивать, так как они требуют меньше воды, чем многие наземные культуры, и к тому же они неприхотливы к условиям произрастания. Было практически доказано, что микроводоросли могут расти там, где умирают другие растения, например, в сточных водах и соленой воде. Они комфортно существуют в среде с очень

высоким содержанием CO_2. Один гектар микроводорослей может удалить до одной тонны углекислого газа в день. Также было показано, что некоторые виды микроводорослей эффективно удаляют CO_2 из окружающей среды со скоростью в 10–50 раз выше, чем у наземных растений.

3. У микроводорослей очень высокие показатель продуктивности. Одно исследование показало, что по сравнению с такой культурой, как соевые бобы, один гектар прудов с микроводорослями производит в 27 раз больше белка.

4. Как и любое другое растение, микроводоросли используют фотосинтез, чтобы поглощать CO_2, воду и солнечный свет для производства энергии. Но в отличие от многих растений, большая часть этой энергии уходит на деление клеток. Поскольку микроводорослям не нужна энергия для стеблей или корней, как у наземных растений, они могут размножаться намного быстрее. Это делает их довольно простым в выращивании, но при этом сложным в обслуживании.

5. Помимо удаления углерода микроводоросли можно использовать в качестве сырья, пищи и энергии в различных отраслях, например, в качестве биотоплива для транспорта, строительных материалов, косметики, лекарств, еды, корма для животных, а даже одежды.

Это важнейшая часть технологии BECCS: после поглощения CO_2 нужно находить ему правильное применение. В противном случае углекислый газ вернется в атмосферу, так как он постоянно циркулирует в земной биосфере по замкнутым взаимосвязанным путям [3]. Растения поглощают эти молекулы, затем в процессе фотосинтеза атом углерода превращается в разнообразные органические соединения и таким образом включается в структуру растений. Далее возможно несколько вариантов:

1) углерод может оставаться в растениях, пока растения не погибнут. Тогда их молекулы пойдут в пищу редуцентам, таким как грибы и термиты. В конце концов углерод вернется в атмосферу в качестве CO2;

2) растения могут быть съедены травоядными животными. В этом случае углерод либо вернется в атмосферу (в процессе дыхания животных и при их разложении после смерти), либо травоядные животные будут съедены плотоядными (и тогда углерод опять же вернется в атмосферу теми же путями);

3) растения могут погибнуть и оказаться под землей. Тогда в конечном итоге они превратятся в ископаемое топливо — например, в уголь.

Исследователи из Технического университета Мюнхена в настоящее время превращают микроводоросли в углеродное волокно, которое можно использовать для строительства зданий и сооружений [4]. Голландские дизайнеры Эрик Кларенбек и Маартье Дрос используют микроводоросли для создания пластика с помощью 3D-печати.

Коммерческие компании, такие как Pond Technologies, создают новые продукты на основе микроводорослей, такие как корм для животных, ингредиенты для косметики и пищевые добавки [5]. Австрийская фирма Arup создала здание, с био-адаптивным фасадом из микроводорослей, который служит постоянным и возобновляемым источником энергии в городских районах для автономного существования жилых зданий [6]. Первое в мире здание, питающееся водорослями, в качестве эксперимента построено в Гамбурге, Германия в апреле 2014 года (см. рисунок 1). По сути, микроводоросли используются в качестве биореакторов внутри стеклянных панелей, которыми облицованы юго-восточный и юго-западный фасад здания. Также, система обеспечивает изоляцию здания от шума, создает тень от солнца летом и сохраняет тепло здания зимой.

Рис. 1 – Здание в Гамбурге с «биоадаптивным» фасадом из микроводорослей

Один из методов масштабного выращивания микроводорослей - использовать открытые океаны. Исследования показали, что добавление железа в океан приводит к тому, что микроводоросли разрастаются и начинают выводить CO_2 из атмосферы [7]. Но, когда они начинают умирать, то опускаются на дно океана вместе с углеродом, который только что поглотили, таким образом, он может оставаться там веками. К тому же неограниченное произрастание микроводорослей может стать токсичным, убивая целые экосистемы и ценных морских обитателей.

Есть также варианты выращивания микроводорослей в контролируемой среде. В ходе исследовательского эксперимента, опубликованного в Американском институте биологических наук, тестировалось выращивание водорослей в искусственном пруду. Исследователи стратегически разместили этот пруд рядом с электростанцией, работающей на ископаемом топливе, чтобы проверить его максимальный потенциал улавливания углерода [8].

Они обнаружили, что в дополнение к водорослям, поглощающим CO_2, закачка дымовых газов от электростанции фактически ускоряет рост водорослей, увеличивая продуктивность биомассы до 30% (см. рисунок 2).

Рис. 2 – Использование биореакторов в промышленном производстве

В 2019 году компания Hypergiant Industries, занимающаяся искусственным интеллектом, представила проекты прототипа биореактора для микроводорослей [9]. Они утверждают, что, выращивая внутри биореактора особенно эффективный штамм микроводорослей под названием chlorella vulgaris, устройство может поглощать в 400 раз больше CO_2, чем обычные деревья.

Преимущества биореакторов заключается в способности регулировать окружающую среду [10]. Биореактор постоянно анализирует условия среды выращивания микроводорослей, а затем использует алгоритмы, чтобы найти идеальный баланс света, температуры и pH, при котором водоросли будут иметь наибольшую продуктивность. Это сводит к минимуму необходимость вмешательства человека и максимизирует уровень CO_2, который может быть поглощён [11].

Заключение

Таким образом, целесообразно внедрять технологии BECCS для решения проблем, связанных с глобальным потеплением, особенно имеет смысл более детально и углублённо рассмотреть предложения по выращиванию микроводорослей на территории электростанций и других промышленных зданий и сооружений, так как за последнее десятилетие наше временное окно для минимизации последствий изменения климата сократилось, и вместо тридцати лет у нас осталось около десяти [12]. Энергия, полученная на основе микроводорослей, даёт примерно на 50% меньше выбросов парниковых газов, чем топливо нефтяного происхождения. Учитывая критичность положения, нам необходима комбинация мероприятий, которые не только сокращают концентрацию углекислого газа и вредных веществ в атмосфере, но и создают новые технологии производства, например, заменяют пластмассы на масляной основе полимерами на основе микроводорослей. Исходя из вышеперечисленного, комплексное и системное использование технологий BECCS - наиболее эффективный, экономичный и актуальный способ уменьшения негативного воздействия на окружающую среду.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Gough C. Challenges to the use of BECCS as a keystone technology in pursuit of 1,5°C / C. Gough. - Global Sustainability, 2018. - p. 1-9.

2. Fajardy M. Can BECCS deliver sustainable and resource efficient negative emissions? / M. Fajardy and N. Mac Dowell // Journal of Energy Environ. Sci. - 2017. – Vol.10. - p. 1389-1426.

3. Ilvitskaya S. V. Microalgae in architecture as an energy source / S. V. Ilvitskaya, A. G. Chistyakova // Journal of Materials Science and Engineering. - 2020. - Vol.944. DOI:10.1088/1757-899X/944/1/012010.

4. Ilvitskaya S. V. Visual comfort in the organic architecture of an individual residential building / S. V. Ilvitskaya, T. V. Lobkova and V. A. Lobkov. // Journal of Materials Science and Engineering. - 2020. - Vol.944. DOI: 10.1088/1757-899X/944/1/012020.

5. Kemper J. Biomass and carbon dioxide capture and storage: a review / J. Kemper // International Journal of Greenhouse Gas Control. - 2015. – Vol.40. - p. 401-430.

6. Bauen A. Bioenergy – a Sustainable and Reliable Energy Source / A. Bauen. - IEA Bioenergy, 2009. - p. 108-108.

7. Gough C. and Upham P. Biomass energy with carbon capture and storage (BECCS): a review / C. Gough and P. Upham // Journal of Tyndall Centre for Climate Change, University of Manchester. - 2010. - p. 18-20.

8. Smith L.J. Ecological limits to terrestrial biological carbon dioxide removal / L.J. Smith and M.S. Torn // Journal of Climatic Change. - 2013. – Vol.118. - p. 89-103.

9. Fajardy M. The Energy Return On Investment of negative emissions: is BECCS a threat to energy security? / M. Fajardy and N. Mac Dowell // Journal of Energy and Environmental Science. - 2018. – Vol.11. - p. 1581-1594.

10. Beal C.M. Integrating Algae with Bioenergy Carbon Capture and Storage Increases Sustainability / C.M. Beal // Journal of Earth's Future. - 2018. – p. 6.

11. Slade R. Global bioenergy resources / R. Slade, A. Bauen, and R. Gross // Journal of Nature Climate Change. - 2014. – Vol.4(2). - p. 99-105.

12. Rogelj J. Paris Agreement climate proposals need a boost to keep warming well below 2 °C / J. Rogelj // Journal of Nature. – 2016. – Vol.534(7609). - p. 631-639.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ / AGRICULTURAL SCIENCES

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.018

РОСТ И СОСТОЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *SALIX* L. В САРАТОВСКОМ ПОВОЛЖЬЕ

Научная статья

Арестова Е.А.[1, *], Арестова С.В.[2]
[1] ORCID: 0000-0002-5730-780X;
[1, 2] Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока, Саратов, Россия

* Корреспондирующий автор (arestova.ea[at]mail.ru)

Аннотация

В статье приведены особенности роста и развития некоторых представителей рода *Salix* L., произрастающих в коллекции дендрария научно-исследовательского института сельского хозяйства Юго-Востока, расположенном в черте города Саратова: *S. acutifolia* (ива остролистная), *S. babylonica* (ива вавилонская), *S. caprea* (ива козья), *S. fragilis* (ива ломкая), *S. ledebouriana* (ива Ледебура). Оценено санитарное состояние растений, качество ствола и кроны. Приведены биометрические показатели. Проведено сравнение размеров растений на родине и в дендрарии. По результатам визуальных наблюдений проведена интегральная оценка жизнеспособности и определены группы перспективности. Результаты исследований могут служить научным обоснованием при разработке ассортимента хозяйственно-ценных адаптированных интродуцентов для использования в искусственные насаждения и пополнения генофонда дендрофлоры региона.

Ключевые слова: род *Salix* L., биометрические показатели, жизнеспособность, интродуцент, интегральная оценка, перспективность.

GROWTH AND CONDITION OF SOME SPECIES OF THE GENUS *SALIX* L. IN THE SARATOV VOLGA REGION

Research article

Arestova E.A.[1, *], Arestova S.V.[2]
[1] ORCID: 0000-0002-5730-780X;
[1, 2] Federal Agrarian Scientific Center of the South-East, Saratov, Russia

* Corresponding author (arestova.ea[at]mail.ru)

Abstract

The article presents the features of growth and development of some representatives of the genus *Salix* L. growing in the collection of the arboretum of the Research Institute of Agriculture of the South-East located within the city of Saratov: *S. acutifolia* (Siberian violet-willow), *S. babylonica* (weeping willow), *S. caprea* (goat willow), *S. fragilis* (crack willow), *S. ledebouriana* (Ledeboura willow). The authors evaluate the sanitary condition of plants, the quality of the trunk and crown while also providing biometric indicators. The article features a comparison of the sizes of plants at home and in the arboretum. Based on the results of visual observations, the study carries out an integral assessment of viability was carried out and groups of prospects. The research results can serve as a scientific justification for the development of an assortment of economically valuable adapted introduced species for use in artificial plantings and replenishment of the gene pool of the dendroflora of the region.

Keywords: genus *Salix* L., biometric indicators, viability, introducer, integral assessment, prospects.

Саратовская область расположена на юго-востоке России. Климат района средне-континентальный, среднегодовая температура воздуха 5,3^{0}С, среднегодовое количество осадков 451 мм, за теплый период выпадает 292 мм. Количество дней с относительной влажностью менее или равной 30 % – 36. Для региона характерны холодная малоснежная зима, короткая засушливая весна, сухое лето и большая изменчивость погоды по годам. Резкие переходы от холода к теплу и часто повторяющиеся засухи ухудшают условия роста растительности [2]. В связи с этим ассортимент аборигенной древесно-кустарниковой растительности невелик и проблема биоразнообразия является особенно актуальной. Для ее решения целесообразно привлекать в лесомелиоративные и озеленительные насаждения растения из различных регионов земного шара. При этом необходимо чтобы биологические особенности и экологические свойства интродуцентов в достаточно полной мере соответствовали почвенно-климатическим условиям новой среды.

Род *Salix* L. относится к семейству *Salicaceae* Lindl и представлен листопадными кустарниками, реже деревьями, населяющими умеренный пояс Северного полушария – Голарктическое флористическое царство. В природных экосистемах ивы входят в состав смешанных насаждений, а также образуют самостоятельные сообщества – ивняки (тальники). По современным представлениям род *Salix* L. включает 330-350 видов. В европейской части России произрастает более 20 видов [3], [6], [9].

Ивы свето- и влаголюбивые, морозоустойчивые растения. Предпочитают умеренно плодородные кислые и слабокислые почвы. Нетребовательность к почвенно-климатическим условиям сочетается с низкой конкурентоспособностью. Ивы характеризуются различным отношением к плодородию почв, характеру увлажнения, устойчивостью к затенению, затоплению и засыпанию песками. Их широко применяют в степном и полезащитном лесоразведении, в озеленении [3], [4], [6], [9].

В зоне Саратовского Поволжья отсутствует опыт комплексного изучения представителей рода *Salix* L. Впервые для региона в «Дендрарии НИИСХ Юго-Востока» проводятся длительные мониторинговые наблюдения с целью определения роста, состояния и перспективности интродуцентов.

Целью нашей работы являлось изучение роста и состояния видов рода *Salix* L. произрастающих в коллекции дендрария. Результаты исследований служат научным обоснованием при разработке ассортимента хозяйственно-ценных адаптированных интродуцентов для использования в искусственные насаждения и пополнения генофонда дендрофлоры региона.

Материал и методы исследования

Исследования проводили в «Дендрарии НИИСХ Юго-Востока», расположенном в черте города Саратова. Объектом изучения служили растения рода *Salix* L., произрастающие в коллекции [7].

Обследование проводили по общепринятым методикам, модифицированным на основании многолетних данных [2]. Биометрические измерения проводили в каждой таксономической группе, учитывали показатели каждого растения. Интегральную оценку жизнеспособности и перспективности проводили по методике ГБС, учитывали 7 биоэкологических показателей [5].

Результаты исследований

Интродукцией родового комплекса *Salix* L. в дендрарии НИИСХ Юго-Востока занимаются с 1954 года [1], [7]. В настоящее время в коллекции произрастают 5 видов: *S. acutifolia* Willd., *S. babylonica* L., *S. caprea* L., *S. fragilis* L., *S. ledebouriana* Trautv. [1], [8]. Три вида являются аборигенными. *S. ledebouriana* естественно произрастает в южных районах Сибири и Монголии, *S. babylonica* – в Китае, Иране [3], [4].

По визуальным наблюдениям давали общую оценку состояния растений. Оценивали санитарное состояние, качество ствола и кроны. С учетом жизненного состояния выделены две группы:

1. Без признаков ослабления: *S. acutifolia, S. caprea, S. fragilis*. Ствол нормально развит, без наклона и видимых повреждений. Крона характерная для вида, полная, нормально развитая.

2. Ослабленные: *S. babylonica, S. ledebouriana*. Ствол с незначительными дефектами, отклонение от вертикали не превышает 30^0. Крона неравномерно развита, (непропорциональная), частично изреженная, в кроне менее 25 % сухих ветвей.

Основными показателями состояния растений в конкретных условиях являются биометрические показатели. У всех растений измеряли высоту, диаметр ствола у основания растений (D_0) и на высоте 1,3 м ($D_{1.3}$), проекцию кроны (таблица 1).

Таблица 1 – Биометрические показатели видов рода *Salix* L.

Вид	Высота, м		Диметр, см		Проекция кроны, м
	на родине	в дендрарии	Д о	Д 1,3	
S. acutifolia	10-12	10,5 ± 0,97	27,5 ± 1,59	19,9 ± 1,78	5,5
S. babylonica	10-12	12,0 ± 0,24	47,0 ± 0,21	23,5 ± 0,64	6,5
S. caprea	6-10	6,0 ± 0,34	15,6 ± 0,64	9,5 ± 1,19	3,5
S. fragilis	10-15	10,0 ± 0,05	25,0 ± 0,62	19,5 ± 1,12	5,5
S. ledebouriana	4-5	5,0 ± 0,84	19,6 ± 1,13	11,0 ± 1,19	2,5

Проведенное сравнение показывает, что растения в условиях дендрария достигают размеров, свойственных им в естественном ареале, что говорит о соответствии новых условий произрастания требования вида.

Для определения состояния взрослых растений и перспективности их использования провели интегральную оценку жизнеспособности. Учитывали 7 биоэкологических показателей: зимостойкость, одревеснение побегов, сохранение формы роста, побегообразовательную способность, регулярность прироста в высоту, способность к генеративному развитию, возможные способы размножения в культуре. Каждый признак оценивали в баллах. Суммарная бальная оценка по всем показателям является интегральным числовым выражением жизнеспособности растений в данных условиях и определяет перспективность введения вида в насаждения региона.

Итоговая оценка перспективности показала, что все изученные растения сохраняют форму роста, свойственную им в природе: *S. acutifolia, S. babylonica, S. caprea, S. fragilis* – растут в форме дерева, *S. ledebouriana* – высокий кустарник. За время наблюдений растения трех видов не повреждались морозами. У *S. babylonica, S. ledebouriana* отмечены единичные повреждения однолетних побегов, фиксировалось обмерзание 10-25 % длины. Побеги вызревают полностью. Прирост в высоту у всех растений ежегодный. Побегообразовательная способность у всех видов средняя, на одном двухлетнем побеге образуется 2-5 однолетних побегов. Исключение составляет *S. babylonica* которая обладает высокой побегообразовательной способностью, у нее образуется 6 и более новых побегов. Все виды цветут и плодоносят. Самосев у растений не зафиксирован. Растения размножаются вегетативно. Итоговая оценка позволила отнести *S. acutifolia, S. caprea, S. fragilis* к I – высшей, а *S. babylonica* и *S. ledebouriana* ко II группам перспективности.

Заключение

Проведенные изучение и анализ особенностей роста и развития древесных растений представителей рода *Salix* L. в условиях дендрария показали, что климатические условия Саратовского Поволжья позволяют широко внедрять *S. acutifolia, S. caprea, S. fragilis* в различные виды зеленых насаждений. *S. babylonica* и *S. ledebouriana* недостаточно адаптированы к местным условиям, что не позволяет рекомендовать их для широкого использования.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Арестова Е.А. Таксономический состав растений семейства Salicaceae Lindl. в дендрарии НИИСХ Юго-Востока / Е.А. Арестова // Сборник статей Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию открытия закона гомологических рядов и 133-летию со дня рождения академика Н.И. Вавилова. – Саратов: Амирит, 2020. – С. 25-26.

2. Арестова Е.А. Оценка адаптации интродуцированных древесно-кустарниковых растений в условиях Саратовского Поволжья (методические рекомендации) / Е.А. Арестова, С.В. Арестова – Саратов, ФГБНУ НИИСХ Юго-Востока, 2017, - 28 с.

3. Деревья и кустарники СССР. Т. 2. – М.-Л.: Изд-во. АН СССР, 1951. – 613 с.

4. Колесников А.И. Декоративная дендрология / А.И Колесников. – М.: Лесн. пром-сть, 1974. – 703 с.

5. Лапин П.И. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений / П.И. Лапин, С.В. Сиднева // Опыт интродукции древесных растений. – М., 1973. – С. 7 – 67.

6. Пчелин В.И. Дендрология / В.И. Пчелин. - Йошкар-Ола: Изд-во МарГТУ, 2007. - 520 с.

7. Фондовые материалы дендрария НИИСХ Юго-Востока (1949-2020 гг).

8. Черепанов С.К. Сосудистые растения России (в пределах бывшего СССР) / С.К. Черепанов. - СПб.: Мир и семья – 95, 1995. – 961 с.

9. Афонин А. А. Ивы среднего Подесенья / А. А. Афонин // Ивы: Теоретическая и прикладная саликология. [Электронный ресурс]. URL: http://afonin-59-salix.narod.ru/ (дата обращения: 12.09.2021)

Список литературы на английском языке / References in English

1. Arestova E.A. Taksonomicheskij sostav rastenij semejstva Salicaceae Lindl. v dendrarii NIISH Jugo-Vostoka [Taxonomic Composition of Plants of the Family Salicaceae Lindl. In the Arboretum of the Research Institute of the South-East] / E.A. Arestova // Sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvjashhennoj 100-letiju otkrytija zakona gomologicheskih rjadov i 133-letiju so dnja rozhdenija akademika N.I. Vavilova [Collection of Articles of the International Scientific and Practical Conference Dedicated to the 100th Anniversary of the Discovery of the Law of Homological Series and the 133rd Anniversary of the Birth of Academician N.I. Vavilov]. – Saratov: Amirit, 2020. – pp. 25-26. [in Russian]

2. Arestova E.A. Ocenka adaptacii introducirovannyh drevesno-kustarnikovyh rastenij v uslovijah Saratovskogo Povolzh'ja (metodicheskie rekomendacii) [Assessment of Adaptation of Introduced Woody and Shrubby Plants in the Conditions of the Saratov Volga Region (Methodological Recommendations)] / E.A. Arestova, S.V Arestova // – Saratov, FGBNU NIISH Jugo-Vostoka, 2017, - p. 28 [in Russian]

3. Derev'ja i kustarniki SSSR [Trees and Shrubs of the USSR]. Vol. 2. – M.-L.: Publishing house. AN SSSR, 1951. – p. 613 [in Russian]

4. Kolesnikov A.I. Dekorativnaja dendrologija [Decorative Dendrology] / A.I Kolesnikov // – M.: Lesn. prom-st', 1974. – p. 703 [in Russian]

5. Lapin P.I. Ocenka perspektivnosti introdukcii drevesnyh rastenij po dannym vizual'nyh nabljudenij [Evaluation of the Prospects for the Introduction of Woody Plants According to Visual Observations] / P.I. Lapin, S.V. Sidneva // Opyt introdukcii drevesnyh rastenij [The Experience of the Introduction of Woody Plants]. – M., 1973. – pp. 7 – 67. [in Russian]

6. Pchelin V.I. Dendrologija [Dendrology] / V.I. Pchelin // - Joshkar-Ola: Publishing house of MarGTU, 2007. - p. 520 [in Russian]

7. Fondovye materialy dendrarija NIISH Jugo-Vostoka (1949-2020 gg) [Archive Materials of the Arboretum of the Research Institute of the South-East (1949-2020)]. [in Russian]

8. Cherepanov S.K. Sosudistye rastenija Rossii (v predelah byvshego SSSR) [Vascular Plants of Russia (Within the Former USSR)] / S.K. Cherepanov // - SPb.: Mir i sem'ja – 95, 1995. – p. 961 [in Russian]

9. Afonin A. A. Ivy srednego Podesen'ja [Willows of the middle Podesenya] / A. A. Afonin // Ivy: Teoreticheskaja i prikladnaja salikologija [Willows: Theoretical and applied salicology]. [Electronic resource]. URL: http://afonin-59-salix.narod.ru / (accessed: 12.09.2021) [in Russian]

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.019

БЛАГОУСТРОЙСТВО ТЕРРИТОРИИ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЦЕНТРА ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ

Научная статья

Аткина Л.И.[1, *], Ефимова Н.А.[2], Фролова Т.И.[3]
[1] ORCID: 0000-0001-8578-936X;
[1, 2, 3] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

* Корреспондирующий автор (atkina[at]mail.ru)

Аннотация

В статье рассмотрены проблемы территориального планирования экологического образовательного центра для школьников. Изучены нормативные документы, регламентирующие создание подобных объектов различных периодов. Объектами исследования выступили загородный центр «Таватуй», Черноусовская школа-интернат и научно-исследовательский комплекс «Изумрудная Долина», расположенные в Свердловской области. Было проанализировано благоустройство территорий, их соответствие существующим нормативным документам. Также рассмотрена возможность реализации экологических программ на базе центров, исходя из анализа организации пространства. В результате исследования приведены основные рекомендации для выбора территории и разработки проекта ее благоустройства для экологических центров, созданных на основе нормативных документов, разработанных для школьных и дошкольных образовательных учреждений, располагающихся в населенных пунктах, но с учетом особенностей научно-исследовательской деятельности на объектах.

Ключевые слова: экологическое образование, загородный центр, экологическая тропа, экологические объекты, благоустройство территории.

LANDSCAPING AS A FACTOR IN THE DEVELOPMENT OF AN ECOLOGICAL CENTER FOR SCHOOLCHILDREN

Research article

Atkina L.I.[1, *], Efimova N.A.[2], Frolova T.I.[3]
[1] ORCID: 0000-0001-8578-936X;
[1, 2, 3] Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

* Corresponding author (atkina[at]mail.ru)

Abstract

The article deals with the problems of territorial planning of an ecological educational center for schoolchildren and examines regulatory documents connected to the creation of such objects of various periods. The subjects of the study were the Tavatuy country center (zagorodiy tsentr "Tavatuy”), the Chernousovskaya boarding school and the "Izumrudnaya Dolina" Research complex located in Sverdlovsk Oblast. The authors analyze the improvement of territories and their compliance with existing regulatory documents. Based on the analysis of the organization of the area, the possibility of implementing environmental programs on the basis of the centers is also considered. As a result of the research, the authors provide main recommendations for the selection of the territory and the development of its improvement project for environmental centers created on the basis of regulatory documents developed for school and preschool educational institutions located in settlements, but taking into account the specifics of research activities at the sites.

Keywords: environmental education, country center, ecological trail, ecological objects, landscaping.

Введение

Развитие современного общества ведет к изменению подходов в образовательном процессе, отражающем связь человека с его природным и рукотворным окружением, внедрению новых образовательных технологий организации образовательной среды. Одним из направлений, требующих развития, является структура дополнительного образования и, в частности, организация детского образования в каникулярный период. Возможности загородных лагерей с образовательной точки зрения зачастую могут проявляться при реализации различных образовательных программ. Как в России, так и в зарубежных странах существует достаточно много примеров экологических лагерей, реализующих на своей территории экскурсионно-исследовательские программы для школьников разного возраста: детский экологический лагерь «ТЕНГРИ» в Башкирском Государственном Заповеднике в Белорецком районе Башкирии, летний биологический лагерь «Белое море», расположенный в Карелии, лагерь «Приключения в Исландии», летний лагерь приключений «Лонг Лейк» в США, экологический лагерь «Тайны древнего Оковского леса» в Тверской области и другие. В этих лагерях школьники занимаются исследовательской деятельностью, изучают флору и фауну и основы экологии.

Оптимальным вариантом соотношения отдыха, оздоровления и образования детей становится создание загородных образовательных центров, территория которых должна представлять собой обустроенную систему познавательных участков, создаваемых с целью экологического просвещения. К сожалению, подобный подход не распространен. Все образовательные центры создаются как объекты для отдыха и развлечения. Обустройство территории с образовательной целью носит фрагментарный характер и заключается в создании экологических троп небольшой протяженности. Знакомство школьников с природными аспектами окружающей среды происходит на базе лекционного материала в аудиториях. Научная литература в области природоохранного образования лежит преимущественно в сфере разработки аудиторных методов преподавания, основанных на чтении лекций и показе видеоматериалов [1], [2]. Хотя еще великий педагог К.Д.Ушинский писал: «…прекрасный ландшафт имеет такое огромное воспитательное влияние на развитие молодой души, с которым трудно соперничать влиянию педагога; день, проведенный ребенком

среди рощ и полей, стоит многих недель, проведенных на учебной скамье» [3]. Соответственно пространственная организация территории для подобного вида образовательной деятельности – это синтез двух направлений: педагогики и ландшафтной архитектуры.

История организации объектов, имеющих не только рекреационное значение, но и образовательное, на территории России начинается с создания пионерских лагерей с 1925 года [4, С. 172-176]. С изменением системы организации детского отдыха изменялись и нормативные документы, и требования, предъявляемые к их территории. При сравнении основных документов недавнего прошлого, отражающих переход к современным парадигмам: «Санитарных правил устройства, содержания и организации режима Пионерских лагерей» от 30 сентября 1975 года № 1355-75 [5], [4] и СанПиН 2.4.4.3155-13 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации работы стационарных организаций отдыха и оздоровления детей» [6] установлено, что современные требования к стационарным организациям отдыха и оздоровления детей больше акцентируют внимание на соответствии гигиеническим нормативам по различным загрязнениям и созданию безбарьерной среды, в то время как требования к пионерским лагерям были более обширные и направлены на учет и сохранение природного ландшафта, создание обстановки для развития физической активности и оздоровления детей. В функциональное зонирование пионерских лагерей также входило создание «живого» уголка, уголок юного натуралиста и другие познавательные площадки. Эти объекты предусматривались для дополнительного образования детей в рамках «природной» среды [7].

В настоящее время важнейшей задачей в организации летнего отдыха детей по-прежнему выступает не только физическое оздоровление, но и наиболее полная реализация способностей и возможностей посредством включения в различные виды деятельности. При этом в существующих нормативных документах по организации территории центров это не отражается. В результате образовательный процесс преимущественно уходит в помещения: лектории и видеозалы.

Существует достаточно много экологических программ и вариантов экологических исследований для школьников, но многие из них требуют определенных условий и иногда специфических территорий. В целом особенность реализации таких программ – относительно короткий срок пребывания, что требует упрощенных методик, позволяющих быстро собрать материал для исследовательской работы, оформить и представить полученный результат.

Подбор объектов для изучения, а соответственно и для выбора территории загородных центров с реализацией данных программ связан с территориями, окружающими центр: естественные лесные массивы; водные объекты; региональные особо охраняемые природные территории (ООПТ, а также объекты антропогенной инфраструктуры, влияющих на компоненты экосистем) [8]. Выход на эти объекты подходит школьникам среднего и старшего возраста. Для младших классов и детей с особенностями физического развития они мало доступны.

Объекты и методология исследования

В качестве объектов исследования были выбраны три центра дополнительного образования. Два действующих загородных образовательных центра: «Таватуй», представляющий в настоящее время региональную инновационную площадку для одаренных детей, где образовательные и оздоровительные смены организуются в настоящее время Фондом поддержки талантливых детей и молодежи «Золотое сечение»; Черноусовская школа-интернат, реализующая адаптированные основные общеобразовательные программы. Один центр, бывший ранее пионерским лагерем, находится на стадии проектирования – научно-исследовательский комплекс «Изумрудная Долина». Все объекты изучались на предмет возможности реализации экологических программ в границах территорий и соответствие современным нормативным документам.

Экологические центры расположены в пределах радиуса 100 км от административного центра Свердловской области.

Загородный центр «Таватуй» работает в круглогодичном режиме. Каждое лето принимает более 2000 детей и подростков [9]. Центр расположен на берегу озера Таватуй в 35 км от города Екатеринбурга. Общая площадь территории 17,4 га, из которых 0,7 га – здания и сооружения. Инфраструктура центра: 4 трехэтажных спальных корпуса, актовый зал на 200 человек, танцевальная площадка и тренажерный зал, футбольное поле, закрытые и открытые площадки для баскетбола, волейбола и других видов спорта. Территория загородного центра имеет сложную конфигурацию.

Большая часть зеленых насаждений – это естественный зеленый массив. Преобладающими видами на территории является береза повислая и сосна обыкновенная. Также на территории распространены вдоль дорожек живые изгороди из кизильника блестящего. Цветочное оформление представлено вазонами и цветниками из многолетних растений. Газон на территории отсутствует, либо находится в неудовлетворительном состоянии.

Черноусовская школа-интернат находится на территории Свердловской области, в 60 километрах от города Екатеринбурга. Расположен в южной части Белоярского городского округа, в 2 километрах от села Черноусово. Общая площадь территории составляет 7,7 га, из них 4,6 га обнесены забором, а за рекой на противоположном берегу – 2 га [10]. С западной и южной стороны территории школы протекает река Исеть, она отделяет от территории небольшой участок с юго-запада. С севера, востока и юго-востока территорию школы окружает лес. По своей конфигурации она напоминает большую каплю или овал.

Инфраструктура школы-интерната включает: двухэтажное здание школы, здание спального корпуса, здание склада, здание старой школы (дом мельника), здание тренировочной квартиры, здание столовой и кухни, гараж, гостевой дом, здание банно-прачечного комбината, водонапорную башню, помещение спортивной раздевалки.

Территория представлена в основном открытыми пространствами, несмотря на близость лесного массива, состоящего из сосны обыкновенной. Особенностью являются растущие вдоль берега реки посадки тополя бальзамического. Тополя на данный момент в основной массе нуждаются в срочной санитарной обрезке, а отдельные экземпляры необходимо удалить. Позднее были высажены такие декоративные кустарники, как: карагана древовидная, туя западная, дерен белый. Туя западная произрастает на различных участках территории и на очень солнечных метах, где чувствует себя плохо.

На территории находятся несколько больших миксбордеров, один из них был сооружен на фундаменте старого здания. Теперь на нем растет роза морщинистая, ель голубая и лиственница сибирская. Остальное пространство засаживается однолетниками.

«Изумрудная Долина» – это некоммерческий проект научно-исследовательского комплекса, создаваемого как универсальная территория для оздоровления, проведения занятий и тренингов различной направленности, занятий спортом, образования, детского и семейного отдыха, внедрения новейших технологических решений, комфортного проживания.

Научно-исследовательский комплекс располагается на территории Рефтинского водохранилища, которое находится в 5,7 км к северу от города Асбест. Это территория бывшего пионерского лагеря «Изумруд», существовавшего до 1990 года. Здесь сохранились постройки этого лагеря: спальные корпуса, столовая, административные здания, здание досугового центра. Большую часть территории занимают участки с закрытым и полуоткрытым типом пространственной структуры. Рельеф преимущественно равнинный с понижением в сторону водохранилища [11, С. 139–141].

Основную часть насаждений представляет естественный лесной массив, а также старые рядовые посадки тополя бальзамического, караганы древовидной, сирени обыкновенной, яблони ягодной, требующие определенных мер по уходу. На территории сформирован древостой, основной состав которого сосна обыкновенная и береза повислая, 7-8 класс возраста, средний балл бонитета – 2, балл эстетической оценки – 2.

На данный момент проводится реконструкция территории. Построено здание главного гостиничного корпуса. Ведутся работы по благоустройству территории.

Основные результаты

В ходе работы выбранные объекты были проанализированы на предмет возможности реализации экологических программ на базе их территории и соответствие с современными представлениями [11]. Результаты представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1 – Соответствие образовательных центров рекомендациям

Показатель	Загородный центр «Таватуй»	Черноусовская школа-интернат	НП НИК «Изумрудная Долина»
Требование цельности участка	Выполнено	Отсутствует. На территории присутствует дорога районного значения	Выполнено
Защита от шума, ветра и загрязнений атмосферного воздуха	Выполнено	Выполнено	Выполнено
Ограждение участка	Выполнено	Выполнено	Выполнено
Требования к озеленению	Выполнено	Частично. Произрастают колючие кустарники	Частично. Произрастают колючие кустарники
Функциональное зонирование	Выполнено	Выполнено	Выполнено
Требования к спортивным объектам	Выполнено	Частично выполняется. Требуется замена покрытий	Частично выполняется. Требуется замена покрытий

Таблица 2 – Оценка параметров для реализации экологических программ на базе территории объектов исследования

Наличие следующих факторов	Объекты		
	Центр «Таватуй»	Черноусовская школа-интернат	НП НИК «Изумрудная Долина»
Наличие естественных лесных массивов;	присутствует	присутствует	присутствует
Наличие водных объектов;	присутствует	присутствует	присутствует
Расположение относительно региональных особо охраняемых природных территорий (ООПТ);	присутствует ООПТ	удален от зон ООПТ	удален от зон ООПТ
Наличие разных типов биоценоза на территории	присутствует	отсутствует	присутствует
Расположение относительно ключевых орнитологических территорий России (КОТР);	присутствует	отсутствует	отсутствует
Наличие поблизости объектов антропогенной инфраструктуры;	постройки	постройки школы-интерната	постройки
Наличие тепличного хозяйства на территории объекта	отсутствует	отсутствует	отсутствует
Наличие «живого» уголка	отсутствует	отсутствует	отсутствует
Наличие малых экологических объектов	ремизы	ремизы	ремизы

Таким образом, из исследуемых объектов только загородный центр «Таватуй» в большей степени соответствует рекомендациям и подходит для реализации экологических программ.

Черноусовская школа-интернат несмотря на свое обособленное расположение, частично может рассматриваться как загородный детский лагерь в связи с определенными особенностями организации территории, но реализация определенных экологических программ на ее территории возможна.

НП НИК «Изумрудная Долина» на данный момент также не соответствует рекомендациям.

При этом все территории соответствуют санитарным требованиям для размещения детей на отдых. На всех территориях есть условия для создания объектов для реализации «стационарных» экспериментов и экологических программ – это теплицы, «живые» уголки и т.д.

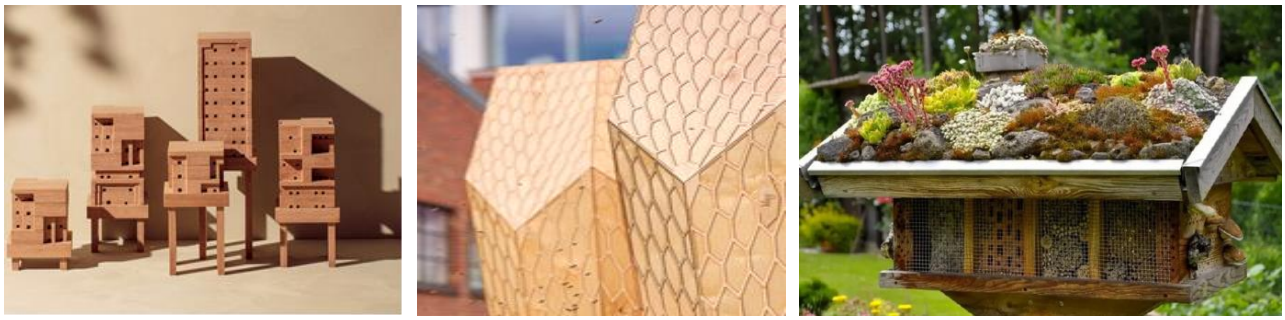
Рекомендаций по организации территории образовательных центров экологической направленности отсутствуют, хотя тенденция по профилированию загородных образовательных центров в этом направлении возрастает.

Наиболее четкие рекомендации по благоустройству территории образовательного учреждения разработаны для школьных и дошкольных образовательных учреждений, располагающихся в населенных пунктах, так как эти объекты создаются постоянно и повсеместно [12]. Согласно рекомендациям, площадь учебно-опытной зоны не может превышать 25% общей площади участка, свободного от застройки. В учебно-опытную зону предложено включать: участок для занятий начальных классов, участок полевых и овощных культур, плодовый сад и питомник, участок цветочно-декоративных растений, участок для коллекционно-селекционной работы, теплица с зооуголком, парники, географическая площадка, площадка для занятия биологией на воздухе (с навесом). Очевидно, что норматив создавался, когда трудовая деятельность на пришкольном участке была обязательной частью программы, в то время как в современном образовательном центре должно на первом месте быть развитие у школьника склонности к научному познанию окружающей среды. Поэтому рекомендуем сохранить долю учебно-опытной зоны в объеме 25% от площади, не занятой зданиями, но профиль площадок изменить на экспериментальный. В зависимости от возраста школьников виды экспериментов могут быть различны по объему и продолжительности.

Большинство педагогов сталкиваются с отсутствием мотивации учащихся и выбором темы исследований. Необходима также и методическая помощь в организации исследовательской деятельности. Только силами педагогов не решить эти проблемы. Необходимо создать на территории зону, в которой специальным образом запроектированные площадки могли быть доступны для изучения. Нахождение объектов на территории делает возможным развитие самостоятельных наблюдений, так как школьники не выходят за территорию лагеря. Для создания экологических троп и разнообразия исследовательской деятельности у детей рекомендуется включать в проект благоустройства территории следующие малые экологические объекты:

1. Insect hotels или «отель для насекомых». Данные объекты позволяют наблюдать за жизнью насекомых, а за счет увеличения их числа на конкретном участке, привлекают птиц.
2. Поилки для птиц, кормушки и скворечники – позволяют создать участки наблюдения и изучения лесных птиц, а также привлекают белок.
3. Обязательно создание ремизов на территории загущенных, преимущественно естественных, насаждений, которые создают условия для жизни на территории безопасных некрупных видов животных.
4. Участки «природных лабораторий» и сенсорные сады.
5. «Аптекарский огород» с лекарственными видами растений и подробной информацией об их свойствах (перечная мята, ромашка лекарственная, лук, и т.д.).
6. Небольшой водоем с соответствующими видами растений или заболоченный участок – позволяют наблюдать за водными видами растений и привлекают различных земноводных.

Разработкой некоторых объектов и малых архитектурных форм занимаются крупные дизайнерские фирмы: мексиканская студия MaliArts, шведский концерн IKEA, норвежская архитектурная студия Snøhetta и др., примеры различных домиков для насекомых приведены на рисунке 1.



а *б* *в*

Рис. 1 – Примеры малых архитектурных форм для привлечения насекомых:
а – домики для пчел; *б, в* – домик для жуков

Примером консенсуса ландшафтный решений и образовательных ценностей может быть проект центра обучения для дошкольников и младших школьников Wonderwell, выполненный архитектурным бюро Kudela & Weinheimer - рисунок 2 [13]. Представленная площадка включает в себя навесы со столами для проведения изучения строения растений, зоны полезных лекарственных растений, участки с декоративными растениями, к площадке примыкает оранжерейный комплекс. При этом познавательная площадка включает и игровые элементы – лестницы, домики и т.д. Все вместе позволяет интересно, ненавязчиво знакомить школьников с миром растений на естественных объектах, а не на слайдах.

Рис. 2 – Проект образовательно-развлекательной площадки центра обучения для дошкольников и младших школьников Wonderwell

В рамках RSA SDAs-конкурса, в котором студенты и недавние выпускники пытаются решить насущные социальные проблемы с помощью дизайнерского мышления одним из лидеров признан проект TRANSFORM, объединяющий территорию кафе и образовательной площадки, фрагмент представлен на рисунке 3 [14].

Рис. 3 – Проектное решение TRANSFORM, выполненное в рамках RSA SDAs-конкурса

Такой подход создает условия для формирования экологической культуры детей, воспитания чувства бережного отношения к родной природе и повышения экологической грамотности. При этом объекты выглядят привлекательно и дружелюбно.

Заключение

Современные тенденции развития образования ставят главной задачей детских загородных центров не только оздоровление, но и становление исследовательской деятельности, и создание условий для самоопределения, саморазвития, социальной адаптации. Требования, изложенные в нормативных документах, определяют базовые требования к территории, но не отражают планировочную структуру будущих образовательных центров. В связи с этим разработка рекомендаций по территориальной организации образовательных центров выходит на первый план.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Громова, Л.А. Особенности организации исследовательской деятельности школьников в экологическом лагере: автореф. дис. канд. пед. наук: / Л.А. Громова. – М.: ПАПО, 2008. – 23 с.

2. Титов, Е.В. Формирование готовности старшеклассников к исследовательской деятельности в сфере экологии: автореф. дис. доктора пед. наук: / Е.В. Титов. – М.: МГОПУ им. М.А. Шолохова, 2004. – 26 с.

3. Ушинский К. Д..: Собрание сочинений / К. Д. Ушинский; Т. 11. Ред. коллегия: А. М. Еголин (глав. ред.), Е. Н. Медынский и В. Я. Струминский. – М-Л : Акад. пед. наук РСФСР, 1952 (М. : Образцовая тип.). - Т. 2. - С. 52-53.

4. Волынчук, Я.А. Особенности и проблемы реализации основных форм работы с молодежью (на примере междунродного детского центра «Артек») / Я.А. Волынчук, М.И. Горбачева, Д.В. Кирсанова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 1-1. – С. 172-176.

5. Санитарные правила устройства, содержания и организации режима Пионерских лагерей: СП 1355-75. – М.: [б.и.], 1975.

6. Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации работы стационарных организаций отдыха и оздоровления детей: СанПиН 2.4.4.3155-13. – СПб.: ЦОТПБСППО, 2014.

7. Пионерские лагеря. Нормы и правила: СНиП II-Л.12-68 глава 12. – М. : Издательство литературы по строительству, 1969. - 19 с.

8. Загородный центр «Таватуй» / Екатеринбург: [б.и.], 2010. – [Электронный ресурс]. URL: https://clck.ru/YPPY4 (дата обращения: 12.09.2021).

9. Перина, В.М. Особенности озеленения территории ГКОУ «Черноусовская школа-интернат» / В.М. Перина, Т.И. Фролова // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: мат-лы XV Всерос. науч.-техн. конф. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2019. С. 468–470.

10. Некипелова, О.А. Исследовательская деятельность школьников в экологическом лагере : метод, пособие / О.А. Некипелова, Н.Ю. Киселева. – Н.Новгород: Поволжье, 2015. – 44 с.

11. Пихтовникова, Н.А. Проект зоны отдыха на территории НИК «Изумрудная долина» / А.А. Баженов, Е.А Морозова, Н.А. Пихтовникова и др. // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: мат-лы XII Всерос. науч.-техн. конф. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т. – 2016. – Ч. 2. – С. 139–141.

12. Здания общеобразовательных организаций. Правила проектирования: СП 251.1325800.2016. – М.: [б.и.], 2016. – 53 с.

13. Kudela. Wonderwall Early Learning Center / Kudela & Weinheimer. [Electronic resource]: URL: https://kwtexas.com/portfolio/wonderwell-early-learning-center/, (accessed: 12.09.2021).

14. Student's plans to scrap dilapidated white building on Racecourse in place of community kitchen earns national award. – [Electronic resource]: URL: https://inlnk.ru/ZZnZG (accessed: 12.09.2021).

Список литературы на английском языке / References in English

1. Gromova, L.A. Osobennosti organizacii issledovatel'skoj dejatel'nosti shkol'nikov v jekologicheskom lagere [Features of the organization of research activities of schoolchildren in the environmental camp] : autoabstract dis. … of PhD in Pedagogy: / L.A. Gromov. – M.: PAPO, 2008. – 23 p. [in Russian]

2. Titov, E.V. Formirovanie gotovnosti starsheklassnikov k issledovatel'skoj dejatel'nosti v sfere jekologii [Formation of readiness of high school students for research activities in the field of ecology] : autoabstract dis. … of PhD in Pedagogy: / E.V. Titov. – M.: MGOPU im. M.A. Sholohova, 2004. – 26 p. [in Russian].

3. Ushinskij K. D..: Sobranie sochinenij [Tekst] / K. D. Ushinskij ; Vol. 11. ed. kollegiya: A. M. Egolin (chief ed.), E. N. Medynskij i V. YA. Struminskij. – M-L : Akad. ped. nauk RSFSR, 1952 (M. : Obrazcovaya tip.). - Vol. 2. - P. 52-53. [in Russian].

4. Volynchuk, Ja.A. Osobennosti i problemy realizacii osnovnyh form raboty s molodezh'ju (na primere mezhdunrodnogo detskogo centra «Artek») [Features and problems of the implementation of the main forms of work with young people (on the example of the international children's center "Artek")] / Ja.A. Volynchuk, M.I. Gorbacheva, D.V. Kirsanova // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij [International Journal of Applied and Fundamental Research]. – 2017. – № 1-1. – P. 172-176. [in Russian].

5. Sanitarnye pravila ustrojstva, soderzhanija i organizacii rezhima Pionerskih lagerej [Sanitary rules of design, content and organization of the Pioneer camps]: SP 1355-75. – M.: [b.i.], 1975. [in Russian].

6. Sanitarno-jepidemiologicheskie trebovanija k ustrojstvu, soderzhaniju i organizacii raboty stacionarnyh organizacij otdyha i ozdorovlenija detej [Sanitary-epidemiological requirements to arrangement, maintenance and organization of the inpatient organizations of rest and improvement of children]: SanPiN 2.4.4.3155-13. – Spb. : COTPBSPPO, 2014. [in Russian].

7. Pionerskie lagerja. Normy i pravila [Pioneer camp. Norms and rules]: SNiP II-L.12-68 glava 12. – M. : Publishing House of literature on construction, 1969. - 19 p. [in Russian].

8. Zagorodnyj centr «Tavatuj» [Country center "Tavatuy"]. – Ekaterinburg: [b.i.], 2010. – [Electronic resource]: URL:: https://clck.ru/YPPY4, free.

9. Perina, V.M. Osobennosti ozelenenija territorii GKOU «Chernousovskaja shkola-internat» [Features of landscaping of the territory of the State Educational Institution "Chernousovskaya boarding school"] / V.M. Perina, T.I. Frolova // Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – les-nomu kompleksu Rossii: mat-ly XV Vseros. nauch.-tehn. konf. [Scientific creativity of youth – to the forest complex of Russia: materials of the XV All-Russian Scientific-technical. conf] – Ekaterinburg: Ural. gos. lesotehn. un-t, 2019. P. 468–470.

10. Nekipelova, O.A. Issledovatel'skaja dejatel'nost' shkol'nikov v jekologicheskom lagere [Research activity of schoolchildren in the ecological camp : method, manual] : method. manual / O.A. Nekipelova, N.Ju. Kiseleva. – N.Novgorod: Povolzh'e, 2015. – 44 p.

11. Pihtovnikova, N.A. Proekt zony otdyha na territorii NIK «Izumrudnaja dolina» [The project of a recreation area on the territory of SRC "Emerald Valley"] / A.A. Bazhenov, E.A Morozova, N.A. Pihtovnikova, T.I. Frolova // Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – les-nomu kompleksu Rossii: mat-ly XV Vseros. nauch.-tehn. konf. [Scientific creativity of youth – to the forest complex of Russia: materials of the XV All-Russian Scientific-technical. conf] – Ekaterinburg: Ural. gos. lesotehn. un-t, 2016. – Part. 2. – P. 139–141.

12. Zdanija obshheobrazovatel'nyh organizacij. Pravila proektirovanija [Buildings of educational organizations. Design rules]: SP 251.1325800.2016. – M.: [b.i.], 2016. – 53 p.

13. Kudela. Wonderwall Early Learning Center / Kudela & Weinheimer. [Electronic resource]: URL: https://kwtexas.com/portfolio/wonderwell-early-learning-center/, (accessed: 12.09.2021).

14. Student's plans to scrap dilapidated white building on Racecourse in place of community kitchen earns national award. – [Electronic resource]: URL: https://inlnk.ru/ZZnZG (accessed: 12.09.2021).

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.020

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В ХОЗЯЙСТВАХ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Научная статья

Болотова Л.Ю.*
ORCID: 0000-0001-5376-327X,
Кемеровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал СФНЦА РАН, Кемерово, Россия

* Корреспондирующий автор (lyda.bolotova[at]mail.ru)

Аннотация

Исследования проводились на базе племрепродукторов ООО «Агрохолдинг Кузбасский» Крапивинского района и ООО «Юргинский Аграрий» Юргинского района. В ООО «Агрохолдинг Кузбасский» поголовье маток относится к 5-ти линиям, основные из которых Вис Бэк Айдиал (43,9%) и Рефлекшн Соверинг (36,8%), а 19,3% - линии Монтвик Чифтейн, Силинг Трайджун Рокит и Пабст Говернер. Оценка быков по молочной продуктивности дочерей показала, что по наивысшей лактации выделяются дочери Спейсшипа 3407 линии Вис Бэк Айдиал, в среднем по 11 дочерям удой составил 6706 кг, что на 765 кг больше среднего по линии (P<0,95) и на 760 кг по всему поголовью (P<0,95). По содержанию жира в молоке выделяются дочери Дельтара 9052 линии Монтвик Чифтейн (4,09%) и Лидер 129 линии Рефлекшн Соверинг (3,96%).

ООО «Юргинский Аграрий» в период с 2016 по 2020 годы разводил крупный рогатый скот 5-ти линий, из которых ведущие – Вис Бэк Айдиал (56,3%) и Рефлекшн Соверинг (30,7%), оставшиеся 13% занимали коровы линий Монтвик Чифтейн, Розейф Ситейшн и Силинг Трайджун Рокит. Оценка быков по молочной продуктивности дочерей показала, что наблюдается превосходство животных линии Рефлекшн Соверинг по удою в сравнении с дочерями линий Вис Бэк Айдиал, Монтвик Чифтейн и Розейф Ситейшн на 341, 190 и 167 кг соответственно (P<0,95). Средняя продуктивность исследованного поголовья в ООО «Юргинский Аграрий» превосходила на 1117 кг продуктивность коров ООО «Агрохолдинг Кузбасский».

Ключевые слова: крупный рогатый скот, линия, бык-производитель, молочная продуктивность, лактация.

GENETIC DIVERSITY OF CATTLE IN THE FARMS OF KEMEROVO OBLAST

Research article

Bolotova L.Yu.*
ORCID: 0000-0001-5376-327X,
Kemerovo Research Institute of Agriculture – Siberian Federal Research Center of Agrobiotechnology, branch of the Russian Academy of Sciences, Kemerovo, Russia

* Corresponding author (lyda.bolotova[at]mail.ru)

Abstract

The research was carried out on the basis of pedigree breeding units Agrokholding Kuzbassky LLC in the Krapivinsky district and Yurginsky Agrariy LLC in the Yurginsky district. In Agrokholding Kuzbassky, the number of females belongs to 5 lines, the main ones of which are Wis Burke Ideal (43.9%) and Reflection Sovereign (36.8%), and 19.3% are Montvic Chieftain, Seiling Triune Rocket and Pabst Governor lines. The evaluation of bulls by the milk productivity of daughters showed that the daughters of the Spaceship 3407 of the Vis Back Ideal line are distinguished by the highest lactation, on average, the milk yield for 11 daughters was 6706 kg, which is 765 kg more than the average for the line (P<0.95) and 760 kg for the entire livestock (P<0,95) According to the fat content in milk, the study highlights the daughters of the Deltar 9052 of the Montvic Chieftain line (4.09%) and the Leader 129 of the Reflection Sovereign line (3.96%).

In the period from 2016 to 2020, Yurginsky Agrariy bred cattle of 5 lines, of which the leading ones were Vis Back Ideal (56.3%) and Reflection Sovereign (30.7%), the remaining 13% were occupied by cows of the Montvic Chieftain, Roseif Citation and Seiling Triune Rocket lines. The evaluation of bulls by the milk productivity of daughters showed that there is a superiority of animals of the Reflection Sovereign line in milk yield in comparison with the daughters of the Wis Burke Ideal, Montvic Chieftain and Roseif Citation lines by 341, 190 and 167 kg, respectively (P<0,95) The average productivity of the studied livestock in Yurginsky Agrariy LLC exceeded by 1117 kg the productivity of cows of Agrokholding Kuzbassky LLC.

Keywords: cattle, line, stud bull, dairy productivity, lactation.

В современных условиях развитие животноводства, разработки инновационных методов селекционно-племенной работы, внедрение информационных технологий и рационального использования генетических ресурсов становятся приоритетной задачей [1].

Доминирующее положение по численности поголовья в Российской Федерации занимает популяция скота черно-пестрой породы – 53,57%, или 1 503,6 тыс. голов. Далее следуют голштинская (16,27%, или 467,7 тыс. голов), холмогорская (6,7%, или 187,9 тыс. голов), симментальская (6,26%, или 175,7 тыс. голов), красно-пестрая (5,45%, или 153,1 тыс. голов) и др. Необходимо отметить, что за период 2016-2017 гг. наблюдался рост поголовья только в популяции голштинского скота (+2,4%), тогда как в других породах отмечаются стабилизация поголовья или некоторое сокращение численности [2].

Черно-пестрая порода крупного рогатого скота выделяется среди всех молочных пород хорошим телосложением, свойственной молочному скоту высокой продуктивностью и здоровьем. Из всех пород черно-пестрая порода занимает лидирующее положение по поголовью, в частности за счет проводимой голштинизации скота [3].

Одной из основных целей селекции является повышение генетического потенциала популяций сельскохозяйственных животных. Генетическое улучшение может быть значительным и заслуживающим внимание.

Примером может служить голштинская порода США, в которой генетический прогресс по удою составляет более 160 кг молока на корову в год. Генофонд этой породы используется для улучшения молочного скота во всем мире, в том числе и в России [4].

Голштинскую породу крупного рогатого скота используют в России с 1956 года. За последующие 30 лет было завезено более 10 тыс. коров, нетелей и быков. Закупка скота очень дорогостоящее мероприятие, поэтому рациональнее использовать семя быков-производителей [5].

По данным Кемеровостата на 2020 год, в Кемеровской области насчитывается 140,4 тыс. голов крупного рогатого скота. Из них 65,2 тыс. голов (46,4% общего поголовья) приходится на сельскохозяйственные организации; 57,6 тыс. (41,0%) — на хозяйства населения и 17,6 тыс. голов (12,6%) — на фермерские хозяйства [6].

Многолетние опыты по скрещиванию местной и голштинской пород были проведены в нашей стране усилиями ученых: Ш.А. Мкртчан, А.П. Калашникова, Н.И. Коростелева, И.Т. Юрченко, Ю.М. Бурдина, А.К. Бич, Е.И. Сакса и др. [7].

Выдающиеся качества животных голштинской породы уже с конца 70-х годов позволили приступить к широкомасштабному использованию в качестве «улучшателей» удоя и экстерьера быков-производителей этой породы. Первоначальное выведение новых внутрипородных типов на племенных заводах переросло в поглотительное скрещивание [8].

За рубежом, как и в нашей стране, накоплен большой материал по скрещиванию черно-пестрого скота с голштинами, который свидетельствует об эффективности ведения этой работы [9], [10].

У любой породы есть своя генеалогическая структура, которая находится в постоянном развитии. Существующие в породе линии и семейства имеют свое продуктивные особенности, которые развиваются селекционными методами и эффективно используются, как в породообразовательном процессе, так и при интенсивном производстве продукции [11].

Исследования проводились в племрепродукторе ООО «Агрохолдинг Кузбасский» Крапивинского района, расположенного в центральной части Кемеровской области и ООО «Юргинский Аграрий» Юргинского района, расположенного в северо-западной части Кемеровской области. Эти хозяйства уделяют большое внимание селекционно-племенной работе со стадом: повышению молочной продуктивности, улучшению экстерьера, воспроизводительных качеств, продолжительности продуктивного долголетия коров и так далее. Для этого в хозяйствах отбирают коров и телок для осеменения спермой быков-производителей племпредприятий.

ООО «Юргинский Аграрий» в период с 2016 по 2020 годы разводил крупный рогатый скот 5-ти линий, из которых ведущие – Вис Бэк Айдиал (56,3%) и Рефлекшн Соверинг (30,7%), оставшиеся 13% занимали коровы линий Монтвик Чифтейн, Розейф Ситейшн и Силинг Трайджун Рокит (таблица 1).

Таблица 1 – Линейная принадлежность коров изучаемых хозяйств

Линия	ООО «Юргинский Аграрий»		ООО «Агрохолдинг Кузбасский»	
	n	%	n	%
Вис Бэк Айдиал 1013415	518	56,3	640	43,9
Рефлекшн Соверинг 198998	283	30,7	537	36,8
Монтвик Чифтейн 95679	84	9,1	229	15,7
Розейф Ситейшн 267150	8	0,9	-	-
Силинг Трайджун Рокит 252803	27	3,0	43	2,9
Пабст Говернер 882933	-	-	10	0,7
Всего	920	100	1459	100

В ООО «Агрохолдинг Кузбасский» поголовье маток относится к 5-ти линиям, основные из которых Вис Бэк Айдиал (43,9%) и Рефлекшн Соверинг (36,8%), а 19,3% - линии Монтвик Чифтейн, Силинг Трайджун Рокит и Пабст Говернер.

Для ведения селекционной работы с сельскохозяйственными животными требуется определенный уровень изменчивости, как внутри, так и между популяциями. Генетическое разнообразие очень важно для обеспечения текущих запросов, что особенно значимо для соответствия будущим требованиям. Этим требованиям часто отвечают местные породы, которые приспособлены к окружающей среде и устойчивы к болезням [12].

Советскими генетиками Д.Е. Альтшулером и Н.П. Сухановым в 1936 г. была создана система отбора быков-производителей по продуктивным и другим качествам рожденных от них дочерей. Суть методики заключается в сравнительной оценке определенных качеств лактаций дочерей быков. Таким образом, для расчета «наиболее вероятной ценности быка» и присвоения ему определенной категории необходимо, чтобы, во-первых, он дал потомство, а во-вторых, чтобы рожденные от него телки достигли полового созревания и начали лактацию [13].

В таблице представлена оценка быков – производителей по продуктивности их дочерей за последние 5 лет (таблица 2, 3).

Таблица 2 – Оценка быков – производителей по молочной продуктивности их дочерей в ООО «Агрохолдинг Кузбасский»

Линия	Кличка быка, инв. №	Продуктивность дочерей по наивысшей лактации			
		n	№ лактации	удой, кг	жир, %
Вис Бэк Айдиал 1013415	Аладин 9081	16	4,1±0,50	5828±209,6	3,89±0,04
	Депьюти 2087	20	2,2±0,17	6168±243,6	3,84±0,02
	Инджастик 462	22	2,5±0,14	6700±225,4	3,86±0,01
	Ирон 4931	31	3,7±0,30	5585±131,4	3,88±0,03
	Карнивал 8798371	18	2,9±0,24	5950±194,6	3,84±0,02
	Лексус 51016263	3	3,0±0,58	6260±327,6	3,80±0,04
	Миллион 10895079	102	1,0±0,02	5839±94,5	3,73±0,01
	Неаполь 366157910	23	2,1±0,18	5874±219,8	3,82±0,01
	Рамос 96286	6	3,8±0,40	5889±247,0	3,86±0,02
	Спейсшип 3407	11	2,4±0,28	6706±241,5	3,81±0,02
	Стори 1050	19	4,7±0,34	5769±229,8	3,91±0,03
	Стоун 10895039	24	1,2±0,15	5638±141,1	3,76±0,02
	Траубл 9406	26	1,8±0,18	5934±210,1	3,86±0,02
	Хрусталь 721	84	1,0±0,02	5958±112,0	3,74±0,01
	Цезарь 9471	41	1,5±0,10	6032±152,8	3,79±0,02
Итого по линии		446	1,9±0,07	5941±46,1	3,79±0,01
Монтвик Чифтейн 95679	Ангел 106	11	4,4±0,94	5646±214,8	3,91±0,04
	Берег 265	100	1,8±0,08	5940±95,7	3,79±0,01
	Дельтар 1952	2	4,0±0,00	5617±710,0	4,09±0,17
	Океан 961	111	1,6±0,07	5875±89,3	3,80±0,01
Итого по линии		224	1,8±0,08	5891±62,5	3,80±0,01
Рефлекшн Соверинг 198998	Браулер 106303136	74	1,0±0,02	5938±106,5	3,75±0,01
	Гранат 3213	4	4,0±0,58	5539±181,3	3,90±0,08
	Кагор 1045	89	1,1±0,03	5743±85,2	3,73±0,01
	Лидер 129	8	6,0±0,73	5556±329,3	3,96±0,07
	Лондон 9999	21	1,3±0,10	6303±200,8	3,76±0,02
	Мангуст 1894	2	4,0±0,00	6172±258,5	3,86±0,00
	Предейтор 3533	22	2,7±0,20	6485±201,2	3,83±0,02
	Сексесс 2276	57	2,4±0,12	6406±126,7	3,84±0,01
	Статус 2111	34	1,8±0,10	5883±180,1	3,83±0,01
	Творец 402	21	3,9±0,33	5882±212,8	3,84±0,03
	Телец 1006	7	3,9±0,34	6100±380,4	3,87±0,06
	Фериадо 2296	7	2,7±0,52	5960±425,6	3,83±0,03
	Элемент 869	17	3,9±0,35	5767±179,4	3,90±0,03
	Этап 219	89	1,7±0,08	5918±98,3	3,81±0,01
Итого по линии		452	1,9±0,06	5979±43,9	3,80±0,01
Пабст Говернер 882933	Рон-М 2671	10	1,6±0,34	5896±260,4	3,82±0,02
Итого по линии		10	1,6±0,34	5896±260,4	3,82±0,02
Силинг Трайджун Рокит 252803	Химус 6923	15	3,9±0,32	6000±198,4	3,88±0,03
Итого по линии		15	3,9±0,32	6000±198,4	3,88±0,03
Всего		1147	1,9±0,04	5946±27,9	3,80±0,00

При селекционной работе необходимо использовать потенциал не только быков-производителей импортной селекции, но и лучших отечественных пород, раскрывая их генетические возможности, создавая лучшие условия кормления и содержания.

Такие быки как Аладин 9081, Стори 1050 линии Вис Бэк Айдиал и Гранат 3213 линии Рефлекшн Соверинг принадлежали Кемеровскому племпредприятию. Аладин 9081 и Стори 1050 родились в Германии, а Гранат 3213 родился в племзаводе «Октябрьский» Кемеровской области. Продуктивность дочерей этих быков не уступает дочерям быков с других племпредприятий.

Среди дочерей оцененных быков есть долгожительницы: Василиса 3036 (отец Ангел 106) по последней 14-ой лактации дала 4213 кг молока жирностью 3,86%; Мазайка 228 и Катрин 10078 (отец Лидер 129) по последней 9-ой лактации дали 6953 и 3754 кг молока жирностью 3,75% и 3,81% соответственно.

По наивысшей лактации выделяются дочери Спейсшипа 3407 линии Вис Бэк Айдиал, в среднем по 11 дочерям удой составил 6706 кг, что на 765 кг больше среднего по линии (P<0,95) и на 760 кг по всему поголовью (P<0,95).

По содержанию жира в молоке выделяются дочери Дельтара 9052 линии Монтвик Чифтейн (4,09%) и Лидер 129 линии Рефлекшн Соверинг (3,96%).

Таблица 3 – Оценка быков – производителей по молочной продуктивности их дочерей в ООО «Юргинский Аграрий»

Линия	Кличка быка, инв. №	Продуктивность дочерей по наивысшей лактации			
		n	№ лактации	удой, кг	жир, %
Вис Бэк Айдиал 1013415	Арагон 2102	68	1,1±0,03	6717±133,6	3,76±0,01
	Аякс 10895003	25	1,7±0,12	7358±168,0	3,71±0,02
	Бальзам 516	22	1,0±0,01	6445±175,5	3,75±0,02
	Бонус-М 51333737	54	1,1±0,03	6809±138,8	3,79±0,01
	Бридж 105585603	84	2,2±0,11	7188±101,2	3,74±0,01
	Лебедь 3769	22	4,7±0,27	7815±208,5	3,76±0,02
	Лютер 11116	52	1,0±0,02	6952±134,5	3,79±0,01
	Миллион 10895079	21	1,7±0,13	7295±232,7	3,74±0,02
	Преферред 9514	6	1,3±0,21	7431±365,4	3,74±0,02
	Принтер 301	32	1,1±0,04	6546±128,8	3,80±0,01
	Протон 322	24	1,1±0,07	6485±210,4	3,75±0,02
	Стоун 1089503	3	4,3±0,33	7781±888,2	3,75±0,01
Итого по линии		413	1,6±0,05	6958±50,4	3,76±0,01
Монтвик Чифтейн 95679	Бархат 38	14	1,0±0,02	6290±337,5	3,77±0,03
	Визит 805	6	3,7±0,84	6863±601,7	3,87±0,06
	Джинс 7794	38	3,1±0,16	7245±201,8	3,75±0,02
	План 646	18	3,94±0,27	7541±235,4	3,74±0,02
Итого по линии		76	2,9±0,17	7109±144,9	3,76±0,01
Рефлекшн Соверинг 198998	Браулер 106303136	14	1,8±0,19	7325±299,9	3,73±0,03
	Дигер-Ет 300437327	7	1,4±0,20	7228±169,4	3,75±0,05
	Каштан 1098	27	2,8±0,15	7161±182,3	3,74±0,02
	Коль 1661	2	7,5±0,50	7621±323,5	3,63±0,12
	Лимит 106303316	3	3,67±1,33	7580±235,5	3,75±0,08
	Фанси 106199213	38	1,8±0,08	7616±139,2	3,77±0,02
	Эшлар 106129907	76	2,2±0,12	7171±116,5	3,75±0,01
Итого по линии		167	2,2±0,09	7299±74,1	3,75±0,01
Розейф Ситейшн 267150	Инспект 68816180	8	1,4±0,18	7132±422,3	3,73±0,02
Итого по линии		8	1,4±0,18	7132±422,3	3,73±0,02
Всего		664	1,9±0,05	7063±40,7	3,76±0,01

По молочной продуктивности дочери отца Лебедь 3769 линии Вис Бэк Айдиал превосходили своих сверстниц в среднем на 814 кг (P<0,95), дочери быка Плана 646 линии Монтвик Чифтейн – на 742 кг (P<0,95), а дочери Фанси 106199213 линии Рефлекшн Соверинг – на 268 кг (P<0,95).

Наблюдается превосходство животных линии Рефлекшн Соверинг по удою в сравнении с дочерями линий Вис Бэк Айдиал, Монтвик Чифтейн и Розейф Ситейшн на 341, 190 и 167 кг соответственно (P<0,95).

У исследованных коров ООО «Юргинский Аграрий» содержание жира в молоке было менее изменчивым (Cv =2,49%). Наибольшей жирномолочностью выделялись дочери Визита 805 линии Монтвик Чифтейн (3,87%) и Принтера 301 линии Вис Бэк Айдиал (3,80%). Минимальное содержание жира в молоке было у дочерей Коля 1661 (3,63%) и Аякса 10895003 (3,71%).

Средняя продуктивность исследованного поголовья в ООО «Юргинский Аграрий» превосходила на 1117 кг продуктивность коров ООО «Агрохолдинг Кузбасский».

Заключение

Результаты проведенного исследования показывают, что представленные хозяйства различаются не только общей продуктивностью по стаду, но и одна и та же линия имеет разные показатели в разных хозяйствах.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Кощаев А. Г. Причины и последствия обменных нарушений в организме молочных коров в переходный период / А. Г. Кощаев, В. В. Усенко, Л. Д. Яровая и др. // Вестник Курганской ГСХА. – 2016. – № 1 (17). – С. 25–28.

2. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации. – М.: Изд-во ФГБНУ ВНИИплем, 2018. – 274 с.

3. Самусенко Л.Д. Генетические ресурсы сельскохозяйственных животных: учебное пособие / Л.Д. Самусенко, С.Н. Химичева. – Орел: Издательство: ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, 2017. – 134 с.

4. Кузнецов В.М. Вопросы селекции сельскохозяйственных животных / В.М. Кузнецов // Вестник Россельхозакадемии. – 1998. – № 3. – С. 6-8.

5. Шкилев Н.П. Использование канадских голштинов в племзаводе «Пушкинский» / Н.П. Шкилев, Л.Л. Коваль // Зоотехния. – 2004. – № 12. – С. 4-6.

6. Кемеровская область: В Кузбассе насчитывается 140,4 тыс. голов крупного рогатого скота. – [Электронный ресурс]. URL: https://kemerovo.meatinfo.ru/news/kemerovskaya-oblast-v-kuzbasse-naschitivaetsya-1404-406001. (дата обращения: 12.09.2021)

7. Бич А.К. Использование голштино-фризов в племзаводе «Заря коммунизма» / А.К. Бич, Е.И. Сакса, В. Еременкова // Молочное и мясное скотоводство. – 1983. – С. 40-42.

8. Сороковой П.Ф. Методические рекомендации по использованию групп крови в селекции крупного рогатого скота / П.Ф. Сороковой. — Дубровицы: ВИЖ, 1974. – 30 с.

9. Frecman E. Development and potential of Holstem breeding around the world / E. Frecman // Holstein World. – 1984. – № 41. – P 272-274.

10. Wismans W. Holland dairy data 1991/92; economic farming / W. Wismans // Veepro. Holland. – 1992. – № 15. Dek. – P. 8-9.

11. Кощаев А. Г. Особенности формирования генофонда рогатого скота шароле на юге России / А. Г. Кощаев, И. В. Щукина, О. В. Кощаева // Достижения в области сельскохозяйственных и биологических наук. – 2016. – Т. 2. – № 3. – С. 23–32.

12. Мысик А.Т. О развитии животноводства в СССР, РСФСР, Российской Федерации и странах мира / А.Т. Мысик // Зоотехния. – 2013. – № 1. – С. 2-6.

13. Методические рекомендации по адаптации импортного высокопродуктивного молочного скота в Российской Федерации. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 76 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Koshhaev A. G. Prichiny i posledstvija obmennyh narushenij v organizme molochnyh korov v perehodnyj period [Causes and consequences of metabolic disorders in the body of dairy cows during the transition period] / A. G. Koshhaev, V. V. Usenko, L. D. Jarovaja et al. // Vestnik Kurganskoj GSHA. – 2016. – № 1 (17). – P. 25–28. [in Russian]

2. Ezhegodnik po plemennoj rabote v molochnom skotovodstve v hozjaj-stvah Rossijskoj Federacii [Yearbook on breeding work in dairy cattle breeding in the farms of the Russian Federation]. – M.: Publishing house of FGBNU VNIIplem, 2018. – 274 p. [in Russian]

3. Samusenko L.D. Geneticheskie resursy sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh: uchebnoe posobie [Genetic resources of farm animals: a textbook] / L.D. Samusenko, S.N. Himicheva. – Orel: Publishing house: FGBOU VO Orlovskij GAU, 2017. – 134 p. [in Russian]

4. Kuznecov V.M. Voprosy selekcii sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh [Issues of breeding farm animals] / V.M. Kuznecov // Vestnik Rossel'hozakademii. – 1998. – № 3. – P. 6-8. [in Russian]

5. Shkilev N.P. Ispol'zovanie kanadskih golshtinov v plemzavode «Pushkinskij» [The use of Canadian holsteins in the «Pushkin» stud farm] / N.P. Shkilev, L.L. Koval' // Zootehnija. – 2004. – № 12. – P. 4-6. [in Russian]

6. Kemerovskaja oblast': V Kuzbasse naschityvaetsja 140,4 tys. golov krupnogo rogatogo skota. – [Electronic resource]. URL: https://kemerovo.meatinfo.ru/news/kemerovskaya-oblast-v-kuzbasse-naschitivaetsya-1404-406001. (accessed: 12.09.2021) [in Russian]

7. Bich A.K. Ispol'zovanie golshtino-frizov v plemzavode «Zarja kommunizma» [The use of Holstein-Friezes in the breeding plant "Zaria Communism"] / A.K. Bich, E.I. Saksa, V. Ereminkova // Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo. – 1983. – P. 40-42. [in Russian]

8. Sorokovoj P.F. Metodicheskie rekomendacii po ispol'zovaniju grupp krovi v selekcii krupnogo rogatogo skota [Methodological recommendations on the use of blood groups in cattle breeding] / P.F. Sorokovoj. — Dubrovicy: VIZh, 1974. – 30 p. [in Russian]

9. Frecman E. Development and potential of Holstem breeding around the world / E. Frecman // Holstein World. – 1984. – № 41. – P. 272-274.

10. Wismans W. Holland dairy data 1991/92; economic farming / W. Wismans // Veepro. Holland. – 1992. – № 15. Dek. – P. 8-9.

11. Koshhaev A. G. Osobennosti formirovanija genofonda rogatogo skota sha¬role na juge Rossii [Features of the formation of the gene pool of Charolais cattle in the south of Russia] / A. G. Koshhaev, I. V. Shhukina, O. V. Koshhaeva // Dostizhenija v oblasti sel'skohozjajstvennyh i biologicheskih nauk. – 2016. – Vol. 2. – № 3. – P. 23–32. [in Russian]

12. Mysik A.T. O razvitii zhivotnovodstva v SSSR, RSFSR, Rossijskoj Federacii i stranah mira [On the development of animal husbandry in the USSR, the RSFSR, the Russian Federation and the countries of the world] / A.T. Mysik // Zootehnija. – 2013. – № 1. – P. 2-6. [in Russian]

13. Metodicheskie rekomendacii po adaptacii importnogo vysokoproduktivnogo molochnogo skota v Rossijskoj Federacii [Methodological recommendations for the adaptation of imported highly productive dairy cattle in the Russian Federation.]. – M.: FGBNU «Rosinformagroteh», 2018. – 76 p. [in Russian]

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.021

ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННЫХ УСЛОВИЙ НА СОСТОЯНИЕ ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ УДМУРТИИ

Научная статья

Ведерников К.Е.*
ORCID: 0000-0002-9112-6383,
Удмуртский государственный университет, Ижевск, Россия

* Корреспондирующий автор (wke-les[at]rambler.ru)

Аннотация

В статье приведены данные исследований состояния лесных почв под еловыми насаждениями. Исследования в таежной зоне Удмуртской Республики. При изучении почв использовались почвенные разрезы, проведение их химических анализов. Определены санитарное состояние древостоя и сопоставление их с почвенными показателями. Выявлены дерново-средне-подзолистые, легко- и среднесуглинистые почвы. Данные почвы характеризуются кислой реакцией (3,9…4,9 ед. pH) почвенного раствора и низким содержанием основных элементов питания. Санитарное состояние исследуемых еловых древостоев – от ослабленных до сильно ослабленных. Линейный корреляционный анализ не выявил четких закономерностей индекса санитарного состояния исследуемых насаждений с химическими показателями почв.

Ключевые слова: еловые насаждения, санитарное состояние, типы почвы, морфология почв, химические показатели почв.

THE INFLUENCE OF SOIL CONDITIONS ON THE STATE OF SPRUCE PLANTATIONS IN UDMURTIA

Research article

Vedernikov K.E.*
ORCID: 0000-0002-9112-6383,
Udmurt State University, Izhevsk, Russia

* Corresponding author (wke-les[at]rambler.ru)

Abstract

The article presents the data from the studies of the state of forest soils with spruce plantations. Research in the taiga zone of the Udmurt Republic. In the study of soils, the researchers use soil sections and carry out their chemical analyses. The study determines the sanitary condition of the forest stand and their comparison with soil indicators and identifies sod-medium-podzolic, light and medium loamy soils. These soils are characterized by an acidic reaction (3.9...4.9 pH units) of the soil solution and low content of basic nutrients. The sanitary condition of the studied spruce stands ranges from weakened to severely weakened. Linear correlation analysis does not reveal clear patterns of the index of the sanitary condition of the plantings under study with chemical indicators of soils.

Keywords: spruce stands, sanitary condition, soil types, soil morphology, chemical indicators of soils.

Введение

Нарушение состояния еловых насаждений известны в России с XIX столетия. Эти явления наблюдались как в естественных насаждениях, так и в искусственных. Особенно неблагоприятное состояние наблюдалось в чистых еловых насаждениях. Значительные площади лесов, состоящие из одной породы (ель) провоцировали вспышки массового размножения фитофагов и других патогенных организмов. Причинами распада чистых, естественных и искусственных, еловых насаждений были также обусловлены особенностями биологии данного растения. Самоизреживание древостоев ели происходит крайне медленно в силу ее биологических свойств как теневыносливого вида. Даже к 70-90 летнему возрасту в чистых насаждениях сохраняются особи, высаженные через 70-100 см. Это приводит к недостатку элементов питания, особенно в отдельные периоды вегетационного сезона [1].

В явлениях массового усыхания, как правило, повинен комплекс причин различной природы. Однако ведущими многие исследователи считают нестабильность природных условий, а именно неустойчивость представителей рода *Picea* к резкому нарушению почвенных условий [2], [3], [4].

Несомненно, роль почвы в состоянии лесных насаждений – глубока и взаимна. Почвенно-грунтовые условия определяют собой состав насаждений, состояние и предел распространения леса. В то же время, на почвообразовательные процессы, помимо климатических условий, значительное влияние оказывает сама растительность.

Согласно работе, проведенной Говоренковым Б.Ф. [5] изменение химической составляющей почвы значительно влияет на состояние елово-пихтовых лесов. Вследствие, длительного произрастания ели на одних тех же местообитаниях возникает токсичность почв из-за повышения кислотности, в силу особенностей хвойного опада [6].

Целью работы являлось – изучение почвенных условий и влияние их на состояние чистых еловых древостоев Удмуртии.

Методы исследований

Исследования проводились на территории с 2017 по 2021 годы, в таежной зоне Удмуртской Республики. В данной природно-климатической зоне сосредоточено 74% площадей еловых насаждений региона [7].

Пробные площади (далее – ПП) закладывались в еловых насаждениях, в наиболее распространенных типах леса, на которых чаще всего возникают чистые еловые насаждения – ельниках кисличниках (Екс).

Пробы почв для агрохимических анализов отбирались методом конверта, в результате чего формировалась смешанная проба [8]. Агрохимический анализ проводился путем определения следующих показателей: pH_{KCL};

содержание органического вещества (гумуса); содержание аммонийного азота; нитратов, подвижных формы калия и фосфора (мг/кг почвы). Исследования проводились в аккредитованной лаборатории АО «Агрохимцентр Удмуртский» (номер в реестре аккредитованных лиц ФСА Росаккредитация – № RA.RU.21 ПА 13 от 16.08.2016 г.).

Морфологическое описание почв на пробных площадях проводили путем заложения почвенных разрезов. Для заложения полного разреза на относительно однородной поверхности почвы выбирали прямоугольник длиной 150 см и шириной 70 см на расстоянии не менее 1,5 м от ствола ближайшего дерева. Закладывали разрез на глубину 150 см. Почвенный профиль расчленяли на почвенные горизонты, каждый из которых характеризовали по внешним (морфологическим) признакам: цвет, структура, сложение, новообразования, включения, строение и мощность.

Состояние деревьев определялось по внешним морфологическим признакам в соответствии со шкалой категорий состояния деревьев. Каждой категории санитарного состояния был присвоен балл в соответствии с представленной ниже шкалой. Затем определялся средневзвешенный балл санитарного состояния насаждения по формуле:

$$K\text{ср.} = (P1 \times K1 + P2 \times K2 + \cdots + Pn \times Kn)/100 \quad (1)$$

где Кср. – средневзвешенный балл санитарного состояния породы;

Pi – доля запаса древесины ели в каждой категории состояния, %;

Ki – индекс категории состояния дерева (1 – без признаков ослабления, 2 – ослабленное, 3 – сильно ослабленное, 4 – усыхающее, 5 – погибшие).

На основании получившейся средневзвешенной категории санитарного состояния лесные насаждения распределяют в соответствии со шкалой определения санитарного состояния: 1-1,5 – лесные насаждения без признаков ослабления, 1,51-2,5 – ослабленные лесные насаждения, 2,51-3,5 – сильно ослабленные лесные насаждения, 3,51-4,5 – усыхающие лесные насаждения, более 4,5 – погибшие лесные насаждения [9].

Результаты исследования

Согласно проведенным ранее исследованиям почв на территории УР преобладают дерново-подзолистые почвы. В связи с доминированием хвойных пород и умеренно континентальным климатом с промывным режимом почв подзолообразование в различных его проявлениях является преобладающим почвообразовательным процессом Удмуртии [10].

Согласно исследованиям, на всех пробных площадях встречаются дерново-среднеподзолистые почвы, по гранулометрическому составу – легко- и среднесуглинистые (на ПП №3 – супесчаная). Характеристика почвенных разрезов приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика почвенных разрезов пробных площадей

Горизонты профиля	№ ПП								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
А0	0-3	0-4	0-5	0-5	0-6	0-7	0-6	0-8	0-7
А1	3-10	4-10	5-10	5-18	6-11	7-15	6-10	8-12	7-10
А2 (подзолистый)	10-22	10-23	10-24	18-27	11-22	15-24	10-22	12-25	10-24
В1	22-41	23-44	24-42	27-44	22-44	24-43	22-46	25-43	24-40
В2	41-74	44-86	42-85	44-84	44-84	43-86	46-84	43-87	40-86
ВС	74-135	86-150	85-150	84-145	84-140	86-145	84-151	87-155	86-145
С	135	150	150	145	140	145	151	155	145

Исследуемые почвы обладают генетическими горизонтами от лесной подстилки (А0) до материнской породы (С). Особенностью дерново-подзолистых почв – наличие подзолистого (А2) горизонта, средняя мощность которого составляет 11 см. Толщина генетического горизонта А1, дерново-подзолистых почв, в среднем составляет 6 см. Материнская порода (горизонт С) – покровные суглинки. Химический анализ почв пробных площадей приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Основные химические показатели исследуемых почв

№ ПП	Влажность, %	pH_{KCl}	Органическое вещество (гумус), %	P_2O_5, мг/кг	K_2O, мг/кг	NO_3^-, мг/кг	NH_4^+, мг/кг
1	16,0±2,0	4,6±0,1	2,12±0,31	4,00±0,5	170,0±26,0	36,3±7,3	5,2±0,8
2	33,0±1,0	3,8±0,1	4,01±0,92	3,75±0,25	225,0±34,0	41,7±8,3	7,5±1,1
3	20,1±1,0	5,2±0,1	13,8±1,4	54,0±11,0	142,0±21,0	3,5±1,1	23,6±2,4
4	11,3±1,1	3,9 ± 0,1	5,38±0,05	3,81 ±0,77	40,54 ± 3,33	0,95±0,10	423,33±10,47
5	17,0±1,6	4,7±0,1	4,13±3,19	2,75±0,25	306,0±46,0	30,2±6,0	23,4±2,3
6	10,2±0,5	4,6±0,1	6,3±0,6	22,0±8,0	74,0±15,0	<2,8	12,9±1,3
7	23,8±1,2	4,9±0,1	12,6±1,3	43,0±9,0	82,0±12,0	5,8±1,7	25,0±2,5
8	12,1±0,6	4,1±0,1	3,5±0,5	21,0±7,0	81,0±12,0	4,0±1,2	10,5±1,1
9	12,8±0,6	4,0±0,1	2,0±0,4	23,0±8,0	54,0±11,0	<2,8	8,4±1,3

Реакция почвенного раствора на всех пробных площадях варьирует от слабо до сильно кислой (3,3…4,4 ед. pH). Кислая реакция лесной почвы обусловлена влиянием еловых насаждений и является нормальным состоянием для региональных дерново-подзолистых почв. Содержание органического вещества (гумуса) низкое и в зависимости от пробной площади колеблется от 2,3 до 5,4%. В исследованных почвах содержание подвижного фосфора очень низкое. В зависимости от пробной площади содержание подвижного калия отличается значительно, от низкого (ПП № 1-3 и № 7-9) до среднего (ПП № 4-6).

Содержание подвижных форм азота (аммонийный и нитратный) в исследованных почвах очень низкое. Преобладание аммонийного азота (NH_4^+) над нитратными формами (NO_3^-) связано с подавлением процесса нитрификации. Это явление характерно для лесных почв, особенно под хвойными насаждениями. Опад в хвойном лесу, в т.ч. и в еловых насаждениях, характеризуется высоким содержанием экстрактивных соединений в своем составе, в результате чего преобладают грибные деструкторы в лесной подстилке. По результатам жизнедеятельности грибной флоры формируется аммиак.

Для оценки управленческих рисков при росте древостоев, важное значение имеет определение их санитарного состояния, напрямую влияющее на параметры и устойчивость древостоя [11]. По санитарному состоянию все исследуемые древостои характеризуются от ослабленных до сильно ослабленных. Наиболее неблагоприятное санитарное состояние наблюдается на ПП № 1, 2, с индексом санитарного состояния 2,76…3,09 (табл. 3).

Таблица 3 – Санитарное состояние исследуемых еловых древостоев

№ПП	Состав древостоя	Санитарное состояние	
		Индекс санитарного состояния	Санитарное состояние насаждений
1	7Е1П1Б1Ос	2,76	сильно ослабленное насаждение
2	9Е1Ос+П	3,09	сильно ослабленное насаждение
3	8Е2П	2,48	ослабленное насаждение
4	8Е2П	1,87	ослабленное насаждение
5	9Е1П	1,92	ослабленное насаждение
6	8Е2П	2,47	ослабленное насаждение
7	8Е2П	2,42	ослабленное насаждение
8	9Е1П	2,44	ослабленное насаждение
9	8Е2П	2,43	ослабленное насаждение

Неблагоприятное санитарное состояние древостоев на ПП 1-3 обусловлено жизнедеятельностью короеда-типографа (*Ips typographus* L.). На данных участках обнаружен высокий процент деревьев старого сухостоя (5 (г)) с характерными маточными следами короедов под корой. Несмотря на то, что индекс санитарного состояния на ПП №3 ниже (2,48), чем на предыдущих ПП-х, однако в данном насаждении зафиксированы особи ели, поврежденные ксилофагами (выявлены растения 4 категории санитарного состояния). Количество таких особей составляло 15,8% от общего количества особей ели на данной пробной площади. Еловые насаждения на ПП № 4…9 характеризуются как ослабленные, индекс санитарного состоянии составляет 1,87…2,47.

Линейный корреляционный анализ (Excel) не выявил значимых отличий индекса санитарного состояния исследуемых древостоев с химическими показателями почв (кроме влажности и NO_3) (рис. 1).

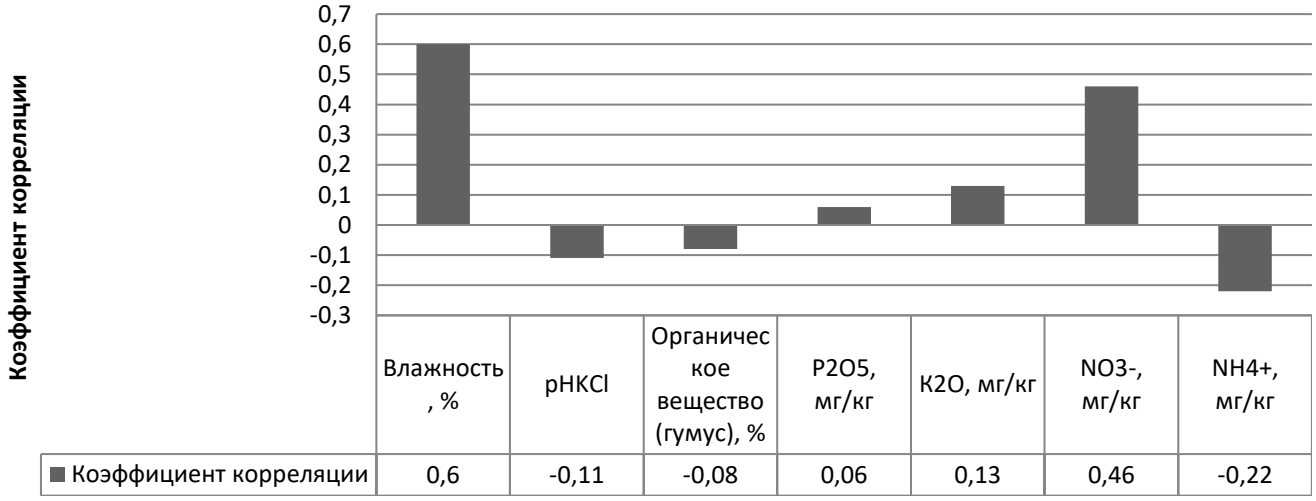


Рис. 1 – Корреляция индекса санитарного состояния и химических показателей почв

Выводы

В результате проведенных исследований выявлено, что темнохвойные леса республики сформировались на дерново-подзолистых почвах. По химическому составу данные почвы обладают низким содержанием органического вещества (2,3 до 5,4%), высокой кислотностью (сильно кислые почвы) и низким содержанием основных элементов минерального питания.

Санитарное состояние исследуемых еловых древостоев выявил их удовлетворительное состояние (от ослабленных до сильно ослабленных). Высокий бал санитарного состояния некоторых насаждений обусловлен жизнедеятельностью ксилофагов.

Линейный корреляционный анализ не выявил четких закономерностей индекса санитарного состояния исследуемых насаждений с химическими показателями почв.

Несомненно, согласно научным данным, на состояние еловых насаждений оказывают условия произрастания, в т.ч. и почвы. Выявленное нами низкое содержание элементов минерального питания и кислая среда негативно сказывается на растениях, снижая их иммунную систему. Это, в свою очередь, способствует ухудшению фитопатогенного фона и развитию насекомых вредителей.

Финансирование

Исследования проведены при финансовой поддержке гранта РФФИ № 19-04-00353.

Funding

The research was carried out with the financial support of RFBR grant No. 19-04-00353.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Писаренко, А.И. Искусственные леса. В 2-х частях. Ч.1 / А.И. Писаренко., Г.И. Редьк, М.Д. Мерзленко. – М.: ВНИИЦ-лесресурс, 1992а. – 307 с.

2. Любарский, Л.В. Санитарное состояние лесов Дальнего Востока и пути их оздоровления / Л.В. Любарский // Вопросы развития лесного хозяйства и лесной промышленности Дальнего ВостокаМ.; Л.: Изд-во АН СССР. –1955. – С. 94-112.

3. Богатырёв, К.П. Почвы и причины усыхания ельников на Майхэ-Двубихинском плато / К.П. Богатырёв // Тр. ДВ филиала АН СССР. Сер. ботан. – 1956. –Т. 3(5). – С. 105-117

4. Трегубов, Г.А. Растительные ресурсы Комсомольского района / Г.А. Трегубов // Амурский сборник. Хабаровск. – 1960. – С. 310-329.

5. Говоренков, Б.Ф. К вопросу о почвенных условиях усыхающих ельников Хабаровского края / Б.Ф. Говоренков // Сб. тр. ДальНИИЛХ. –1966.–Вып. 8. –С. 134-143.

6. Морозова, Р.М. Первое региональное совещание почвоведов северо- и среднетаёжной подзон европейской части СССР / Р.М. Морозова, В.К. Куликова. – Петрозаводск, Карельское кн. изд-во. 1968. – С. 143-144.

7. Указ Главы Удмуртской Республики от 18.02.2019 г.№ 17 «Об утверждении Лесного плана Удмуртской Республики»

8. ГОСТ 17.4.4.02-84 Охрана природы (ССОП). Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – 1986 – [Электронный ресурс]. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200158951. (дата обращения: 12.09.2021)

9. Об утверждении Правил санитарной безопасности в лесах Постановление Правительства РФ от 9 декабря 2020 г. № 2047. – [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_370645/ (дата обращения: 12.09.2021)

10. География Удмуртии: природные условия и ресурсы: учеб. пособие Ч. 1. / под ред. И.И. Рысина /Ижевск: Изд. дом «Удмуртский университет», 2009. –С. 92-94.

11. Ruba J. Impact of risk factor management on the sanitary condition of Norway spruce (Picea abies [L.] Karst.) pure stands in Latvia / J. Ruba, O. Miezīte, S. Luguza // Journal Of Forest Science, 60, (5). 2014. – P. 181-189.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Pisarenko, A.I. Iskusstvennye lesa. [Artificial forests.] In 2 parts. Part 1 / A.I. Pisarenko., G.I. Red'k, M.D. Merzlenko. – Moscow: Vniitslesresurs, 1992. – 307 p. [in Russian]

2. Lyubarskij, L.V. Sanitarnoe sostoyanie lesov Dal'nego Vostoka i puti ih ozdorovleniya [Sanitary condition of forests of the Far East and ways of their improvement] / L.V. Lyubarskij // Voprosy razvitiya lesnogo hozyajstva i lesnoj promyshlennosti Dal'nego Vostoka [Issues of development of forestry and the forest industry of the Far East] M.; L.: Publishing House of the USSR Academy of Sciences. –1955. – P. 94-112. [in Russian]

3. Bogatyryov, K.P. Pochvy i prichiny usyhaniya el'nikov na Majhe-Dvubihinskom plato [Soils and causes of drying of spruce forests on the Mayhe-Daubikhinsky plateau] / K.P. Bogatyryov // Trudy DV filiala AN SSSR. Seriya botanika [Proceedings of the DV branch of the USSR Academy of Sciences. Botany Series] – 1956. – Vol. 3(5). – P. 105-117 [in Russian]

4. Tregubov, G.A. Rastitel'nye resursy Komsomol'skogo rajona [Plant resources of the Komsomolsky district] / G.A. Tregubov // Amurskij sbornik [Amur collection]. Khabarovsk. – 1960. – P. 310-329. [in Russian]

5. Govorenkov, B.F. K voprosu o pochvennyh usloviyah usyhayushchih el'nikov Habarovskogo kraya [On the question of soil conditions of drying spruce forests of the Khabarovsk Territory] / B.F.Govorenkov // Sbornik trudov Dal'NIILH [Collection of works of Dalniilh]. –1966.– Issue. 8. – P. 134-143. [in Russian]

6. Morozova, R.M. Pervoe regional'noe soveshchanie pochvovedov severo- i srednetayozhnoj podzon evropejskoj chasti SSSR [The first regional meeting of soil scientists of the North and Middle Taiga subzones of the European part of the USSR] / R.M. Morozova, V.K. Kulikova. –Petrozavodsk, Karelian Publishing House. 1968. – P. 143-144. [in Russian]

7. Ukaz Glavy Udmurtskoj Respubliki ot 18.02.2019 g.№ 17 «Ob utver-zhdenii Lesnogo plana Udmurtskoj Respubliki» [Chapters 18.02.2019 from the decree of Viktor Alexandrovich. №. 17 «On the confirmation of the Forest's birthday»] [in Russian]

8. GOST 17.4.4.02-84 Ohrana prirody. Pochvy. Metody otbora i podgotovki prob dlya himicheskogo, bakteriologicheskogo, gel'mintologicheskogo analiza [GOST 17.4.4.02-84 Nature protection. Soils. Methods of sampling and preparation of samples for chemical, bacteriological, helminthological analysis]. – 1986 – [Electronic resource]. URL: http://docs.cntd.ru/document/1200158951. (accessed: 12.09.2021) [in Russian]

9. Ob utverzhdenii Pravil sanitarnoj bezopasnosti v lesah Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 9 dekabrya 2020 g. № 2047 [On approval of the Rules of Sanitary Safety in Forests Decree of the Government of the Russian Federation № 2047 of December 9, 2020]. – [Electronic resource]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_370645/ (accessed: 12.09.2021) [in Russian]

10. Geografiya Udmurtii: prirodnye usloviya i resursy: ucheb. posobie CH. 1. [Geography of Udmurtia: natural conditions and resources: studies. Manual Part 1.] / edited by I.I. Rysin / Izhevsk: Publishing house «Udmurt University», 2009. – P. 92-94. [in Russian]

11. Ruba J. Impact of risk factor management on the sanitary condition of Norway spruce (Picea abies [L.] Karst.) pure stands in Latvia / J. Ruba, O. Miezīte, S. Luguza // Journal Of Forest Science, 60, (5). 2014. – P. 181-189.

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.022

ВЛИЯНИЕ ОСВЕЩЕННОСТИ НА РОСТ СЕЯНЦЕВ С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ

Научная статья

Жигулин Е.В.[1], Оплетаев А.С.[2, *]
[1] ORCID: 0000-0002-5823-1114;
[2] ORCID: 0000-0003-2602-6527;
[1, 2] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

* Корреспондирующий автор (opletaev.ekb[at]yandex.ru)

Аннотация

При выращивании сеянцев хвойных пород с закрытой корневой системой в условиях теплиц с регулируемым микроклиматом в осенне-зимний период очень важно установить режим оптимальной освещенности.

С использованием измерителя освещенности Delta OHM HD 2302.0 проанализирован рост сеянцев лиственницы Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.), сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) в теплицах при их выращивании с закрытой корневой системой.

Установлено, что при выращивании сеянцев в условиях естественного освещения в осенне-зимний период они не достигают стандартных размеров. При освещенности 200 мкмоль $м^{-2}с^{-1}$ и продолжительности светового дня 16 часов сеянцы лиственницы Сукачева и сосны обыкновенной достигают стандартных размеров. Для сеянцев ели сибирской достаточной является освещенности 150 мкмоль $м^{-2}с^{-1}$.

Ключевые слова: посадочный материал, сеянцы, закрытая корневая система, освещенность.

THE EFFECT OF ILLUMINANCE ON THE GROWTH OF ROOT-BALLED SEEDLINGS

Research article

Zhigulin E.V.[1], Opletaev A.S.[2, *]
[1] ORCID: 0000-0002-5823-1114;
[2] ORCID: 0000-0003-2602-6527;
[1, 2] Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

* Corresponding author (opletaev.ekb[at]yandex.ru)

Abstract

When growing root-balled coniferous seedlings in greenhouses with a regulated microclimate in the autumn-winter period, it is very important to set the optimal illuminance mode.

The growth of seedlings of *Larix sukaczewii* Dyl., Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Siberian spruce (*Picea obovata* Ledeb.) was analyzed using the Delta OHM HD 2302.0 luxmeter in greenhouses when they are grown with a root-balled tree system.

The article establishes that when seedlings are grown in natural light conditions in the autumn-winter period, they do not reach standard sizes. With an illuminance of 200 mmol m^{-2} s^{-1} and a daylight duration of 16 hours, seedlings of Larix sukaczewii Dyl. and Pinus sylvestris L. reach standard sizes. For the seedlings of Picea obovata Ledeb., illuminance of 150 mmol m^{-2} s^{-1} is sufficient.

Keywords: planting material, seedlings, root-balled tree system, illuminance.

Введение

Доминирование в практике лесопользования сплошнолесосечных рубок [1], [2] и лесные пожары [3], [4] привели к накоплению производных мягколиственных насаждений и не покрытых лесной растительностью площадей. При отсутствии надежных обсеменителей надеяться на изменение ситуации весьма проблематично. Единственным надежным направлением изменения ситуации может быть увеличение доли искусственного лесовосстановления. Не следует забывать также, что искусственное лесовосстановление и лесоразведение необходимы при рекультивации нарушенных земель [5], [6], [7], а также разведении лесов в степи [8], [9] и увеличении лесистости в лесостепной зоне [10].

В то же время анализ искусственного лесовосстановления свидетельствует, что одной из проблем увеличения объемов, создаваемых лесных культур, является недостаток посадочного материала [11]. Создание высокопроизводительных искусственных насаждений возможно только, если они созданы качественным посадочным материалом с соблюдением технологии выращивания [12], [13].

Проблема обеспечения посадочным материалом может быть решена при условии использования сеянцев с закрытой корневой системой (ЗКС). Однако на Урале до настоящего времени отсутствуют лесные селекционно-семеноводческие центры по выращиванию посадочного материала с ЗКС, а следовательно, и опыт выращивания такого материала.

Цель, методика и объекты исследования

Целью выполненной работы являлось установление оптимальных параметров освещенности при выращивании посадочного материала с ЗКС в условиях Среднего Урала.

Объектом исследований служили сеянцы лиственницы Сукачева (Larix sukaczewii Dyl.), сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и ели сибирской (*Picea obovate* Ledeb.), выращиваемые с закрытой корневой системой (ЗКС) в теплицах четвертого поколения типа «VENLO».

Сеянцы выращивались в кассетах с размерами ячеек 38,5 × 38,5 × 110 мм при относительной влажности воздуха 68-85%. Дополнительное освещение сеянцев выполнялось лампами ДНФЕ интенсивностью от 100 до 200 мкмоль $м^{-2}с^{-1}$.

В процессе проведения исследований методом случайной выборки в каждом варианте опыта отбиралось по 15 сеянцев, у которых измерялись длина надземной части и диаметр у шейки корня. Результаты обмера позволяли

установить соответствие выращиваемых сеянцев требованиям нормативных документов, предъявляемым к посадочному материалу [14], а также установить достоверность различий величин вышеуказанных показателей.

Освещенность определялась с помощью измерителя освещенности Delta OHM PB 2302.0). При этом анализировался рост сеянцев как при естественной, так и искусственной освещенности.

Установление оптимального уровня освещенности для роста сеянцев указанных ранее видов производилась с использованием климатических камер типа Grow Chamber GC-1000 TLH_c. Указанные камеры обеспечивали возможность варьирования досветки от 2 до 30 тыс. люкс.

Результаты и обсуждение

Исследования показали, что выращивание посадочного материала хвойных пород с ЗКС в теплице типа «VENLO» обеспечивает комфортные условия для сеянцев за счет значительной высоты конструкций – от 4,5 до 6,0 м. Кроме того, площадь теплицы превышает 20,0 тыс. $м^2$, что в сочетании со значительной высотой, создает условия для циркуляции воздуха и минимизирует опасность перегрева сеянцев.

Выращивание сеянцев с ЗКС позволяет более жестко контролировать развитие патогенов и применение пестицидов и тем самым предотвратить модификационные изменения, широко распространенные при выращивании посадочного материала в открытом грунте [15]. Следовательно, при выращивании посадочного материала с ЗКС резко сокращается расход семян, увеличивается выход стандартного материала и создаются условия для круглогодичного создания лесных культур. В частности, имеется положительный опыт создания лесных культур лиственницы даурской сеянцами с ЗКС в зимний период на территории Хабаровского края [16].

В то же время при выращивании сеянцев хвойных пород с ЗКС в осенне-зимний период зафиксирован факт формирования верхушечной почки и прекращения роста. Другими словами, сеянцы перестраиваются в состояние покоя. Причиной данного явления является изменение освещенности. Опыты показали, что сокращение протяженности светового дня менее 13 часов является для сеянцев сигналом необходимости подготовки к зиме. По этой причине в условиях естественного освещения невозможно вырастить стандартный посадочный материал хвойных пород в осенне-зимний период, даже при создании благоприятных условий температуры и влажности.

Выполненные исследования показали, что благоприятные условия для роста сеянцев создаются при искусственном освещении в течение 16 часов с чередованием периодов освещения и темноты. Период отсутствия освещенности (ночь) составляет 8 часов.

Таким образом, экспериментально установлено, что хвойные виды относятся к растениям, у которых короткий световой день вызывает наступление покоя. Установлено, что критической является продолжительность дня 12-13 часов. Варьирование продолжительности светового дня для перехода сеянцев в состояние покоя объясняется, на наш взгляд, широким ареалом изучаемых нами видов.

Помимо продолжительности светового дня нами установлено, что оптимальные условия для фотосинтеза и роста сеянцев лиственницы Сукачева и сосны обыкновенной создаются при освещении 200 мкмоль $м^{-2}с^{-1}$. В отличие от сеянцев сосны и лиственницы сеянцы ели сибирской нуждаются в меньшем уровне освещенности и хорошо растут при освещенности 150 мкмоль $м^{-2}с^{-1}$.

При выращивании в теплицах с регулируемым микроклиматом и установлении вышеуказанных режимов освещенности сеянцы лиственницы Сукачева, сосны обыкновенной и ели сибирской с ЗКС даже в осенне-зимних условиях достигают стандартных размеров за 2,5 месяца (рис. 1, 2 и 3).

Рис. 1 – Сеянец лиственницы Сукачева с ЗКС выращенный в зимний период

Рис. 2 – Сеянец сосны обыкновенной выращенной в зимний период

Рис. 3 – Сеянец ели сибирской при зимнем выращивании

Если сеянцы выращивались с ЗКС при вышеуказанных уровнях освещенности и продолжительности светового дня 16 часов имеют среднюю высоту 8,2±0,42 ели при посеве в декабре и 10,5±0,61 см при посеве в феврале, то при естественном освещении высота сеянцев, посаженных в те же сроки, варьируется от 2,5 до 6,5 см.

В целом можно отметить, что различия в высоте сеянцев и диаметра их корневой шейки при искусственном и естественном освещении достоверно различаются у всех пород на 95% уровне значимости. При этом в условиях естественного освещения в осенне-зимний период сеянцы формируют верхушечную почку и прекращают рост.

Выводы

1. Для расширения объемов искусственного лесовосстановления и лесоразведения необходимо увеличить выход стандартного посадочного материала с ЗКС.

2. Для увеличения количества ротаций выращивания сеянцев в теплицах с регулируемым климатом требуется изменение условий освещенности.

3. Минимальная продолжительность светового дня для роста сеянцев лиственницы Сукачева, сосны обыкновенной и ели сибирской 12-13 часов.

4. Оптимальной освещенностью дня сеянцев сосны обыкновенной и лиственницы Сукачева является 200 мкмоль $м^{-2}с^{-1}$.

5. При создании указанных условий освещенности сеянцы лиственницы Сукачева, сосны обыкновенной и ели сибирской с ЗКС можно выращивать стандартный посадочный материал даже в осенне-зимний период.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / Reference

1. Азаренок В.А. Сортиментная заготовка древесины / В.А. Азаренок, Э.Ф. Герц, С.В. Залесов и др. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. 140 с.

2. Залесов С.В. Лесоводство / С.В. Залесов. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. 295 с.

3. Шубин Д.А. Послепожарный отпад деревьев в сосновых насаждениях Приобского водоохранного сосново-березового лесохозяйственного района Алтайского края / Д.А. Шубин, С.В. Залесов // Аграрный вестник Урала. 2013. № 5 (111). С. 39-41.

4. Шубин Д.А. Влияние пожаров на компоненты лесного биогеоценоза в Верхне-Обском боровом массиве / Д.А. Шубин, А.А. Малиновских, С.В. Залесов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 6 (44). С. 205-208.

5. Залесов С.В. Формирование искусственных насаждений на золоотвале Рефтинской ГРЭС / С.В. Залесов, Е.С. Залесова, А.А. Зверев и др. // ИВУЗ Лесной журнал, 2013. № 2 (332). С. 66-73.

6. Залесов С.В. Рекультивация нарушенных земель на месторождении тантал-бериллия / С.В. Залесов, Е.С. Залесова, Ю.В. Зарипов и др. // Экология и промышленность России. 2018. Т. 22. № 12. С. 63-67.

7. Zalesov S.V. Experiences on Establishment of Scots Pine (Pinus sylvestris L.) Plantation in Ash Dump Sites of Reftinskaya Power Plant, Russia / S.C. Zalesov, S. Ayan, E.S. Zalesova et al. // Alinteri Journal of Agriculture Sciences, 2020, 35 (1): xx-xx. DOI: 10/28955/alinterizbd. 696559.

8. Залесов С.В. Искусственное лесоразведение вокруг г. Астаны / С.В. Залесов, Б.О. Азбаев, А.В. Данчева, А.Н. Рахимжанов, М.Р. Ражанов, Ж.О. Суюндиков // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 4. [Электронный ресурс]. URL: www Science-education. Ru / 118-13438. (дата обращения: 12.09.2021)

9. Залесов С.В. Опыт создания лесных культур на солонцах хорошей лесопригодности / С.В. Залесов, О.В. Толкач, И.А. Фрейберг и др // Экология и промышленность России. 2017. Т. 21. № 9. С. 42-47.

10. Фрейберг И.А. Опыт создания искусственных насаждений в лесостепи Зауралья / И.А. Фрейберг, С.В. Залесов, О.В. Толкач. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2012. 121 с.

11. Терехов Г.Г. Состояние искусственного лесовосстановления в Свердловской области и пути его совершенствования / Г.Г. Терехов, И.А. Фрейберг, С.В. Залесов и др. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 2 (70). С. 95-98.

12. Залесов С.В. Рост и продуктивность сосняков искусственного и естественного происхождения. / С.В. Залесов, А.Н. Лобанов, Н.А. Луганский. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2002. 112 с.

13. Осипенко А.Е. Производительность искусственных сосняков в ленточных борах Алтайского края / А.Е. Осипенко, С.В. Залесов // ИВУЗ «Лесной журнал», 2018. № 2. С. 33-40.

14. Об утверждении Правил лесовосстановления, состава проекта лесовосстановления, порядка разработки проекта лесовосстановления и внесения в него изменений: Утв. Приказом Минприроды России от 4.12.2020 г. № 1014.

15. Фрейберг И.А. Модификационная изменчивость сосны обыкновенной в условиях пестицидного загрязнения. / И.А. Фрейберг, М.В. Ермакова, С.К. Стеценко. – Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 76 с.

16. Острошенко В.В. Опыт посадки лиственницы. / В.В. Острошенко. М.: Лесная промышленность, 1984. 40 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Azarenok V.A. Sortimentnaya zagotovka drevesiny [Assortment timber harvesting] / V.A. Azarenok, E.F. Gerc, S.V. Zalesov et al. Ekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2015. 140 p. [in Russian]

2. Zalesov S.V. Lesovodstvo [Forestry] / S.V. Zalesov. Ekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2020. 295 p. [in Russian]

3. Shubin D.A. Poslepozharnyj otpad derev'ev v sosnovyh nasazhde-niyah Priobskogo vodoohrannogo sosnovo-berezovogo lesohozyajstvennogo rajona Altajskogo kraya [Postfire mortality of trees in pine plantations of the Priobskoye water-protective pine-birch forestry region of the Altai Territory] / D.A. Shubin, S.V. Zalesov // Agrarnyj vestnik Urala. 2013. № 5 (111). P. 39-41. [in Russian]

4. Shubin D.A. Vliyanie pozharov na komponenty lesnogo biogeoce-noza v Verhne-Obskom borovom massive [Postfire mortality of trees in pine plantations of the Priobskoye water-protective pine-birch forestry region of the Altai Territory] / D.A. Shubin, A.A. Malinovskih, S.V. Zalesov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013. № 6 (44). P. 205-208. [in Russian]

5. Zalesov S.V. Formirovanie iskusstvennyh nasazhdenij na zoloot-vale Reftinskoj GRES [Formation of artificial plantations at the ash dump of Reftinskaya SDPP] / S.V. Zalesov, E.S. Zalesova, A.A. Zverev et al. // IVUZ Lesnoj zhurnal, 2013. № 2 (332). P. 66-73. [in Russian]

6. Zalesov S.V. Rekul'tivaciya narushennyh zemel' na mestorozhde-nii tantal-berilliya [Reclamation of disturbed lands at the tantalum-beryllium deposit] / S.V. Zalesov, E.S. Zalesova, YU.V. Zaripov et al. // Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2018. Vol. 22. № 12. P. 63-67. [in Russian]

7. Zalesov S.V. Experiences on Establishment of Scots Pine (*Pinus sylvestris L.*) Plantation in Ash Dump Sites of Reftinskaya Power Plant, Russia / S.C. Zalesov, S. Ayan, E.S. Zalesova et al. // Alinteri Journal of Agriculture Sciences, 2020, 35 (1): xx-xx. DOI: 10/28955/alinterizbd. 696559.

8. Zalesov S.V. iskusstvennoe lesorazvedenie vokrug g. Astany [Artificial afforestation around Astana] / S.V. Zalesov, B.O. Azbaev, A.V. Dancheva et al. // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2014. № 4. [Electronic resource]. URL: www Science-education. Ru / 118-13438. (accessed: 12.09.2021) [in Russian]

9. Zalesov S.V. Opyt sozdaniya lesnyh kul'tur na soloncah horoshej lesoprigodnosti [The experience of creating forest crops on salt licks of good forest suitability] / S.V. Zalesov, O.V. Tolkach, I.A. Frejberg et al. // Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2017. Vol. 21. № 9. P. 42-47. [in Russian]

10. Frejberg I.A. Opyt sozdaniya iskusstvennyh nasazhdenij v lesostepi Zaural'ya [The experience of creating artificial plantations in the forest-steppe of the Trans-Urals] / I.A. Frejberg, S.V. Zalesov, O.V. Tolkach. Ekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2012. 121 p. [in Russian]

11. Terekhov G.G. Sostoyanie iskusstvennogo lesovosstanovleniya v Sverdlovskoj oblasti i puti ego sovershenstvovaniya [The state of artificial reforestation in the Sverdlovsk region and ways to improve it] / G.G. Terekhov, I.A. Frejberg, S.V. Zalesov, et al. // Izvestiya Orenburg-skogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. № 2 (70). P. 95-98. [in Russian]

12. Zalesov S.V. Rost i produktivnost' sosnyakov iskusstvennogo i estestvennogo proiskhozhdeniya. [Growth and productivity of pine forests of artificial and natural origin] / S.V. Zalesov, A.N. Lobanov, N.A. Luganskij. Ekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2002. 112 p. [in Russian]

13. Osipenko A.E. Proizvoditel'nost' iskusstvennyh sosnyakov v lentochnyh borah Altajskogo kraya [Productivity of artificial pine forests in the belt pine forests of the Altai Territory] / A.E. Osipenko, S.V. Zalesov // IVUZ «Lesnoj zhurnal», 2018. № 2. P. 33-40. [in Russian]

14. Ob utverzhdenii Pravil lesovosstanovleniya, sostava proyekta lesovosstanovleniya, poryadka razrabotki proyekta lesovosstanovleniya i vneseniya v nego izmeneniy: Utv. Prikazom Minprirody Rossii ot 4.12.2020 g. № 1014. [On the approval of the Rules for reforestation, the composition of the reforestation project, the procedure for the development of the reforestation project and the introduction of changes into it: Approved. By order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated December 4, 2020 No. 1014]. [in Russian]

15. Frejberg I.A. Modifikacionnaya izmenchivost' sosny obykno-vennoj v usloviyah pesticidnogo zagryazneniya. [Modification variability of Scots pine under conditions of pesticide pollution] / I.A. Frejberg, M.V. Er-makova, S.K. Stecenko. – Ekaterinburg: UrO RAN, 2004. 76 p. [in Russian]

16. Ostroshenko V.V. Opyt posadki listvennicy. [Larch planting experience] / V.V. Ostroshenko. M.: Lesnaya promyshlennost', 1984. 40 p. [in Russian]

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.023

НОВЫЙ СПОСОБ ОЧИСТКИ МЕСТ РУБОК В ДРЕВОСТОЯХ ОТ ПОРУБОЧНЫХ ОСТАТКОВ

Научная статья

Залесов С.В.*

Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

* Корреспондирующий автор (Zalesovsv[at]m.usfeu.ru)

Аннотация

Проанализированы способы очистки мест рубок от порубочных остатков, предусмотренные нормативно-правовыми документами. Отмечается, что применяющиеся способы обеспечивают решение задачи очистки мест рубок от порубочных остатков при проведении рубок спелых и перестойных насаждений, сплошных и выборочных санитарных рубок и рубок ухода. В научной литературе достаточно подробно изложены требования к применению того или иного способа очистки мест рубок с учетом последующего лесовосстановления, целевого назначения лесов на зонально (подзонально)-типологической основе.

В то же время при проведении рубок лесных насаждений любого возраста на лесных участках, предназначенных для строительства, реконструкции и эксплуатации объектов, предусмотренных статьями 13, 14 и 21 Лесного кодекса, предлагаемые действующими правилами заготовки древесины способы очистки мест рубок не в полной мере отвечают предъявляемым требованиям. Кроме того, все способы очистки направлены на ускорение разложения древесины, составляющей порубочные остатки, что, в свою очередь, приводит к увеличению парниковых газов в составе атмосферного воздуха.

Учитывая указанные недостатки предложен способ очистки мест рубок от порубочных остатков для вышеуказанных рубок, обеспечивающий консервацию углекислого газа в древесине, составляющей лесосечные отходы. Применение способа, кроме того, создает противопожарный барьер вдоль линейных и вокруг площадных объектов.

Ключевые слова: порубочные остатки, заготовка древесины, консервация, углекислый газ, способ очистки, место рубки.

NEW METHOD FOR CLEANING CUTTING SPACES IN TIMBER STANDS FROM SINGLE RESIDUES

Research article

Zalesov S.V.*

The Ural State Forest Engineering University, Russia

* Correspondent author (Zalesovsv[at]m.usfeu.ru)

Abstract

The article deals with the methods of cleaning the felling sites from felling residues provided for by regulatory documents. It is noted that the applied methods provide a solution to the problem of cleaning felling sites from felling residues during felling of ripe and overmature stands of clear and selective sanitary felling and thinning. In the scientifie literature, the requirements for the use of one or another method of cleaning felling sites are given in sufficient details, taking into account the subsequent reforestation of the designated purpose of forest on a zonal (subzonal) typological basis.

At the same time, when cutting forest stands of any age in forest areas intended for the construction, reconstruction and operation of facilities provided for in articles 13, 14 and 21 of the forest code, the methods of cleaning felling sites proposed by the current rules for timber harvesting do not bully meet the requirements. In addition, all cleaning methods aimed at accelerating of wood decomposition that make up felling residues, that in turn leads to an increase in greenhouse gases in the atmospheric air.

Taking into account these shortcomings, a method for cleaning felling areas from felling residues for above mentioned felling is proposed, which ensures carbon dioxide conservation on the wood components of felling waste. Application of the method, in addition, creates a fire barrier for linear and around area objects.

Keywords: felling residues, harvesting, conservation, carbon dioxide, method of cleaning, felling site.

Введение

Важнейшим этапом заготовки древесины является очистка мест рубок от порубочных остатков. Правильно назначенный и технологически квалифицированно выполненный способ очистки позволяет снизить пожарную опасность, предотвратить распространение вредителей и болезней, а также обеспечить успешное лесовосстановления на вырубаемых площадях [1], [2]. Не случайно вопросам очистки мест рубок долгие годы уделялось повышенное внимание. В частности, публиковались рекомендации по проведению очистки мест рубок от порубочных остатков [3], [4], [5], разрабатывалась специализированная техника [6], [7]. Вопросы очистки мест рубок нашли отражение во всех учебниках по лесоводству [8], [9], [10]. Однако при кажущейся простоте правильно установить способ очистки довольно сложно. Последнее объясняется тем, что эффективность очистки мест рубок от порубочных остатков зависит от огромного количества факторов: возраста и состава древостоя, лесорастительных условий, климата, сезона проведения, применяемой техники и технологии лесосечных работ, вида рубок, рельефа, наличия подроста, целевого назначения лесов и т.д.

Указанное свидетельствует об актуальности совершенствования способов очистки мест рубок и необходимости проведения научно-исследовательских работ в данном направлении.

Цель, методика и объекты исследования

Целью исследования являлась разработка способа очистки мест рубок от порубочных остатков при рубках лесных насаждений любого возраста на лесных участках, предназначенных для строительства, реконструкции и эксплуатации объектов, предусмотренных статьями 13, 14 и 21 Лесного кодекса.

В процессе проведения исследований были проанализированы нормативно-технические документы, научная и ведомственная литература по очистке мест рубок от порубочных остатков. Выполнена экспериментальная очистка мест рубок различными способами, на основе чего и был разработан и предложен производству новый способ очистки мест рубок от порубочных остатков, полностью отвечающий требованиям при проведении рубок лесных насаждений любого возраста на лесных участках, предназначенных для строительства, реконструкции и эксплуатации объектов, предусмотренных статьями 13, 14 и 21 Лесного кодекса.

Основной объем работ был выполнен на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (ХМАО-Югры), где ведутся активные работы по добыче и транспортировке углеводородного сырья. Объектами исследований служили вырубки, образовавшиеся после сплошных рубок в насаждениях разных формаций и типов леса в Западно-Сибирском северо-таежном и Западно-Сибирском среднетаежном равнинных лесных районах. При этом основное внимание было уделено вырубкам, образовавшимся в результате удаления деревьев для строительства, реконструкции и эксплуатации объектов добычи, первичной переработки и транспортировки углеводородного сырья.

Материалы и обсуждение

Действующие нормативные документы предусматривают следующие способы очистки мест рубок от порубочных остатков [11], [12]:

- укладка порубочных остатков на волока с целью их укрепления и предохранения почвы от сильного уплотнения и повреждения при трелевке;
- сбор порубочных остатков в кучи и валы с последующим сжиганием их в пожаробезопасный период;
- сбор порубочных остатков в кучи и валы с оставлением их на месте для перегнивания и для подкормки диких животных в зимний период;
- разбрасывание измельченных порубочных остатков в целях улучшения лесорастительных условий;
- укладка и оставление на перегнивание порубочных остатков на месте рубки;
- вывоз порубочных остатков в места их дальнейшей переработки.

Указанные способы очистки мест рубок при необходимости могут применяться комбинированно.

К сожалению, в действующих нормативных документах [11], [12] нет разъяснений в насаждениях каких типов леса рекомендуется тот или иной способ очистки. Кроме того, особенностью всех указанных способов очистки мест рубок от порубочных остатков, кроме вывоза последних для переработки, является их быстрая деструкция. В результате разложения порубочных остатков выделяется углекислый газ, что способствует увеличению доли парниковых газов в атмосферном воздухе и, как следствие этого, оказывает негативное влияние на климат.

Кроме того, при проведении рубок с целью строительства, реконструкции и эксплуатации объектов производится корчевка пней вырубаемых деревьев, что в сочетании с неликвидной древесиной резко увеличивает массу лесосечных отходов. Вывоз указанных лесосечных отходов для переработки в абсолютном большинстве случаев экономически не целесообразен из-за разбросанности участков рубки, удаленности от центров переработки и отсутствия дорог круглогодичного действия вдоль линейных объектов.

Оставление порубочных остатков на месте рубки в измельченном состоянии или в кучах создает проблемы при строительстве, а также увеличивает пожарную опасность. Сжигание порубочных остатков, сложенных в кучи в пожаробезопасный период также проблематично по причине расположенных вблизи нефте- или газопроводов, разведочных или эксплуатационных скважин.

Учитывая вышеизложенное, нами предложен и прошел производственную проверку способ очистки мест рубок от порубочных остатков путем консервирования, содержащегося в них углерода на длительный период.

Способ заключается в создании экскаватором траншеи вдоль вырубаемого участка, в которую помещаются лесосечные отходы, включая пни и неликвидную древесину. После размещения указанных отходов на дно траншеи, освобожденная от древесной растительности площадь выравнивается, траншея засыпается и также выравнивается сверху. Размещенные на дне траншеи порубочные остатки консервируются, то есть их деструкция задерживается на многие годы. Последнему способствует избыточная влажность почв.

При необходимости над траншеей создается дорога противопожарного назначения, которая обеспечивает возможность перемещения строительной техники, а также противопожарной к местам возможных лесных пожаров. На избыточно увлажненных и песчаных почвах размещение порубочных остатков, пней и неликвидной древесины под полотном дороги способствует увеличению его несущей способности.

Применение указанного способа решает следующие целевые задачи:

1. Снижает пожарную опасность. Напротив, создается противопожарный барьер вокруг площадных и вдоль линейных объектов, на котором отсутствуют напочвенные горючие материалы.
2. Исключается развитие вредных насекомых и болезней на порубочных остатках.
3. В случае необходимости на территории можно легко создать искусственные насаждения посадкой лесных культур.
4. Решается проблема увеличения углекислого газа в атмосферном воздухе за счет замедления, а в ряде случаев и исключения деструкции древесины порубочных остатков, пней и неликвидной древесины.
5. Отпадает необходимость в создании специализированных полигонов для размещения вышеуказанных лесосечных отходов.
6. Снижаются затраты на очистку мест рубок в связи с исключением вывозки порубочных остатков на полигоны складирования или утилизации.
7. Оптимизируются условия для строительства, реконструкции или эксплуатации объектов, предусмотренных статьями 13, 14 и 21 Лесного кодекса.

Способ очистки мест рубок путем консервации лесосечных отходов прошел необходимую производственную проверку и оформляется в виде патента на изобретение.

Выводы

1. Очистка мест рубок от порубочных остатков является неотъемлемой и важной частью лесосечных работ.

2. Предлагаемые действующими нормативно-правовыми документами способы очистки мест рубок не в полной мере отвечают требованиям рубок лесных насаждений любого возраста на лесных участках, предназначенных для строительства, реконструкции и эксплуатации объектов, предусмотренных статьями 13, 14 и 21 Лесного кодекса.

3. Предложен способ очистки мест рубок от порубочных остатков, позволяющий наряду с основными задачами очистки мест рубок консервировать углерод, находящийся в порубочных остатках, пнях и неликвидной древесине на бесконечно длительный период.

4. Предлагаемый способ очистки мест рубок от порубочных остатков оформлен патентом на изобретение и рекомендуется для включения в нормативно-технические документы по очистке мест рубок.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Азаренок В.А. Сортиментная заготовка древесины / В.А. Азаренок, Э.Ф. Герц, С.В. Залесов и др. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. 140 с.

2. Залесов С.В. Лесоводство / С.В. Залесов. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. 295 с.

3. Тимофеев В.П. Очистки мест рубок леса (Краткое руководство) / В.П. Тимофеев. М.-Л.: Гослесбумиздат, 1951. 40 с.

4. Рекомендации по очистке мест рубок на территории Свердловской области / С.В. Залесов, Н.П. Бунькова, Е.С. Залесова и др. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. 23 с.

5. Рекомендации по очистке мест рубок в лесах Пермского края / С.В. Залесов, А.С. Попов, Л.А. Белов и др. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2018. 16 с.

6. Жаров В.И. Механизация очистки лесосек. (Обзор) / В.И. Жаров. М.: ЦБНТИ, 1971. 37 с.

7. Залесов С.В. Разработка крупноплощадных гарей в ленточных борах Прииртышья / С.В. Залесов // Аграрный вестник Урала, 2014. № 6 (124). С. 59-62.

8. Луганский Н.А. Лесоводство / Н.А. Луганский, С.В. Залесов, В.А. Азаренок. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 2001. 320 с.

9. Мелехов И.С. Лесоводство / И.С. Мелехов. М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2005. 324 с.

10. Сеннов С.Н. Лесоведение и лесоводство / С.Н. Сеннов М.: Издательский центр «Академия», 2008. 256 с.

11. Об утверждении Правил заготовки древесины и особенностей заготовки древесины в лесничествах, указанных в статье 23 Лесного кодекса Российской Федерации: Утв. Приказом Минприроды России от 01.12.2020 г. № 993.

12. Об утверждении Видов лесосечных работ, порядка и последовательности их проведения, Формы технологической карты лесосечных работ, Формы акта осмотра лесосеки и Порядка осмотра лесосеки: Утв. Приказом Минприроды России от 27.06.2016 г. № 367.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Azarenok V.A. Sortimentnaya zagotovka drevesiny [Assortment timber harvesting] / V.A. Azarenok, E.F. Gerts, S.V. Zalesov et al. Yekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2015. 140 p. [in Russian]

2. Zalesov S.V. Lesovodstvo [Forestry] / S.V. Zalesov. Yekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2020. 295 p. [in Russian]

3. Timofeyev V.P. Ochistki mest rubok lesa (Kratkoye rukovodstvo) [Clearing felling sites (Quick Guide)] / V.P. Timofeyev. M.-L.: Goslesbumizdat, 1951. 40 p. [in Russian]

4. Rekomendatsii po ochistke mest rubok na territorii Sverdlovskoy oblasti [Recommendations for cleaning felling sites in the Sverdlovsk region] / S.V. Zalesov, N.P. Bun'kova, YE.S. Zalesova et al. Yekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2017. 23 p. [in Russian]

5. Rekomendatsii po ochistke mest rubok v lesakh Permskogo kraya [Recommendations for cleaning felling sites in the forests of the Perm Territory] / S.V. Zalesov, A.S. Popov, L.A. Belov et al. Yekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2018. 16 p. [in Russian]

6. Zharov V.I. Mekhanizatsiya ochistki lesosek. (Obzor) [Mechanization of cleaning of cutting areas. (Overview)] / V.I. Zharov. M.: TSBNTI, 1971. 37 p. [in Russian]

7. Zalesov S.V. Razrabotka krupnoploshchadnykh garey v lentochnykh borakh Priirtysh'ya [Development of large-area burns in the belt pine forests of the Irtysh region] / S.V. Zalesov // Agrarnyy vestnik Urala, 2014. № 6 (124). P. 59-62. [in Russian]

8. Luganskiy N.A. Lesovodstvo [Forestry] / N.A. Luganskiy, S.V. Zalesov, V.A. Azarenok. Yekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. akad., 2001. 320 p. [in Russian]

9. Melekhov I.S. Lesovodstvo [Forestry] / I.S. Melekhov. M.: GOU VPO MGUL, 2005. 324 p. [in Russian]

10. Sennov S.N. Lesovedeniye i lesovodstvo [Forestry and forestry] / S.N. Sennov M.: Publishing house «AkademiYA», 2008. 256 p. [in Russian]

11. Ob utverzhdenii Pravil zagotovki drevesiny i osobennostey za-gotovki drevesiny v lesnichestvakh, ukazannykh v stat'ye 23 Lesnogo kodeksa Rossiyskoy Federatsii: Utv. Prikazom Minprirody Rossii ot 01.12.2020 g. № 993. On the approval of the Rules for timber harvesting and the specifics of timber harvesting in forestries specified in Article 23 of the Forest Code of the Russian Federation: Approved. Order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated 01.12.2020 No. 993. [in Russian]

12. Ob utverzhdenii Vidov lesosechnykh rabot, poryadka i posledovatel'nosti ikh provedeniya, Formy tekhnologicheskoy karty lesosechnykh rabot, Formy akta osmotra lesoseki i Poryadka osmotra lesoseki: Utv. Prikazom Minprirody Rossii ot 27.06.2016 g. № 367. On the approval of the Types of logging operations, the order and sequence of their implementation, the Forms of the technological map of logging operations, the Form of the inspection report of the cutting area and the Procedure for inspecting the cutting area: Approved. By order of the Ministry of Nature of Russia dated June 27, 2016 No. 367. [in Russian]

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.024

СИСТЕМА СОХРАНЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ ОАО «ЮЖНОЕ» САЛЬСКОГО РАЙОНА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Научная статья

Косенко Т.Г.*
ORCID: 0000-0003-3978-3025,
Донской государственный аграрный университет, Персиановский, Россия

* Корреспондирующий автор (markos59[at]yandex.ru)

Аннотация

В статье рассмотрены особенности производственной деятельности сельскохозяйственного предприятия. Дан анализ факторов интенсификации в отраслях земледелия.

Определены показатели роста производства продукции, рационального использования ресурсов. Обосновано, что проблема сохранения и повышения почвенного плодородия может быть успешно решена только на основании комплекса мер по рациональному и экологически безопасному внесению прежде всего органических удобрений.

Наибольшую долю в землепользовании ОАО «Южное» Ростовской области занимают сельскохозяйственные угодья, доля пашни в них 82,82%. Динамика потребления элементов питания в значительной мере обусловливается биологическими, сортовыми особенностями сельскохозяйственных культур, фазой их развития и погодными условиями.

Обработка почвы позволяет в широких пределах регулировать почвенное плодородие — обеспечивать строение и структурное состояние почвы для оптимального роста и развития растений, положительно воздействовать на водный, воздушный и питательный режимы.

Ключевые слова: сельскохозяйственное производство, интенсивность, факторы, почвенное плодородие, система удобрений.

THE SYSTEM OF PRESERVATION AND IMPROVEMENT OF SOIL FERTILITY OF JSC "YUZHNOYE" IN THE SALSKY DISTRICT OF ROSTOV OBLAST

Research article

Kosenko T.G.*
ORCID: 0000-0003-3978-3025,
Donskoy State Agrarian University, Persianovsky, Russia

* Corresponding author (markos59[at]yandex.ru)

Abstract

The article discusses the features of the production activity of an agricultural enterprise, provides an analysis of intensification factors in agriculture and determines

the indicators of the growth of production and rational use of resources. The author proves that the problem of preserving and increasing soil fertility can be successfully solved only on the basis of a set of measures for rational and environmentally safe application of principally organic fertilizers.

The largest share in the land use of JSC Yuzhnoye in Rostov Oblast is occupied by agricultural land, where the share of arable land amounts to 82.82%. The dynamics of the consumption of food elements is largely determined by the biological, varietal characteristics of agricultural crops, the phase of their development and weather conditions.

Tillage makes it possible to regulate soil fertility within a wide range — to ensure the structure and structural condition of the soil for optimal plant growth and development, to have a positive effect on water, air and nutrient regimes.

Keywords: agricultural production, intensity, factors, soil fertility, fertilizer system.

Введение

Сельскохозяйственное производство основано на использовании природных условий и природных ресурсов. Они являются главными объектами аграрного природопользования [1, С. 12]. Развитие технологий может вызывать современные экологические проблемы.

Восстановление гумусового состояния почв необходимо признать первостепенной задачей земледелия, так как оно является основой расширенного воспроизводства почвенного плодородия.

Без должного поступления энергетического материала в почве мало негумифицированной, легкоразлагающейся, легкорастворимой части органики, роль которой в питании растений даже выше, чем собственно гумуса.

Сложная и многоплановая проблема сохранения и повышения почвенного плодородия может быть успешно решена только на основании комплекса мер, из которых одной из главных является рациональное и экологически безопасное внесение минеральных и прежде всего органических удобрений [2, С. 95]. Одна из главных причин низкой продуктивности посевов – отсутствие детально разработанной системы применения удобрений, а также биопрепаратов [3, С. 135].

Гармоничное снабжение культурных растений питательными веществами, зависящее в первую очередь от почвенных запасов, определяется к тому же погодными условиями, агротехническими мероприятиями и состоянием самих растений.

Объекты и методы исследований

Рассмотрены особенности ведения хозяйственной деятельности в условиях ОАО «Южное» Сальского района Ростовской области. Широко использовался сравнительно-экологический метод исследования, сопоставляющий состояние реакции растений на внешнее воздействие в различные периоды вегетации.

Поставлена задача определить, сколько питательных веществ может отдать почва, и оценить, какое количество и с какой скоростью растения способны их потребить в конкретной обстановке, учитывая, что концентрация элементов питания в почве может быть слишком высокой для одной культуры и даже сорта и недостаточной для других.

Основной целью любой сельскохозяйственной деятельности, связанной с выращиванием растений, является получение хорошего урожая [4, С. 30].

Результаты исследования

Рациональное использование природных ресурсов предусматривает систему мероприятий, направленных на сохранение и приумножение природных ресурсов, улучшение основ продуктивности почв, растений, животных и других факторов производства.

ОАО «Южное» имеет производственное направление зерново-скотоводческое. Наибольшее экономическое значение имеет производство зерна озимой пшеницы, ячменя, подсолнечника, молока.

Существенным резервом дальнейшего повышения эффективности использования закрепленных земель является улучшение качества продукции [5, С. 120]. Интенсивность использования земельных ресурсов предприятия представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Интенсивность использования земельных ресурсов

Показатели	2019 г.	2020г.
Уровень освоенности,%	86,63	86,78
Уровень распаханности, %	82,81	82,82
Земля в с.-х. обороте, %	99,88	99,92
Неиспользуемые земли в площади пашни, %	0,12	0,08
Посевов в площади пашни, %	79,54	79,62
Площади культур, возделываемых по интенсивной технологии, в площади с.-х. угодий, %	92,24	92,30
Многолетних насаждений в площади с.-х. угодий, %	0,20	0,20
Орошаемых земель в с.-х. угодьях, %	48,07	48,07

Проведение трансформации земельных угодий позволило увеличить площадь земли в сельскохозяйственном обороте на 0,04%. Отмечается рост доли сельскохозяйственных угодий в площади предприятия на 0,15% и распаханности на 0,01%.

Достижение высокого уровня урожайности и сохранение плодородия почвы может быть обеспечено путем соблюдения принципов севооборотов, новых технологий, селекции растений, целесообразных мелиоративных, мероприятий.

Среди удобрений одно из первых мест по значимости имеют органические вещества — традиционный навоз, птичий помет, солома, растительные остатки. Внесение органических удобрений позволяет не только дать растениям необходимые им макро- и микроэлементы, но и улучшает физические свойства почвы, способствует закреплению в недоступные формы тяжелых металлов, очищает почву от загрязнения остатками пестицидов и других ядовитых и радиоактивных веществ.

Органические удобрения любых видов эффективны и при правильном использовании достаточно экологически безопасны. Но уровень их внесения должен быть строго конкретизирован с учетом оптимальных сроков и способов показателей почвенного плодородия во взаимосвязи с климатическими особенностями и агротехническими приемами, намеченной продуктивностью культур.

В зависимости от исходного материала и целей можно применять различные способы оценки растений [6, С. 182]. Рост эффективности сельскохозяйственного производства осуществляется за счет интенсивных факторов [7, С. 92]. Урожайность сельскохозяйственных культур характеризует степень интенсивности сельского хозяйства [8, С. 13].

В положительном ее решении огромная роль принадлежит оптимальному соотношению культур в севооборотах, которые по своему влиянию на почвенную среду должны копировать растительные сообщества и являются одним из немногих приемов в земледелии, основанных на природных механизмах [9, С. 20].

Динамика потребления элементов питания (табл. 2) в значительной мере обусловливается биологическими, сортовыми особенностями сельскохозяйственных культур, фазой их развития и погодными условиями.

Уровень урожайности культур связан с условиями увлажнения [10, С. 120].

Таблица 2 – Содержание основных биогенных элементов в основных частях агрофитоценоза, среднее 2019-2020 гг.

Культура	Масса, ц/га	Содержание в центнере, га			Содержание в массе с 1 га, кг		
		N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
Озимая пшеница, зерно солома	41	2,80	0,85	0,50	114,8	34,85	20,5
	59,5	0,49	0,19	0,80	29,16	11,31	47,6
Кукуруза на зерно, зерно стебли	44	1,91	0,57	0,37	84,04	25,08	16,28
	87	0,75	0,30	1,00	65,25	26,1	87
Подсолнечник, семена стебли	21	2,61	1,39	0,96	54,81	29,19	20,16
	39	1,56	0,76	5,25	60,84	29,64	204,75

Наибольший выход биогенных элементов с урожаем обеспечивает подсолнечник, превышающий кукурузу на зерно на 30,4%, озимую пшеницу на 53,5%%.

Разнообразны по количеству и качеству послеуборочные остатки растений, являющиеся источником восстановления запасов гумуса и элементов минерального питания.

Обработка почвы позволяет в широких пределах регулировать почвенное плодородие — обеспечивать строение и структурное состояние почвы для оптимального роста и развития растений, положительно воздействовать на водный, воздушный и питательный режимы.

Самым существенным фактором антропогенного воздействия на агроландшафты является пахота [11, С. 28]. Количество пашни значительно влияет на состояние всех свойств и компонентов внешней среды, влияющих на живые организмы.

Заключение

Растениеводство, является основой сельского хозяйства. Продуктивность сельскохозяйственной отрасли непосредственно зависит от состояния почв.

Наряду с избирательностью, растениям характерна неравномерность потребления элементов питания в течение вегетации. Несмотря на существенные различия динамики потребления питательных веществ у разных видов растений, все они имеют общие закономерности питания: потребление питательных веществ тесно коррелирует с нарастанием сухой массы.

Наиболее высокие требования к обеспеченности элементами питания растения предъявляют на ранних этапах развития. В этот период даже небольшой дефицит элементов питания в почве может лимитировать процессы роста и развития растений из-за слабого потребления элементов питания неразвитой корневой системой.

Система удобрения, помимо удовлетворения потребностей сельскохозяйственных культур в питательных веществах, должна отражать также и требования почвы. Недопустимо получать урожай путем мобилизации почвенного плодородия и не компенсировать потребление растениями его компонентов.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Агафонов Е.В. Применение минеральных и бактериальных удобрений под нут на чернозёме обыкновенном в Ростовской области / Е.В. Агафонов, Е.И. Пугач, К.И. Пимонов // Агрохимия. 2007. № 7. С. 12.

2. Драгалева О.А. Оценка антропогенного воздействия на сельскохозяйственные районы Ростовской области / О.А. Драгалева, И.А. Луганская // Мелиорация антропогенных ландшафтов Межвузовский сборник научных трудов. Новочеркасская государственная мелиоративная академия. Новочеркасск, 2007. С. 91-97.

3. Збраилов М.А. Сравнение урожайности гибридов подсолнечника CLEARFIELD при разных способах защиты от сорняков / М.А. Збраилов, В.Б. Пойда, Е.М. Фалынсков и др. // Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: материалы международной научно-практической конференции, 17 февраля 2016 г. - пос. Персиановский: Донской ГАУ. - 2016. - С. 134-137.

4. Косенко М.А. Результаты и перспективы селекции редьки европейской / М.А. Косенко // Овощи России. 2019;(4):29-31.

5. Пимонов К.И. Болезни и урожайность зерна гуара при возделывании в почвенно-климатических условиях нижнего Дона / К.И. Пимонов, Е.В. Евтушенко, Е.И. Копоть и др. // Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур Материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 117-122.

6. Косенко Т.Г. Особенности регионального природопользования / Т.Г. Косенко // Прогнозирование инновационного развития национальной экономики в рамках рационального природопользования Материалы V Международной научно-практической конференции: в 3-х частях. 2016. с. 180-192.

7. Пугач Е.И. Опыт применения минеральных удобрений и микробиологических препаратов под чечевицу в Ростовской области / Е.И. Пугач, Н. Иванищева, А. Маньшина // Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур материалы международной научно-практической конференции. 2015. С. 91-95.

8. Косенко Т.Г. Оценка эколого-экономической эффективности сельскохозяйственного производства / Т.Г. Косенко // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2014. № 4-3 (14). С. 12-17.

9. Агафонов Е.В. Влияние способов внесения минеральных удобрений на урожайность зернового сорго на чернозёме обыкновенном Ростовской области / Е.В. Агафонов, Р.А. Каменев // Кукуруза и сорго. 2008. № 4. С. 19-21.

10. Турчин В.В. Экологические аспекты состояния калийного режима черноземных почв Ростовской области / В.В. Турчин, К.П. Оськина // Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы сборник статей X Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией Г.Е. Гришина . 2014. С. 118-121.

11. Думанский Д.М. Оценка конкурентоспособности продукции растениеводства предприятий приазовской зоны Ростовской области / Д.М. Думанский, Т.Г. Косенко // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2014. № 4-3 (14). С. 24-29.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Agafonov E.V. Primenenie mineral'nyh i bakterial'nyh udobrenij pod nut na chernozyome obyknovennom v Rostovskoj oblasti [Application of mineral and bacterial fertilizers for chickpeas on ordinary chernozem in the Rostov region] / E.V. Agafonov, E.I. Pugach, K.I. Pimonov // Agrohimiya [Agrochemistry]. 2007. № 7. P. 12. [in Russian]

2. Dragaleva O.A. Ocenka antropogennogo vozdejstviya na sel'skohozyajstvennye rajony Rostovskoj oblasti [Assessment of anthropogenic impact on agricultural areas of the Rostov region] / O.A. Dragaleva, I.A. Luganskaya // Melioraciya antropogennyh landshaftov Mezhvuzovskij sbornik nauchnyh trudov. Novocherkasskaya gosudarstvennaya meliorativnaya

akademiya. Novocherkassk [Reclamation of anthropogenic landscapes Interuniversity collection of scientific papers. Novocherkassk State Reclamation Academy. Novocherkassk], 2007. pp. 91-97. [in Russian]

3. Zbrailov M. A. Sravnenie urozhajnosti gibridov podsolnechnika CLEARFIELD pri raznyh sposobah zashchity ot sornyakov [Comparison of the yield of CLEARFIELD sunflower hybrids with different methods of weed protection]/ M. A.Zbrailov, V.B.Poida, E.M.Falynskov et al. // Innovacii v tekhnologiyah vozdelyvaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, 17 fevralya 2016 g. - pos. Persianovskij: Donskoj GAU.[Innovations in crop cultivation technologies: Proceedings of the International Scientific and Practical conference, February 17, 2016 - village. Persianovsky: Donskoy GAU.] . 2016. pp. 134-137. [in Russian]

4. Kosenko M.A. Rezul'taty i perspektivy selekcii red'ki evropejskoj [Results and prospects of European radish breeding] / M.A. Kosenko // Vegetables of Russia [Ovoshchi Rossii]. 2019. №4 pp. 29-31. [in Russian]

5. Pimonov K.I. Bolezni i urozhajnost' zerna guara pri vozdelyvanii v pochvenno-klimaticheskih usloviyah nizhnego Dona. [Diseases and productivity of guar grain during cultivation in soil and climatic conditions of the Lower Don] / K.I.Pimonov, E.V.Evtushenko, E.I.Kopot' et al. //V sbornike: Innovacii v tekhnologiyah vozdelyvaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii [In the collection: Innovations in technologies of cultivation of agricultural crops Materials of the All-Russian scientific and practical conference] 2017. pp. 117-122. [in Russian]

6. Kosenko T.G. Osobennosti regional'nogo prirodo-pol'zovaniya [Features of regional nature use] / T.G. Kosenko //V sbornike: Prognozirovanie innovacionnogo razvitiya nacional'noj ekonomiki v ramkah racional'nogo prirodopol'zovaniya Materialy V Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii: v 3-h chastyah [In the collection: Forecasting of innovative development of the national economy within the framework of rational nature management Materials of the V International Scientific and Practical Conference: in 3 parts.] 2016. pp. 180-192. [in Russian]

7. Pugach E.I. Opyt primeneniya mineral'nyh udobrenij i mikrobiologicheskih preparatov pod chechevicu v Rostovskoj oblasti [Experience in the use of mineral fertilizers and microbiological preparations for lentils in the Rostov region] / E.I.Pugach, N.Ivanishcheva, A. Man'shina // V sbornike: Innovacii v tekhnologiyah vozdelyvaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii [In the collection: Innovations in technologies of cultivation of agricultural crops materials of the international scientific and practical conference] 2015. pp. 91-95. [in Russian]

8. Kosenko T.G. Ocenka ekologo-ekonomicheskoj effektivnosti sel'skohozyajstvennogo proizvodstva [Assessment of ecological and economic efficiency of agricultural production]/ T.G. Kosenko // Vestnik Donskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Don State Agrarian University]. 2014. № 4-3 (14) . pp. 12-17. [in Russian]

9. Agafonov E.V. Vliyanie sposobov vneseniya mineral'nyh udobrenij na urozhajnost' zernovogo sorgo na chernozyome obyknovennom Rostovskoj oblasti [The influence of methods of applying mineral fertilizers on the yield of grain sorghum on ordinary chernozem of the Rostov region] / E.V.Agafonov, R.A. Kamenev // Kukuruza i sorgo [Corn and sorghum]. 2008. № 4. pp. 19-21. [in Russian]

10. Turchin V.V. Ekologicheskie aspekty sostoyaniya kalijnogo rezhima chernozemnyh pochv Rostovskoj oblasti [Ecological aspects of the state of the potash regime of chernozem soils of the Rostov region.] / V.V.Turchin, K.P Os'kina. // V sbornike: Agropromyshlennyj kompleks: sostoyanie, problemy, perspektivy sbornik statej X Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Pod obshchej redakciej G.E. Grishina [In the collection: Agro-industrial complex: state, problems, prospects collection of articles of the X International Scientific and Practical Conference. Under the general editorship of G.E. Grishin.]. 2014. pp. 118-121. [in Russian]

11. Dumanskij D.M. Ocenka konkurentosposobnosti produkcii rastenievodstva predpriyatij priazovskoj zony Rostovskoj oblasti [Assessment of the competitiveness of crop production of enterprises of the Azov zone of the Rostov region] / D.M. Dumanskij, T.G. Kosenko // Vestnik Donskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Don State Agrarian University]. 2014. № 4-3 (14) . pp. 24-29. [in Russian]

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.025

УДОЙ, МАССОВАЯ ДОЛЯ ЖИРА И БЕЛКА В МОЛОКЕ У КОРОВ ЧЁРНО–ПЁСТРОЙ ПОРОДЫ РАЗНЫХ ГЕНОТИПОВ

Научная статья

Кровикова А.Н.[1, *], Бакай Ф.Р.[2], Лепёхина Т.В.[3]
[1] ORCID: 0000-0003-0355-3156;
[2] ORCID: 0000-0002-7417-4308;
[3] ORCID: 0000-0003-2490-5974;
[1, 2, 3] Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина, Москва, Россия

* Корреспондирующий автор (anna.krovikova[at]mail.ru)

Аннотация

При разведении высокопродуктивного скота черно–пестрой породы с использованием генотипа голштинской породы достигнуты большие результаты. Голштинская порода отличается высокой продуктивностью и наиболее полно отвечает требованиям современных технологий производства молока. Племенные и продуктивные качества коров совершенствуются разными методами, в том числе внутрилинейным и межлинейным подбором. Генетический прогресс, возникающий при таких методах селекции неоспорим. При изучении генетических особенностей каждого стада, редко учитывается и берётся в расчет такой важный показатель селекции, как наследуемость, зачастую не используются данные зависимостей между селекционными признаками. Использование животных с ценными генотипами требует нового отношения в изучении хозяйственных признаков. Комплексное использование генетических методов позволит в значительной степени увеличить темпы совершенствования племенных качеств, что является актуальным в настоящее время.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, отбор, молочная продуктивность, удой, массовая доля белка, массовая доля жира, корреляция.

MILK YIELD, THE MASS FRACTION OF FAT AND PROTEIN IN MILK FROM BLACK-PIED COWS OF DIFFERENT GENOTYPES

Research article

Krovikova A.N.[1]*, Bakay F.R.[2], Lepyokhina T.V.[3]
[1] ORCID: 0000-0003-0355-3156;
[2] ORCID: 0000-0002-7417-4308;
[3] ORCID: 0000-0003-2490-5974;
[1, 2, 3] Skryabin Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology, Moscow, Russia

* Корреспондирующий автор (anna.krovikova[at]mail.ru)

Abstract

Breeding highly productive black-pied cattle using the Holstein breed genotype has shown great results. The Holstein breed is characterized by high productivity and most fully meets the requirements of modern milk production technologies. The breeding and productive qualities of cows are improved by various methods, including intra-linear and inter-linear selection. The genetic progress resulting from such breeding methods is undeniable. When studying the genetic characteristics of each herd, such an important indicator of breeding as heritability is rarely taken into account, and data on the dependencies between breeding traits are often not used. The use of animals with valuable genotypes requires a new attitude in the study of economic characteristics. The integrated use of genetic methods will significantly increase the rate of improvement of breeding qualities, which is relevant at the current moment.

Keywords: cattle, selection, milk productivity, milk yield, protein mass fraction, fat mass fraction, correlation.

Введение

Отбор животных по степени развития признака является одним из сложных процессов племенной работы.

В практике разведения крупного рогатого скота на протяжении длительного времени происходит совершенствование молочных пород с использованием генотипа голштинской породы. Эта порода привлекает селекционеров высокой молочной продуктивностью и хорошей приспособленностью к индустриальным технологиям производства молока, что является определяющим фактором в современных условиях производства продукции.

В современных условиях, когда поставлена задача достижения в племенных хозяйствах удоя коров 7000-9000 кг молока с повышенным содержанием основных компонентов, актуальность изучения связей удоя, содержания жира и белка в условиях селекции коров по молочной продуктивности увеличивается и тем самым происходит совершенствование племенных и продуктивных качеств животных на протяжении длительного времени.

Успех селекции по комплексу признаков в значительной мере обусловлен взаимосвязью между ними. При отрицательной корреляции работа селекционера значительно усложняется, поскольку отбор приходится вести с учетом многих желательных признаков. При положительной корреляции из комплекса признаков можно выделить основные и вести отбор по ним.

Обширные исследования, проведенные как отечественными, так и зарубежными исследователями по изучению взаимосвязи признаков молочной продуктивности, показали, что между количественными и качественными показателями имеется тенденция к отрицательной связи, а между качественными – к положительной. Однако имеются сообщения о значительных колебаниях величин корреляции.

Комплексное использование селекционно-генетических методов позволит в значительной степени увеличить темпы совершенствования племенных качеств, что является актуальным в настоящее время.

Спецификой продуктивности молочного скота является ее неодинаковый уровень на протяжении эксплуатации коровы, что в значительный степени затрудняет оценку племенных качеств животных.

Собственные исследования

Научные исследования по изучению эффективности скрещивания черно – пестрого скота с быками голштинской породы в хозяйстве были начаты в середине прошлого столетия.

В результате длительной селекционно-племенной работы в хозяйстве было сформировано помесное стадо с удоем 4800-5000 кг и жирностью 4,1-4,2 %. В дальнейшем стадо совершенствовалось, при этом преследовалась цель наследственно закрепить в стаде признак повышенной жирномолочности.

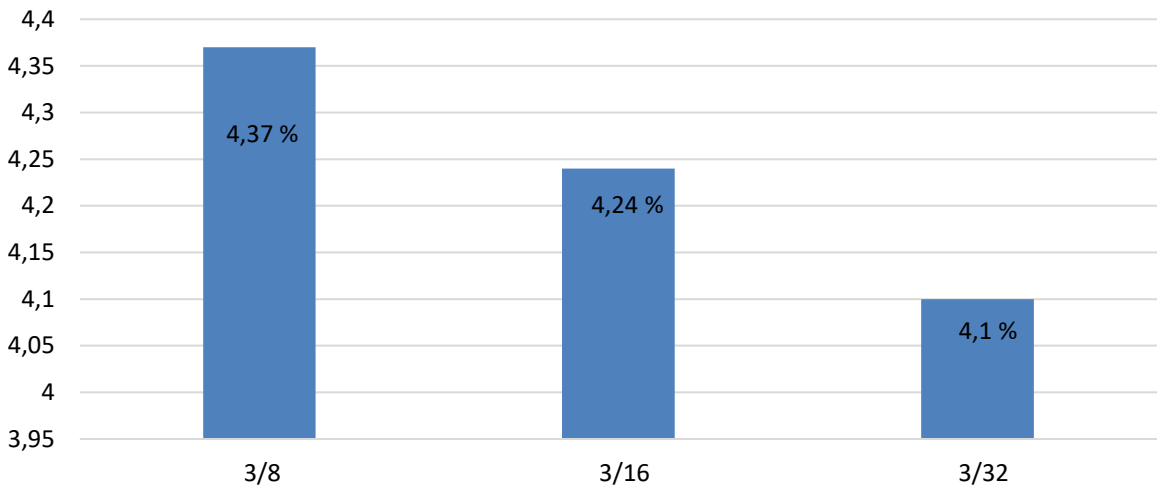


Рис. 1 – Содержание массовой доли жира за первую лактацию с учетом кровности

Исследования показали, что при скрещивании черно-пестрых коров с быками голштинской породы, у дочерей повышается жирномолочность в среднем на 0,5-0,7 % при сохранении удоев на уровне 4800-5200 кг. Выход молочного жира за лактацию увеличивается на 22-30 кг. Наивысшей жирномолочностью обладают 3/8 кровные помеси. С уменьшением доли крови по голштинской породе жирномолочность снижается. Так если по первой лактации у 3/8 кровных коров содержание жира в молоке было на уровне 4,37 %, то у 3/16 кровных – 4,24%, у 3/32 кровных – 4,10%, по третьей соответственно 4,36 и 4,14 %.

В каждой последующей генерации сокращается относительно числу животных с повышенной жирномолочностью и увеличивается число животных с пониженным содержанием жира в молоке. Это позволяет заключить, что характер наследования содержания жира в молоке близок к промежуточному.

В характере наследования величины удоев аналогичной закономерности не наблюдается. Помесные животные незначительно уступают по величине удоев черно – пестрым матерям, а по первой лактации даже несколько превосходят. Это очевидно связано с тем, что уровень удоев в большей степени подвержен влиянию условий внешней среды. Возможно, что на величину удоев оказало положительное влияние явление гетерозиса.

Изменчивость и взаимосвязь селекционных признаков на голштинизированных коровах первотелках показана в многочисленных исследованиях, результаты свидетельствуют, что содержание белка в молоке меньшей степени подвержено колебаниям.

Изменчивость общего количества молочного жира и белка практически выражает изменчивость удоя. Взаимосвязь между жиром и белком в молоке положительная и высокодостоверная.

Изучение корреляционных связей между показателями продуктивности помесных по голштинам коров и их матерей показывает, что величина удоя и жирномолочности у дочерей в значительной степени определяется величиной этих признаков у матерей. Данные, характеризующие эту зависимость, приводятся в таблице 1.

Таблица 1 – Связь между показателями продуктивности у коров с учетом кровности

Группы коров – дочерей по кровности	Число пар мать – дочь	Коэффициент корреляции (r)
3/8	96	0,27±0,10
3/16	38	0,30±0,29
3/32	6	0,16±0,23

Коэффициенты корреляции между удоем за лактацию, 305 дней лактации и массовой долей жира в молоке различны по направлению в целом по линиям и отдельным быкам производителям. В основном она отрицательная, низкая, а в отдельных случаях связь отсутствует.

Непостоянство коэффициентов корреляций между одними и теми же признаками в разных стадах и у разных авторов видимо говорит в пользу того, что эти связи либо не обусловлены генетически, либо генетическая связь не обусловлена плейотропией, т.е. невозможно прогнозировать результаты коррелированного ответа.

Корреляция между показателями продуктивности коров – дочерей разной кровности и их матерей во всех случаях являются положительными. Обращает на себя внимание высокая положительная корреляция между величиной жирномолочности 3/8 кровных коров. Это дает основание сделать заключение, что величина жирномолочности у потомства, полученного от скрещивания черно-пестрых коров с быками голштинской породы, зависит не только от наследственных качеств быков, но и не в меньшей степени от величины этого признака у исходного маточного поголовья. От коров с повышенной жирномолочностью получены дочери, также отличающиеся большей величиной этого признака, и наоборот.

В последние годы у помесных коров наряду с основными хозяйственно – полезными признаками, также мы рассмотрели и содержание белка в молоке (таблица 2).

Установлено, что помесные животные превосходят черно-пестрых сверстниц по содержанию белка в молоке, однако разница между теми и другими по выходу белка за лактацию значительно меньше, чем по выходу молочного жира.

Таблица 2 – Удой, массовая доля жира и белка в молоке помесных коров

Группы коров по кровности	n	Лактация по счету	Удой за 305 суток лактации (кг)	Массовая доля жира (%)	Количество молочного жира (кг)	Массовая доля белка, %	Количество молочного белка (кг)
3/8	96	1	5739	4,25	243	3,66	210
		2	6143	4,28	262	3,66	224
		3	7738	4,27	330	3,68	284
3/16	38	1	6805	4,19	285	3,72	253
		2	6442	4,12	265	3,54	228
		3	6816	4,06	276	3,54	241
3/32	6	1	6632	3,67	243	3,47	230
		2	6656	3,60	239	3,35	222
		3	7037	3,60	253	3,35	235

По третьей лактации разница по выходу белка между помесными коровами и черно-пестрыми несущественна.

Поскольку содержание белка в молоке у помесных животных увеличивается в меньшей степени, чем содержание жира, выход молочного белка на килограмм жира с повышением кровности по голштинам снижается.

По-видимому, на их формирование у потомков преобладающее влияние оказывает наследственность одного из родителей, то есть наследование носит неаддитивный характер. Это явление дает основание рассчитывать на возможность закрепления ценных свойств в следующих поколениях.

В пределах стада существуют как группы животных генетически неоднородных по удою и содержанию жира в молоке, так и генетически однородных по обоим признакам, существуют и такие группы, где однородность отмечается по одному признаку и неоднородность по-другому.

Многие животноводы – практики придерживаются разных взглядов на порядок этого наследования: одни считают, что содержание жира в молоке коров передается потомству отцом, другие утверждают, что те или иные качества жирномолочности передаются потомству матерью, а третьи находят, что в передаче потомству этого признака участвует отец, так и мать.

Заключение

Таким образом, результаты исследований подтверждают необходимость сочетания отбора и подбора с использованием показателей изменчивости, наследуемости и корреляционной связи признаков в линиях и группах дочерей отдельных производителей для дальнейшего совершенствования. Корреляции между показателями продуктивности коров – дочерей разной кровности и их матерей во всех случаях являются положительными. Наивысшей жирномолочностью обладают 3/8 кровные помеси. С уменьшением доли крови по голштинской породе жирномолочность снижается. Дальнейшая селекция по увеличению качественных показателей молочной продуктивности должна сопровождаться использованием селекционно-генетических параметров при успешном сочетании отбора и подбора животных.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Бакай, А.В. Изменчивость белковомолочность у коров разных генераций и генотипов / А.В. Бакай, Г.В. Мкртчян, Д.Ф. Илялов // Человек и животные. Материалы VII Международной заочной конференции. Сост.: М.В. Лозовская, Н.В. Смирнова; Инновационный Естественный институт Астраханского государственного унивеситета. 2014. 52–56 с.

2. Горелик, В.С., Молочная продуктивность коров при применении сукцинатхитозана / В.С. Горелик, О.В. Горелик, Ребезов // Молодой ученый. 2016. No 3 (107). 426–428 с.

3. Лоретц, О.Г., Влияние генотипа на молочную продуктивность / О.Г. Лоретц, О.В. Горелик // Аграрный вестник Урала. 2015. No 10. 29–34 с.

4. Мкртчян, Г.В. Белковомолочность и ее связь с величиной удоя у коров разных генотипов / Г.В. Мкртчян, Ф.Р. Бакай // Зоотехния. 2021. №3. 6–8 с.

5. Мухтарова, О.М. Связь между удоем, содержанием жира и белка, живой массой коров разных генотипов в условиях Московской области / О.М. Мухтарова, А.В. Бакай // Сборник статей XXVII международной научно–практической конференции. 2020. 28–29 с.

6. Мухтарова, О.М. Молочная продуктивность коров разных генотипов за 305 дней I лактации в условиях Московской области / О.М. Мухтарова, А.В. Бакай // Актуальные вопросы современной науки и практики. Материалы Международной научно–практической конференции. Под общей редакцией Е.А. Назарова. 2019. 51–56 с.

7. Назарченко, О.В. Селекционно–генетические параметры хозяйственно–биологических признаков черно–пестрой породы различного экогенеза Зауралья / О.В. Назарченко. Монография. Курган, 2012. – 220 с.

8. Немцов, А. Эксперимент с голштинами в Башкортостане / Немцов А. // Животноводство, –2002. –№3.–3 с.

9. Родина, Н.Д. Продолжительность хозяйственного использования черно–пестрых голштинизированных коров // Н.Д. Родина, Д.В. Степанов // Вестник ОрелГАУ, – 2011. – №6.19–22 с.

10. Степанов, Д.В. Молочная продуктивность голщтинизированных черно–пестрых коров разных генотипов / Д.В. Степанов, О.Б. Сеин, Н.Д. Родина // Вестник ОрелГАУ, – 2007. – №1.59–63 с.

Список литературы на английском языке

1. Bakai, A.V. Izmenchivost' belkovomolochnost' u korov raznyh generacij i genotipov [Variability of protein-milk content in cows of different generations and genotypes] / A.V. Bakai, G.V. Mkrtchyan, D.F. Ilyalov // Chelovek i zhivotnye. Materialy VII Mezhdunarodnoj zaochnoj konferencii [Man and animals. Materials of the VII International Correspondence Conference]. Comp.: M.V. Lozovskaya, N.V. Smirnova; Innovative Natural Institute of the Astrakhan State University. 2014. 52-56 p. [in Russian]

2. Gorelik, V.S., Molochnaja produktivnost' korov pri primenenii sukcinathitozana [Dairy productivity of cows when using succinathitosan] / V.S. Gorelik, O.V. Gorelik, Rebezov // Molodoj uchenyj [Young scientist]. 2016. No. 3 (107). 426-428 p. [in Russian]

3. Loretz, O.G., Vlijanie genotipa na molochnuju produktivnost' [The influence of genotype on milk productivity] / O.G. Loretz, O.V. Gorelik // Agrarnyj vestnik Urala [Agrarian Bulletin of the Urals]. 2015. No. 10. 29-34 p. [in Russian]

4. Mkrtchyan, G.V. Belkovomolochnost' i ee svjaz' s velichinoj udoja u korov raznyh genotipov [Protein-milk content and its relation to the value of milk yield in cows of different genotypes] / G.V. Mkrtchyan, F.R. Bakai // Zootechnia. 2021. No.3. 6-8 p. [in Russian]

5. Mukhtarova, O.M. Svjaz' mezhdu udoem, soderzhaniem zhira i belka, zhivoj massoj korov raznyh genotipov v uslovijah Moskovskoj oblasti [The relationship between milk yield, fat and protein content, live weight of cows of different genotypes in the conditions of the Moscow region] / O.M. Mukhtarova, A.V. Bakai // Sbornik statej XXVII mezhdunarodnoj nauchno–prakticheskoj konferencii [Collection of articles of the XXVII International Scientific and practical Conference]. 2020. 28-29 p. [in Russian]

6. Mukhtarova, O.M. Molochnaja produktivnost' korov raznyh genotipov za 305 dnej I laktacii v uslovijah Moskovskoj oblasti [Milk productivity of cows of different genotypes for 305 days of I lactation in the conditions of the Moscow region] / O.M. Mukhtarova, A.V. Bakai // Aktual'nye voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno–prakticheskoj konferencii [Actual issues of modern science and practice. Materials of the International Scientific and Practical Conference]. Under the general editorship of E.A. Nazarov. 2019. 51-56 p. [in Russian]

7. Nazarchenko, O.V. Selekcionno–geneticheskie parametry hozjajstvenno–biologicheskih priznakov cherno–pestroj porody razlichnogo jekogeneza Zaural'ja [Selection and genetic parameters of economic and biological signs of a black-and-white breed of various ecogenesis of the Trans-Urals] / O.V. Nazarchenko. Monograph. Kurgan, 2012. - 220 p. [in Russian]

8. Nemtsov, A. Jeksperiment s golshtinami v Bashkortostane [Experiment with Holstein in Bashkortostan] / Nemtsov A. // Animal, -2002. –No. 3.-3 P. [in Russian]

9. Rodina, N. D. Prodolzhitel'nost' hozjajstvennogo ispol'zovanija cherno–pestryh golshtinizirovannyh korov [Duration of the economic use of black–and-white Holsteins cows] // N.D. Rodina, D. V. Stepanov // Vestnik OrelGAU [Vestnik Orelgau], – 2011. – No. 6.19–22 p [in Russian]

10. Stepanov, D.V. Molochnaja produktivnost' golshhtinizirovannyh cherno–pestryh korov raznyh genotipov [Dairy productivity of holstein black-and-white cows of different genotypes] / D.V. Stepanov, O.B. Sein, N.D. Rodina // Vestnik OrelGAU [Bulletin of the OrelGAU], - 2007. - No.1.59-63 p. [in Russian]

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.026

ПРИМЕНЕНИЕ АДСОРБЕНТА ПРИ СМЕШАННЫХ ХРОНИЧЕСКИХ МИКОТОКСИКОЗАХ ПТИЦ

Научная статья

Мирошниченко П.В.[1], Лазарев С.Э.[2, *], Забашта Н.Н.[3], Лисовицкая Е.П.[4], Панфилкина Е.В.[5]

[1, 2, 3, 4, 5] Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии, Краснодар, Россия

* Корреспондирующий автор (lasarews0903[at]mail.ru)

Аннотация

Молодые особи более чувствительны к действию микотоксинов, так как при интенсивном обмене веществ в организме повышается их токсичность. Этим же объясняется и повышенная чувствительность к микотоксинам высокопродуктивных кроссов птиц. Проведенные мониторинговые санитарно-микологические исследования комбикорма для кормления свидетельствуют о высокой степени контаминации корма смешанными микотоксинами. Для проведения опыта были взяты цыплята кросса «КОББ-500». Было рассмотрено влияние исследуемой кормовой добавки на основе адсорбента на биохимические показатели сыворотки крови, состояние обмена веществ, сохранность, клинику проявления заболевания, при длительным потреблением корма содержащего микотоксины.

Ключевые слова: микотоксины, контаминация кормов, адсорбенты, профилактика микотоксикозов.

THE USE OF ADSORBENT FOR MIXED CHRONIC MYCOTOXICOSES IN BIRDS

Research article

Miroshnichenko P.V.[1], Lazarev S.E.[2, *], Zabashta N.N.[3], Lisovitskaya E.P.[4], Panfilkina E.V.[5]

[1, 2, 3, 4, 5] Krasnodar Research Center for Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Krasnodar, Russia

* Corresponding author (lasarews0903[at]mail.ru)

Abstract

Young birds are more sensitive to the effect of mycotoxins since their toxicity increases with intensive metabolism in the body. This also explains the increased sensitivity to mycotoxins of highly productive bird crosses. The monitoring sanitary and mycological studies of compound feed for feeding indicate a high degree of contamination of feed with mixed mycotoxins. The experiment involved the COBB-500 chickens. The article examines the effect of the investigated adsorbent-based feed additive on the biochemical parameters of blood serum, the state of metabolism, the safety, the course of the manifestation of the disease, with prolonged consumption of feed containing mycotoxins.

Keywords: mycotoxins, contamination of feed, adsorbents, prevention of mycotoxicoses.

Введение

Известно негативное воздействие грибных метаболитов микотоксинов на организм животных и птиц. Действия многих микотоксинов обусловлено главным образом в функциональном расстройстве органов-мишеней в первую очередь детоксикации и выделения. Следовательно, нарушаются обмены веществ, снижается резистентность организма, и как следствие служат предрасполагающим фактором к возникновению бактериальных и незаразных заболеваний [2], [9].

Химические, биологические и токсикологические свойства микотоксинов различны. Токсические влияния микотоксинов разнообразны и зависят от дозы токсина, продолжительности введения, вида животного (птицы), физиологического статуса. При этом поражаются жизненно важные органы.

В условиях птицеводческих предприятий острые течения отдельных микотоксикозов встречаются относительно редко. Чаще отмечают хроническое течение, вызванное поступлением в организм доз микотоксинов, не превышающих ПДК.

В связи с тем, что практически невозможно исключить из рациона животных и птиц корма, содержащие микотоксины, необходим новый подход к этой проблеме. Предлагаемые отечественными и зарубежными авторами способы инактивации микотоксинов в кормовых составляющих требуют дополнительных технологических обработок, многие затратные и энергоёмки. Методы ускоренного очищения организма, гемодиализ и гемосорбция оказываются трудоемкими и малодоступными для ветеринарной практики, в связи с массовыми профилактическими мероприятиями на большом поголовье.

Эффективных средств профилактики микотоксикозов мало, поэтому одной из главных задач в настоящий период работы является поиск и разработка новых профилактических схем, включающих фармакологические средства, направленных на восстановление нарушенных функций и детоксикацию организма животных. Необходимы комплексные препараты, способствующие уменьшению концентрации и биологической активности экотоксикантов на основе адсорбентов, а также нормализации нарушенных ими структур и функций организма животных, обладающих иммуностимулирующими, детоксицирующими и гепатопротективными свойствами, стимулирующими липидный, белковый и минерально-витаминный обмены [2], [3], [9].

Для более успешной борьбы с микотоксикозами нужно продолжать их исследования с использованием всё более современных лечебных мероприятий (диагностических, патогенетических, профилактических и др.). Вопрос изучения микотоксикозов достаточно значителен и исследования в этой области на сегодняшний день остаются также актуальными.

Решением этой проблемы является современный комплексный подход профилактики и лечения микотоксикозов, направленный на предотвращение роста и развития токсигенных грибов и нейтрализацию действия микотоксинов, снижение их воздействия на организм путем адсорбции и повышения иммуногенности и, как следствие, продуктивности животных и птиц [1], [8], [10].

В связи с этим, целью наших исследований являлось оценить влияние анализируемой кормовой добавки на основе адсорбента на биохимические показатели сыворотки крови, состояние обмена веществ, сохранность, клинические проявления заболевания при длительном потреблении корма, содержащего микотоксины.

Методы и принципы исследований

Определение общей токсичности кормов производилось согласно ГОСТ «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения общей токсичности» (ГОСТ-31674-2012). Микологические исследования кормов согласно «Методическим указаниям по выделению и количественному учету микроскопических грибов в кормах, кормовых добавках и сырье для производства кормов», (Москва, 2003 г. № 13-5-02/0827). Анализ кормов на содержание микотоксинов методом ИФА, «Корма. Иммуноферментный метод определения микотоксинов» (ГОСТ 31653-2012).

Гематологические исследования проведены на автоматизированном анализаторе «Mythic 18 vet», биохимические – на автоматизированном биохимическом анализаторе «Vitalab Selectra Junior».

Основные результаты

Опыт проведен на цыплятах кросса «КОББ-500», подобранных по принципу аналогов, возраст 7 дней, с одинаковой живой массой. Цыплят разделили на 2 группы по 50 голов в каждой. В течение опытного периода (35 дней), цыплята содержались в одном птицеводческом корпусе по технологии выращивания принятой в хозяйстве.

В подготовительный период в отделе эпизоотологии микологии и ветеринарно-санитарной экспертизы «Краснодарского научно-исследовательского института» ФГБНУ КНЦЗВ были проведены микотоксикологические исследования комбикорма, используемого при кормлении птицы. Результаты исследований показали содержание в комбикорме 4 токсинов: Т-2-токсина – 0,065 мг/кг, зеараленона – 1,2 мг / кг, охратоксина А – 0,3 мг / кг, фумонизина В1 – 1,3 мг / кг.

На фоне кормления такими комбикормами, контаминированными микотоксинами, у птицы наблюдались клинические признаки и патологоанатомические изменения, свойственные микотоксикозам. Также у птицы отмечались снижение резистентности.

В течение опытного периода в рацион цыплятам опытной группы вводили адсорбент в дозе 1,0 % к общему объему корма, вторая группа служила контролем и получала обычный рацион.

При ежедневном клиническом осмотре у цыплят опытной группы отклонений в поведении, степени роста и оперенности не выявили, их общее состояние соответствовало физиологическим нормам птицы этого кросса. У цыплят контрольной группы наблюдалось снижение поедаемости корма, активности, отмечалось повышение потребления воды, линька происходила неравномерно.

На 10 день опыта у 7 цыплят контрольной группы отмечали нервные явления, выражающиеся потерей координации движений, запрокидыванием головы, атаксией. На 12 день опыта у 22 цыплят наблюдалось расстройство пищеварения. При взвешивании наблюдали отставание в росте цыплят контрольной группы уже с 10 дня опыта, которое к концу опытного периода составило в среднем 60 грамм. Падеж цыплят контрольной группы, составил 5,5 %. Отход цыплят начался с 11 дня опыта, это связано с нарастающей интоксикацией организма, и продолжался до окончания опыта.

При патологоанатомическом вскрытии у цыплят опытной группы кормовая добавка на основе адсорбента способствовала снижению проявления таких признаков, как неравномерное окрашивание печени, жировая дегенерация печени, пролиферация желчного пузыря и протоков, клоациты, мочекислый диатез.

Средняя масса внутренних органов (сердце, печень, мышечный желудок), при контрольном убое в конце опыта, у цыплят опытной группы незначительно превосходила таковые контрольной.

Масса фабрициевой сумки, и селезенки, у цыплят опытной группы была достоверно выше в 1,9 и 1,7 раз соответственно, в сравнении с контролем.

Исследования сыворотки крови в конце опыта показали, что содержание общего белка в сыворотке крови цыплят опытной группы выше на 20,4 %, глюкозы кальция и фосфора на 12,8 %, 14,6 % и 34,4 % соответственно. Количество мочевой кислоты ниже в опытной группе на 12,5 %, чем в контроле.

О дистрофических изменениях в печени и о патологии мышечной ткани судили по активности трансфераз (АсАТ, АлАТ) снижение уровня которых на 18,5 % и 37,2 % соответственно, говорит о положительном влиянии антитоксической кормовой добавки на основе адсорбента на функцию печени. Количество альбуминов в опытной группе выше на 8,2 %, α- глобулинов ниже на 27,1 %, b- глобулинов и γ- глобулинов выше на 28,7 % и 10,4 % соответственно.

Заключение

Биохимические изменения показателей сыворотки крови у цыплят опытной группы соответствуют физиологическим параметрам птицы данного возраста и кросса, что свидетельствует о положительном влиянии проверяемой кормовой добавки на белковый, минеральный, углеводный обмен у цыплят.

Проведенные испытания позволяют рекомендовать кормовую добавку на основе адсорбента токсинов для лечения и профилактики, хронических смешанных микотоксикозов птиц.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Агольцов В. А. Клинические и клинико-лабораторные изменения при ассоциированном микотоксикозе коров, вызванном Т-2-токсином Fusarium sporotrichioides и Aspergillus fumigatus, и их коррекция / В. А. Агольцов, О. М. Попова, И. И. Калюжный // Аграрный научный журнал. – 2015. – №10. – С.3-5.

2. Антипов В. А. Воздействие сочетанных микотоксикозов на организм крупного рогатого скота / В. А. Антипов, П. В. Мирошниченко, А.Н. Трошин, А. Х. Шантыз // Ветеринария и кормление. – 2016. – № 2. – С. 42-43.

3. Бурдаева К. Рынок адсорбентов микотоксинов в РФ: современные тенденции / К. Бурдаева / Ценовик. – 2015. – № 7. – С. 58-65.

4. ГОСТ 31674-2012. Корма, комбикорма, комбикормовое сырьё. Методы определения общей токсичности. – М.: Изд-во стандартов, 2014 .– 10 с.

5. ГОСТ 31653-2012. Иммуноферментный метод определения микотоксинов со стандартными тест-системами. – М.: Изд-во стандартов 2012. – 11 с.

6. Иванов А. В. Микотоксины / А. В Иванов, В. И Фисинин, М. Я. Тремасов и др. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. – 136 с.

7. Крюков В. С. Эволюция адсорбентов микотоксинов / В. С. Крюков // РацВетИнформ.– 2014.– №5. – С.32-36.

8. Крюков В. С. Оценка уровня контаминации кормов микотоксинами и эффективности адсорбентов / В. С. Крюков // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2014. – №3. – С.37-50.

9. Мирошниченко П. В. Диагностика и профилактика микотоксикозов животных и птиц в Краснодарском крае: методические рекомендации / П. В. Мирошниченко, А.Х. Шантыз, А. Н. Трошин. – Краснодар; 2016. – 27 с.

10. Сулейманова Г. В. Анализ контаминации микотоскинами фуражного зерна / Г. В. Сулейманова, С. Г. Смолин, А. С. Федотова. – Брянск, 2020. – С.115-119.

Список литературы на английском языке / References in Englisch

1. Agoltcov V. A. Klinicheskie i kliniko-laboratornye izmenenija pri associirovannom mikotoksikoze korov, vyzvannom T-2-toksinom Fusarium sporotrichioides i Aspergillus fumigatus, i ih korrekcija [Clinical and clinical and laboratory changes associated with the cows mycotoxicosis caused by T-2 toxin by a Fusarium sporotrichioides and Aspergillus fumigatus, and their correction] / V. A. Agoltcov, O. M. Popov, I. I. Kalyuzhny // Agrarnyj nauchnyj zhurnal [Agrarian scientific journal]. – 2015. – № 10. – P. 3-5. [in Russian]

2. Antipov V. A. Vozdejstvie sochetannyh mikotoksikozov na organizm krupnogo rogatogo skota [Combined Effects of the mycotoxin on the body of cattle] / V. A. Antipov, V. P. Miroshnichenko, A. N. Troshin et al. // Veterinarija i kormlenie [Veterinary medicine and feeding]. – 2016. – № 2. – P. 42-43. [in Russian]

3. Burdaeva K. Rynok adsorbentov mikotoksinov v RF: sovremennye tendencii [The market of mycotoxin adsorbents in the Russian Federation: modern trends] / K. Burdaeva // Tsenovik. – 2015. – № 7. – P. 58-65. [in Russian]

4. GOST 31674-2012. Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'jo. Metody opredelenija obshhej toksichnosti [GOST 31674-2012. Feed, compound feed, feed raw materials. Methods for determining general toxicity]. – M.: Publishing House of Standards, 2014. – 10 p. [in Russian]

5. GOST 31653-2012. Immunofermentnyj metod opredelenija mikotoksinov so standartnymi test-sistemami [GOST 31653-2012. Enzyme immunoassay for the determination of mycotoxins with standard test systems]. – M.: Publishing House of standards, 2012. – 11 p. [in Russian]

6. Ivanov A.V. Mikotoksiny [Mycotoxins] / A. V. Ivanov, V. I. Fisinin, M. Ya. Tremasov et al. – M.: FGBNU "Rosinformagrotech", 2012. – 136 p. [in Russian]

7. Kryukov V. S. Jevoljucija adsorbentov mikotoksinov [Evolution of mycotoxin adsorbents] / V. S. Kryukov // Ratsvetinform. – 2014. – № 5. – P. 32-36. [in Russian]

8. Kryukov V. S. Ocenka urovnja kontaminacii kormov mikotoksinami i jeffektivnosti adsorbentov [Assessment of the level of contamination of feed with mycotoxins and the effectiveness of adsorbents] / V. S. Kryukov // Problemy biologii produktivnyh zhivotnyh [Problems of biology of productive animals]. – 2014. – № 3. – P. 37-50. [in Russian]

9. Miroshnichenko P. V. Diagnostika i profilaktika mikotoksikozov zhivotnyh i ptic v Krasnodarskom krae: metodicheskie rekomendacii [Diagnostics and prevention of mycotoxicosis of animals and birds in the Krasnodar Territory: methodological recommendations] / P. V. Miroshnichenko, A. H. Shantyz, A. N. Troshin. – Krasnodar; 2016. – 27 p. [in Russian]

10. Suleymanova G. V. Analiz kontaminacii mikotoskinami furazhnogo zerna [Analysis of contamination of feed grain by mycotoskins] / G. V. Suleymanova, S. G. Smolin, A. S. Fedotova. – Bryansk, 2020. – P. 115-119. [in Russian]

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.027

ОСОБЕННОСТИ ОСНОВНЫХ ИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ

Научная статья

Мирошниченко П.В.[1], Забашта Н.Н.[2], Пруцаков С.В.[3], Лазарев С.Э.[4, *], Скориков А.В.[5], Меньшенин В.В.[6]

[1, 2, 3, 4, 5, 6] Краснодарский научный центр зоотехнии и ветеринарии, Краснодар, Россия

* Корреспондирующий автор (lasarews0903[at]mail.ru)

Аннотация

Международные ветеринарные организации отмечают, что трансмиссивные болезни оказывают существенное влияние на общественную экономику и здравоохранение и во многом обусловлены природной очаговостью. В связи с этим решением проблемы карантинных зооантропонозов является внедрение элементов эпизоотологического и эпидемиологического мониторинга и надзора за болезнями, общими для человека и животных.

В статье приводятся данные эпизоотического состояния в Краснодарском крае по основным инфекционным заболеваниям (бруцеллез, лептоспироз, бешенство, лейкоз и др.). Изучена эпизоотическая ситуация на территории Краснодарского края по карантинным инфекционным болезням. Эпизоотическая ситуация в текущем году стабильная, но в тоже время за 12-летний период наблюдения зарегистрировано 774 неблагополучных пункта по данным заболеваниям.

Риск возникновения инфекционных болезней на территории Краснодарского края существует в марте-апреле-мае, июне и августе, т.к. именно в эти месяцы года регистрировалось наибольшее количество случаев карантинах инфекций, в том числе заболеваний гриппом птиц и африканской чумой свиней. Карантинные инфекционные заболевания регистрировались среди поголовья крупного рогатого скота в 55,0 % случаев, свиней – 25,9 %, птиц – 17,1 %; среди остальных видов животных – от 1,4 до 0,002 %.

Ключевые слова: мониторинг, инфекционные болезни, эпизоотический процесс, сезонность, карантинные заболевания.

FEATURES OF THE MAIN INFECTIOUS DISEASES IN KRASNODAR KRAI

Research article

Miroshnichenko P.V.[1], Zabashta N.N.[2], Prutsakov S.V.[3], Lazarev S.E.[4, *], Skorikov A.V.[5], Menshenin V.V.[6]

[1, 2, 3, 4, 5, 6] Krasnodar Research Center for Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Krasnodar, Russia

* Corresponding author (lasarews0903[at]mail.ru)

Abstract

International veterinary organizations note that vector-borne diseases have a significant impact on the public economy and public health and are largely due to natural foci. In this regard, the solution to the problem of quarantine zooanthroponoses is the introduction of elements of epizootiological and epidemiological monitoring and surveillance of diseases common to humans and animals.

The article presents data on the epizootic state for the main infectious diseases in Krasnodar Krai (brucellosis, leptospirosis, rabies, leukemia, etc.). The article examines the epizootic situation on the territory under study for quarantine infectious diseases. This year, the epizootic situation is stable; however, at the same time, 774 unfavorable points for these diseases were registered during the 12-year follow-up period.

The risk of infectious diseases in Krasnodar Krai exists in March-April-May, June and August, because it was in these months of the year that the largest number of cases of quarantine infections, including avian influenza and African swine fever, were recorded. In 55.0% of cases, quarantine infectious diseases were registered among cattle, 25.9% were registered in pigs, 17.1% in birds; and from 1.4 to 0.002% in other animal species.

Keywords: monitoring, infectious diseases, epizootic process, seasonality, quarantine diseases.

Введение

Мероприятия по надзору за инфекциями позволяют провести анализ инфекционных заболеваний в Краснодарском крае. Глобализация торговли, перемещение животных и продукции животного происхождения между государствами, обусловило тенденцию повышения риска распространения инфекционной патологии животных и птиц, в том числе, опасных для человека [1], [7].

По данным международных ветеринарных организаций, трансмиссивные болезни оказывают существенное влияние на общественную экономику и здравоохранение и во многом обусловлены природной очаговостью. В связи с этим решением проблемы карантинных зооантропонозов является внедрение элементов эпизоотологического и эпидемиологического мониторинга и надзора за болезнями, общими для человека и животных [4], [9], [10].

Система контроля эпизоотического процесса определяется двумя ключевыми звеньями: эпизоотологическим мониторингом и управлением эпизоотическим процессом. Эпизоотологический мониторинг включает в себя: диагностику, контроль эпизоотической ситуации, выявление больных, эпизоотически и эпидемически опасных животных; эпизоотологическое обследование популяций животных и территорий с целью оценки риска возникновения или распространения заболеваний [2], [5], [8].

В РФ в систему противоэпидемических и противоэпизоотических мероприятий включены эпидемиологический и эпизоотологический мониторинг и надзор. Методы эпизоотологического мониторинга позволяют сдерживать инфекционные патологии животных и обеспечивать ветеринарный контроль за безопасностью продукции животного происхождения [3], [6].

Целью наших исследований является проведение мониторинга и оценка эпизоотической ситуации по карантинным заболеваниям животных на территории Краснодарского края.

Методы и принципы исследований

Для достижения поставленной цели были применены методы эпизоотологического анализа, осуществлялись выезды в животноводческие хозяйства Краснодарского края, анализ результатов микробиологических, серологических исследований, данных ветеринарной отчетности Государственного управления ветеринарии по Краснодарскому краю, ветеринарных лабораторий, отчетов Краснодарского НИВИ.

Исследования и анализ проведены на базе отделов: особо опасных инфекций и молекулярной диагностики ГБУ «Кропоткинская краевая ветеринарная лаборатория», ФГБУ «Краснодарская межобластная ветеринарная лаборатория», отдела противоэпизоотических мероприятий ГКУ «Краевая станция по борьбе с болезнями животных».

При проведении исследований были использованы Российские методики, описанные в: «Рекомендации по методике эпизоотического анализа», «Количественная эпизоотология: основы прикладной эпидемиологии и биостатистики», «Эпизоотологический метод исследования».

Основные результаты

Эпизоотическая ситуация по трансграничным инфекционным заболеваниям животных в мире и странах, сопредельных с Российской Федерацией в 2020 году была напряженной. По данным МЭБ, с начала 2020 года зарегистрировано: АЧС – в 28 странах в 8630 очагах, в том числе в 235 очагах, в 145 неблагополучном пункте – в РФ; ящур зарегистрирован – в 8 странах, 37 очагах, в том числе 1 – в РФ; высоко патогенный грипп птиц – в 41 стране мира в 421 очаге, из них 5 – на территории РФ; узелковый заразный дерматит крупного рогатого скота – в 13 странах, 74 очагах, из них 4 – в РФ; блютанг – в 17 странах, в том числе, в 15 странах Европы, оспа овец и коз – в 2 странах, 6 очагах, в том числе 5 – на территории РФ; ЧМЖ – в 9 странах, 170 очагах, в том числе в Турции – 58 очагов, классическая чума свиней в 3 странах, BSE – в 6 странах.

Эпизоотическая ситуация по карантинным заболеваниям животных в сопредельных странах и торговых партнерах Российской Федерацией в 2020 году продолжала оставаться сложной. АЧС зарегистрирована в 2516 неблагополучных пунктах: Польше – 1524, Латвии – 220, Германии – 34, Китае – 18, Украине – 18, Южной Корее – 662, ЮАР – 9, Намибии – 20, Индии – 11.Ящур зарегистрирован в 11 неблагополучных пунктах, из них: в России – 1, Китае – 1, ЮАР – 16.Высоко патогенный грипп зарегистрирован в 150 пунктах, из них в США – 13, ЮАР – 3, Индии – 16, Казахстане – 8, Германии – 7, Польше – 32, Израиле – 1, России – 5.

На территории Краснодарского края с начала 2020 года зарегистрировано 22 неблагополучных пункта по инфекционным заболеваниям животных, в том числе, по бруцеллезу крупного и мелкого рогатого скота – 6, по бешенству кошек – 3,собак – 1, диких промысловых животных – 1, лейкозу крупного рогатого скота – 5, лептоспирозу крс – 1, лошадей – 1, сальмонеллезу и псевдомонозу птиц – по1, РРС – 1, вирусному параличу пчел – 1. Установлен 1 инфицированный объект по африканской чуме свиней и неблагополучный пункт по катаральной лихорадке (блютангу) крупного рогатого скота. В 2019 году за аналогичный период регистрировалось 22 неблагополучных пункта по карантинным и особо опасным заболеваниям животных, в том числе по лейкозу крупного рогатого скота – 3, бруцеллезу животных – 16, бешенству, туберкулезу, орнитозу и болезни Ньюкасла птиц – 6.

В 2020 году в регионе с целью профилактики карантинных и особо опасных инфекций животных исследовано на: бруцеллез – 726,2 тыс. голов крупного рогатого скота (из них положительно реагировало 69 голов), 166,2 тыс. голов мелкого рогатого скота (реагировало положительно 21 голова); 13,8 тыс. голов лошадей; лептоспироз – 58,7 тыс. голов крупного рогатого скота и 15,5 тыс. голов мелкого рогатого скота; лейкоз – 566,1 тыс. голов крупного рогатого скота; туберкулез – аллергически 845,4 тыс. голов крупного рогатого скота; сап – 1363 тыс. голов лошадей; бешенство – 0,2 тыс. проб; сибирскую язву – 0,5 тыс. проб.

Против сибирской язвы привито 601,6 тыс. голов крупного рогатого скота; против ящура – 654,0 тыс. голов, заразного узелкового дерматита КРС – 548,2 тыс. голов, бешенства – 104,4 тыс. голов скота, 305,2 тыс. голов собак, 152,8 тыс. голов кошек, гриппа и болезни Ньюкасла – 7300,6 тыс. голов птиц, для иммунизации диких зверей против бешенства использовано 209,5 тыс. доз вакцины.

С целью проведения мониторинга за 2020 год в крае на напряженность иммунитета к вирусу гриппа птиц исследовано 8,4 тыс. проб сыворотки крови; на АЧС исследовано 0,4 тыс. проб от свиней.

В последние десятилетия на территории Краснодарского края зарегистрировано 774 неблагополучных пунктов карантинных заболеваний животных. Они представлены нозологическими единицами: сибирская язва, бруцеллёз, бешенство, туберкулёз, лептоспироз, орнитоз, грипп птиц, ящур, хламидиоз, блютанг, классическая и африканская чума свиней, нодулярный дерматит крупного рогатого скота, злокачественный отек, пастереллез свиней, случная болезнь, эмфизематозный карбункул, болезнь Ньюкасла, брадзот овец, отечная болезнь, сальмонеллез и псевдомоноз, вирусный паралич пчел.

В нозологическом профиле карантинных инфекций (рис. 1), наибольший удельный вес занимают: бруцеллез, лейкоз крупного рогатого скота, бешенство, африканская чума свиней, грипп птиц до 92,0 % от общего количества неблагополучных пунктов.

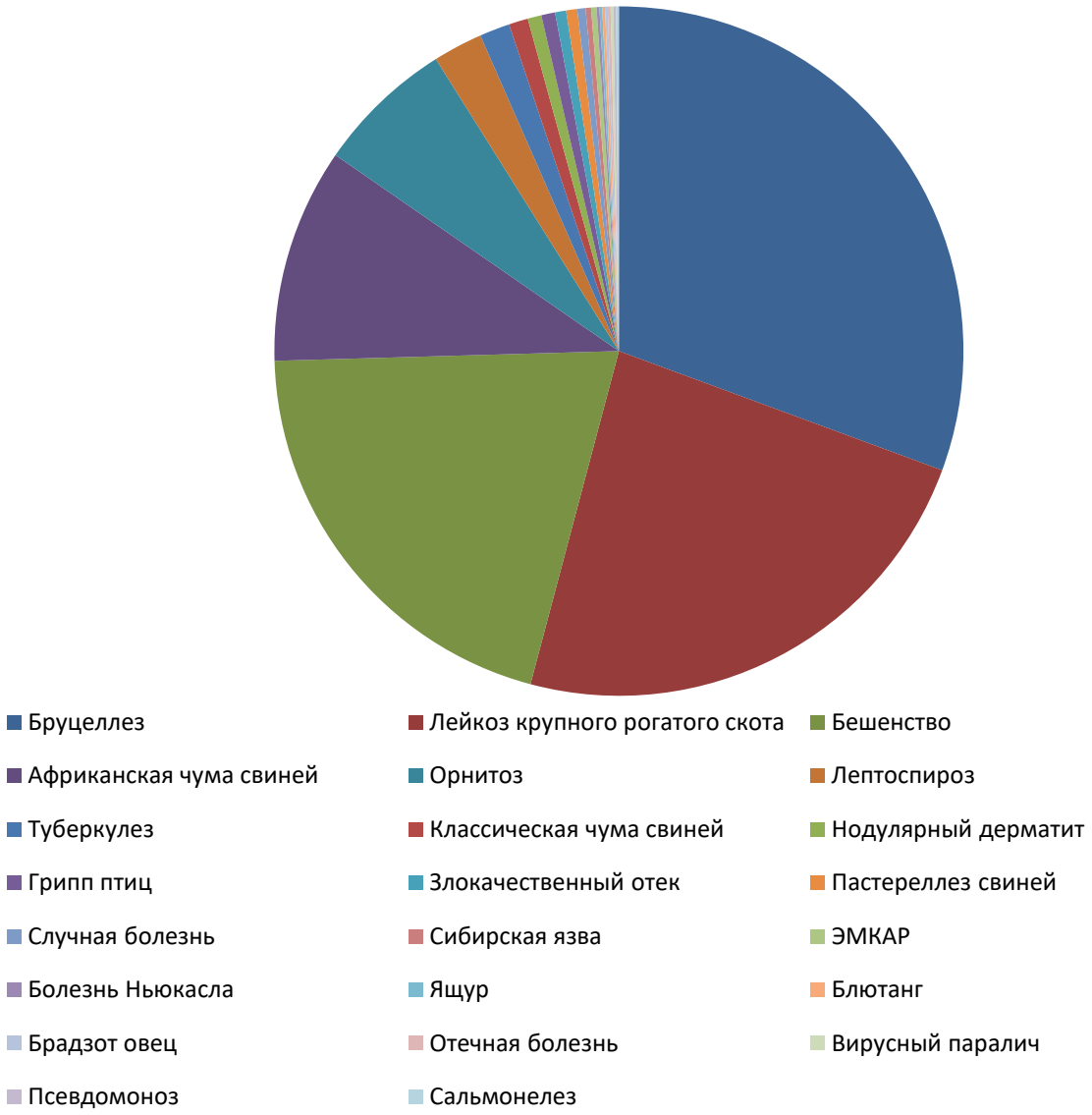


Рис. 1 – Нозологическая структура карантинных инфекционных болезней, зарегистрированных в Краснодарском крае

Из них наибольшее количество неблагополучных пунктов приходится на бруцеллез – 30,6 %, лейкоз крупного рогатого скота – 23,6 %, африканскую чуму свиней – 10,1 %; менее 1 % на классическую чуму свиней, нодулярный дерматит, злокачественный отек, пастереллез свиней, случную болезнь лошадей, сибирскую язву и эмкар крупного рогатого скота; до 0,1 % – на болезнь Ньюкасла, ящур и блютанг крупного рогатого скота, братзот овец, отечную болезнь, сальмонеллез, вирусный паралич пчел.

Всего в 774 неблагополучных пунктах карантинными инфекциями заболело более 41,8 тыс. животных и птиц. Проявление карантинных инфекций, периода наблюдения, характеризовалось сезонностью.

Повышенный риск возникновения болезней данной группы на территории Краснодарского края существует в марте-апреле-мае, июне и августе, т.к. именно в эти месяцы года регистрировалось наибольшее количество случаев карантинах инфекций, в том числе заболеваний гриппом птиц и африканской чумой свиней.

Карантинные инфекционные заболевания регистрировались среди поголовья крупного рогатого скота в 55,0 % случаев, свиней – 25,9 %, птиц – 17,1 %; среди остальных видов животных – от 1,4 до 0,002 %.

В зависимости от количества выявленных неблагополучных пунктов карантинных инфекционных заболеваний, территорию края условно можно разделить на три зоны: зону высокого риска возникновения, зону среднего риска возникновения и зону высокого риска возникновения и дальнейшего распространения карантинных инфекционных заболеваний.

В зону высокого риска возникновения карантинных инфекционных заболеваний (более 30 зарегистрированных неблагополучных пунктов) входят 5 (11,4 %) муниципальных образований края: Отрадненский, Лабинский, Мостовский, Белореченский районы и г. Краснодар.

В Лабинском, Мостовском и Отрадненском районах это связано с заболеваемостью скота бруцеллезом, в г. Краснодаре – с бешенством и орнитозом, в Белореченском районе – с инфицированностью скота вирусом лейкоза. К зоне среднего риска возникновения карантинных инфекций, можно отнести 10 (22,7 %) муниципальных образований, в которых зарегистрировалось от 16 до 30 неблагополучных пунктов, к зоне минимального риска 29 (65,9 %) районов края, в которых зарегистрировалось от 1 до 15 неблагополучных пунктов.

Заключение

Эпизоотическая ситуация по трансграничным карантинным инфекционным заболеваниям животных и птиц в мире продолжает оставаться сложной. В сопредельных странах и странах – торговых партнерах РФ в 2020 году АЧС зарегистрирована в 9 странах (2516 неблагополучных пунктов), в 3 странах зарегистрировано 18 неблагополучных пунктов по ящуру, высокопатогенный грипп птиц зарегистрирован в 11 странах в 150 неблагополучных пунктах, BSE зарегистрирована в 6 странах в 9 очагах, узелковый заразный дерматит крупного рогатого скота – в 13 странах в 74 очагах, блютанг – в 17 странах и Калининском районе Краснодарского края.

Эпизоотическая ситуация по карантинным инфекциям животных и птиц на территории Краснодарского края в текущем году стабильная, но в тоже время за 12-летний период наблюдения зарегистрировано 774 неблагополучных пункта по данным заболеваниям, в том числе 22 – в текущем году, из них общих для человека и животных – по бруцеллезу крупного и мелкого рогатого скота 6, бешенству домашних и диких животных – 4, лептоспирозу крупного рогатого скота и лошадей – 2.

Прогноз эпизоотической ситуации в регионе на текущий год по бешенству диких плотоядных и мелких домашних животных, бруцеллезу крупного и мелкого рогатого скота, лептоспирозу животных, африканской чуме свиней, гриппу птиц осторожный.

Благодарности

Авторы хотели бы выразить благодарность за вклад и поддержку в проведении исследований:

ГБУ «Кропоткинская краевая ветеринарная лаборатория», ФГБУ «Краснодарская межобластная ветеринарная лаборатория», ГКУ «Краевая станция по борьбе с болезнями животных».

Acknowledgement

The authors would like to express their gratitude for the contribution and support in conducting research: State Budgetary Institution "Kropotkin Regional Veterinary Laboratory", Federal State Budgetary Institution "Krasnodar Interregional Veterinary Laboratory", State Budgetary Institution "Regional Station for combating animal Diseases".

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Ефимов Е. И. Динамика заболеваемости актуальными природно-очаговыми инфекциями в Приволжском Федеральном округе / Е. И. Ефимов, Е. Ю. Петров // Дезинфекционное дело. 2005. – № 3 . – С. 27-29.

2. Золотухин, С. Н. Смешанная кишечная инфекция телят и поросят, вызываемая патогенными энтеробактериями / С. Н. Золотухин, Л. С. Каврук, Д. А. Васильев // Ульяновск. – 2005. – 108 с.

3. Львов Д. К., Ковтунов А. И.. Проблемы безопасности при новых и вновь возникающих инфекциях / Д. К. Львов, А. И. Ковтунов // Вестник Российской акад. мед. наук. – 2004. – №5. – С. 20-25.

4. Мясников Ю. А. Инфекционные болезни / Ю. А. Мясников. – М.: Наука, 1981. – С. 268-272.

5. Панин А. Н. Мониторинг распространения зоонозов и антимикробной устойчивости их возбудителей в странах ЕС / А. Н. Панин, А. В. Куликовский // Ветеринария. – 2014. – № 2. С. 3-5.

6. Тарасов М. А. Механизм функционирования точки долговременного отравления носителей опасных зоонозных инфекций / М. А. Тарасов, А. М. Порошков // Дезинфекционное дело. – 2013. – №4. – С. 45-52.

7. Токаревич Н. К. Природно-очаговые инфекции на Северо-Западе России /Н. К. Токаревич, Н. А. Стоякова // Национальные приоритеты России. – 2009. – № 2. – С. 44-45.

8. Ушаков А. В. Сочетанность природных очагов зоонозов: современное состояние проблемы / А. В. Ушаков // Мед. паразитол. и паразитар. болезни. – 2004. – № 3 – С. 43-48.

9. Черкасский Б. Л. Инфекционные и паразитарные болезни человека / Б. Л. Черкасский. – М.: Изд-во «Медицинская газета», 1994. – 617 с.

10. Шевченко А. А. Распространение бактериальных инфекций крупного рогатого скота в Краснодарском крае и их профилактика / А. А. Шевченко, А. Р. Литвинова, О.Ю. Черных . – Труды КубГАУ, 2018. – № 70. – С. 136–141.

Список литературы на английском языке / References in Englisch

1. Efimov E. I. Dinamika zabolevaemosti aktual'nymi prirodno-ochagovymi infekcijami v Privolzhskom Federal'nom okruge [Dynamics of the incidence of actual natural focal infections in the Volga Federal District] / E. I. Efimov, E. Yu. Petrov // Dezinfekcionnoe delo [Disinfection business]. 2005. – № 3. – P. 27-29. [in Russian]

2. Zolotukhin, S. N. Smeshannaja kishechnaja infekcija teljat i porosjat, vyzyvaemaja patogennymi jenterobakterijami [Mixed intestinal infection of calves and piglets caused by pathogenic enterobacteria] / S. N. Zolotukhin, L. S. Kavruk, D. A. Vasiliev // Ulyanovsk. – 2005. – 108 p. [in Russian]

3. Lviv D. K. Problemy bezopasnosti pri novyh i vnov' voznikajushhih infekcijah [Safety problems in new and newly emerging infections] / D. K. Lviv, A. I. Kovtunov // Vestnik Rossijskoj akad. med. nauk [Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences]. – 2004. – № 5. – P. 20-25. [in Russian]

4. Myasnikov Yu. A. Infekcionnye bolezni [Infectious diseases] / Yu. A. Myasnikov. – M.: Nauka, 1981. – P. 268-272. [in Russian]

5. Panin A. N. Monitoring rasprostranenija zoonozov i antimikrobnoj ustojchivosti ih vozbuditelej v stranah ES [Monitoring the spread of zoonoses and antimicrobial resistance of their pathogens in the EU countries] / A. N. Panin, A.V. Kulikovsky // Veterinarija [Veterinary medicine]. – 2014. – № 2. P. 3-5. [in Russian]

6. Tarasov M. A. Mehanizm funkcionirovanija tochki dolgovremennogo otravlenija nositelej opasnyh zoonoznyh infekcij [The mechanism of functioning of the point of long-term poisoning of carriers of dangerous zoonotic infections] / M. A. Tarasov, A. M. Poroshkov // Dezinfekcionnoe delo [Disinfection case]. – 2013. – № 4. – P. 45-52. [in Russian]

7. Tokarevich N. K. Prirodno-ochagovye infekcii na Severo-Zapade Rossii [Natural focal infections in the North-West of Russia] / N. K. Tokarevich, N. A. Stoyakova // Nacional'nye prioritety Rossii [National priorities of Russia]. – 2009. – № 2. – P. 44-45. [in Russian]

8. Ushakov A. B. Sochetannost' prirodnyh ochagov zoonozov: sovremennoe sostojanie problemy [The combination of natural foci of zoonoses: the current state of the problem] / A.V. Ushakov // Med. parazitol. i parazitar. bolezni [Med. parasitol. and a parasite. Diseases]. – 2004. – № 3. – P. 43-48. [in Russian]

9. Cherkassky B. L. Infekcionnye i parazitarnye bolezni cheloveka [Infectious and parasitic diseases of man] / B. L. Cherkassky. – M.: Publishing house "Medical newspaper", 1994. – 617 p. [in Russian]

10. Shevchenko A. A. Rasprostranenie bakterial'nyh infekcij krupnogo rogatogo skota v Krasnodarskom krae i ih profilaktika [The spread of bacterial infections of cattle in the Krasnodar Territory and their prevention] / A. A. Shevchenko, A. R. Litvinova, O. Yu. Chernykh . – Proceedings of the KubGAU, 2018. – № 70. – P. 136-141. [in Russian]

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.028

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПОПУЛЯЦИИ ЧЕРНО-ПЕСТРОГО СКОТА В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Научная статья

Мкртчян Г.В.[1, *], Богданова Т.В.[2], Бакай Ф.Р.[3]

[1, 2, 3] Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии имени им. К.И. Скрябина, Москва, Россия

* Корреспондирующий автор (milan1011[at]mail.ru)

Аннотация

Селекция животных прошла долгий путь исторического развития. Она имела эмпирический характер и опиралась на благоприобретённый опыт талантливых заводчиков. С развитием генетики были заложены теоретические основы селекции. Совершенствование породных качеств скота сопровождается повышением молочной продуктивности, что указывает на улучшение выращивания их, повышение продуктивных и племенных качеств. В статье приведены данные по использованию голштинской породы, с целью улучшения популяции черно-пёстрого скота. На основании первичной документации ООО АПК «Вохринка», были отобраны коровы разных генераций (дочери, матери и матери-матерей) для сравнительного анализа показателей молочной продуктивности. Так же были рассмотрены показатели молочного жира и белка у коров разных линий, так как разведение по линиям является высшей формой племенной работы. Оценены быки производители по молочной продуктивности дочерей, в связи с несомненным интересом к определению групп коров, сочетающих высокую молочность с жирномолочностью, которая позволяет говорить о возможности улучшения качественного состава поголовья. Племенная работа в животноводстве базируется на отборе и подборе при условии хорошего кормления. Отбор будет эффективным если у селекционных признаков появляется высокая наследуемость. В нашей стране молочную продуктивность коров принято оценивать за 305 дней лактации. При оценке коров по молочной продуктивности за 305 дней лактации в условиях неравномерного по сезонам года кормления влияние его в значительной степени нивелируется, и оценка племенных качеств коров. Селекционным перспективным планом намечено в среднем от каждой коровы за 305 дней лактации надаивать минимуму 4500 кг молока с 3,8% жира и 3,4% белка. В то же время количество животных черно-пёстрой породы должно увеличиваться.

Ключевые слова: голштинская порода, популяция, массовая доля жира, массовая доля белка, линия, молочный жир и молочный белок.

THE USE OF THE HOLSTEIN BREED TO IMPROVE THE POPULATION OF THE BLACK PIED CATTLE IN MOSCOW OBLAST

Research article

Mkrtchyan G.V.[1, *], Bogdanova T.V.[2], Bakay F.R.[3]

[1, 2, 3] Skryabin Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology, Moscow, Russia

* Corresponding author (milan1011[at]mail.ru)

Abstract

Animal breeding has gone a long way in historical development. It had an empirical character and was based on the acquired experience of talented breeders. The development of genetics laid the theoretical foundations of animal breeding. The improvement of the breed qualities of cattle is accompanied by an increase in milk productivity, which indicates an improvement in their cultivation, an increase in productive and breeding qualities. The article presents data on the use of the Holstein breed in order to improve the population of Black Pied cattle. Based on the primary documentation of Agroindustrial Complex "Vokhrinka" LLC, cows of different generations (daughters, mothers and mothers of mothers) were selected for a comparative analysis of milk productivity indicators. The indicators of milk fat and protein in cows of different lines were also examined since line breeding is the highest form of breeding. Stud bulls were evaluated by the milk productivity of their daughters due to the undoubted interest in determining groups of cows that combine high milk content with fat content, which allows the authors to talk about the possibility of improving the qualitative composition of the livestock. Breeding in animal husbandry is based on selection on the basis of good feeding. Selection will be effective if breeding traits have high heritability. In Russia, dairy productivity of cows is usually estimated in the course of 305 days of lactation. When evaluating cows by milk productivity throughout the 305 days of lactation in conditions of uneven feeding by seasons, its influence is largely leveled along with the evaluation of breeding qualities of cows. The breeding long-term plan is planned to milk an average of 4,500 kg of milk with 3.8% fat and 3.4% protein from each cow for 305 days of lactation. At the same time, the number of Black Pied breed animals should increase.

Keywords: Holstein breed, population, fat mass fraction, protein mass fraction, line, milk fat and milk protein.

Введение

Эффективность использования скота голштинской породы изучена по материалам ООО АПК «Вохринка». Хозяйство находится в Московской области и занимается разведением молочного скота. Изучены показатели молочной продуктивности у коров разных генераций и генотипов, исследовано и учтено 2216 лактаций. Молочную продуктивность оценивали у коров -первотелок по удою, массовой доле жира и белка, сравнивали показатели продуктивности коров в генерации дочери, матери и матери - матерей. Сравнительному анализу подверглись показатели продуктивности коров за лучшую лактацию, когда был получен максимальный удой. Для подтверждения происхождения коров и племенных быков, а также результатов исследований использовалась справочная литература, издаваемая Министерством сельского хозяйства и продовольствия Московской области и племенными организациями Московской области, в частности, АО «Московское» по племенной работе.

Результаты исследования

По результатам приведённых исследований (таблица 1), мы наблюдаем увеличение величины удоя по первой лактации у коров в генерации дочери 7033 кг, против удоя коров матерей 6457 кг, достоверная разница составила 576 кг (P>0,99).

При сравнительном анализе массовой доли жира и белка выявлено, что увеличение удоя существенно не влияет на белковомолочность коров. Показатели массовой доли белка у коров разных генераций находилась в пределах от 3,11% до 3,14%. Наивысшие показатели по массовой доли жира были у коров генерации матери матерей- 4,12%. По количеству молочного жира и белка превосходство следует отдать коровам дочерям получено 280 кг молочного жира при этом за первую лактацию количество молочного белка составило 220 кг. [1].

Таблица 1 – Молочная продуктивность коров различных экологических генераций

Лактация	Признаки										
	n	Удой, кг		Массовая доля жира, %		Массовая доля белка, %		Количество молочного жира, кг		Количество молочного белка, кг	
		$\bar{X}$±Sx	Cv, %	$\bar{X}$±Sx	Cv, %	$\bar{X}$±Sx	Cv, %	$\bar{X}$±Sx	Cv, %	$\bar{X}$±Sx	Cv, %
Дочери											
I лактация	277	7033±59	15,2	3,98±0,02	12,6	3,13±0,01	10,2	280±2	16,9	220±2	14,9
Максимальная		9977±90	16,1	4,62±0,02	11,8	3,47±0,01	10,9	459±4	15,5	346±3	16,2
Матери											
I лактация	277	6457±63	17,5	3,99±0,02	10,9	3,14±0,01	10,0	260±2	15,3	220±2	12,7
Максимальная		8091±86	18,8	4,15±0,03	14,5	3,19±0,01	19,7	336±4	23,4	259±3	21,9
Матери -матерей											
I лактация	277	6633±71	18,8	4,12±0,02	12,1	3,11±0,01	10,9	270±2	17,2	216±2	14,2
Максимальная		7840±72	16,6	4,27±0,02	13,1	3,17±0,01	10,8	315±3	19,8	248±2	16,9
Мать отца											
Максимальная	277	14007±125	16,0	3,99±0,02	13,5	3,23±0,02	9,8	558±6	18,0	452±4	15,6

При сравнении коров разных генераций между собой по удою за лучшую лактацию установлено, что удой коров дочерей составил 9977 кг коровы генерации матери матерей и генерации матери уступали им на 1886 кг и 2137 кг, соответственно. По выходу молочного жира и белка разница в пользу коров дочерей статистически достоверна. Массовая доля жира от генерации к генерации изменялась следующим образом: коровы в генерации дочери имели массовую долю жира 4,62% по лучшей из лактаций. Содержание массовой доли белка по наивысшей лактации у коров дочерей достаточно высокое 3,47% , коровы генерации матери уступают дочерям 3,19% по массовой доле белка.

При сравнении лучшей лактации оказалось, что коровы генерации дочери активно уступают по удою матерям отцов 14007 против 9977 кг молока, однако по содержанию массовой доли жира коровы дочери превосходят матерей отцов на 0,63% (3,99% у матерей отцов и 4,62% у дочерей).

Основываясь на многочисленные литературные данные, свидетельствующие о высоком эффекте скрещивания, мы сочли целесообразным оценить молочную продуктивность дочерей отдельных быков. Быки производители, сперму которых использовали, принадлежали к генеалогическим группам американской и канадской селекции: Монтвик Чифтейн 95679, Вис Бэк Айдиал 1013415, Рефлекшн Соверинг 198998 [2], [5].

Анализ результатов оценки потомков разных линий показал (рис.1), что племенная ценность была выше у потомков, принадлежащих к линии Вис Бэк Айдиал 1013415. Удой составил 7442 кг за первую лактацию, что больше чем у коров линии Монтвик Чифтейн 95679 и линии Рефлекшин Соверинг 198998 на 3 84 и 381 кг (Р >0,99),соответственно.

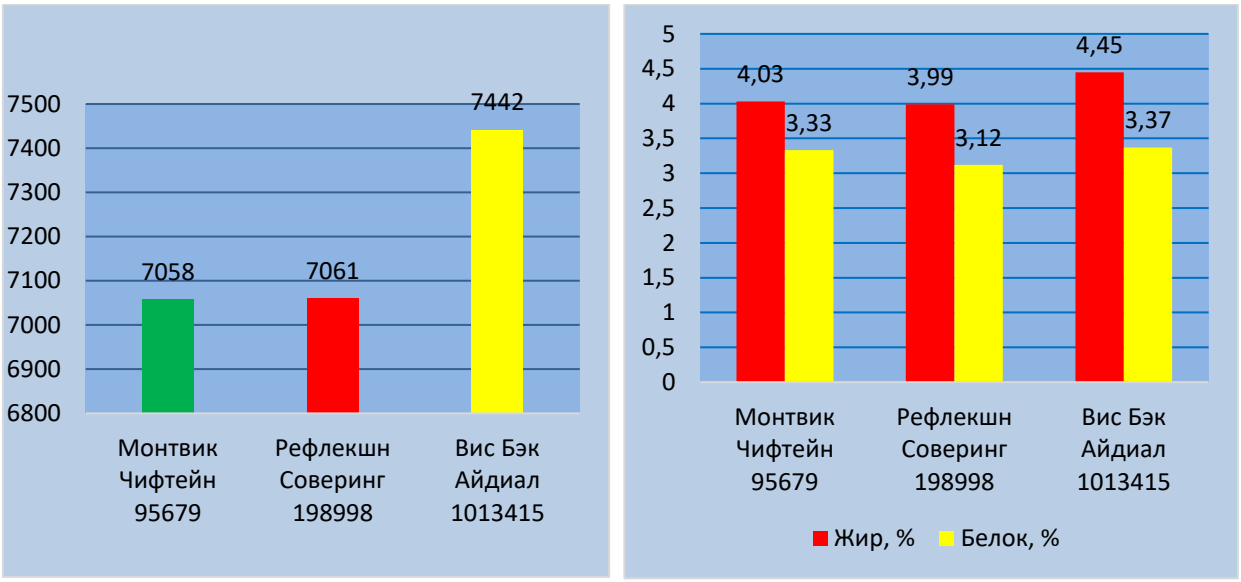


Рис. 1 – Характеристика показателей молочной продуктивности коров-первотелок разных линий

По массовой доле жира установлено преимущество потомков линии Вис Бэк Айдиал 1013415 -4,35%, против 4,03% и 3,99% у коров линии Монтвик Чифтейн 95679 и Рефлекшин Соверинг198998. По выходу большего количества молочного жира также отличались потомки линии Вис Бэк Айдиал 1013415 (322 кг). По содержанию массовой доли белка в молоке коров первотелок достоверно значимых различий между потомками разных линий не выявлено, массовая доля белка находилась в пределах от 3,12% до 3,37%.

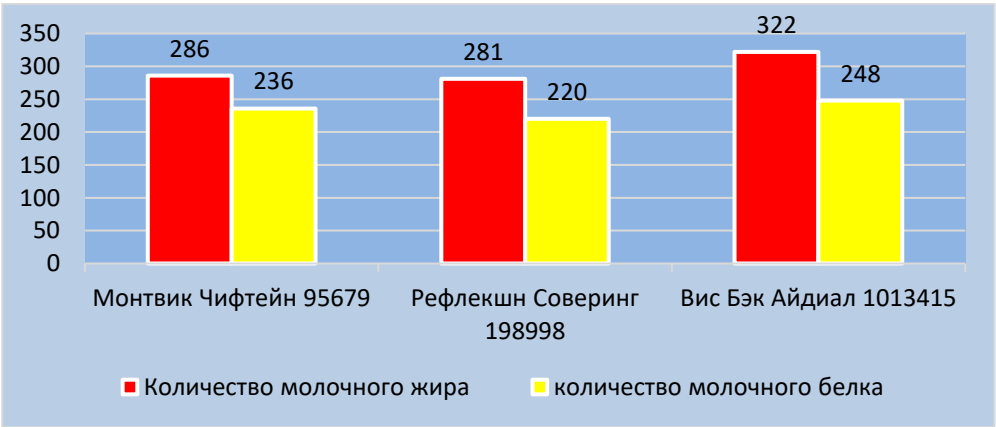


Рис. 2 – Показатели молочного жира и белка у коров разных линий

Были также оценены быки производители (таблица 2) по молочной продуктивности дочерей. Анализ показал, что достаточно легко определить преимущество отдельных быков по степени улучшающего эффекта. Так, удой 18 дочерей быка Улан –М 11491930 линии Вис Бэк Айдиал 1013415 составил 8735 кг при массовой доле жира 4,10% и массовой доли белка 3,31% за первую лактацию.

Молочная продуктивность по первой лактации дочерей таких быков как Дорс – М 51002772 и Голд –М 11347834, составила 8248кг и 8049 кг, при высокой массовой доли жира 4,02% и 4,30%. Массовая доля белка у 11 дочерей быка

Дорс –М 51002772 составила 3,32% и у 36 дочерей быка Голд –М 1137834 установлены высокие показатели массовой доли белка в молоке 3,56%.

Таблица 2 – Удой, массовая доля жира и белка в молоке коров дочерей разных быков производителей

Y №	Линия	Кличка быка Инвентарный номер	Число дочерей	Удой за 305 суток лактации, кг		Массовая доля жира, %		Массовая доля белка, %	
				$\bar{X}$±Sx	Cv, %	$\bar{X}$±Sx	Cv, %	$\bar{X}$±Sx	Cv, %
1	Вис Бэк Айдиал 1013415	Дон 2043	21	7169 ±339	30	4,13±0,19	30	3,02±0,13	29
2		Астролгер 135555765	12	7281±541	38	4,12±0,30	38	3,04±0,22	38
3		Фейсофф 5868	20	7236±359	31	4,03±0,19	31	3,17±0,15	31
4		Улан-М 11491930	18	8735±466	32	4,10±0,21	31	3,31±0,17	31
5		Шарп 9226	22	7076±334	30	4,54±0,19	29	3,33±0,14	29
6		Данбар 2886	50	6800±165	22	4,63±0,09	19	3,38±0,06	19
7		АльтаЗАРОС 17991012382	9	7233±702	42	4,76±0,45	42	3,60±0,34	43
8		Альта-Элвис 66558709	7	7387±891	47	4,47±0,54	47	3,44±0,42	48
9		Голд-М 11347834	36	8049±258	25	4,30±0,11	23	3,56±0,09	23
10		Дорс-М 51002772	11	8248±628	40	4,02±0,31	39	3,32±0,24	39
1	Монтвик Чифтейн 95679	Оскар 899	4	6005,5 ±1120	55	3,63±0,70	57	3,33±0,65	58
2		Мирок-М 522667598	23	7737±357	31	4,13±0,17	29	3,37±0,14	29

Среди потомков линии Монтвик Чифтейн 95679 лучшие показатели по удою за первую лактацию имели дочери быка Мирок –М 522667598 удой составил 7737 кг. Следует отметить, что практически все потомки быков разных линий наследовали высокое содержание массовой доли жира, которая находилась в пределах от 4,0% до 4,76%. Если принять во внимание, что дочери разных быков показали высокие удои и массовую долю жира, можно предположить, что вся селекция была направлена на увеличение количественных показателей [3], [1], [7].

Суждение о том, что селекционные мероприятия были направлены на увеличение удоя, подтвердились (таблица 3). За лучшую лактацию от 21 дочери быка Дон 2043 получили 10299 кг молока. От 20 потомков племенного быка Фейсофф 5868 было получено 10232 кг, при таком высоком удое массовая доля жира составила 4,70%. Эти животные принадлежали к линии ВисБэк Айдиал 1013415. Потомки этой линии отличались и большим содержанием массовой доли белка. Среди всех коров у 50 дочерей быка Динбар 2886 массовая доля белка составила 3,68%. На такие уникальные индивидуальные качества коров следует обращать внимание, такие коровы могут стать в последующем родоначальницами семейств. При правильном подборе эти качества могут передаваться потомкам [4].

Таблица 3 – Удой, массовая доля жира и белка в молоке у коров разных быков за наивысшую лактацию

№	Линия	Кличка быка Инвентарный номер	Число дочерей	Удой за 305 суток лактации, кг		Массовая доля жира, %		Массовая доля белка, %	
				$\bar{X}$±Sx	Cv, %	$\bar{X}$±Sx	Cv, %	$\bar{X}$±Sx	Cv, %
1	Вис Бэк Айдиал 1013415	Дон 2043	21	10299 ±491	30	4,63±0,20	29	3,45±0,15	29
2		Астролгер 135555765	12	9717±541	38	4,57±0,33	38	3,46±0,25	38
3		Фейсофф 5868	20	10232±359	32	4,70±0,22	31	3,52±0,16	31
4		Улан-М 11491930	18	8735±466	32	4,10±0,21	31	3,31±0,17	31
5		Шарп 9226	22	9220±334	30	4,63±0,20	29	3,55±0,15	29
6		Данбар 2886	50	9262±165	24	4,68±0,09	20	3,68±0,07	19

Окончание таблицы 3 – Удой, массовая доля жира и белка в молоке у коров разных быков за наивысшую лактацию

№	Линия	Кличка быка Инвентарный номер	Число дочерей	Удой за 305 суток лактации, кг		Массовая доля жира, %		Массовая доля белка, %	
				$\bar{X}$±Sx	Cv, %	$\bar{X}$±Sx	Cv, %	$\bar{X}$±Sx	Cv, %
7	Вис Бэк Айдиал 1013415	АльтаЗАРОС 17991012382	9	8838±852	42	4,57±0,43	42	3,63±0,35	43
8		Альта-Элвис 66558709	7	9633±1149	47	4,36±0,52	47	3,58±0,44	48
9		Голд-М 11347834	36	8376±258	24	4,25±0,11	23	3,55±0,09	23
10		Дорс-М 51002772	11	9097±703	40	4,02±0,29	39	3,32±0,25	39
1	Монтвик Чифтейн 95679	Оскар 899	4	6005,5 ±1120	55	3,63±0,70	57	3,33±0,65	58
2		Мирок-М 522667598	23	7737,4±357	31	4,13±0,17	29	3,37±0,14	29

Потомки линии Монтвик Чифтейн 95679, дочери быков Оскар 899 и Мирок -М 522667598 имели удои 6005 кг и 7737 кг соответственно. У дочерей быка Мирок -М 522667598 содержанием массовой доли жира выше, чем у дочерей быка Оскар 899, 4,13% против 3,63%, по массовой доле белка у дочерей быка Оскар 899 и Мирок -М 522667598 показатели средние [5], [8].

Таким образом, селекция коров и усилия селекционеров позволило ускорить темпы совершенствования существующих пород и линий животных, наиболее отвечающих требованиям крупных животноводческих комплексов. Требования эти — высокая продуктивность. В Московской области используется при совершенствовании и улучшении определенных качеств молочного скота голштинская порода. Результаты исследований проведенных в ООО АПК « Вохринка» подтверждают это.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Альмохамад А.М. Молочная продуктивность коров разных пород и генераций / А.М. Альмохамад, Ф.Р. Бакай // Актуальные вопросы биологии, биотехнологии, ветеринарии, зоотехнии, товароведения и переработки сырья животного и растительного происхождения: Материалы национальной научно- практической конференции ФГБОУ ВО МГАВМиБ -МВА имени К. И. Скрябина – М., 2021.- С.-128-129.

2. Астафьева В.В. Управление качеством и безопасностью продукции - основа современного производства / В.В. Астафьева, О.К. Васильева, С.Г. Зернина // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. - 2015. - №39. - С. 250-255.

3. Бакай А.В. Наследуемость молочной продуктивности дочерей племенных быков разных линий / А.В. Бакай, Ф.Р. Бакай, К. Булусов и др. // Главный зоотехник. - № 7. – 2013.- С.16-21.

4. Делян А.С. Динамика молочной продуктивности первотелок черно-пестрой породы в зависимости от способа содержания и сезона отёла / А.С. Делян, С.А. Оводков // Молочное и мясное скотоводство. -№ 3.-2019. С. 20-23

5. Джапаридзе Г.М. Продуктивные качества голштинской породы канадской селекции / Г.М. Джапаридзе, В.Г. Труфанов, Д.В. Новиков и др. // Зоотехния. – 2013. - № 1. – С.8-9.

6. Ермилов, А.Н. Племенная оценка молочного скота / А.Н. Ермилов, А. Волынцев // Животноводство России. – 2002. - № 12. – с.6-8.

7. Заверяев Б.П. Генетические методы оценки племенных качеств молочного скота / Б.П. Заверяев. -Ленинград, Агропромиздат, 1986.-256 с.

8. Катков А.В. Сравнительная характеристика продуктивных качеств коров черно-пёстрой породы разных регионов России / А.В. Катков, С.Л. Сафронов, О.А. Басонов // Известия СПбГАУ. -2017. - №2. - С.85-91. [Электронный ресурс]. - URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnaya-harakteristika-produktivnyh-kachestv-korov-cherno-pestroy-porody-raznyh-regionov-rossii (дата обращения: 25.03.2021).

9. Мухтарова О.М. Молочная продуктивность коров разных генотипов за 305 дней 1 лактации в условиях московской области / О.М. Мухтарова, А.В. Бакай // Актуальные вопросы современной науки и практики. Материалы Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией Е.А. Назарова. - 2019. - С. 51-56.

10. Янчуков И.Н. План селекционно-племенной работы с крупным рогатым скотом АО « Московское» по племенной работе на период до 2025 года / И.Н. Янчуков, А.Н. Ермилов, А.А. Ермилов и др. - М.,2020- С.-129.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Al'mohamad A.M. Molochnaja produktivnost' korov raznyh porod i generacij [Dairy Productivity of Cows of Different Breeds and Generations] / A.M. Al'mohamad, F.R. Bakaj // Aktual'nye voprosy biologii, biotehnologii, veterinarii, zootehnii, tovarovedenija i pererabotki syr'ja zhivotnogo i rastitel'nogo proishozhdenija: Materialy nacional'noj nauchno- prakticheskoj konferencii FGBOU VO MGAVMiB -MVA imeni K. I. Skrjabina [Topical Issues of Biology, Biotechnology, Veterinary Medicine, Animal Science, Commodity Science and Processing of Raw Materials of Animal and Plant Origin: Materials of the

National Scientific and Practical Conference of the Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology Named After K.I.Skryabin] – M., 2021.- pp. 128-129. [in Russian]

2. Astaf'eva V.V. Upravlenie kachestvom i bezopasnost'ju produkcii - osnova sovremennogo proizvodstva [Product Quality and Safety Management - The Basis of Modern Production] / V.V. Astaf'eva, O.K. Vasil'eva, S.G. Zernina // Izvestija Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Proceedings of the St. Petersburg State Agrarian University]. - 2015. - №39. - pp. 250-255. [in Russian]

3. Bakaj A.V. Nasleduemost' molochnoj produktivnosti docherej plemennyh bykov raznyh linij [Heritability of Milk Productivity of Daughters of Breeding Bulls of Different Lines] / A.V. Bakaj, F.R. Bakaj, K. Bulusov et al. // Glavnyj zootehnik [Chief Zootechnician]. - № 7. – 2013.- pp. 16-21. [in Russian]

4. Deljan A.S. Dinamika molochnoj produktivnosti pervotelok cherno-pestroj porody v zavisimosti ot sposoba soderzhanija i sezona otjola [Dynamics of Milk Productivity of the First Heifers of the Black-And-White Breed Depending on the Method of Maintenance and the Calving Season] / A.S. Deljan, S.A. Ovodkov // Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo [Dairy and Meat Cattle Breeding]. -№ 3.-2019. pp. 20-23 [in Russian]

5. Dzhaparidze G.M. Produktivnye kachestva golshtinskoj porody kanadskoj selekcii [Productive Qualities of the Holstein Breed of Canadian Breeding] / G.M. Dzhaparidze, V.G. Trufanov, D.V. Novikov et al. // Zootehnija [Zootechnics]. – 2013. - № 1. – pp. 8-9. [in Russian]

6. Ermilov, A.N. Plemennaja ocenka molochnogo skota [Breeding Evaluation of Dairy Cattle] / A.N. Ermilov, A. Volyncev // Zhivotnovodstvo Rossii [Animal Husbandry of Russia]. – 2002. - № 12. – pp. 6-8. [in Russian]

7. Zaverjaev B.P. Geneticheskie metody ocenki plemennyh kachestv molochnogo skota [Genetic Methods of Evaluation of Breeding Qualities of Dairy Cattle]. -Leningrad, Agropromizdat, 1986.- p. 256 [in Russian]

8. Katkov A.V. Sravnitel'naja harakteristika produktivnyh kachestv korov cherno-pjostroj porody raznyh regionov Rossii [Comparative Characteristics of Productive Qualities of Black-And-White Cows of Different Regions of Russia] [Electronic resource] / A.V. Katkov, S.L. Safronov, O.A. Basonov // Izvestija SPbGAU [Bulletin of Saint-Petersburg State Agrarian University]. -2017. - №2. - pp. 85-91. [Electronic resource]. - URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnaya-harakteristika-produktivnyh-kachestv-korov-cherno-pestroy-porody-raznyh-regionov-rossii (accessed: 25.03.2021). [in Russian]

9. Muhtarova O.M. Molochnaja produktivnost' korov raznyh genotipov za 305 dnej 1 laktacii v uslovijah moskovskoj oblasti [Milk Productivity of Cows of Different Genotypes for 305 Days of 1 Lactation in the Conditions of the Moscow Region] / O.M. Muhtarova, A.V. Bakaj // V sbornike: Aktual'nye voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. [In the Collection: Topical Issues of Modern Science and Practice. Materials of the International Scientific and Practical Conference] Edited by E.A. Nazarova. - 2019. - pp. 51-56. [in Russian]

10. Janchukov I.N. Plan selekcionno-plemennoj raboty s krupnym rogatym skotom AO « Moskovskoe» po plemennoj rabote na period do 2025 goda [Plan of Breeding and Breeding Work With Cattle of JSC “Moskovskoe” on Breeding Work for the Period up to 2025] / I.N. Janchukov, A.N. Ermilov, A.A. Ermilov et al. - M.,2020- p. 129. [in Russian]

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.029

ВЛИЯНИЕ НОВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ И АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ МОЛОКА

Научная статья

Немзоров А.М.[1, *], Ларина Н.А.[2], Орлова К.С.[3], Коркина В.И.[4]

[1] ORCID: 0000-0001-9966-38-64;
[2] ORCID: 0000-0001-6648-2549;
[3] ORCID: 0000-0001-7708-2209;
[4] ORCID: 0000-0002-9472-5787;

[1, 2] Кемеровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал СФНЦА РАН, Кемерово, Россия;
[3, 4] Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, Новосибирск, Россия

* Корреспондирующий автор (nemzorov.83[at]mail.ru)

Аннотация

В статье представлены результаты научно-хозяйственного опыта по применению новой энергетической добавки для в рационах коров в начальной фазе лактации. Эксперимент проведён в 2020 году в условиях Кемеровской области. В состав добавки вошли: экструдированный рапсовый жмых, пропионат кальция, янтарная кислота и L-карнитин. Исследования показали, что скармливание комплексной энергетической добавки в количестве 800 г на голову в сутки положительно повлияло на динамику продуктивности животных. От коров-аналогов за опытный период надоено молока натуральной жирности 1350,4 кг, что больше на 6,7 %, чем в контроле, базисной жирности на 12,3 %. Изучение пролонгирующего действия добавки на уровень молочной продуктивности в течение 4-х месяцев после её использования показало, что преимущество сохранилось за опытной группой. Животные произвели молока натуральной жирности в среднем на 301,2 кг, базисной на 314,64 кг, чем аналоги из контрольной группы. Проведённый анализ аминокислотного профиля молока от подопытных животных, в начале эксперимента, не установил достоверных различий. К концу исследований коровы, получавшие энергетическую добавку, имели превосходство по содержанию аминокислот в молоке, а именно: лизина на 0,029% (P<0,05), фенилаланина - на 0,023% (P<0,05), гистидина - на 0,018% (P<0,05), лейцина и изолейцина - на 0,071% (P<0,05), пролина - на 0,044% (P<0,05).

Ключевые слова: добавка, молоко, надой, белок, аминокислота.

ON THE IMPACT OF A NEW ENERGY SUPPLEMENT ON COW PRODUCTIVITY AND AMINO ACID MILK COMPOSITION

Research article

Nemzorov A.M.[1, *], Larina N.A.[2], Orlova K.S.[3], Korkina V.I.[4]

[1] ORCID: 0000-0001-9966-38-64;
[2] ORCID: 0000-0001-6648-2549;
[3] ORCID: 0000-0001-7708-2209;
[4] ORCID: 0000-0002-9472-5787;

[1, 2] Kemerovo Research Institute of Agriculture, branch of Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences, Kemerovo, Russia;
[3, 4] Siberian Research Institute of Animal Husbandry (SibNIPTIZh), Novosibirsk, Russia

* Corresponding author (nemzorov.83[at]mail.ru)

Abstract

The article presents the results of scientific and economic experience on the use of a new energy supplement in the diets of cows in the initial phase of lactation. The experiment was conducted in 2020 in Kemerovo Oblast. The composition of the additive included: extruded rapeseed cake, calcium propionate, succinic acid and L-carnitine. Studies have shown that feeding a complex energy supplement in the amount of 800 g per head per day positively affected the dynamics of animal productivity. During the period of the experiment, milk of natural fat content of 1350,4 kg was obtained from analog cows, which is 6.7% more than in the control cows, and the basic fat content was increased by 12.3%. Studying the prolonging effect of the additive on the level of milk productivity for 4 months after its use demonstrates that the advantage remained with the experimental group. The animals produced milk of natural fat content by an average of 301.2 kg, the base fat content by 314.64 kg than analogs from the control group. The analysis of the amino acid profile of milk from experimental animals did not demonstrate significant differences at the beginning of the experiment. By the end of the research, cows receiving an energy supplement had an advantage in the content of amino acids in milk, namely increases in lysine by 0.029% (P<0.05), phenylalanine by 0.023% (P<0.05), histidine by 0.018% (P<0.05), leucine and isoleucine by 0.071% (P<0.05), proline by 0.044% (P<0.05).

Keywords: supplement, milk, milk, protein, amino acid.

Введение

Одной из значимых отраслей сельского хозяйства является скотоводство, так как основная масса производства молока и молочных продуктов связана именно с ней. Увеличение надоя не всегда даёт положительный результат, и во многом продуктивность животных зависит от качества кормов и добавок, используемых в рационах.

Современное скотоводство уже не может обойтись без дополнений к основному рациону, а именно без добавок и балансирующих компонентов, которые вызваны дефицитом питательных, минеральных и биологически активных веществ в основных кормах. За последние годы с ростом продуктивности изменились не только рационы, но и кормовые

добавки. В большинстве случаев коровы в период раздоя испытывают недостаток минеральных веществ, полноценного протеина, и особенно энергии, в виде жиров, жирных кислот и других кормовых продуктах.

В ряде случаев для насыщения организма энергией применяются жиры [1, С. 157, 158], они дают положительный эффект, когда взаимодействуют в комплексе с другими питательными веществами. В последнее время стали всё больше использоваться добавки, состоящие из глицерина и пропиленгликоля. Входящие в состав сложных комплексных добавок эти компоненты дают значительный результат за короткий промежуток времени. Хорошо себя зарекомендовали добавки в состав, которых включены янтарная кислота [2, С. 105], [3, С. 57, 58], [4, С. 29], L-карнитин [5, С. 181], [6, С. 129], [7, С. 292], [8, С. 50].

Более эффективными являются комплексные добавки, сочетающие в себе свойства различных биологически активных веществ, положительно влияющих на физиологические параметры организма и продуктивные показатели [9, С. 43], [10, С. 128].

Поэтому одним из основных путей решения данной проблемы - это разработка и применение относительно недорогих комплексных кормовых добавок в рационах крупного рогатого скота, сочетающих в себе различные свойства. Эти добавки должны восполнять дефицит питательных, минеральных веществ, и иметь направленное действие на улучшение биохимического состава желудочно-кишечного тракта, крови, а также способствующие повышению продуктивности и долголетия животных.

Цель исследований – разработка и применение новой энергетической добавки для лактирующих коров в период раздоя, её влияние на уровень молочной продуктивности, аминокислотный состав молока.

Методы и принципы исследований

Исследования проведены в Кемеровской области в 2020 году. В лабораторных условиях Кемеровского НИИСХ – филиала СФНЦА РАН произведена опытная партия энергетической добавки, в состав которой, входили: жмых рапсовый экструдированный (содержание в 1 кг 22% жира), пропионат кальция (является антикетозным метаболитом, способствующим снижению уровня кетоновых тел и повышению глюкозы в крови, так как является её предшественником), янтарная кислота (отвечает за ряд важнейших обменных процессов), L-карнитин (активное вещество, участвующее в обмене углеводов и липидов). Все компоненты добавки тщательно смешивались и затаривались в мешки. Для проведения эксперимента подбирались коровы начальной стадии лактации (не более 10 суток после отёла), учитывались следующие критерии: продуктивность предков, собственная продуктивность (предыдущая лактация), живая масса, возраст в отёлах. Животным опытной группы в смеси с комбикормом раздавалась добавка в количестве 800 г/гол./сут (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Количество голов	Особенности кормления	Суточная дача изучаемой добавки, г	Изучаемые показатели
Контрольная	10	Основной рацион (ОР)	-	молочная продуктивность, биохимический состав молока
Опытная	10	ОР + энергетическая добавка (ЭД)	800	

В период исследований учитывалась продуктивность коров 1 раз в месяц, суточный удой, содержание жира и белка в молоке, в последующем рассчитаны эти показатели за период опыта, и последующие 4 месяца лактации. Массовую долю жира и белка в молоке определяли на анализаторе «Лактан 1-4-220». Аминокислотный состав молока проводился в лаборатории биохимических исследований СибНИПТИЖ – СФНЦА РАН.

Основные результаты

Эксперимент проведён в переходный период (август-октябрь), поэтому летний рацион состоял из пастбищного травостоя, зелёной массы кукурузы, концентрированных кормов и добавок. В стойловый период в рацион входили консервированные корма, зелёная масса кукурузы, комбикорм, свекла кормовая и добавки (см. таблицу 2). Рационы были практически сбалансированы по питательным веществам.

Таблица 2 – Суточное потребление кормов и структура рациона

Показатель	Пастбищный период		Стойловый период	
	Суточная дача, кг	Структура, %	Суточная дача, кг	Структура, %
Сено злаковое	-	-	2,0	5,9
Кукуруза	20,0	26,0	25,0	34,4
Сенаж однолетние травы	-	-	10,0	13,2
Силос	-	-		
Трава пастбищная	30,0	35,6		
Комбикорм	6,0	33,9	6,0	35,9
Свекла кормовая	-	-	2,0	2,0
Пивная дробина	-	-	1,0	1,4
Жмых рапсовый*	0,7	4,6	0,7	4,9
Энергетическая добавка**	0,8	4,6	0,8	4,9
Патока свекольная	-	-	0,5	2,3

Окончание таблицы 2 – Суточное потребление кормов и структура рациона

Показатель	Пастбищный период		Стойловый период	
	Суточная дача, кг	Структура, %	Суточная дача, кг	Структура, %
Монокальцийфосфат, г	30,0	-	30,0	-
Мел кормовой марки Б, г	100,0	-	100,0	-
Соль поваренная, г	120,0	-	120,0	-
ИТОГО	57,0	100,0	47,5	100,0

*Примечание: * - контрольная группа; ** - опытная группа*

Включение в рацион новотельных коров комплексной энергетической добавки, состоящей из экструдированного рапсового жмыха и биологически активного комплекса (пропионат кальция, янтарная кислота, L-карнитин) обеспечило улучшение энергетического питания и обменных процессов в организме, что сказалось на продуктивности и биохимическом составе молока.

За время проведения эксперимента от коров-аналогов опытной группы надоено молока натуральной жирности 1350,4 кг, что на 6,7 % больше, чем в контроле, базисной жирности на 12,3 % (см. таблицу 3).

В дальнейшем, изучение пролонгирующего действия добавки на уровень молочной продуктивности в течение 4-х месяцев после окончания её применения показало, что преимущество осталось за опытной группой. В среднем животные произвели больше молока натуральной жирности на 301,2 кг, базисной на 314,64 кг, чем аналоги из контрольной группы. В результате увеличение валового надоя молока повлияло на выход молочного жира и белка на 10,7 кг и 9,29 кг соответственно.

Таблица 3 – Молочная продуктивность коров (в среднем на 1 голову)

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Надоено молока за 60 дн. опыта, кг: натуральной жирности базисной жирности (3,4 %)	 1265,80±66,41 1230,23±66,03	 1350,40±86,21 1382,06±87,11
Содержание жира, %	3,32±0,11	3,49±0,07
Содержание белка, %	3,17±0,03	3,14±0,04
Надоено молока за 180 дн. лактации, кг: натуральной жирности базисной жирности (3,4 %)	 4111,50±197,18 4426,20±191,77	 4412,70±251,43 4740,84±267,72
Содержание жира, %	3,67±0,04	3,66±0,03
Содержание белка, %	3,21±0,02	3,20±0,02
Выход молочного жира, кг	150,49±6,52	161,19±9,10
Выход молочного белка, кг	131,77±5,94	141,06±8,30

Примечание: n=10

Однако нестабильность в кормлении, связанная с качеством пастбищного травостоя, перевод животных на стойловое содержание сказались на биохимическом составе молока обеих групп. В начальный период исследований содержание незаменимых и заменимых аминокислот в молоке подопытных коров было практически одинаковым, на что указывает их сумма (см. таблицу 4).

Таблица 4 – Содержание аминокислот в молоке подопытных животных

Аминокислота, %	Контрольная группа		Опытная группа	
	в начале опыта	в конце опыта	в начале опыта	в конце опыта
Лизин	0,103±0,004	0,112±0,005	0,101±0,004	0,141±0,011*
Метионин	0,044±0,002	0,049±0,004	0,042±0,001	0,057±0,005
Фенилаланин	0,092±0,004	0,109±0,004	0,094±0,003	0,132±0,009*
Лейцин+Изолейцин	0,255±0,011	0,286±0,009	0,254±0,010	0,357±0,026*
Валин	0,100±0,004	0,120±0,006	0,098±0,003	0,140±0,010
Треонин	0,070±0,004	0,078±0,003	0,070±0,003	0,091±0,008
Триптофан	0,034±0,002	0,031±0,003	0,039±0,002	0,033±0,004
Сумма незаменимых аминокислот	0,698	0,785	0,698	0,951
Аргинин	0,063±0,003	0,076±0,005	0,069±0,002	0,085±0,006
Тирозин	0,095±0,006	0,109±0,006	0,094±0,003	0,131±0,012
Гистидин	0,033±0,002	0,035±0,005	0,035±0,002	0,053±0,004*
Пролин	0,173±0,007	0,189±0,006	0,171±0,006	0,233±0,016*
Серин	0,089±0,004	0,106±0,004	0,088±0,003	0,126±0,010
Аланин	0,056±0,003	0,066±0,003	0,057±0,001	0,080±0,006
Глицин	0,033±0,001	0,039±0,001	0,034±0,001	0,048±0,004
Сумма заменимых аминокислот	0,542	0,620	0,548	0,756
Итого аминокислот	1,240	1,405	1,246	1,707

Примечание: n=10

К концу исследований молоко подопытных коров стало значительно отличаться не только по сумме аминокислот, но и по их концентрации. Отмечено, что в молоке опытной группы достоверно выше лизина на 0,029% (P<0,05), фенилаланина - на 0,023% (P<0,05), гистидина - на 0,018% (P<0,05), лейцина и изолейцина - на 0,071% (P<0,05), пролина - на 0,044% (P<0,05). По сумме незаменимых аминокислот молоко животных, получавших добавку, превосходило контрольных на 36,2%, по заменимым - на 21,9%, а по общей сумме - на 21,5%.

Таким образом, включение в рацион лактирующих коров энергетической добавки на основе экструдированного рапсового жмыха в комплексе с биологически активными веществами (пропионат кальция, янтарная кислота и L-карнитин) повышает уровень молочной продуктивности и улучшает качественный состав молока.

Заключение

Применение в рационах коров, в начальной фазе раздоя, комплексной энергетической добавки позволяет увеличить молочную продуктивность за 60 дней эксперимента на 6,7%, а за 180 дней лактации на 301,2 кг или 7,3%. Улучшить аминокислотный состав молока по содержанию: лизина на 0,029% (P<0,05), фенилаланина - на 0,023% (P<0,05), гистидина - на 0,018% (P<0,05), лейцина и изолейцина - на 0,071% (P<0,05), пролина - на 0,044% (P<0,05).

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы/References

1. Саткеева А.Б. Влияние «Мегалак» на молочную продуктивность коров / А.Б. Саткеева, С.В. Шастунов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 9. – С. 156-159.
2. Ерыженская Н.Ф. Метаболическая коррекция организма высокоудойных коров / Н.Ф. Ерыженская // Достижение науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34. – № 8. – С. 103-106. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10818
3. Евглевский А.А. Теоретические аспекты потенцирования метаболической активности жироподобных энерегетиков пропиленгликоля и глицерина / А.А. Евглевский // Достижение науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34. – № 4. – С. 55-59. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10411
4. Евглевский Ал.А. Метаболический кетоацидоз высокопродуктивных лактирующих коров: причины, последствия и перспективные подходы решения / Ал.А. Евглевский, О.М. Швец, Е.П. Евглевская и др. // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2. – С. 27-30.
5. Омаров М.О. Влияние биофлаваноидов в рациона на продуктивность и воспроизводство у молочных коров / М.О. Омаров, Н.В Агаркова, Н.Г. Зелкова// Сборник научных трудов КНЦЗВ. – 2020. – Т. 9. - № 1. С. – 179-182. DOI: 10.34617/bewh-5g82
6. Романов В.Н. Технологические аспекты применения комплексов дополнительного питания в молочном животноводстве / В.Н. Романов, Н.В. Боголюбова // Вестник ВНИИМЖ. – 2018. – № 4(32). – С. 125-131.
7. Харитонов Е.Л. Сравнительные исследования средств профилактики кетозов / Е.Л. Харитонов, А.С. Березин, Е.А. Лысова // Актуальные проблемы интенсивного животноводства. – 2017. – № 20 (2). – С. 288-294.
8. Мошкина С.В. Научное обоснование энергетического питания молочного скота в транзитный период / С.В. Мошкина, Н.В. Абрамкова // Вестник аграрной науки. – 2019. – № 6 (81). – С. 47-51. DOI: 10.15217/48484
9. Позднякова В.Ф. Влияние комплексной кормовой добавки Витекс РТ на метаболизм и качество молока у коров голштинской породы / В.Ф. Позднякова, О.В. Латышева, И.А. Тиминская и др. // Аграрный вестник Урала. – 2018. – № 8(175). – С. 41-46.
10. Девяткин В.А. Использование новых биологически активных веществ в кормлении крупного рогатого скота / В.А. Девяткин, В.Н. Романов, А.В. Мишуров // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2017. – № 4 (40). – С. 123-130. DOI 10.18286/1816-45-2017-4-123-130

Список литературы на английском языке/References in English

1. Satkeeva A.B. Vliyanie «Megalak» na molochnuyu produktivnost' korov [The influence of «Megalac» on dairy productivity of cows] / A.B. Satkeeva, S.V. SHastunov // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii [Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy]. – 2018. – № 9. – P. 156-159. [in Russian]
2. Eryzhenskaya N.F. Metabolicheskaya korrekciya organizma vysokoudojnyh korov [Metabolic correction of the body of high-yielding cows] / N.F. Eryzhenskaya // Dostizhenie nauki i tekhniki APK [Achievement of science and technology AIC]. – 2020. – Vol. 34. – № 8. – P. 103-106. [in Russian]
3. Evglevskij A.A. Teoreticheskie aspekty potencirovaniya metabolicheskoj aktivnosti zhiropodobnyh eneregetikov propilenglikolya i glicerina [Theoretical aspects of potentiation of metabolic activity of fat-like energetics of propylene glycol and glycerin] / A.A. Evglevskij // Dostizhenie nauki i tekhniki APK [Achievement of science and technology AIC]. – 2020. – Vol. 34. – № 4. – P. 55-59. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10411 [in Russian]
4. Evglevskij Al.A. Metabolicheskij ketoacidoz vysokoproduktivnyh laktiruyushchih korov: prichiny, posledstviya i perspektivnye podhody resheniya [Metabolic ketoacidosis of highly productive lactating cows: causes, consequences and promising solutions] / Al.A. Evglevskij, O.M. SHvec, E.P. Evglevskaya and others // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii [Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy]. – 2018. – № 2. – P. 27-30. [in Russian]
5. Omarov M.O. Vliyanie bioflavanoidov v raciona na produktivnost' i vospro-izvodstvo u molochnyh korov [The effect of bioflavonoids in the diet on productivity and reproduction in dairy cows] / M.O. Omarov, N.V Agarkova, N.G. Zelkova// Sbornik nauchnyh trudov KNCZV [Collection of scientific papers of the KNCZV]. – 2020. – Vol. 9. - № 1. P. – 179-182. DOI: 10.34617/bewh-5g82 [in Russian]
6. Romanov V.N. Tekhnologicheskie aspekty primeneniya kompleksov dopolnitel'nogo pitaniya v molochnom zhivotnovodstve [Technological aspects of the use of supplementary nutrition complexes in dairy farming] / V.N. Romanov, N.V. Bogolyubova // Vestnik VNIIMZH [Bulletin of VNIIMZH]. – 2018. – № 4(32). – P. 125-131. [in Russian]

7. KHaritonov E.L. Sravnitel'nye issledovaniya sredstv profilaktiki ketozov [Comparative studies of ketosis prevention tools] / E.L. KHaritonov, A.S. Berezin, E.A. Lysova // Aktual'nye problemy intensivnogo zhivotnovodstva [Actual problems of intensive animal husbandry]. – 2017. – № 20 (2). – P. 288-294. [in Russian]

8. Moshkina S.V. Nauchnoe obosnovanie energeticheskogo pitaniya molochnogo skota v tranzitnyj period [Scientific substantiation of energy nutrition of dairy cattle in the transit period] / S.V. Moshkina, N.V. Abramkova // Vestnik agrarnoj nauki [Bulletin of Agrarian Science]. – 2019. – № 6 (81). – P. 47-51. [in Russian]

9. Pozdnyakova V.F. Vliyanie kompleksnoj kormovoj dobavki Viteks RT na me-tabolizm i kachestvo moloka u korov golshtinskoj porody [The effect of the complex feed additive Vitex RT on the metabolism and quality of milk in Holstein cows] / V.F. Pozdnyakova, O.V. Latysheva, I.A. Timinskaya and others // Agrarnyj vestnik Urala [Agrarian Bulletin of the Urals]. – 2018. – № 8(175). – P. 41-46. [in Russian]

10. Devyatkin V.A. Ispol'zovanie novyh biologicheski aktivnyh veshchestv v kormlenii krupnogo rogatogo skota [The use of new biologically active substances in cattle feeding] / V.A. Devyatkin, V.N. Romanov, A.V. Mishurov // Vestnik Ul'yanovskoj GSKHA [Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy]. – 2017. – № 4 (40). – P. 123-130. [in Russian] DOI 10.18286/1816-45-2017-4-123-130

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.030

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ПОЛИВА НА РОСТ И ФИТОМАССУ СЕЯНЦЕВ ЛИСТВЕННИЦЫ СУКАЧЕВА (*LARIX SUKACZEWII* DYL.)

Научная статья

Оплетаев А.С.[1], Залесов С.В.[2, *], Башегуров К.А.[3], Осипенко А.Е.[4], Жигулин Е.В.[5]

[1] ORCID: 0000-0003-2602-6527;
[2] ORCID: 0000-0003-3779-410X;
[3] ORCID: 0000-0002-9050-8902;
[4] ORCID: 0000-0002-6148-1747;
[5] ORCID: 0000-0002-5823-1114;
[1, 2, 3,4, 5] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

* Корреспондирующий автор (Zalesovsv[at]m.usfeu.ru)

Аннотация

Проанализирована динамика фитомассы сеянцев лиственницы Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.), выращиваемых с закрытой корневой системой в круглогодичных теплицах с регулируемым микроклиматом. В процессе исследований определялась фитомасса сеянцев с подразделением на стволик, хвою и корни в 25-кратной повторности по вариантам опыта по срокам давности посадки.

Отмечается, что при условии длительного светового дня и нужной освещенности сеянцы лиственницы Сукачева способны достичь стандартных размеров за 2 месяца выращивания с закрытой корневой системой. Для экономии затрат и снижения себестоимости выращивания сеянцев целесообразно заменить верхний полив нижним (подтопление). Если при верхнем поливе часть невпитавшейся торфом воды теряется, то при нижнем поливе создается замкнутая система, при которой неиспользуемая при поливе вода используется при очередном поливе. Особенно важен замкнутый цикл полива при подкормке сеянцев минеральными удобрениями, поскольку исключает попадание удобрений во внешнюю среду.

Установлено, что при нижнем поливе сеянцы достигают стандартных размеров за тот же период, что и при верхнем поливе. Однако они имеют меньшую фитомассу при относительно большей массе корней. Последнее обеспечивает лучшую приживаемость сеянцев при посадке на лесокультурную площадь.

Ключевые слова: лиственница Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.), сеянцы, фитомасса, полив, закрытая корневая система.

THE EFFECT OF THE IRRIGATION METHOD ON GROWTH AND PHYTOMASS OF THE SUKACHEV'S LARCH SEEDLINGS (*LARIX SUKACZEWII* DYL.)

Research article

Opletaev A.S.[1], Zalesov S.V.[2, *], Bashegurov K.A.[3], Osipenko A.E.[4], Zhigulin E.V.[5]

[1] ORCID: 0000-0003-2602-6527;
[2] ORCID: 0000-0003-3779-410X;
[3] ORCID: 0000-0002-9050-8902;
[4] ORCID: 0000-0002-6148-1747;
[5] ORCID: 0000-0002-5823-1114;
[1, 2, 3,4, 5] Ural State Forestry Engineering University, Yekaterinburg, Russia

* Corresponding author (Zalesovsv[at]m.usfeu.ru)

Abstract

The current article analyzes the dynamics of phytomass of root-balled Sukachev larch seedlings (*Larix sukaczewii* Dyl.) in year-round greenhouses with a regulated microclimate. The research determines the phytomass of seedlings with a division into stems, needles, and roots in 25-fold replication according to the variants of the experiment based to the planting limitation period.

It is noted that under the condition of long daylight and the right illuminance, root-balled Sukachev larch seedlings are able to reach standard sizes in 2 months of cultivation. To save costs and reduce the cost of growing seedlings, it is advisable to replace the top watering with the bottom one. If part of the water that has not been absorbed by peat is lost during top watering, then a closed system is created during bottom watering, in which the water that is not used during watering is used during the next watering. A closed irrigation cycle is especially important when fertilizing seedlings with mineral fertilizers since it eliminates the ingress of fertilizers into the outside environment.

The study finds that with bottom watering, seedlings reach standard sizes over the same period as with top watering. However, they have a smaller phytomass with a relatively larger root mass. The latter ensures better survival of seedlings when planting on an afforestation area.

Keywords: Sukachev's larch (*Larix sukaczewii* Dyl.), seedlings, phytomass, watering, root-balled tree system.

Введение

Род лиственница (Larix) включает виды наиболее перспективных лесообразователей. Устойчивые к сильным морозам они формируют насаждения, доминирующие по площади в лесном фонде Российской Федерации [1]. Нельзя не отметить, что такой представитель рода лиственница как лиственница Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.) имеет ряд существенных преимуществ над другими древесными породами. Ее быстрый рост обеспечивает нахождение лиственницы Сукачева в верхней части полога древостоя. Из-за ажурной кроны лиственницы проникающий через нее солнечной энергии вполне достаточно для формирования второго яруса из липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.), ели

европейской (*Picea abies* (L.) Karst.) и других древесных пород. При этом общая продуктивность сложных древостоев значительно превышает таковую у простых древостоев, произрастающих в аналогичных условиях.

Мощная корневая система и плотная древесина обеспечивают лиственнице Сукачева устойчивость даже против сильных ветров. Она меньше других древесных пород повреждается копытными животными [2], [3]. Толстая кора в нижней части ствола обеспечивает надежную защиту лиственницы от низовых лесных пожаров. При этом мелкая хвоя формирует при опаде плотную лесную подстилку, резко снижающую скорость низовых пожаров, а ажурная крона с влажной хвоей способствует переводу верховых пожаров в низовые [4]. Неслучайно лиственницу Сукачева можно использовать при создании противопожарных барьеров [5], [6].

Виды рода Larix приспособились к произрастанию в горах, в лесостепной зоне и на севере [7], [8], [9]. Кроме того, лиственница Сукачева может быть использована при лесовосстановлении в очагах бактериальной водянки [10] и для переформирования производных мягколиственных насаждений в коренные лиственничники [11], [12], [13]. Особенно эффективно выращивание лиственницы Сукачева на землях, вышедших из-под сельскохозяйственного использования [14], [15].

В то же время высокое светолюбие лиственницы Сукачева снижает устойчивость ее подроста под пологом основных пород лесообразователей. Лиственница требует перекрестного опыления, а, следовательно, единичные деревья не дают полноценных семян. Тяжелая пыльца лиственницы сдерживает опыление даже при биогрупповом расположении деревьев и, как следствие этого, увеличивает наличие пустых семян.

Доля лиственницы Сукачева в лесном фонде Урала относительно невелика, а наличие на деревьях мелких шишек разных лет создает сложности в заготовке семян даже в урожайные годы. Не следует забывать, что значительная часть семян лиственницы Сукачева на Урале повреждается лиственничной мухой (*Hylemyia laricicola* Karl.).

Таким образом, увеличение доли лиственницы Сукачева в лесном фонде Урала является одним из направлений повышения продуктивности лесов [16], [17]. Однако недостаток семян и высокое светолюбие подроста лиственницы в молодом возрасте объясняет сложности в естественном и искусственном восстановлении данной породы. Недостаток семян лиственницы Сукачева можно компенсировать более экономным их расходованием, выращивая сеянцы с закрытой корневой системой (ЗКС). Однако опыт выращивания посадочного материала лиственницы Сукачева на Урале отсутствует, что и определило направление наших исследований.

Объекты и методика исследований

Целью исследований являлось установление возможности выращивания стандартных сеянцев лиственницы Сукачева с закрытой корневой системой в круглогодичных теплицах с регулируемым микроклиматом при различной технологии полива.

При проведении исследований основное внимание уделялось динамике массы сеянцев по фракциям. Для чего периодически методом случайной выборки отбиралось по 25 сеянцев по вариантам опыта. У каждого из отобранных сеянцев обмерялись высота надземной части с точностью до 0,1 см и диаметр шейки корня с аналогичной точностью. Затем сеянцы отмывались от торфа и разделялись на три фракции: хвоя, стволик и корни. По каждой фракции устанавливалась фитомасса с точностью до 0,001 г. Затем сеянцы высушивались при температуре 105^0С до прекращения изменения массы и снова взвешивались [18]. Другими словами, у каждого сеянца устанавливалась масса в свежесобранном и в абсолютно сухом состоянии с последующим нахождением средних значений.

Результаты и обсуждение

В практике выращивания посадочного материала широкое распространение получил метод верхнего полива, когда при подсыхании торфа в брикетах вода подается в распыленном виде на расположенные ниже сеянцы. При этом значительная часть воды не впитывается торфом и сбрасывается на прилегающую территорию, то есть расходуется нерационально. Картина усугубляется при проведении подкормок, когда на прилегающую территорию сбрасывается не просто вода, а химический раствор, что ухудшает экологическую обстановку и загрязняет прилегающие водоемы и грунтовые воды.

Нами помимо верхнего полива предложен метод низового полива, то есть периодического подтопления сеянцев. При этом при нижнем поливе вода находится в замкнутой системе и излишки первого полива используются при последующих поливах. Последнее относится и к использованию растворов при подкормке сеянцев.

Выполненные нами исследования показали, что как при верхнем, так и при нижнем поливе сеянцы лиственницы Сукачева за 2 месяца достигают стандартных размеров и могут перемещаться на полигоны закаливания или лесокультурную площадь (табл. 1).

Таблица 1 – Динамика высоты и диаметра у шейки корня сеянцев лиственницы Сукачева при выращивании в теплице по вариантам опыта

Вариант опыта*	Длина стволика, см	Диаметр корневой шейки, мм
20.02.2021		
Верх	2,3±0,21	0,3±0,02
Низ	2,1±0,13	0,3±0,01
02.03.2021		
Верх	4,1±0,38	0,6±0,09
05.03.2021		
Верх	4,5±0,33	1,7±0,15
Низ	3,9±0,41	1,2±0,19

Окончание таблицы 1 – Динамика высоты и диаметра у шейки корня сеянцев лиственницы Сукачева при выращивании в теплице по вариантам опыта

Вариант опыта*	Длина стволика, см	Диаметр корневой шейки, мм
11.03.2021		
Верх	5,1±0,39	2,1±0,21
07.04.2021		
Верх	13,1±0,81	3,4±0,36
Низ	9,7±0,69	2,4±0,21
16.04.2021		
Верх	15,3±1,12	3,8±0,61
Низ	11,4±1,09	2,5±0,55
3.05.2021		
Верх	18,8±2,36	4,1±0,99
Низ	13,2±1,59	2,7±0,61
3.06.2021		
Верх	25,9±3,31	4,9±1,22

*Примечание: * верх – верхний полив; низ – нижний полив*

Материалы табл. 1 свидетельствуют, что при нижнем поливе высота сеянцев и диаметр корневой шейки у них меньше показателей аналогичных измерений у сеянцев с верхним поливом. При этом различия достоверны на 95% уровне значимости. Однако для производства более важно, что сеянцы и при нижнем поливе могут использоваться при создании лесных культур, поскольку достигли стандартных размеров.

Дополнительно следует отметить, что динамика фитомассы сеянцев также показала существенные различия по вариантам опыта (табл. 2).

Материалы таблицы свидетельствуют, что общая масса сеянцев и масса хвои при нижнем поливе значительно уступают таковым при верхнем поливе. При этом для доли корней характерна обратная закономерность. Если учесть, что приживаемость сеянцев, высаженных на лесокультурную площадь, зависит прежде всего от массы корней, то можно с высокой долей вероятности предположить, что имеющие меньшую долю хвои и большую долю корней сеянцы, выращенные при нижнем поливе, будут характеризоваться лучшей приживаемостью, чем сеянцы с верхним поливом.

Выводы

1. Лиственница Сукачева является одной из наиболее перспективных пород лесообразователей на Урале. Однако ее восстановление на не покрытых лесной растительностью землях связано со значительными сложностями из-за недостатка семян.

2. Одним из путей экономии семян при искусственном лесовосстановлении является выращивание посадочного материала с закрытой корневой системой (ЗКС).

3. Снизить себестоимость выращивания сеянцев лиственницы Сукачева с ЗКС можно, заменив верхний полив на нижний (подтопление).

4. При нижнем поливе вода и растворы удобрений, не удержанные торфом, могут использоваться повторно, что уменьшает их общий расход и исключает поступление в окружающую среду.

Таблица 2 – Динамика фитомассы среднего сеянца лиственницы Сукачева, выращиваемого в теплицах с закрытой корневой системой

Вариант полива*	Ед. изм.	Масса сеянцев по фракциям							
		Общая в свежем состоянии	В т.ч.			Общая в абсолютно сухом состоянии	В т.ч.		
			хвоя	стволик	корни		хвоя	стволик	корни
20.02.2021 г.									
Верх	г	0,01±0,0002	Нет данных			0,004±0,0001	Нет данных		
	%	100				100			
Низ	г	0,012±0,0003	Нет данных			0,005±0,0003	Нет данных		
	%	100				100			
02.03.2021 г.									
Верх	г	0,024±0,0004	0,014±0,0003	0,005±0,0002	0,005±0,0001	0,006±0,0002	Нет данных		
	%	100	57,8±0,77	20,7±0,61	21,5±0,51	100			
05.03.2021 г.									
Верх	г	0,015±0,0005	0,009±0,0004	0,003±0,0001	0,003±0,0002	0,009±0,0003	0,006±0,0003	0,001±0,0001	0,001±0,0001
	%	100	58,8±1,31	18,6±1,00	22,6±1,28	100	67,73±1,46	14,6±1,01	17,6±1,23
Низ	г	0,17±0,0005	0,01±0,0004	0,002±0,0001	0,004±0,0002	0,01±0,0005	0,007±0,0004	0,001±0,0001	0,002±0,0002
	%	100	59,8±1,38	13,6±0,96	26,5±0,91	100	62,9±2,77	12,3±1,21	24,8±1,92
11.03.2021 г.									
Верх	г	0,069±0,004	0,046±0,003	0,015±0,001	0,007±0,0005	0,023±0,002	0,015±0,003	0,003±0,0004	0,004±0,0004
	%	100	66,7±1,25	22,2±1,11	11,1±0,66	100	67,0±1,78	15,5±0,89	17,5±1,53
7.04.2021 г.									
Верх	г	0,449±0,016	0,319±0,011	0,072±0,003	0,058±0,002	0,113±0,006	0,091±0,005	0,021±0,001	0,026±0,001
	%	100	70,9±1,25	16,2±0,47	12,9±0,97	100	65,4±1,14	15±0,64	19,0±0,92
Низ	г	0,445±0,013	0,303±0,009	0,088±0,004	0,061±0,04	0,136±0,003	0,081±0,003	0,026±0,001	0,029±0,002
	%	100	68,3±1,19	18,0±0,53	13,64±0,79	100	59,37±1,20	18,98±1,05	21,64±0,81
16.04.2021 г.									
Верх	г	1,012±0,045	0,533±0,032	0,205±0,009	0,274±0,016	0,271±0,015	0,152±0,011	0,052±0,005	0,067±0,005
	%	100	52,7±1,48	19,8±0,52	27,5±1,46	100	56,47±1,73	18,66±1,10	24,86±1,61
Низ	г	1,000±0,054	0,535±0,041	0,170±0,011	0,295±0,022	0,261±0,034	0,150±0,016	0,043±0,007	0,068±0,009
	%	100	53,5±1,28	17,0±0,98	29,5±1,01	100	57,5±1,83	16,5±0,95	26,0±1,12
3.05.2021 г.									
Верх	г	3,013±0,27	1,845±0,21	0,452±0,05	0,716±0,11	0,555±0,05	0,360±0,03	0,099±0,01	0,096±0,01
	%	100	61,3±3,71	15,1±1,29	23,5±2,67	100	65,6±1,99	17,4±0,97	17,0±1,41
Низ	г	1,790±0,15	1,165±0,18	0,412±0,09	0,212±0,09	0,324±0,07	0,171±0,021	0,067±0,009	0,086±0,015
	%	100	65,1±2,15	23,1±1,11	11,8±0,52	100	52,8±1,09	20,7±0,79	26,5±0,69
3.06.2021 г.									
Верх	г	5,793±0,81	3,601±0,46	1,129±0,21	1,063±0,17	1,471±0,22	0,843±0,12	0,297±0,06	0,330±0,06
	%	100	64,1±2,42	18,5±1,33	17,4±1,55	100	59,7±2,56	18,7±1,37	21,5±1,65

5. При нижнем поливе сеянцы, так же, как и верхнем поливе, достигают стандартных размеров за 2,5 месяца. При этом их фитомасса достоверно меньше.

6. Увеличение доли корней у сеянцев при нижнем поливе позволяет надеяться на лучшую их приживаемость при посадке на лесокультурную площадь.

7. Учитывая актуальность выращивания посадочного материала с ЗКС и потребность в снижении его себестоимости, необходимо продолжение исследований в данном направлении.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / Reference

1. Алексеев В.А. Древесные растения лесов России. Список видов и государственный учет биоразнообразия лесных ресурсов / В.А. Алексеев, О.А. Связева. Красноярск: СО РАН, 2009. 182 с.

2. Зюсько А.Я. Влияние зимних концентраций копытных на лесовозобновление на территории Анненского заказника / А.Я. Зюсько, С.В. Залесов, Л.П. Абрамова, Л.А. Белов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2005. № 3. С. 20-26.

3. Савин В.В. Повреждаемость лесных культур лосями в Западно-Сибирском подтаежном лесном районе Алтайского края / В.В. Савин, Л.А. Белов, С.В. Залесов и др. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2017. № 1 (63). С. 46-49.

4. Залесов С.В. Лесная пирология / С.В. Залесов. – Екатеринбург: Изд-во «Баско», 2006. 312 с.

5. Залесов С.В. Рекомендации по совершенствованию охраны лесов от пожаров в ленточных борах Прииртышья / С.В. Залесов, Е.С. Залесова, А.С. Оплетаев. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. 67 с.

6. Залесов С.В. Обнаружение и тушение лесных пожаров / С.В. Залесов, М.П. Миронов. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2004. 138 с.

7. Крекова Я.А. Рост интродуцированных видов лиственницы (Larix Mill.) в Северном Казахстане / Я.А. Крекова, С.В. Залесов // Международный научно-исследовательский журнал. 2018. № 9 (75). Ч. 2. С. 21-25. DOI: 10.23670/IRJ. 2018.75.9.028.

8. Крекова Я.А. Интродукция и акклиматизация хвойных в Северном Казахстане / Я.А. Крекова, С.В. Залесов. Нур-Султан, 2020. 212 с.

9. Усольцев В.А. Этюды о наших лесных деревьях / В.А. Усольцев. – Екатеринбург: банк культурной информации, 2008. 188 с.

10. Платонов Е.П. Замена березняков, пораженных бактериальной водянкой / Е.П. Платонов, А.В. Данчева, С.В. Залесов // Московский экономический журнал. 2019. № 11. С. 208-221.

11. Казанцев С.Г. Оптимизация лесопользования в производных березняках Среднего Урала / С.Г. Казанцев, С.В. Залесов, А.С. Залесов. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2006. 156 с.

12. Абрамова Л.П. Рубки обновления и переформирования в лесах Урала / Л.П. Абрамова, С.В. Залесов, С.Г. Казанцев и др. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2007. 264 с.

13. Оплетаев А.С. Переформирование производных мягколиственных насаждений в лиственничники на Южном Урале / А.С. Оплетаев, С.В. Залесов. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. 178 с.

14. Залесов С.В. Рост лиственничных древостоев на бывших пашнях / С.В. Залесов, Е.В. Юровских, Л.А. Белов и др. // Аграрный вестник Урала. 2015. № 5 (135). С. 50-54.

15. Zalesov S.V. Effectiiveness of larch stands creation on former agricultural lands / S.V. Zalesov, A.G. Magasumova, A.S. Opletaev // Ecological Agriculture and sustainable development: Research Development Center, 2019. № 1. P. 69-76.

16. Луганский Н.А. Повышение продуктивности лесов / Н.А. Луганский, С.В. Залесов, В.А. Щавровский. Екатеринбург: УЛТИ, 1995. 297 с.

17. Тимофеев В.П. Лиственница в культуре / В.П. Тимофеев. М.: Лесная промышленность, 1981. 162 с.

18. Бунькова Н.П. Основы фитомониторинга / Н.П. Бунькова, С.В. Залесов, Е.С. Залесова и др. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 90 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Alekseyev V.A. Drevesnyye rasteniya lesov Rossii. Spisok vidov i gosudarstvennyy uchet bioraznoobraziya lesnykh resursov [Woody plants of Russian forests. List of species and state registration of forest biodiversity] / V.A. Alekseyev, O.A. Svyazeva. Krasnoyarsk: SO RAN, 2009. 182 p. [in Russian]

2. Zyus′ko A.YA. Vliyaniye zimnikh kontsentratsiy kopytnykh na lesovoz-obnovleniye na territorii Annenskogo zakaznika [The influence of winter concentrations of ungulates on reforestation in the territory of the Annensky reserve] / A.YA. Zyus′ko, S.V. Zale-sov, L.P. Abramova et al. // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Lesnoy zhurnal. 2005. № 3. P. 20-26. [in Russian]

3. Savin V.V. Povrezhdayemost′ lesnykh kul′tur losyami v Zapadno-Sibirskom podtayezhnom lesnom rayone Altayskogo kraya [Damage to forest crops by elks in the West Siberian subtaiga forest region of the Altai krai] / V.V. Savin, L.A. Belov, S.V. Zalesov et al. // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstven-nogo agrarnogo universiteta, 2017. № 1 (63). P. 46-49. [in Russian]

4. Zalesov S.V. Lesnaya pirologiya [Forest pyrology] / S.V. Zalesov. – Yekaterinburg: «Basko», 2006. 312 p. [in Russian]

5. Zalesov S.V. Rekomendatsii po sovershenstvovaniyu okhrany lesov ot pozharov v lentochnykh borakh Priirtysh′ya [Recommendations for improving the protection of forests from fires in the belt-type forests of the Irtysh region] / S.V. Zalesov, E.S. Zalesova, A.S. Opletayev. – Yekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2014. 67 p. [in Russian]

6. Zalesov S.V. Obnaruzheniye i tusheniye lesnykh pozharov [Detection and suppression of forest fires] / S.V. Zale-sov, M.P. Mironov. – Yekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2004. 138 p. [in Russian]

7. Krekova YA.A. Rost introdutsirovannykh vidov listvennitsy (Larix Mill.) v Severnom Kazakhstane [Growth of introduced species of larch (Larix Mill.) In North Kazakhstan] / YA.A. Krekova, S.V. Zalesov // Mezhdunarod-nyy nauchno-issledovatel′skiy zhurnal. 2018. № 9 (75). CH. 2. P. 21-25. DOI: 10.23670/IRJ. 2018.75.9.028. [in Russian]

8. Krekova YA.A. Introduktsiya i akklimatizatsiya khvoynykh v Severnom Kazakhstane [Introduction and acclimatization of conifers in Northern Kazakhstan] / YA.A. Krekova, S.V. Zalesov. Nur-Sultan, 2020. 212 p. [in Russian]

9. Usol′tsev V.A. Etyudy o nashikh lesnykh derev′yakh [Sketches about our forest trees] / V.A. Usol′tsev. – Yekaterinburg: bank kul′turnoy informatsii, 2008. 188 p. [in Russian]

10. Platonov E.P. Zamena bereznyakov, porazhennykh bakterial′noy vodyankoy [Replacement of birch forests affected by bacterial dropsy] / E.P. Platonov, A.V. Dancheva, S.V. Zalesov // Moskovskiy eko-nomicheskiy zhurnal. 2019. № 11. P. 208-221. [in Russian]

11. Kazantsev S.G. Optimizatsiya lesopol′zovaniya v proizvodnykh be-reznyakakh Srednego Urala [Optimization of forest management in derivative birch forests of the Middle Urals] / S.G. Kazantsev, S.V. Zalesov, A.S. Zalesov. Yeka-terinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2006. 156 p. [in Russian]

12. Abramova L.P. rubki obnovleniya i pereformirovaniya v lesakh Urala [Cuttings for renewal and reshaping in the forests of the Urals] / L.P. Abramova, S.V. Zalesov, S.G. Kazantsev, N.A. Luganskiy, A.G. Magasumova. – Yekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2007. 264 p. [in Russian]

13. Opletayev A.S. Pereformirovaniye proizvodnykh myagkolistven-nykh nasazhdeniy v listvennichniki na Yuzhnom Urale [Reformation of derivative soft-leaved plantations into larch forests in the Southern Urals] / A.S. Opletayev, S.V. Zalesov. – Yekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2014. 178 p. [in Russian]

14. Zalesov S.V. Rost listvennichnykh drevostoyev na byvshikh pashnyakh [Growth of larch stands on former arable lands] / S.V. Zalesov, E.V. Yurovskikh, L.A. Belov et al. // Agrarnyy vestnik Urala. 2015. № 5 (135). P. 50-54. [in Russian]

15. Zalesov S.V. Effectiiveness of larch stands creation on former agri-cultural lands / S.V. Zalesov, A.G. Magasumova, A.S. Opletaev // Ecological Agriculture and sustainable development: Research Development Center, 2019. № 1. P. 69-76.

16. Luganskiy N.A. Povysheniye produktivnosti lesov [Increasing the productivity of forests] / N.A. Luganskiy, S.V. Zalesov, V.A. Shchavrovskiy. Yekaterinburg: ULTI, 1995. 297 p. [in Russian]

17. Timofeyev V.P. Listvennitsa v kul′ture [Larch in culture] / V.P. Timofeyev. M.: Lesnaya promyshlennost′, 1981. 162 p. [in Russian]

18. Bun′kova N.P. Osnovy fitomonitoringa [Phytomonitoring basics] / N.P. Bun′kova, S.V. Zalesov, E.S. Zalesova et al. – Yekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 90 p. [in Russian]

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.031

СПЕЦИФИКА ТУШЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В СОСНЯКАХ

Научная статья

Панин И.А.[1, *], Секерин И.М.[2], Усов М.В.[3], Осипенко А.Е.[4]
[1] ORCID: 0000-0002-7798-3442;
[2] ORCID: 0000-0003-3493-4322;
[3] ORCID: 0000-0002-4821-0359;
[4] ORCID: 0000-0002-6148-1747;
[1, 2, 3, 4] Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

* Корреспондирующий автор (IgorPanin1993[at]yandex.ru)

Аннотация

Проанализирована специфика природной пожарной опасности в ленточных борах Алтайского края. Отмечается их высокая горимость и необходимость совершенствования охраны лесов. Специфической особенностью горимости лесов ленточных боров Алтайского края является высокая доля лесных пожаров, причиной которых являются молнии при сухих грозах. Так, в 2021 г. при общем количестве – 361 от молний возникло 196 шт. лесных пожаров.

На основании анализа опыта работ по ликвидации лесных пожаров и результатом собственных исследований авторов делается вывод о том, что залогом успеха в охране лесов от пожаров является оперативность обнаружения и ликвидации загораний.

Наличие мощной лесной подстилки, деструкция которой сдерживается недостатком влаги, а также хвойного подроста в сочетании с высокими температурами воздуха, недостатком осадков и суховеями способствуют быстрому распространению лесных пожаров. При оперативном обнаружении лесных пожаров хорошо зарекомендовали себя группы быстрого реагирования, которые на малом патрульном комплексе, созданном на базе УАЗ-469, быстро прибывают к месту пожара и начинают его тушение. Затем к месту пожара прибывает АРС и трактор с плугом ПКЛ-70, которым производится локализация лесного пожара.

Применение указанной техники показало ее высокую эффективность при ликвидации лесных пожаров в условиях ленточных боров и способствовало недопущению крупных пожаров, а также развития низовых лесных пожаров в верховые.

Ключевые слова: Алтайский край, ленточные боры, сосняки, лесной пожар, обнаружение, тушение, противопожарная техника.

THE SPECIFICS OF EXTINGUISHING FOREST FIRES IN PINE FORESTS

Research article

Panin I.A.[1, *], Sekerin I.M.[2], Usov M.V.[3], Osipenko A.E.[4]
[1] ORCID: 0000-0002-7798-3442;
[2] ORCID: 0000-0003-3493-4322;
[3] ORCID: 0000-0002-4821-0359;
[4] ORCID: 0000-0002-6148-1747;
[1, 2, 3, 4] Ural State Forestry Engineering University, Yekaterinburg, Russia

* Corresponding author (IgorPanin1993[at]yandex.ru)

Abstract

The article analyzes the specificity of the natural fire danger in the belt forests of Altai Krai. The study highlights their high occurrence and the need to improve forest protection. A specific feature of the high frequency of fire occurrence in the Altai Krai ribbon forests is the high proportion of forest fires caused by lightning during dry thunderstorms. For example, in 2021, out of total 361 forest fires, 196 were caused by lightning.

Based on the analysis of the experience in the elimination of forest fires and the result of the original research of the authors, it is concluded that the key to success in protecting forests from fires is the speed of detection and elimination of fires.

The presence of thick forest litter, the destruction of which is restrained by a lack of moisture, as well as coniferous undergrowth in combination with high air temperatures, lack of precipitation and dry winds all contribute to the rapid spread of forest fires. With the fast detection of forest fires, rapid response teams have proven themselves well, which, on a small patrol complex created on the basis of UAZ-469, quickly arrive at the fire site and begin extinguishing it. Then a fire lorry and a tractor with a PKL-70 plow arrive at the place of the fire, containing the forest fire.

The use of this technique has shown its high efficiency in the elimination of forest fires in the conditions of belt forests and contributed to the prevention of large fires, as well as the development of ground forest fires in the crown fires.

Keywords: Altai Krai, ribbon forests, pine forests, forest fire, detection, extinguishing, firefighting equipment.

Введение

Наблюдающиеся изменения климата резко увеличили количество природных пожаров и пройденную ими площадь, что обусловило необходимость повышения внимания к охране лесов [1], [2]. Известно [3], [4], [5], что лесные пожары оказывают негативное воздействие на все компоненты насаждения. Однако особо следует отметить, что нередко лесные пожары уничтожают объекты экономики, жилые и производственные здания, создают реальную угрозу здоровью и жизни людей [6], [7].

В целях минимизации негативных послепожарных последствий природных, в том числе лесных [8] пожаров, проводятся мероприятия, направленные на повышение пожароустойчивости древостоев [9], [10], уточнению шкал распространения участков лесного фонда по классам природной пожарной опасности [11] и лесопожарного

районирования [12], [13]. Особое внимание уделяется противопожарному устройству [14], [15] и совершенствованию способов тушения лесных пожаров [16], [17].

К сожалению, из-за существенных различий в горимости лесов? системы мероприятий по борьбе с лесными пожарами существенно различаются. В результате противопожарная техника и способы тушения лесных пожаров, хорошо зарекомендовавшие себя в конкретном регионе, могут не дать ожидаемого эффекта в другом регионе.

Цель, методика, объекты исследования и природные условия района

Целью наших исследований являлась разработка предложений по совершенствованию охраны лесов от пожаров в ленточных борах Алтайского края.

При проведении работ использовались широко известные в лесоводстве и лесной пирологии методики [18], [19]. Особое внимание уделялось оперативности обнаружения и тушения лесных пожаров и распределению их по причинам возникновения.

Анализ эффективности ликвидации лесных пожаров производился на базе характеристики природных условий и лесного фонда района исследований.

Алтайский край площадью 168 тыс. км^2 расположен на юго-востоке Западной Сибири. Он граничит на севере с Новосибирской, на востоке – с Кемеровской областями, на юго-востоке – с Республикой Алтай, а на юго-западе и западе – с Республикой Казахстан.

Климат в Алтайском крае резко континентальный с суровой зимой и коротким жарким летом. Годовая амплитуда температуры воздуха достигает 90-95 ^{0}С. Зимой продолжительность метелей достигает 30-50 дней. Из-за сильных ветров, сдувающих снег, почва нередко промерзает на глубину 2-2,5 м. Летом часты суховеи и сухие грозы, способствующие возникновению и распространению лесных пожаров.

Площадь лесного фонда края составляет 3765 тыс. га. В покрытой лесной растительностью площади преобладают мягколиственные насаждения – 2091 тыс. га (55,5 %). На долю хвойных лесов приходится 1547 тыс. га (41,0 %), а насаждения других пород и кустарниковые заросли занимают 127 тыс. га (3,5 %).

Высокая доля сосновых насаждений с мощной, медленно разлагающейся из-за недостатка влаги, лесной подстилкой [20] обуславливают высокую потенциальную пожарную опасность. Возникновению и развитию лесных пожаров способствуют также высокие летние температуры воздуха, недостаток осадков и суховеи.

Результаты исследований и их обсуждение

Высокая потенциальная горимость лесов обусловила повышенное внимание к их охране. Поскольку очень важно оперативно обнаруживать лесные пожары на начальной стадии их возникновения [21], в 2021 г. вся территория края была охвачена космическим мониторингом. Кроме того, 39 % лесного фонда было охвачено авиапатрулированием, а 61 % отнесен к территории наземного обнаружения лесных пожаров.

Согласно сводного плана тушения лесных пожаров в случае возникновения чрезвычайной ситуации по их причине для ликвидации планируется привлечь 282 пожарных автомобиля, 55 малых лесопожарных комплексов, 177 тракторов, 16 бульдозеров, 23 грузовых машины, 4 вездехода, 127 легковых автомобилей и другую противопожарную технику различных модификаций. К тушению лесных пожаров, согласно указанного пана, может быть привлечено 1322 человека.

Наибольшую ценность и пожарную опасность представляют алтайские ленточные и приобские боры. Наиболее высокой горимостью характеризовался 1997 г., когда пройденная огнем площадь составила 135953 га. После принятия Лесного кодекса 2006 г. основная часть ленточных и приобских боров перешла в длительную аренду для заготовки древесины, что позволило помимо средств федерального бюджета привлекать на охрану лесов от пожаров средства арендаторов лесного фонда. Так, в частности, только холдинг «Алтайлес» ежегодно выделяет на охрану лесов от пожаров около 150 млн руб. Как результат недопущение крупных лесных пожаров. За период с 2006 г. лишь в 2010 г. лесной пожар охватил площадь 45308 га. Особо следует отметить, что указанный пожар пришел с территории Республики Казахстан, что не позволило ликвидировать его на начальной стадии.

Спецификой ленточных боров Алтайского края является большое количество лесных пожаров от молний в период прохода сухих гроз. Так, в 2021 г. при общем количестве зафиксированных лесных пожаров 361 от молний возникло 196 пожаров (54,3 %). При этом если в прежние годы пожары от молний фиксировались преимущественно на юге края, то в последние годы они начинаются значительно раньше и по всей территории края.

Специфика причин лесных пожаров и их развития предопределила основные направления совершенствования охраны лесов. Прежде всего, это создание эффективного противопожарного устройства, включающего создание противопожарных водоемов и обустройство мостов и дорог для оперативного прибытия техники к месту возможного пожара. Вся территория ленточных боров охвачена мониторингом, что позволяет обнаруживать пожар на минимальной площади. Организованная диспетчерская служба принимает звонки от населения об обнаруженных лесных пожарах, что на ряду с стационарной службой обнаружения и маршрутным патрулированием также способствует раннему обнаружению лесных пожаров.

В зимний период проводится обучение рабочих, занятых на лесозаготовках, правилами тушения лесных пожаров, что позволяет привлекать их к тушению потенциальных пожаров непосредственно после его обнаружения. Кроме того, создаются пункты сосредоточения пожарного инвентаря для обеспечения лиц, привлекаемых к тушению лесных пожаров средствами тушения.

Особенно эффективно использование на тушении лесных пожаров мобильного патрульного комплекса на базе военного УАЗ-469 (рис.). Указанные машины переоборудованы под пожарные и оснащены емкостью для воды объемом 350 л и установкой высокого давления, которая может работать как в режиме струи, так и распыления воды или раствора. Наличие мотопомпы, позволяющей тушить пожары при наличии практически любого водного источника.

Главными преимуществами мобильного патрульного комплекса на базе военного УАЗ-469 является высокая проходимость, маневренность и надежность.

Рис. 1 – Малый патрульный комплекс на базе военного УАЗ-469

Задачи указанного комплекса в максимально короткие сроки доставить пожарных к месту обнаруженного пожара и приступить к тушению. Комплекс работает в связке с автомобилем АРС и трактором, оснащенным плугом ПКЛ-70. Задача группы состоит в недопущении распространения возникшего пожара и развития его в верховой. Аналогичная тактика показала хорошие результаты в ленточных борах Прииртышья [17], а в настоящее время адаптирована для ленточных боров Алтая.

Выводы

1. Несмотря на высокую потенциальную горимость сосновых лесов Алтайского края, в последние годы удается минимизировать показатели фактической горимости лесов и не допустить катастрофических пожаров.
2. Важную роль в борьбе с лесными пожарами играют арендаторы лесного фонда, заготовляющие древесину.
3. В целях минимизации послепожарного ущерба создана эффективная система мониторинга лесных пожаров и противопожарного устройства территории.
4. Особенно эффективно использование на тушении лесных пожаров малого патрульного комплекса на базе военного УАЗ-469.
5. Оснащенный емкостью с водой размером 350 л, установкой высокого давления и мотопомпой, не считая ручных средств пожаротушения, малый патрульный комплекс обеспечивает благодаря высокой проходимости и маневренности оперативное прибытие пожарных для тушения пожара.
6. Малый патрульный комплекс работает в группе с АРС и трактором с плугом ПКЛ-70, что обеспечивает оперативную локализацию, а затем и ликвидацию пожара.
7. Учитывая большое количество лесных пожаров от сухих гроз, точнее от молний, следует устанавливать грозопеленгаторы, что повысит эффективность оперативного обнаружения лесных пожаров.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Залесов С.В. Обнаружение и тушение лесных пожаров / С.В. Залесов, М.П. Миронов. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2004. 138 с.
2. Архипов Е.В. Динамика лесных пожаров в Республике Казахстан и их экологические последствия / Е.В. Архипов, С.В. Залесов // Аграрный вестник Урала. - 2017. - № 4 (158). - С.10-15.
3. Шубин Д.А. Влияние пожаров на компоненты лесного биогеоценоза в Верхне-Обском боровом массиве / Д.А. Шубин, А.А. Малиновских, С.В. Залесов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2013. - № 6 (44). - С. 205-208.
4. Шубин Д.А. Послепожарный отпад деревьев в сосновых насаждениях Приобского водоохранного сосново-березового лесохозяйственного района Алтайского края / Д.А. Шубин, С.В. Залесов // Аграрный вестник Урала. - 2013. - № 5 (111). С. 39-41.

5. Шубин Д.А. Последствия лесных пожаров в сосняках Приобского водоохранного сосново-березового лесохозяйственного района Алтайского края / Д.А. Шубин, С.В. Залесов. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т. - 2016. - 127 с.

6. Кректунов А.А. Охрана населенных пунктов от природных пожаров / А.А. Кректунов, С.В. Залесов. Екатеринбург: Урал. ин-т ГПС МЧС России, 2017. - 162 с.

7. Залесов С.В. Защита населенных пунктов от природных пожаров / С.В. Залесов, Г.А. Годовалов, А.А. Кректунов, и др. // Аграрный вестник Урала. - 2013. - № 2 (108). - С. 34-36.

8. Залесов С.В. Лесная пирология. Термины, понятия, определения / С.В. Залесов, Е.С. Залесова. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т. - 2014. - 54 с.

9. Данчева А.В. Влияние рубок ухода на биологическую и пожарную устойчивость сосновых древостоев / А.В. Данчева, С.В. Залесов // Аграрный вестник Урала. - 2016. - № 3 (145). С. 56-61.

10. Залесов С.В. Лесоводственная эффективность рубок ухода в сосняках Казахского мелкосопочника / С.В. Залесов, А.В. Данчева, А.В. Эбель и др. // ИВУЗ «Лесной журнал». - 2016. - № 3. С. 21-30.

11. Залесов С.В. Уточненная шкала распределения участков лесного фонда по классам природной пожарной опасности / С.В. Залесов, Г.А. Годовалов, Е.Ю. Платонов // Аграрный вестник Урала. - 2013. - № 10 (116). - С. 45-49.

12. Ольховка И.Э. Лесопожарное районирование лесов Курганской области и рекомендации по их противопожарному обустройству / И.Э. Ольховка, С.В. Залесов // Современные проблемы науки и образования. - 2013. - № 5.

13. Залесов С.В. Анализ горимости лесов Свердловской области по лесопожарным районам / С.В. Залесов, С.В. Торопов // Аграрный вестник Урала. - 2009. - № 2 (56). - С. 77-79.

14. Залесов С.В. Организация противопожарного устройства насаждений, формирующихся на бывших сельскохозяйственных угодьях / С.В. Залесов, А.Г. Магасумова, Н.Н. Новоселова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2010. - № 4 (66). - С. 60-63.

15. Залесов С.В. Рекомендации по совершенствованию охраны лесов от пожаров в ленточных борах Прииртышья / С.В. Залесов, Е.С. Залесова, А.С. Оплетаев. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т. - 2014. - 67 с.

16. Залесов С.В. Система пожаротушения NATISK для остановки и локализации лесных пожаров / С.В. Залесов, Г.А. Годовалов, А.А. Кректунов // Современные проблемы науки и образования. - 2014. - № 3.

17. Марченко В.П. Горимость ленточных боров Прииртышья и пути ее минимизации на примере ГУ ГЛПР «Ертыс орманы» / В.П. Марченко, С.В. Залесов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2013. - № 10 (108). - С. 55-59.

18. ОСТ 56-69-83 Площади пробные лесоустроительные. Методы закладки. М.: Экология. – 1992. – 17 с.

19. Бунькова Н.П. Основы фитомониторинга / Н.П. Бунькова, С.В. Залесов, Е.С. Залесова, А.Г. Магасумова, Р.А. Осипенко. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т. – 2020. – 90 с.

20. Залесов С.В. Запасы напочвенных горючих материалов в искусственных сосняках Алтайского края / С.В. Залесов, А.Е. Осипенко, Д.А. Шубин // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. - 2016. - № 2 (43). - С. 73-79.

21. Кректунов А.А. Анализ данных обнаружения лесных пожаров на территории Свердловской области / А.А. Кректунов, А.А. Корнилов, С.В. Залесов и др. // Техносферная безопасность. - 2020. - № 3 (28). - С. 142-149.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Zalesov S.V. Obnaruzheniye i tusheniye lesnykh pozharov [Detection and suppression of forest fires] / S.V. Zalesov, M.P. Mironov. – Yekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t. - 2004. - 138 p. [in Russian]

2. Arkhipov YE.V. Dinamika lesnykh pozharov v Respublike Kazakhstan i ikh ekologicheskiye posledstviya [Dynamics of forest fires in the Republic of Kazakhstan and their environmental consequences] / YE.V. Arkhipov, S.V. Zalesov // Agrarnyy vestnik Urala. - 2017. - № 4 (158). - P.10-15. [in Russian]

3. Shubin D.A. Vliyaniye pozharov na komponenty lesnogo biogeotse-noza v Verkhne-Obskom borovom massive [The effect of fires on the components of the forest biogeocenosis in the Verkhne-Obsk pine forest massif] / D.A. Shubin, A.A. Malinovskikh, S.V. Zalesov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2013. - № 6 (44). - P. 205-208. [in Russian]

4. Shubin D.A. Poslepozharnyy otpad derev'yev v sosnovykh nasazhde-niyakh Priobskogo vodookhrannogo sosnovo-berezovogo lesokhozyaystvennogo rayona Altayskogo kraya [Post-fire mortality of trees in pine plantations of the Priobskoye water-protective pine-birch forestry region of the Altai Territory] / D.A. Shubin, S.V. Zalesov // Agrarnyy vestnik Urala. - 2013. - № 5 (111). - P. 39-41. [in Russian]

5. Shubin D.A. Posledstviya lesnykh pozharov v sosnyakakh Priobskogo vodookhrannogo sosnovo-berezovogo lesokhozyaystvennogo rayona Altaysko-go kraya [Consequences of forest fires in the pine forests of the Priobsky water protection pine-birch forestry region of the Altai Territory] / D.A. Shubin, S.V. Zalesov. Yekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t. - 2016. - 127 p. [in Russian]

6. Krektunov A.A. Okhrana naselennykh punktov ot prirodnykh pozharov [Protection of settlements from wildfires] / A.A. Krektunov, S.V. Zalesov. Yekaterinburg: Ural. in-t GPS MCHS Rossii. - 2017. - 162 p. [in Russian]

7. Zalesov S.V. Zashchita naselennykh punktov ot prirodnykh pozharov [Protection of settlements from wildfires] / S.V. Zalesov, G.A. Godovalov, A.A. Krektunov et al. // Agrarnyy vestnik Urala. - 2013. - № 2 (108). - P. 34-36. [in Russian]

8. Zalesov S.V. Lesnaya pirologiya. Terminy, ponyatiya, opredeleniya [Forest pyrology. Terms, concepts, definitions] / S.V. Zalesov, YE.S. Zalesova. Yekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t. - 2014. - 54 p. [in Russian]

9. Dancheva A.V. Vliyaniye rubok ukhoda na biologicheskuyu i pozharnuyu ustoychivost' sosnovykh drevostoyev [The influence of thinning on the biological and fire resistance of pine stands] / A.V. Dancheva, S.V. Zalesov // Agrar-nyy vestnik Urala. - 2016. - № 3 (145). - P. 56-61. [in Russian]

10. Zalesov S.V. Lesovodstvennaya effektivnost' rubok ukhoda v sos-nyakakh Kazakhskogo melkosopochnika [Silvicultural efficiency of thinning in the pine forests of the Kazakh chalk forest] / S.V. Zalesov, A.V. Dancheva, A.V. Ebel' et al. // IVUZ «Lesnoy zhurnaL». - 2016. - № 3. - P. 21-30. [in Russian]

11. Zalesov S.V. Utochnennaya shkala raspredeleniya uchastkov lesnogo fonda po klassam prirodnoy pozharnoy opasnosti [Refined scale of distribution of forest fund plots by natural fire hazard classes] / S.V. Zalesov, G.A. Godovalov, YE.YU. Platonov // Agrarnyy vestnik Urala. - 2013. - № 10 (116). - P. 45-49. [in Russian]

12. Ol'khovka I.E. Lesopozharnoye rayonirovaniye lesov Kurganskoy oblasti i rekomendatsii po ikh protivopozharnomu obustroystvu [Forest fire zoning of the forests of the Kurgan region and recommendations for their fire-prevention arrangement] / I.E. Ol'khovka, S.V. Zalesov // Sovremenn·yye problemy nauki i obrazovaniya. - 2013. - № 5. [in Russian]

13. Zalesov S.V. Analiz gorimosti lesov Sverdlovskoy oblasti po lesopozharnym rayonam [Analysis of forest fire in the Sverdlovsk region by forest fire areas] / S.V. Zalesov, S.V. Toropov // Agrarnyy vestnik Urala. - 2009. - № 2 (56). - P. 77-79. [in Russian]

14. Zalesov S.V. Organizatsiya protivopozharnogo ustroystva nasazh-deniy, formiruyushchikhsya na byvshikh sel'skokhozyaystvennykh ugod'yakh [Organization of fire-prevention equipment for plantations formed on former agricultural lands] / S.V. Zalesov, A.G. Magasumova, N.N. Novoselova // Vestnik Altayskogo gosu-darstvennogo agrarnogo universiteta. - 2010. - № 4 (66). - P. 60-63. [in Russian]

15. Zalesov S.V. Rekomendatsii po sovershenstvovaniyu okhrany lesov ot pozharov v lentochnykh borakh Priirtysh'ya [Recommendations for improving the protection of forests from fires in the belt-type forests of the Irtysh region] / S.V. Zalesov, YE.S. Zalesova, A.S. Opletayev. – Yekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2014. - 67 p. [in Russian]

16. Zalesov S.V. Sistema pozharotusheniya NATISK dlya ostanovki i lokalizatsii lesnykh pozharov [Fire extinguishing system NATISK for stopping and localizing forest fires] / S.V. Zalesov, G.A. Godovalov, A.A. Krek-tunov // Sovremenn·yye problemy nauki i obrazovaniya. - 2014. № 3. [in Russian]

17. Marchenko V.P. Goimost' lentochnykh borov Priirtysh'ya i puti yeye minimizatsii na primere GU GLPR «Ertys ormanY» [The fire rate of the Irtysh zone pine forests and the ways of its minimization on the example of GU GLPR "Ertys Ormans"] / V.P. Marchenko, S.V. Zalesov // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universi-teta. - 2013. - № 10 (108). - P. 55-59. [in Russian]

18. OST 56-69-83 Ploshchadi probnyye lesoustroitel′nyye. Metody zakladki. M.: Ekologiya. – 1992. – 17 p. [in Russian]

19. Bun′kova N.P. Osnovy fitomonitoringa [Monitoring Basics] / N.P. Bun′kova, S.V. Zalesov, E.S. Zalesova, A.G. Magasumova, R.A. Osipenko. – Yekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t. – 2020. – 90 p. [in Russian]

20. Zalesov S.V. Zapasy napochvennykh goryuchikh materialov v iskus-stvennykh sosnyakakh Altayskogo kraya [Stocks of ground-based combustible materials in artificial pine forests of the Althai Territory] / S.V. Zalesov, A.E. Osipenko, D.A. Shubin // Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy aka-demii im. V.R. Filippova. - 2016. - № 2 (43). - P. 73-79. [in Russian]

21. Krektunov A.A. Analiz dannykh obnaruzheniya lesnykh pozharov na territorii Sverdlovskoy oblasti [Analysis of forest fire detection data on the territory of the Sverdlovsk region] / A.A. Krektunov, A.A. Kornilov, S.V. Zalesov et al. // Tekhnosfernaya bezopasnost'. - 2020. - № 3 (28). - P. 142-149. [in Russian]

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.032

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВИНОГРАДНОЙ УЛИТКИ (*HELIX POMATIA* L.) В УСЛОВИЯХ РЫБОВОДНЫХ ПРУДОВЫХ ХОЗЯЙСТВ

Научная статья

Розумная Л.А.[1, *], Желанкин Р.В.[2]
[1] ORCID: 0000-0002-7638-1490;
[2] ORCID: 0000-0001-9865-3744;
[1, 2] Всероссийский научно-исследовательский институт интегрированного рыбоводства – филиал Федерального исследовательского центра животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, им. Воровского, Россия

* Корреспондирующий автор (rozumnaya65[at]mail.ru)

Аннотация

В статье рассматривается возможность выращивания и разведения виноградной улитки на дамбах рыбоводных прудов на примере опытно-экспериментальной базы ВНИИР. Нагул улитки осуществлялся на открытых огороженных территориях – вольере и садке, при плотности посадки 16 шт./м^2 и 50 шт./м^2, соответственно. Установлено, что ключевыми факторами внешней среды, влияющими на жизнедеятельность улитки, являются температура, влажность и кормообеспеченность. Для оценки условий нагула улитки на дамбах рыбоводных прудов подбирались оптимальные параметры и режимы (влажность, освещенность), а также пищевой рацион. В кормлении улиток использовались как дикорастущие растения, так и огородные культуры, высаженные на дамбе. В качестве дополнительного питания использовалась овощная подкормка. Во время нагула виноградные улитки наиболее активно питались при температуре воздуха 25°С. При снижении температуры до 20,4°С, при высокой (96%) влажности воздуха поедаемость корма немного снизилась. Показано, что виноградная улитка может быть успешно интегрирована в технологию рыбоводных прудовых хозяйств, но необходимо использовать некоторые технологические приемы для создания оптимальных условий ее для размножения, нагула и зимовки.

Ключевые слова: виноградная улитка, дамбы рыбоводных прудов, поедаемость корма, факторы окружающей среды, параметры нагула.

THE INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON THE VITAL ACTIVITY OF *HELIX POMATIA* L. IN POND FISH FARMS

Research article

Rozumnaya L.A.[1, *], Zhelankin R.V.[2]
[1] ORCID: 0000-0002-7638-1490;
[2] ORCID: 0000-0001-9865-3744;
[1, 2] All-Russian Research Institute of Integrated Fish Farming, branch of the L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Imeni Vorovskogo, Russia

* Corresponding author (rozumnaya65[at]mail.ru)

Abstract

The article examines the possibility of growing and breeding of the Roman snail on the dams of fish ponds in the experimental base of All-Russian Research Institute of Integrated Fish Farming. Snail feeding was carried out in open fenced areas - an aviary and a cage, with a planting density of 16 pcs./ m^2 and 50 pcs./m^2, respectively. The study establishes that the key environmental factors affecting the vital activity of the snail are temperature, humidity, and forage availability. To assess the conditions of snail feeding on the dams of fish ponds, the study selects optimal parameters, and modes (humidity, illumination), as well as the diet, which included both wild plants and garden crops planted on the dam. Vegetable feed was used as additional source of nutrition. During feeding, the snails were most actively fed at an air temperature of 25 ° C. With a decrease in temperature to 20.4 ° C, with high (96%) humidity, the feed consumption decreased slightly. It is shown that the Roman snail can be successfully integrated into the technology of pond fish farms, but it is necessary to use certain technological techniques to create optimal conditions for its reproduction, feeding, and wintering.

Keywords: Helix pomatia, dams of fish ponds, feed consumption, environmental factors, feeding parameters.

Виноградная улитка *(Helix pomatia L.)* распространена в юго-восточной и центральной Европе. В России этот моллюск является интродуцированным видом, его современный ареал охватывает большинство регионов центральной части Европейской России от Санкт-Петербурга на севере до Воронежа и Белгорода на юге [18]. Виноградная улитка занимает второе место по популярности для разведения на улиточных фермах. Эксперты считают, что она обладает превосходным вкусом и большим размером по сравнению с другими видами улиток [24]. Helix pomatia также известна как «римская улитка», кроме того, ее называют «бургундской улиткой», «эскарго» и «съедобной улиткой». Сбор виноградной улитки в «дикой природе» запрещен в странах Европы, поскольку популяции Helix pomatia находятся под угрозой.

Во Франции ежегодное потребление улиток (в том числе виноградной) оценивается в 40 тыс. тонн [17], [20] в Италии - 38 тонн, Испании - примерно 16 тыс. тонн, при этом наблюдается явная тенденция к его росту [23].

Спрос в европейских странах на мясо улиток превышает предложение, 60-80% внутреннего потребления покрывается за счет импорта улиток из стран Восточной Европы. Промысловый сбор для экспорта виноградной улитки в этих странах может привести к деградации природных популяций и резкому снижению численности этого вида [11]. Создание ферм для искусственного разведения улиток позволит снизить пресс на природные популяции и увеличить экспорт. В настоящее время гелицекультура (разведение съедобных улиток) быстрыми темпами развивается в Латвии,

Литве, Польше, Украине [19]. В России также имеется опыт выращивания виноградной улитки на территории Калининградской [2], Московской областей [7], в Краснодарском крае и в условиях Западной Сибири [5].

Технологии выращивания виноградной улитки достаточно хорошо разработаны, но они направлены на специализированные улиточные фермы. Однако виноградная улитка может рассматриваться как объект интегрированных технологий в рыбоводстве, и вполне соизмерима с традиционными объектами интеграции: утками, гусями, овцами, нутриями. [4]. Условия дамб рыбоводных прудов соответствуют эколого-биологическим особенностям этого вида моллюска. В естественных условиях виноградная улитка предпочитает влажные и затененные места, часто вблизи водоемов. Близость воды в рыбоводных хозяйствах создает необходимую влажность для улитки. Питается виноградная улитка, несмотря на свое название, травянистыми растениями и опадом. Растения, растущие на дамбах прудов (одуванчик, клевер, лопух, крапива двудомная), от которых принято избавляться в рыбоводных хозяйствах, могут стать основной пищей виноградной улитки при ее выращивании.

В литературе описан опыт выращивания виноградной улитки на ложе выведенных на летование рыбоводных прудов в Белоруссии. В качестве зеленых культур использовались яровой рапс и красный клевер. Показано, что данная технология выращивания улитки позволяет эксплуатировать рыбоводные площади более эффективно и экономически приближается к показателям целевого использования этих площадей в условиях II-III зон рыбоводства [9].

Цель: рассмотреть возможность адаптации виноградной улитки к условиям дамб рыбоводных прудов и изучить ее активность, потребление кормов и выживаемость.

Материалы и принципы исследований

Объектом исследования являлась виноградная улитка *Helixpomatia L.* Для оценки возможностей выращивания виноградной улитки на дамбах рыбоводных прудов было создано опытное стадо, которое содержалось в вольере площадью 16 м^2 и в садке площадью 1,19 м^2, расположенных на территории опытно-экспериментальной базы ВНИИР. При выращивании улитки в вольере плотность посадки составила –16 шт. / м^2, в садке –50 шт./ м^2. Для выращивания в вольере и садке отбирали улиток из местной популяции внешне здоровых с неповрежденной раковиной. Размерные категории улиток в вольере составили: до 10 г –16,7 %; 10 – 15 г –20 %; 15 – 20 г – 36,7 %; 20 – 30 г –26,6 %. При этом в садке содержались только трехлетние особи средней массой 17,5 г, из которых в дальнейшем планируется создать маточное стадо.

Возраст определялся по годовым полосам нарастания на раковине [12].

Массу моллюсков определяли индивидуальным взвешиванием на электронных весах PocketScaleMH 500g / 0.1g.

Нагул улитки осуществлялся с конца июля до начала сентября. На основании литературных данных [11], [13] и собственных исследований были подобраны наиболее подходящие для культивирования на дамбах прудов виды растений (лопух, салат, кабачок). В качестве дополнительного питания использовалась овощная подкормка: нарезанные плоды кабачка, огурца и корнеплоды моркови.

Кормление проводилось каждые 2 – 3 дня, велся учет поедаемости выдаваемого корма. Наряду с подбором рациона осуществлялся поиск оптимальных параметров освещенности и влажности для опытного стада улитки.

Влажность, температура и pH почвы определялись с помощью измерителя параметров почвы FLO 89000.Освещенность определялась с помощью люксметра Ю-116.

Основные результаты и обсуждение

Прежде чем рассматривать виноградную улитку как объект интеграции необходимо изучить ее эколого-биологические особенности в планируемом регионе выращивания. Исследования показывают, что активность улитки зависит как от условий окружающей среды, так и от состояния ее организма. Даже при благоприятных погодных условиях (т.е. после дождя, при температуре 11°С-19°С) около 50-80% популяции улиток пассивны и остаются зарывшимися в земле [16].

В средней полосе России виноградная улитка активна, как правило, с конца апреля по сентябрь и размножается в мае-июне [2], [6], [11]. Период активности виноградной улитки совпадает с периодом года, когда температура приземного слоя воздуха и поверхности почвы не опускается ниже 10°С. Как показывают исследования Румянцевой (2006), сроки начала активности и ухода на зимовку *Helix pomatia* хорошо согласуются со средними датами последних весенних и первых осенних заморозков, длительность периода активности - с продолжительностью безморозного периода [11]. В Московском регионе в 2021 году выход улитки из зимней спячки и активный период начались позже обычного в связи с низкими температурами воздуха и состоянием почвы. До середины мая среднесуточная температура воздуха не превышала 8,5°С, температура поверхности почвы составляла 1-3°С. До 28 апреля участки, где были расположены места зимовки улитки, частично были покрыты слежавшимся снегом.

Известно, что у мезофильных видов моллюсков, к которым относится *H. pomatia*, увеличение размеров тела свидетельствует о более благоприятных значениях характера увлажнения, температуры и кормообеспеченности [6].

Поэтому в гелицекультуре ключевыми факторами являются влажность и температура. Практика разведения виноградной улитки на фермах показывает, что она более активно потребляет пищу и быстрее растет при благоприятных условиях окружающей среды. Идеальная температура для роста *Helixpomatia* колеблется от 15°С до 25°С. Считается, что в этом диапазоне температур улитки наиболее активны - происходит их размножение, развитие, интенсивное питание. Ниже 15°С активность снижается, а при понижении до 10° С моллюски уходят на зимовку [14], [15].

Высокая влажность необходима виноградной улитке для образования слизи. Улитки легче передвигаются, когда трава и почва влажные. В сухую погоду в естественной среде обитания этот моллюск прячется под камнями, в тени растений или в сыром мху, при недостатке влаги улитка становится вялой, бездеятельной, впадает в оцепенение и выходит из спячки только после выпадения дождей [3].

Поэтому важно, чтобы растения в вольере и сами улитки оставались влажными. При повышении температуры выше оптимума и отсутствии осадков влажность воздуха и почвы на территории нагула виноградной улитки поддерживалась

с помощью дождевания водой из рыбоводных прудов и специальной поилки с тряпочным шнуром, установленной в садке.

Не менее важными факторами, влияющими на жизнедеятельность виноградной улитки, являются: состояние и качество почвы, освещенность и плотность посадки.

Рекомендуется, чтобы pH почвы на месте содержания улиток была 6,5 - 7,5, так как очень кислая почва непригодна для жизнедеятельности улиток. При этом содержание кальция в почве должно составлять около 3 – 4%, структура почвы - от средней до легкой и рыхлой. Глинистая почва непригодна для откладки яиц и зимовки, так как обычно она слишком твердая, чтобы улитки могли зарыться в нее, в такой почве может застаиваться вода, что также отрицательно сказывается на состоянии улиток [14], [15], [22], [24].

Некоторые участки почвы опытного участка, расположенного на дамбе рыбоводного пруда, торфяные и имеют pH<6,5. Такие почвы рекомендуется обогащать минеральными компонентами (мел, известняк), так как наличие карбоната кальция в почве играет важную роль в увеличении объема раковины и влияет на рост улитки [4]. В нашем исследовании в качестве кальциевой подкормки использовали измельченную яичную скорлупу (рис.1).

Рис. 1 – Кальциевая подкормка для виноградной улитки

Виноградная улитка избегает прямых солнечных лучей, наиболее активна в темное время суток. Освещенность в период наблюдений составляла: в садке – на солнечной стороне 17000 ЛК, на теневой стороне, где концентрировалась основная масса моллюсков - 4000 ЛК. Для создания более благоприятных условий освещенности на опытном участке использовалась система навесов и укрытий в виде деревянных щитов (рис.2).

Рис. 2 – Система навесов и укрытий в вольере

Важным фактором, влияющим на физиологическое состояние улитки и ее вес, является пищевой рацион. При подборе рациона виноградной улитки в условиях рыбоводных дамб учитывали предпочтения виноградной улитки и наличие этих растений на дамбах прудов. По данным некоторых исследователей, которые изучали пищевые предпочтения *H. pomatia* в природных условиях умеренного климата, виноградная улитка предпочитает использовать в пищу крапиву двудомную, сныть обыкновенную, золотарник поздний, малину обыкновенную, одуванчик лекарственный, ежевику сизую, клевер гибридный и ползучий, подорожник большой и ланцетолистный, лопух [1], [11].

На дамбах рыбоводных прудов произрастает большая часть этих растений, кроме того, дополнительно были высажены огородные культуры: кабачок и салат. Результаты исследований Ткаченко и Дедкова (2018) показывают, что в условиях искусственного разведения включение в рацион виноградной улитки овощей снижает степень воздействия высокой температуры и низкой влажности за счет их большого влагосодержания [13], поэтому в качестве дополнительного питания использовалась овощная подкормка: нарезанные плоды кабачка, огурца и корнеплоды моркови.

Наиболее активно питались виноградные улитки при температуре 25°С, влажности воздуха - 40% (рис.3). Влажность почвы при этом составляла более 75% благодаря искусственному увлажнению. При влажности воздуха 94% и снижении температуры до 20,4°С поедаемость корма оставалась относительно высокой (80%).

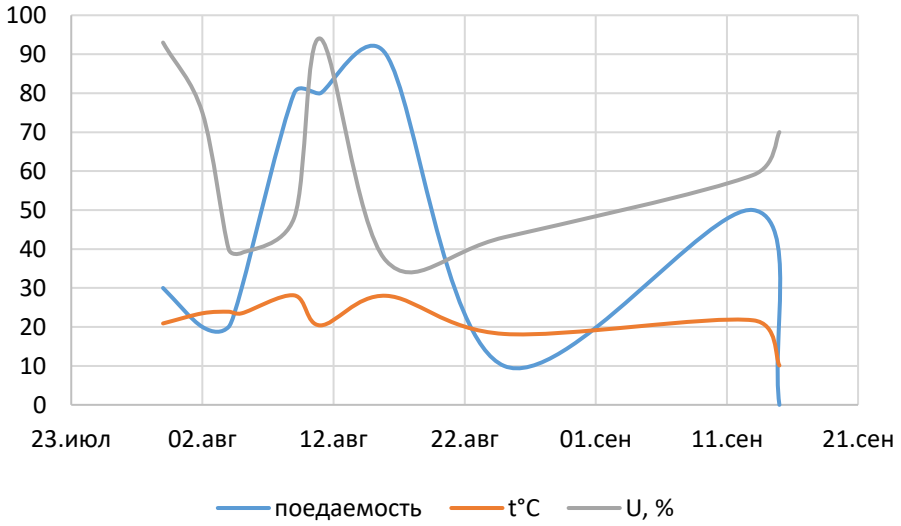


Рис. 3 – Зависимость поедаемости корма виноградной улиткой от температуры и влажности воздуха

При наступлении температур воздуха 11-12°С активность улитки значительно снизилась, при дальнейшем снижении температуры моллюски впали в спячку (рис.4 а, б). В естественных условиях виноградные улитки закапываются в почву, где образуют зимовальную камеру. Как на время неблагоприятных условий, так и во время зимовки, устье раковины закрывается эпифрагмой (рис.4б), снижается жизнедеятельность и метаболизм, ритм дыхания и потребление кислорода, прекращается рост моллюсков [14].

Ключевым фактором подготовки виноградной улитки к зимовке служит, по-видимому, снижение температуры ниже 10°С. Как отмечают некоторые авторы [6], [8], [11], [21] чаще всего уход улитки на зимовку заканчивается до листопада, во время которого моллюск дополнительно защищается от морозов опадом, а затем и снегом.

а *б*

Рис. 4 –Улитка в зимней спячке:
а – зимовальная камера виноградной улитки; *б* – эпифрагма

Температура почвы опытного участка на глубине закапывания улитки составила 8°С.

Виноградные улитки в условиях умеренного климата остаются в спячке до 6 месяцев [11]. Как показывают исследования, выход виноградной улитки с зимовки в природных условиях небольшой и зависит от зимних температур и количества снега [2], [10]. Для проведения зимовки можно использовать переносные тепличные укрытия или использовать зимовальные комплексы. Для поиска оптимальных условий зимовки виноградной улитки в условиях рыбоводных хозяйств ее зимовка будет проводится на территории нагула.

Средний прирост массы виноградной улитки за период (40 дней) нагула составил 3,1 г, суточный прирост 0,08 г в день. Относительная скорость роста составила 0,45%. Отход при выращивании улиток на дамбах прудов составил 5 %.

Заключение

В Московском регионе в 2021 году выход виноградной улитки из зимней спячки и активный период, начался позже обычного в связи с низкими температурами воздуха и состоянием почвы. Нагул улитки на дамбах рыбоводных прудов осуществлялся с конца июля до начала сентября в вольере и садке. При повышении температуры выше оптимума и отсутствии осадков влажность воздуха и почвы на территории нагула виноградной улитки поддерживалась с помощью дождевания водой из рыбоводных прудов и специальной поилки с тряпочным шнуром, установленной в садке. Для восполнения недостатка карбоната кальция в почве использовалась кальциевая подкормка. Основная масса моллюсков концентрировалась на теневой стороне садка при естественной освещенности 4000 лк. Для создания более благоприятных условий освещенности на опытном участке использовалась система навесов и укрытий в виде деревянных щитов. Наиболее активное питание виноградных улиток наблюдалось при температуре 25°С, при этом влажность почвы составляла 75% благодаря искусственному увлажнению. При высокой относительной влажности воздуха (96%) и температуре 20,4°С поедаемость снижалась незначительно – до 80%, что может свидетельствовать о широкой вариабельности условий для нагула улитки. Средний прирост массы виноградной улитки за период (40 дней) нагула составил 3,1 г, суточный прирост 0,08 г в день. Относительная скорость роста составила 0,45%. Отход при выращивании улиток на дамбах прудов составил 5 %.

Таким образом, виноградная улитка может быть успешно интегрирована в технологию рыбоводных прудовых хозяйств. Однако в условиях второй рыбоводной зоны существует определенный риск из-за большой зависимости от состояния окружающей среды. Изучение адаптационных свойств виноградной улитки как объекта интеграции в прудовые рыбоводные хозяйства показало, что необходимо использовать некоторые технологические приемы для создания оптимальных условий для ее размножения, нагула и зимовки.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Артемчук О.Ю. Популяционная структура адвентивного вида Helixpomatia L. в условиях юго-восточной части ареала: дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08 / Артемчук О.Ю. - Белгород, 2018.- 180 с.
2. Дедков В. П. Новая технология культивирования виноградной улитки Helixpomatia L. в условиях Калининградской области / В. П. Дедков, Е. Г. Румянцева // Вестник РГУ им. И. Канта. – 2008. –№ 7. – С. 88–95.
3. Корпачев В.В. Целебная Фауна / В.В. Корпачев. – М.: Наука, 1989. – 19 с.
4. Корягина Н. Ю. Оценка виноградной улитки (Helixpomatia) — нового объекта интегрированных рыбоводных технологий по критериям отличимости, однородности и стабильности / Н. Ю. Корягина, А. Б. Петрушин // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2017. – №11. – С.47-52.
5. Краснопёров А.Г. Перспективы промышленного разведения некоторых сухопутных моллюсков в условиях Западной Сибири / А.Г. Краснопёров //Зоокультура и биологические ресурсы. Материалы научно-практической конференции. - М.: Тов-во научных изданий КМК, 2005. – С.. 110 - 113
6. Лобачев Е. А. Виноградная улитка HelixpomatiaL. – новый ненативный вид в Мордовии / Е. А. Лобачев, Е. В. Лобачева, Е. С. Петрова и др. // Вестник Мордовского университета. – 2015.–Т.5. №2.– С.139-151.
7. Макеева Ю. Производители улиток получат господдержку / Ю. Макеева // Ветеринария и жизнь. - 27 декабря, 2019. – [Электронный ресурс] URL: https://vetandlife.ru/sobytiya/proizvoditeli-ulitok-poluchat-gospodderzh/ (дата обращения:23.09.2021)
8. Мержвинский, Л.М. Биологическое разнообразие Белорусского Поозерья / Л.М. Мержвинский. - Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2011 - 413 с.
9. Пантелей С. Н. Опыт выращивания моллюсков HelixpomatiaL. с использованием площади временно выведенного из эксплуатации рыбоводного пруда / С.Н. Пантелей // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. -2009.-№ 25.-С. 136-139.
10. Пронина Г.И. Новая интеграция в аквакультуре: «Рыба – растения - виноградная улитка» / Г.И.Пронина, Н.Ю.Корягина, А.Б. Петрушин // Интегрированные технологии аквакультуры в фермерских хозяйствах хозяйствах: материалы междунар. науч.-практконф.–М.: Издательство «Перо», 2016.- с. 120-129 .
11. Румянцева Е.Г. Эколого-биологические особенности и пути рационального использования виноградной улитки *Helixpomatia*L. в Калининградской области: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / Румянцева Е.Г. - Калининград, 2006. - 25 с.
12. Сверлова Н.В. Фауна, экология и внутривидовая изменчивость наземных моллюсков в урбанизированной среде /Н.В. Сверлова, Л.Н.Хлус, С.С. Крамаренко – Львов, 2006.- С. 8-10.
13. Ткаченко, И. А. Влияние рациона и параметров окружающей среды на вес улитки HelixPomatia (Linnaeus 1758) в условиях искусственного разведения / И. А. Ткаченко, В. П. Дедков, С. Н.Ткаченко // Вестник СВФУ.- 2018.- № 6 (68).-с.34-42

14. Begg, S. Farming edible snails - lessons from Italy / S. Begg. - Canberra: Rural Industries Research and Development Corporation, 2003 -14 p.

15. Begg, S. Free-range Snail Farming in Australia / S. Begg. - Canberra: Rural Industries Research and Development Corporation, 2006. - 50 p.

16. Bloszyk, J. Notes on the activity of the Roman snail (Helix pomatia L.) / J. Bloszyk, J. Kacprowicz, Z. Ksiqzkiewicz-Parulska, // Folia Malacologia.-2016.-Vol. 24.-No. 2.-pp. 103-106

17. Daguzan J. Snail rearing or heliciculture of Helix aspersa Müller / J. Daguzan // In Slugs and Snails in World Agriculture, British Crop Protection Council Monograph 41 (ed. Henderson I. F.), pp. 3–10. Thornton Heath, UK

18. Egorov R. Helix pomatia Linnaeus, 1758: The history of its introduction and recent distribution in European Russia / R. Egorov // MalacologicaBohemoslovaca (2015), 14: 91–101.

19. Ikauniece, D. Roman Snail's (Helix Pomatia) Meat Quality in Latvia / D. Ikauniece, A. Jemeljanovs, V. Strazdina // materials of 2nd International Conference on Nutrition and Food Sciences, IPCBEE, vol.53, IACSIT Press, Singapore, 2013, pp.50-54.

20. Kiebre-Toe M. B. Etude de la florebactérienneaérobie à Gram négatif de l'escargotd'élevage (Helix aspersa) / M. B. Kiebre- Toe, E. Borges, F. Maurin et al. // Revue de MédecineVétérinaire 154, 605–610

21. Nowakowska, A. Seasonal changes in cryoprotectants concentrations in *Helix pomatia* snails / A. Nowakowska, M. Caputa, J. Rogalska // Journal of physiology and pharmacology - 2006. - V.57, №8. - P.93-105.

22. Costantino A. Patologie in Thebapisana e Cornuaspersum in ambientenaturale e in allevamentointensivo: tesi di dottorato ...dottorato di ricerca in biologia xxx° ciclo / A. Costantino.- Napoli : Universitàdeglstudi di Napoli “Federico II”, 2017.- pag.89

23. Ministerio De Medio Ambiente Y Medio Rural Y Marino. Ganadería. Sector Helicícola. Indicadoreseconómicos. Retrieved 9 August 2008 [Electronic resource] – URL: https://clck.ru/YiqDe. (accessed:30.09.2021)

24. Αθανάσιος,Δ. Εκτροφησαλιγκαριων. Κλαδικημελετη 18 / Δ. Αθανάσιος, // Μοναδαοικονομικησαναλυσησκαιαγορων, 2012.-37σ

Список литературы на английском языке / ReferencesinEnglish

1. Artemchuk, O. Yu. Populyacionnaya struktura adventivnogo vida Helix pomatia L. v usloviya hyugo-vostochnoj chast iareala [Population structure of the adventive species Helix pomatia L. in the southeastern part of the range]:dis....of PhD in Biology: 03.02.08 / Artemchuk, O. Yu - Belgorod, 2018.- 180 p.. [in Russian]

2. Dedkov V. P. Novaya tekhnologiya kul'tivirovaniya vinogradnojulitki Helix pomatia L. v usloviyah Kaliningradskoj oblasti [New technology of cultivation of the grape snail Helix pomatia L. in the conditions of the Kaliningrad region] / V. P. Dedkov, E. G. Rumyanceva // Vestnik RGU im. I. Kanta [Bulletin of the RSU im. I. Kant] – 2008.- № 7.- P. 88–95. [in Russian]

3. Korpachev V.V. Celebnaya Fauna [Medicinal Fauna]. - Moscow:Nauka,, 1989. - 19 p. [in Russian]

4. Koryagina N. YU. Ocenka vinogradnoj ulitki (Helix pomatia) — novogo ob"ekta integrirovanny hrybovodnyh tekhnologij po kriteriyam otlichimosti, odnorodnosti i stabil'nosti [Evaluation of the grape snail (Helix pomatia) - a new object of integrated fish farming technologies according to the criteria of distinctness, uniformity and stability] / N. YU. Koryagina, A. B. Petrushin // Rybovodstvoirybnoehozyajstvo [Fish farming and fishery] - 2017.-№ 11.- P.47-52. [in Russian]

5. Krasnopyorov A.G. Perspektivy promyshlennogo razvedeniya nekotoryh suhoputnyh mollyuskov v usloviyah Zapadnoj Sibiri [Prospects for the industrial cultivation of some land mollusks in the conditions of Western Siberia / Zooculture and biological resources.] / A.G. Krasnopyorov // Zookul'tura I biologicheskie resursy. Materialynauchno-prakticheskoj konferencii [Zooculture and biological resources. Materials of the scientific and practical conference] - M.: Tov-vonauchnyhizdanij KMK, 2005. – P. 110 – 113

6. Lobachev E. A. Vinogradnaya ulitka Nelixpomatia l. – novyj nenativnyj vid v Mordovii [Grape snail Helix pomatia L. - a new non-native species in Mordovia] / E. A. Lobachev, E. V. Lobacheva, E. S. Petrova et al. // Vestnik Mordovskogo universiteta [Mordovian University Bulletin]. - 2015. - vol..5., № 2.- P. 39-151. [in Russian]

7. Makeeva YU. Proizvoditeli ulitok poluchat gospodderzhku [Snail producers will receive state support] / YUMakeeva // Veterinariya I zhizn', 27 dekabrya, 2019. [Veterinary and life] – [Electronic resource] URL: https://vetandlife.ru/sobytiya/proizvoditeli-ulitok-poluchat-gospodderzh/ (accessed: 23.09.2021) [in Russian]

8. Merzhvinskij L.M. Biologicheskoe raznoobrazie Belorusskogo Poozer'ya [Biological diversity of the Belarusian Lake District] / L.M. Merzhvinskij. - Vitebsk: UO «VGU im. P.M. Masherova», 2011 - 413 p.[in Russian]

9. Pantelej S. N. Opyt vyrashchivaniya mollyuskov Helix pomatia L. s ispol'zovaniem ploshchadi vremenno vyvedennogo iz ekspluatacii rybovodnogo pruda [Experience of growing mollusks Helix pomatia L. using the area of a temporarily decommissioned fish pond] / S. N.Pantelej // Voprosy rybnogohozyajstva Belarusi [Fisheries in Belarus] -2009.-№ 25. - P. 136-139. [in Russian]

10. Pronina G.I. Novaya integraciya v akvakul'ture: «Ryba – rasteniya - vinogradnayaulitka» [New integration in aquaculture: "Fish-plants-grape snail"] / G.I.Pronina, N.YU.Koryagina, A.B. Petrushin // Integrirovannye tekhnologii akvakul'tury v fermerskih hozyajstvahhozyajstvah: materialy mezhdunar. nauch.-prakt konf.[Integrated aquaculture technologies in farms: materials of the international scientific conference.- practical conference].- Moscow: «Pero», 2016/ - P. 120-129 . [in Russian]

11. Rumyanceva E.G. Ekologo-biologicheskie osobennosti i putiracional'nogo ispol'zovaniya vinogradnoj ulitki Helix pomatia L. v Kaliningradskoj oblasti [Ecological and biological features and ways of rational use of the grape snail Helix pomatia L. in the Kaliningrad region]: avtoref. dis....of PhD in Biology: 03.00.16 / Rumyanceva E.G. - Kaliningrad, 2006. - 25 p.. [in Russian]

12. Sverlova N.V. Fauna, ekologiya i vnutrividovaya izmenchivost' nazemnyh mollyuskov v urbanizirovannoj srede [Fauna, ecology and intraspecific variability of terrestrial molluscs in an urbanized environment] / N.V. Sverlova, L.N.Hlus, S.S. Kramarenko – L'vov, 2006.- P. 8-10.[in Russian]

13. Tkachenko I. A. Vliyanie raciona i parametrov okruzhayushchej sredy na ves ulitki Helix Pomatia (Linnaeus 1758) v usloviyah iskusstvennogo razvedeniya [Influence of diet and environmental parameters on the weight of the snail Helix Pomatia (Linnaeus 1758) under artificial breeding conditions] / I. A. Tkachenko, V. P. Dedkov, S. N.Tkachenko // Vestnik SVFU [NEFU Bulletin]- 2018.- № 6 (68).-P.34-42. [in Russian]

14. Begg, S. Farming edible snails - lessons from Italy / S. Begg. - Canberra: Rural Industries Research and Development Corporation, 2003 -14 p.

15. Begg, S. Free-range Snail Farming in Australia / S. Begg. - Canberra: Rural Industries Research and Development Corporation, 2006. - 50 p.

16. Bloszyk, J. Notes on the activity of the Roman snail (Helix pomatia L.) / J. Bloszyk, J. Kacprowicz, Z. Ksiqzkiewicz-Parulska, // Folia Malacologia.-2016.-Vol. 24.-No. 2.-pp. 103-106

17. Daguzan J. Snail rearing or heliciculture of Helix aspersa Müller / J. Daguzan // In Slugs and Snails in World Agriculture, British Crop Protection Council Monograph 41 (ed. Henderson I. F.), pp. 3–10. Thornton Heath, UK

18. Egorov R. Helix pomatia Linnaeus, 1758: The history of its introduction and recent distribution in European Russia / R. Egorov // MalacologicaBohemoslovaca (2015), 14: 91–101.

19. Ikauniece, D. Roman Snail's (Helix Pomatia) Meat Quality in Latvia / D. Ikauniece, A. Jemeljanovs, V. Strazdina // materials of 2nd International Conference on Nutrition and Food Sciences, IPCBEE, vol.53, IACSIT Press, Singapore, 2013, pp.50-54.

20. Ikauniece, D. Roman Snail's (Helix Pomatia) Meat Quality in Latvia / D. Ikauniece, A. Jemeljanovs, V. Strazdina // materials of 2nd International Conference on Nutrition and Food Sciences, IPCBEE, vol.53, IACSIT Press, Singapore, 2013, pp.50-54.

21. Kiebre-Toe M. B. Etude de la florebactérienneaérobie à Gram négatif de l'escargotd'élevage (Helix aspersa) [Study of the gram-negative aerobic bacteriophore of the farmed snail (Helix aspersa)] / M. B. Kiebre- Toe, E. Borges, F. Maurin et al. // Revue de MédecineVétérinaire [Journal of Veterinary Medicine]. 154, 605–610. [in French]

22. Nowakowska, A. Seasonal changes in cryoprotectants concentrations in *Helix pomatia* snails / A. Nowakowska, M. Caputa, J. Rogalska // Journal of physiology and pharmacology - 2006. - V.57, №8. - P.93-105.

23. Costantino A. Patologie in Thebapisana e Cornuaspersum in ambientenaturale e in allevamentointensivo: tesi di dottorato ...dottorato di ricerca in biologia xxx° ciclo [Pathologies in Thebapisana and Cornuaspersum in the natural environment and in intensive breeding: doctoral thesis ...PhD in biology] / A. Costantino.- Napoli : Universitàdeglstudi di Napoli “Federico II”, 2017.- pag.89. [in Italian]

24. Ministerio De Medio Ambiente Y Medio Rural Y Marino. Ganadería. Sector Helicícola. Indicadoreseconómicos. Retrieved 9 August 2008 [Ministerio De Medio Ambiente Y Medio Rural Y Marino. Livestock. Helical Sector. Economic indicators. Retrieved 9 August 2008]. [Electronic resource] – URL: https://clck.ru/YiqDe. (accessed:30.09.2021) [in Spanish]

25. Athanasius, D. Breeding of snails. Sector study 18 / D. Athanasius // unit of Economic Analysis and markets, 2012. - 37 p.[in Greek]

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.033

ПРИМЕНЕНИЕ КУКУРУЗНОГО ЭКСТРАКТА В КОРМЛЕНИИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Научная статья

Свистунов А.А.*
ORCID: 0000-0002-6180-7946,
Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии, Краснодар, Россия

* Корреспондирующий автор (a.swistunov[at]yandex.ru)

Аннотация

В публикации представлены результаты исследований о включении в состав полнорационных комбикормов для цыплят-бройлеров 4,8 и 6,5 % кукурузного экстракта. Добавление кукурузного экстракта в рационы опытных групп оказало влияние на продуктивность птицы в период выращивания с 4 по 42 суток. Конечная живая масса цыплят второй и третьей групп была выше на 1,9-4,4 %, в сравнении с аналогами из первой группы. Птица опытных групп потребляла больше полнорационных комбикормов на 3,9-9,3 %, при этом затраты корма на 1 кг прироста живой массы возросли на 1,8-4,2 %, по сравнению с контрольным показателем. Снижение стоимости рационов за счет включения кукурузного экстракта и увеличение конечной живой массы птицы опытных групп повлияли на рентабельность производства цыплят-бройлеров, которая была выше в опытных группах на 2,3-3,5 абс.%, по сравнению с первой группой.

Ключевые слова: птицеводство, цыплята-бройлеры, кукурузный экстракт, живая масса.

THE USE OF CORN EXTRACT IN BROILER FEEDING

Research article

Svistunov A.A.*
ORCID: 0000-0002-6180-7946,
Krasnodar Research Center for Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Krasnodar, Russia

* Corresponding author (a.swistunov[at]yandex.ru)

Abstract

The article presents the results of a research on the inclusion of 4.8 and 6.5% corn extract in the composition of complete compound feeds for broilers. The addition of corn extract to the diets of the experimental groups had an impact on the productivity of poultry during the growing period from 4 to 42 days. The final live weight of chickens of the second and third groups was higher by 1.9-4.4% compared to analogues from the first group. The poultry of the experimental groups consumed more complete compound feeds by 3.9-9.3%, while the feed costs per 1 kg of live weight gain increased by 1.8-4.2% compared with the control indicator. A reduction in the cost of the feed due to the inclusion of corn extract and an increase in the final live weight of poultry of the experimental groups affected the profitability of broiler production, which was higher in the experimental groups by 2.3-3.5 abs.%, compared with the first group.

Keywords: poultry farming, broilers, corn extract, live weight.

Введение

В отрасли птицеводства затраты на комбикорма занимают наибольшую часть от затрат на производство единицы продукции. Поэтому производители стремятся к снижению стоимости комбикормов, но эту задачу сопровождают определенные сложности. Нередко в качестве более дешевых компонентов производители используют менее качественное сырье, что категорически неприемлемо, так как это снижает их полноценность и может вызвать снижение интенсивности роста птицы, увеличение затрат корма на единицу продукции и массовый падеж. Для составления рационов необходимо искать новые компоненты, которые будут снижать стоимость комбикормов, но не их качественные характеристики. В качестве таких компонентов можно рассматривать побочные продукты различных производств, что в свою очередь позволит удешевлять рационы для сельскохозяйственной птицы и будет способствовать снижению конкуренции между человеком и животными за пищевые ресурсы [1], [2], [4], [11].

Кукуруза, за счет своей высокой урожайности, считается одной и наиболее выгодных культур для выращивания. Из нее изготавливают разнообразные продукты питания для человека, используют в составе комбикормов для различных видов животных и птицы. Масло из зародышей кукурузы используют в пищу, а также для производства мыла, краски и других средств. Жмых и шрот зародыша кукурузы используют как высокобелковые компоненты кормом для животных и птицы [3].

Одним из продуктов, получаемых путем переработки зерна кукурузы является крахмал. В процессе производства кукурузного крахмала, зерно кукурузы замачивают в водной среде. Образовавшийся при этом экстракт содержит растворимые вещества зерна. В связи с низкой хранимоспособностью нативный кукурузный экстракт (КЭ) концентрируют до влажности 50-65 %, в результате чего получается густая маслянистая или пастообразная жидкость темного цвета со специфическим запахом [5], [6], [8].

Так как кукурузный экстракт является побочным продуктом глубокой переработки зерна кукурузы, содержит в сухом веществе до 50 % азотистых соединений белкового и небелкового происхождения, минеральных веществ, органических кислот (молочная, фитиновая и другие), витаминов и имеет сравнительно низкую стоимость, то нами было принято решение провести исследования по изучению питательных и биологических свойств КЭ на организм цыплят-бройлеров.

Цель исследований – изучить влияние полнорационных комбикормов с кукурузным экстрактом на продуктивность, конверсию рационов и мясные качества цыплят-бройлеров.

Для достижения цели определены к изучению следующие задачи:

- разработать полнорационные комбикорма (ПК) с кукурузным экстрактом по периодам выращивания цыплят-бройлеров;
- изучить интенсивность роста птицы при скармливании им разработанных комбикормов;
- установить потребление комбикормов птицей и рассчитать затраты кормов на производство 1 кг прироста живой массы;
- определить мясные качества цыплят-бройлеров;
- установить экономическую эффективность выращивания цыплят, при использовании разработанных ПК с изучаемой кормовой добавкой.

Методы и принципы исследования

Опыт проведен на цыплятах-бройлерах кросса Arbor Acres согласно методическим рекомендациям ВНИТИП [7]. Сформировали три группы птицы по 38 голов в каждой, отобранных по принципу пар-аналогов. Опыт длился с 4 по 42 сутки. В уравнительный период, длившийся трое суток, птица получала престартерный полнорационный комбикорм. Начиная с 4-суточного возраста цыплятам первой группы скармливали ПК без кукурузного экстракта. Птице второй группы в состав ПК включали 4,8 % КЭ, третьей – 6,5 % КЭ. По питательности рационы для контрольной и опытных групп были идентичны (таблица 1).

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Период выращивания, суток		
	4-14 (старт)	15-28 (рост)	29-42 (финиш)
1 – контрольная	Полнорационный комбикорм (ПК)	ПК	ПК
2 – опытная	ПК с 4,8 % КЭ	ПК с 4,8 % КЭ	ПК с 4,8 % КЭ
3 – опытная	ПК с 6,5 % КЭ	ПК с 6,5 % КЭ	ПК с 6,5 % КЭ

Примечание: n=38

Основные результаты

В возрасте 14-суток зафиксировано снижение живой массы цыплят получавших полнорационные комбикорма с КЭ относительно аналогов из первой группы на 1,9-4,3 %. К 28-суточному возрасту цыплята второй группы по живой массе сравнялись с птицей из контрольной группы, а птица третьей группы по данному показателю превосходила контроль на 2,3 %. По окончанию периода выращивания в возрасте 42 суток наибольшая живая масса зафиксирована в третьей группе – 2578,1 г., или на 4,4 % выше показателя в первой группе (2470,2 г.). Конечная живая масса цыплят второй группы отличалась от контрольной птицы в большую сторону на 46,4 г или на 1,9 %.

Скорость роста птицы опытных групп в стартовый период выращивания 4-14 суток находился ниже показателей контрольной группы. При этом, в периоды 15-28 и 29-42 суток цыплята опытных групп стали интенсивнее набирать живую массу, вследствие чего среднесуточные приросты возросли на 3,1 и 4,1 % во второй группе и на 5,0 и 7,1 % – в третьей, соответственно, относительно первой группы. За весь опыт среднесуточный прирост птицы первой группы составил 61,6 г, в опытных – на 2,0-5,2 % больше.

Стоимость выращиваемых цыплят-бройлеров в немалой степени зависит от количества израсходованных кормов. Птица опытных групп потребляла больше полнорационных комбикормов на 3,9-9,3 %, при этом в добавление КЭ в ПК опытной птицы увеличило затраты корма относительно первой группы на 1,8 %, во второй группе на 4,8 %.

В наших исследованиях скармливание кукурузного экстракта опытным цыплятам в составе ПК не оказало негативного влияния на сохранность птицы. Цыплята опытных групп потреблявшие ПК с КЭ имели сохранность 97,4 %, или на 2,7 абс.% выше чем у аналогов из первой группы (94,7 %).

Из основных результатов анатомической разделки, проведенной по окончанию периода выращивания птицы в возрасте 42-суток, следует, что выход потрошеной тушки в третьей группе на 1,5 абс.% превосходил контрольный показатель (74,1 %). У тушек второй группы данный показатель отличался от контрольного на 0,4 абс.% в меньшую сторону.

Наибольший вес грудных и бедренных мышц к массе потрошеной тушки отмечен у цыплят-бройлеров получавших ПК с 6,5 % КЭ – 28,3 и 11,7 %, что больше показателей первой группы на 1,3 и 0,7 абс.%, соответственно. Мышц голени были менее развиты в опытных группах, их удельный вес был на 0,2-0,3 абс.% ниже относительно первой группы.

Для определения экономического обоснования использования КЭ в составе ПК для цыплят-бройлеров нами была рассчитана сравнительная экономическая эффективность. Так наиболее высокая стоимость валовой продукции зафиксирована в третьей группе – 244,8 руб., или на 4,6 % выше показателя первой группы.

Использование недорогого кукурузного экстракта в составе ПК для цыплят-бройлеров оказало влияние на их стоимость. При включении 4,8 и 6,5 % КЭ в состав стартовых ПК их стоимость снизилась на 3,6 и 4,1 %, ростовых ПК – на 3,1-4,1 % и финишных ПК – на 3,1-4,2 %, соответственно.

Прибыль на одну голову в контрольной группе составила 42,1 руб. Использование КЭ способствовало увеличению прибыли во второй группе на 4,5 руб. и в третьей группе на 7,5 руб., или 10,5 и 17,8 %, соответственно.

Важным показателем при выращивании мясной птицы является рентабельность производства. При использовании КЭ в ПК цыплят-бройлеров второй группы с 4 по 42 сутки выращивания рентабельность повысилась на 2,3 абс.%, в третьей группе – на 3,5 абс.%.

Использование КЭ в составе ПК второй и третьей группы положительно отразилось на таком показателе как европейский индекс эффективности (ЕИЭ) выращивания птицы, который в опытных группах на 3,0 % был выше

контроля (331,5 ед.). Таким образом, скармливание цыплятам-бройлерам ПК с 4,8-6,5 % КЭ с 4 по 42 сутки выращивания оказывает положительное влияние на рентабельность и ЕИЭ при производстве мясной птицы.

Заключение

Обобщив весь полученный нами на протяжении опыта материал, следует, что применение в составе ПК для цыплят-бройлеров 4,8-6,5 % кукурузного экстракта может способствовать увеличению как зоотехнических, так и убойных показателей выращивания птицы. Кукурузный экстракт является побочным продуктом глубокой переработки кукурузы и имеет низкую стоимость, что может способствовать увеличению рентабельности выращивания цыплят-бройлеров за счет применения более дешевых кормов. Таким образом, представляется целесообразным продолжение исследований по применению КЭ в кормлении сельскохозяйственной птицы.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Бачкова Р.С. Инновации в кормлении / Р.С. Бачкова // Птицеводство. – 2013. – №5 – С. 27-35.
2. Бобылёва Г.А. Направления, определяющие развитие птицеводства на ближайшую перспективу / Г.А. Бобылёва // Птица и птицепродукты. – 2017. – № 3. – С. 22-25.
3. Бондаренко Е.Н. Использование продуктов переработки кукурузы в рационах цыплят-бройлеров / Е.Н. Бондаренко // Современные энерго-и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства. – 2002. – С. 112-115.
4. Колосович Г.Г. Использование нетрадиционных кормовых добавок в кормлении сельскохозяйственной птицы / Г.Г. Колосович // Наука и молодежь: новые идеи и решения. – 2017. – С. 214-216.
5. Кудряшов В.Л. Производство ультраконцентратов кукурузного экстракта на мембранных установках / В.Л. Кудряшов, Н.Д. Лукин, Д.Н. Лукин //Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 11. – С. 105-107.
6. Мальцева Н.А. Нетрадиционные корма растительного происхождения в кормлении сельскохозяйственной птицы / Н.А. Мальцева, Е.И. Амиранашвили // Эффективное животноводство. – 2012. – №12 – С.16-17.
7. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы. Молекулярно-генетические методы определения микрофлоры кишечника. Рекомендации / И.А. Егоров, В.А. Манукян, Т.Н. Ленкова [и др.]; под общ. ред. В.И. Фисинина – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2013. – 51 с.
8. Селезнева Н.Н. Качество рационов при включении кукурузного экстракта / Н.Н. Селезнева, Д.А. Кочеленко, В.М. Ярцев // Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения: тезисы докладов конференции. – Белгород. – 2011. – С. 151.
9. Солдатов А.А. Инновации в кормлении птицы / А.А. Солдатов, С. Шишкин, К.С. Кривощёков // Комбикорма. – 2010. – №4 – С. 64.
10. Уланова Р.В. Изучение возможности получения подкисляющих пищевых добавок на основе кукурузного экстракта / Р.В. Уланова, И.К. Кравченко, Е.В. Гладышев и др. // Достижения науки и техники АПК. - 2014. - № 11. - С. 71-73.
11. Фисинин В.И. Научные аспекты кормления высокопродуктивной птицы / В.И. Фисинин, И.А. Егоров, Е.Н. Андрианова, Г.Ю. Лаптев, И.Н. Никонов // Ветеринария и кормление. – 2016. – № 2. – С. 10.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Bachkova R.S. Innovacii v kormlenii [Innovations in feeding] / R.S. Bachkova // Pticevodstvo [Poultry farming]. - 2013. - No. 5 - pp. 27-35 [in Russian]
2. Bobyleva G.A. Napravlenija, opredeljajushhie razvitie pticevodstva na blizhajjshuju perspektivu [Directions determining the development of poultry farming in the near future] / G.A. Bobyleva // Ptica i pticeprodukty [Poultry and poultry products]. - 2017. - No. 3. - pp. 22-25 [in Russian]
3. Bondarenko E.N. Ispol'zovanie produktov pererabotki kukuruzy v racionakh cypljat-brojjlerov [The use of corn processing products in the diets of broiler chickens] / E.N. Bondarenko // Sovremennye ehnergo-i resursosberegajushhie, ehkologicheski ustojjchivye tekhnologii i sistemy sel'skokhozjajjstvennogo proizvodstva [Modern energy- and resource-saving, environmentally sustainable technologies and agricultural production systems]. - 2002. - pp. 112-115 [in Russian]
4. Kolosovich G.G. Ispol'zovanie netradicionnykh kormovykh dobavok v kormlenii sel'skokhozjajjstvennojj pticy [The use of non-traditional feed additives in the feeding of poultry] / G.G. Kolosovich // Nauka i molodezh': novye idei i reshenija [Science and youth: new ideas and solutions]. - 2017. - pp. 214-216 [in Russian]
5. Kudryashov V.L. Proizvodstvo ul'trakoncentratov kukuruznogo ehkstrakta na membrannykh ustanovkakh [Production of ultra-concentrates of corn extract on membrane installations] / V.L. Kudryashov, N.D. Lukin, D.N. Lukin // Dostizhenija nauki i tekhniki APK [Achievements of science and technology of the agro-industrial complex]. - 2015. - Vol. 29. - No. 11. - pp. 105-107 [in Russian]
6. Maltseva N.A. Netradicionnye korma rastitel'nogo proiskhozhdenija v kormlenii sel'skokhozjajjstvennojj pticy [Non-traditional feed of plant origin in the feeding of poultry] / N.A. Maltseva, E.I. Amiranashvili // Ehffektivnoe zhivotnovodstvo [Efficient animal husbandry]. - 2012. - No. 12 - pp.16-17 [in Russian]
7. Metodika provedenija nauchnykh i proizvodstvennykh issledovanijj po kormleniju sel'skokhozjajjstvennojj pticy. Molekuljarno-geneticheskie metody opredelenija mikroflory kishechnika. Rekomendacii [Methodology of scientific and industrial research on feeding poultry. Molecular genetic methods for determining the intestinal microflora. Recommendations] / I.A. Egorov, V.A. Manukyan, T.N. Lenkova [et al.]; Edited by V.I. Fisinina - Sergiev Posad: VNITIP, 2013. - 51 p. [in Russian]

8. Selezneva N.N. Kachestvo racionov pri vkljuchenii kukuruznogo ehkstrakta [The quality of diets when corn extract is included] / N.N. Selezneva, D.A. Kochelenko, V.M. Yartsev // Problemy sel'skokhozjajjstvennogo proizvodstva na sovremennom ehtape i puti ikh reshenija: tezisy dokladov konferencii [Problems of agricultural production at the present stage and ways to solve them: abstracts of conference reports]. - Belgorod. - 2011. - p. 151 [in Russian]

9. Soldatov A.A. Innovacii v kormlenii pticy [Innovations in poultry feeding] / A.A. Soldatov, S. Shishkin, K.S. Krivoshchekov // Kombikorma [Compound feed]. - 2010. - No. 4 - p. 64 [in Russian]

10. Ulanova R.V. Izuchenie vozmozhnosti poluchenija podkisljajushhikh pishhevykh dobavok na osnove kukuruznogo ehkstrakta [Studying the possibility of obtaining acidifying food additives based on corn extract] / R.V. Ulanova, I.K. Kravchenko, E.V. Gladyshev, et al. // Dostizhenija nauki i tekhniki APK [Achievements of science and technology of the agroindustrial complex]. -2014. -No. 11. -pp. 71-73 [in Russian]

11. Fisinin V.I. Nauchnye aspekty kormlenija vysokoproduktivnojj pticy [Scientific aspects of feeding highly productive birds] / V.I. Fisinin, I.A. Egorov, E.N. Andrianova, et al. // Veterinarija i kormlenie [Veterinary medicine and feeding]. - 2016. - No. 2. - p. 10 [in Russian]

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.034

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПИЩЕВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ОБЩЕСТВЕННОМ ПИТАНИИ В ТУРИСТСКИХ ДЕСТИНАЦИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Научная статья

Удотова О.А.*
ORCID: 0000-0001-6733-082X,
Сочинский государственный университет, Сочи, Россия

* Корреспондирующий автор (o.udotova[at]mail.ru)

Аннотация

Употребление небезопасной пищи приводит к отравлениям, острым кишечным, инфекционным и другим заболеваниям, но также может привести к смерти. Поэтому актуальность проблемы обеспечения требований безопасности при организации общественного питания в туристских дестинациях, особенно в период пандемии, не вызывает сомнений. В статье приводится статистика пищевых инфекций в России и Краснодарском крае, анализируется информация о выявленных Роспотребнадзором Краснодарского края несоответствиях продовольственного сырья и пищевых продуктов требованиям безопасности по санитарно-химическим, биологическим, гигиеническим показателям. Рекомендованы меры по обеспечению безопасности готовых блюд предприятий общественного питания.

Ключевые слова: пищевая безопасность, качество продуктов питания, продовольственное сырье, пищевые продукты.

RESEARCH OF ISSUES OF ENSURING FOOD SAFETY IN PUBLIC CATERING IN TOURIST DESTINATIONS OF KRASNODAR KRAI

Research article

Udotova O.A.*
ORCID: 0000-0001-6733-082X,
Sochi State University, Sochi, Russia

* Corresponding author (o.udotova[at]mail.ru)

Abstract

Eating unsafe food leads to poisoning, acute intestinal, infectious and other diseases, it can also lead to death. Therefore, ensuring safety requirements for catering in tourist destinations, especially during the pandemic, is undoubtedly an urgent issue. The article provides statistics of food infections in Krasnodar Krai and Russia as a whole, it also analyzes data on the food raw materials and food products that don't meet the safety requirements for sanitary, chemical, biological, and hygienic indicators according to the Rospotrebnadzor of Krasnodar Krai. The authors of the article also recommend measures to ensure the safety of ready meals in public catering enterprises.

Keywords: food safety, food quality, food raw materials, food products.

Введение

Известно, что питание напрямую связано со здоровьем, как отдельного человека, так и общества в целом. Поэтому фраза древнегреческого целителя Гиппократа: «Ты есть то, что ты ешь», сказанная 2500 лет назад, актуальна и сегодня. Безусловно, здоровье человека во многом определяется условиями и образом его жизни, качеством оказания медицинских и оздоровительных услуг. Однако в первую очередь на состояние здоровья влияет качество продуктов питания.

Увеличение мобильности населения, изменения в технологии переработки пищевого сырья, условиях доставки готовой продукции, полуфабрикатов и т.д., не только повысили востребованность предприятий общественного питания, но и ужесточили требования, предъявляемые к качеству и безопасности продуктов питания. Поэтому, обеспечение качества и безопасности пищевых продуктов и сырья, санитарно-эпидемиологический надзор за безопасностью пищевой продукции при ее производстве и реализации, а также профилактика возникновения и распространения массовых инфекционных и неинфекционных заболеваний (отравлений) является одной из важнейших государственных задач [11], определяющей здоровье и сохранение генофонда нации [5, С. 5-8].

Проблема обеспечения пищевой безопасности при организации услуг питания, в том числе, в туристских дестинациях, решается поддержкой на государственном уровне путем принятия Государственных программ и стратегий РФ в области пищевой и перерабатывающей промышленности, развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия [8], [9], [11].

Интеграция различных сфер общественной жизни, для многих государств мира, в том числе и России, открыла границы для товаров и услуг, увеличила разнообразие технологий, сырья и материалов, используемых при производстве пищевых продуктов. В свою очередь этот процесс обнажил и ряд глобальных вызовов. В том числе, появилось большое разнообразие практически не контролируемых форм торговли (например, электронной). Процессы демократизации государственных надзорных функций и т.п. повлекли за собой формирование в разных точках пищевой цепи биологические, химические и физические риски для здоровья потребителей [7, С. 4-11]. Что, в свою очередь, подтверждается исследованиями, проводимыми в разных странах, которые показали наличие в пищевом сырье или отдельных продуктах питания биологических и токсичных химических элементов в концентрациях, превышающих санитарно-эпидемиологические требования безопасности [2], [10]. Так, нарушение требований к технологическому процессу или личной гигиене персонала может привести к биологическому загрязнению продуктов, вызывающему инфекционные и соматические заболевания [1], [12]. Опасные химические вещества, например, пестициды, нитраты, тяжелые металлы и т.д., могут попасть в пищевые продукты в результате загрязнения окружающей среды, воздуха,

воды и почвы и спровоцировать возникновение патологий пищеварения, нервной, иммунной системы, крови и т.п. [10]. Наряду с перечисленными факторами в настоящее время стало одной из проблем при обеспечении пищевой безопасности наличие остаточных количеств антибиотиков в пищевой продукции и её фальсификация [13], [14].

По данным Всемирной организации здравоохранения, в мире продукты питания являются причиной более 600 млн. случаев кишечных инфекций в год. При этом в Европе более 23 млн. человек ежегодно заболевают в результате употребления небезопасных пищевых продуктов, что приводит к 5000 случаев смерти. В России в целом, в том числе в Краснодарском крае (см. рисунок 1), также ежегодно регистрируются сотни случаев массовых острых кишечных заболеваний [3, С. 7]. Основным источником заражения людей возбудителями пищевых инфекций являются сырье и продукты питания растительного и животного происхождения, и прежде всего выработанные с нарушением гигиены и технологических режимов на различных этапах производства. При этом факторами, способствующими заражению людей, могут быть не только нарушения санитарно-эпидемиологических и ветеринарно-санитарных правил при заготовке, хранении, переработке и транспортировке сырья, но и при реализации продуктов животноводства, не подвергнутых ветеринарно-санитарной экспертизе.

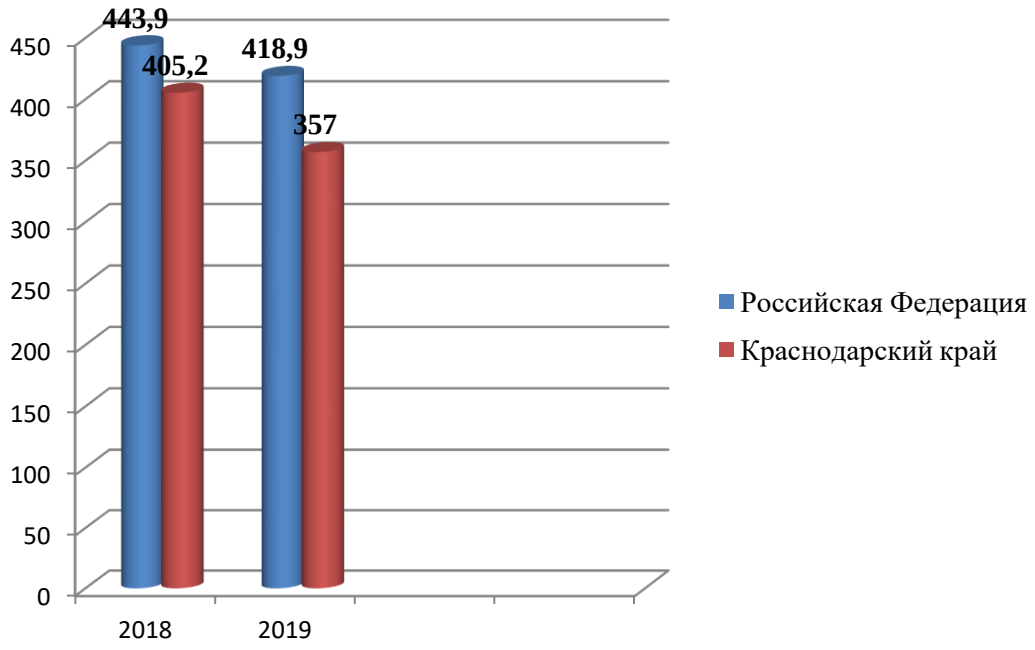


Рис. 1 – Зарегистрировано кишечных инфекций
Примечание: на 100 000 всего населения

К названным рискам безопасности пищевой продукции в 2019 г. добавились санитарно-эпидемиологические проблемы, связанные с пандемией COVID-19. В Проекте аналитической записки «Влияние пандемии COVID-19 на продовольственную безопасность и питание» (май 2019 г.) указывается, что пандемия затрагивает всех участников продовольственной системы. Текущая пандемия COVID-19 потребовала от органов, отвечающих за работу национальных систем контроля безопасности пищевых продуктов наряду с разработкой стратегии обеспечения пищевой безопасности, введения ряда ограничительных мер. Так, в августе 2019 г. Распоряжением Правительства РФ была утверждена «Стратегия развития машиностроения для пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2030 года», а в январе 2020 года Указом Президента Российской Федерации – «Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации», в которой отражены основные направления государственной социально-экономической политики в области обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации [11]. В документе определены основные понятия, в том числе, под продовольственной безопасностью Российской Федерации понимается «состояние социально-экономического развития страны, при котором обеспечивается продовольственная независимость Российской Федерации, гарантируется физическая и экономическая доступность для каждого гражданина страны пищевой продукции, соответствующей обязательным требованиям, в объемах не меньше рациональных норм потребления пищевой продукции, необходимой для активного и здорового образа жизни» [11].

Проведенный анализ статистических материалов Департамента мониторинга, анализа, и стратегического развития здравоохранения Министерства здравоохранения Российской Федерации [3, С. 101-103] в части болезней органов пищеварения, установленных впервые в жизни, показал, что данный показатель по Краснодарскому краю за два года практически не изменился (см. рисунок 2).

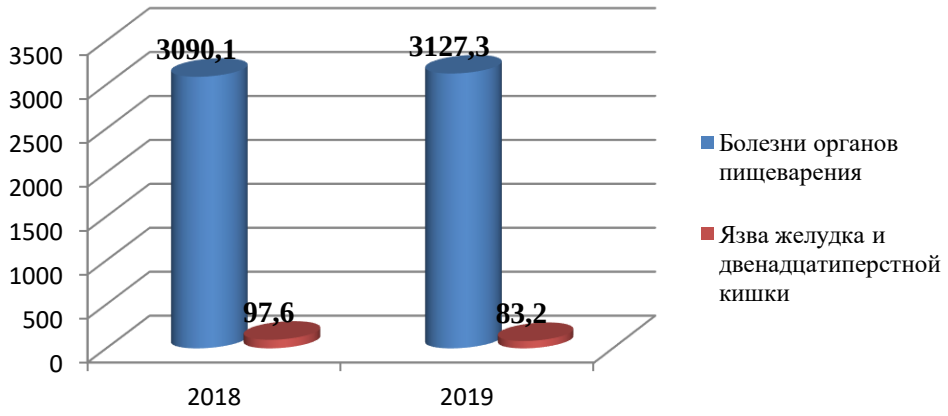


Рис. 2 – Зарегистрировано больных по Краснодарскому краю с диагнозом, установленном впервые в жизни
Примечание: на 100 000 всего населения

Основным источником заражения людей возбудителями пищевых инфекций являются сырье и продукты питания растительного и животного происхождения, и, прежде всего, выработанные с нарушением гигиены и технологических режимов на различных этапах производства. При этом факторами, способствующими заражению людей, зачастую являются нарушения санитарно-эпидемиологических и ветеринарно-санитарных правил при заготовке, хранении, переработке и транспортировке сырья, а также реализация продуктов животноводства, не подвергнутых ветеринарно-санитарной экспертизе.

Под болезнями пищевого происхождения понимают болезни, вызываемые, как правило, инфекцией или отравлением в результате проникновения в организм во время приема пищи возбудителей заболевания. Возбудители заболеваний пищевого происхождения могут вызывать острую диарею или другие опасные инфекции, ослабляющие организм, приводящие к инвалидности и даже смерти. Небезопасными продуктами питания являются некипяченая вода и сырая пища животного происхождения, фрукты и овощи, загрязненные фекалиями.

Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации определена необходимость разработки и внедрения комплексной системы прослеживаемости на всех стадиях жизненного цикла пищевых продуктов [11]. Так в целях не допущения случаев пищевых отравлений и кишечных инфекций у населения, факторами передачи которых являются продукты питания, только в 2019 г. при проведении санитарно-эпидемиологической экспертизы отечественной и импортной пищевой продукции Роспотребнадзором Краснодарского края было забраковано (см. рисунок 3) 2478 партий продовольственного сырья и пищевых продуктов (мясо и мясные продукты; птица, яйца и продукты их переработки; кулинарные изделия; алкогольная продукция и плодоовощная продукция), в том числе 7 партий импортируемой продукции [4, С. 210-211].

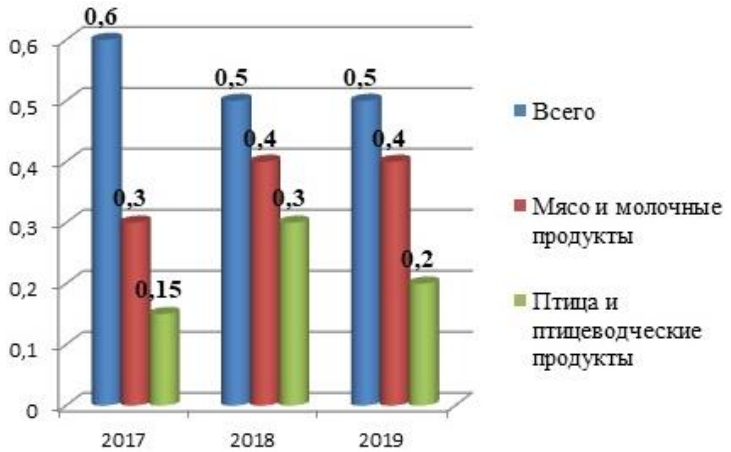


Рис. 3 – Количество проб отечественной и импортной пищевой продукции,
не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям

Пробы пищевых продуктов, не отвечающие требованиям безопасности по санитарно-химическим показателям, были отмечены в группе плодоовощная продукция по содержанию нитратов и в группе хлебобулочные изделия – по содержанию микотоксинов. При исследовании проб пищевых продуктов на антибиотики в 2018 и 2019 гг. проб, не отвечающих гигиеническим требованиям, не выявлено.

Одной из важнейших проблем гигиены питания является биологическая безопасность пищи, которая зависит не только от качества и безопасности сырья, но и от технологии его переработки, условий производства, хранения, транспортирования и реализации пищевых продуктов. Проведенный анализ результатов исследования проб пищевых продуктов в 2017-2019 гг. на биологическую безопасность показал, что удельный вес проб продовольственного сырья и пищевых продуктов, не отвечающих требованиям нормативов по микробиологическим показателям, остаётся на уровне многолетних наблюдений (см. рисунок 4).

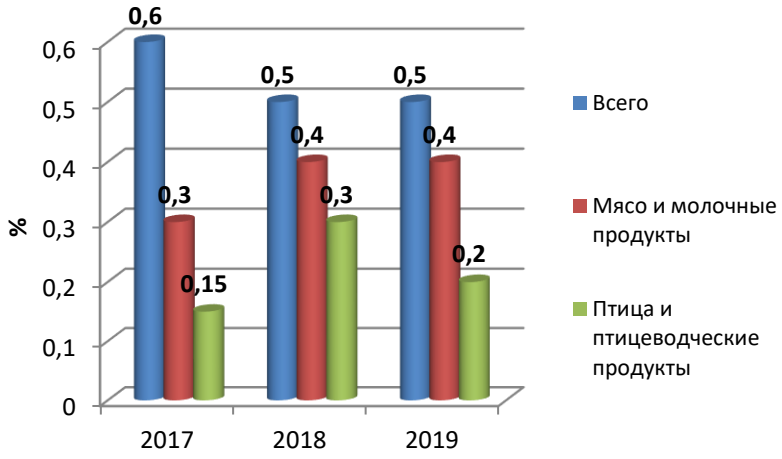


Рис. 4 – Доля проб пищевой продукции, не соответствующих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям

Результаты выполненных аналитических исследований по показателям качества пищевой продукции, находившейся на потребительском рынке Краснодарского края, показали, что наиболее часто фальсификации подвергаются: из молочной продукции - сыры, творог, молоко сгущенное, масло сливочное; среди мясной продукции - колбасы вареные и мясные полуфабрикаты. При этом из общего числа выявленных в 2019 г. фальсифицированных проб, 63% были изготовлены за пределами Краснодарского края.

Следует отметить, что помимо 47 % выявленных нарушений требований к продукции за 2019 г. было зафиксировано более 30 % нарушений требований, предъявляемых к процессам производства, хранения и реализации пищевых продуктов.

Рассматривая туристские дестинации, следует отметить, что туристские комплексы предоставляют не только услуги размещения, торговли, развлечений, но и питания. В свою очередь предприятия общественного питания являются частью пищевой отрасли. К предприятиям общественного питания относятся рестораны, кафе, пиццерии, закусочные, буфеты и т.п. В таких заведениях вопрос безопасности продуктов питания является первостепенным, т.к. зачастую на одном и том же предприятии проходит вся цепочка технологического процесса – от доставки полуфабрикатов и сырья до приготовления и реализации приготовленных блюд. Проведенные исследования подтвердили выводы отечественных и зарубежных ученых [6], что почти половина случаев отравления связаны с употреблением просроченного или неправильно приготовленного мяса в организациях общественного питания и/или несоблюдение правил гигиены сотрудниками заведения, недостаточная профессиональная подготовка работников, низкий уровень гигиенических знаний в области обеспечения пищевой безопасности. Поэтому гигиена производственных участков и доброкачественность сырья должны стать одним из приоритетных направлений всех предприятий общественного питания.

Заключение

Безусловно, обеспечение пищевой безопасности продуктов питания подразумевает комплекс мер по контролю качества не только на этапе обработки сырья, но и на стадии производства. При этом процесс организации питания в туристских комплексах также должен контролироваться на каждом его этапе и соответствовать международным стандартам. В этой связи, инструментами обеспечения безопасности продукции на предприятиях питания должны стать, наряду с контрольно-надзорными мероприятиями, проводимыми Рособрнадзором Краснодарского края, разработкой и внедрением международного свода требований по управлению системами безопасности пищевых продуктов (системы HACCP - Hazard Analysis and Critical Control Points), повышение уровня знаний работников сферы общественного питания об обязательных требованиях и рекомендуемых приемах в области обеспечения безопасности при приготовлении пищи, а также новые подходы к организации питания. Ориентация населения в настоящее время на поддержание здоровья и здоровый образ жизни требует делать упор не только на безопасность, но и на качество конечного продукта и здоровое питание. Поэтому продукция индустрии общественного питания, в том числе в туристских дестинациях, должна быть не только безопасной, но и качественной.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Vejarano R Evaluation of biological contaminants in foods by hyperspectral imaging: A review. / R Vejarano, R Siche // International Journal of Food Properties. – 2017. – Vol. 20. – p. 1264-1297.

2. Попова А.Ю. Анализ риска – стратегическое направление обеспечения безопасности пищевых продуктов . / А.Ю. Попова // Профилактическая медицина: актуальные аспекты анализа риска здоровью. – 2018. – № 4. – с. 4-12.

3. Шевелёва С.А. Антибиотикоустойчивые микроорганизмы в пище как гигиеническая проблема (обзорная статья) / С.А. Шевелёва // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, №4. – с. 342-354.

4. Федоренко Е.В. Динамический подход при оценке безопасности пищевой продукции. / Е.В. Федоренко // Вопросы питания. – 2016. – Т. 85, №S2. – с. 37.

5. Валихов А.Ф. Контаминация молока и молочной продукции потенциально опасными веществами. / А.Ф. Валихов // Молочная промышленность. – 2017. – № 12. – с. 11-14.

6. Антонов А.Е. Оценка гигиенических рисков пищевого оборудования – составная часть системы управления безопасностью продукции. / А.Е. Антонов, Д.С. Ширяев // Молочная промышленность. – 2017. – № 6. – с. 30-31.

7. Покровский В.И. Роль и задачи эпидемиолога в системе государственного санитарно-эпидемиологического надзора Российской Федерации. / В.И. Покровский // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 1996. – № 1. – с. 5-8.

8. Шумакова А.А. Содержание свинца, кадмия, мышьяка и селена в морепродуктах. / А.А. Шумакова, Н.М. Поварова, Д.М. Резаева и др. // Вопросы питания. – 2016. – Т. 85, № S2. – с. 37.

9. Попова А ХАССП в общественном питании / А Попова // Центр сертификации «МСК». – 2015. – [Электронный ресурс]. URL: https://mskstandart.ru/publikatsii/hassp-v-obshchestvennom-pitanii.html. (дата обращения: 21.10.21)

10. Заболеваемость всего населения России в 2019 году с диагнозом, установленным впервые в жизни: статистические материалы. М.: Минздрав России, 2020. – 140 с.

11. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Краснодарском крае в 2019 году: Государственный доклад. – Краснодар: Управление Роспотребнадзора по Краснодарскому краю, – 2020. – 274 с.

12. Постановление Правительства Российской Федерации от 14 июля 2012 г. N 717 «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия»

13. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17 апреля 2012 г. N 559-р «О Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года»

14. Указ Президента РФ от 21 января 2020 г. N 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации»

Список литературы на английском языке / References in English

1. Vejarano R Evaluation of biological contaminants in foods by hyperspectral imaging: A review. / R Vejarano, R Siche // International Journal of Food Properties. – 2017. – Vol. 20. – p. 1264-1297.

2. Popova A.Yu. Analiz riska – strategicheskoe napravlenie obespecheniya bezopasnosti pishhevy'x produktov [Risk analysis is a strategic direction for ensuring food safety]. / A.Yu. Popova // Preventive medicine: current aspects of health risk analysis. – 2018. – № 4. – p. 4-12. [in Russian]

3. Shevelyova S.A. Antibiotikoustojchivy'e mikroorganizmy' v pishhe kak gigienicheskaya problema (obzornaya stat'ya) [Antibiotic-resistant microorganisms in food as a hygienic problem (review article)]. / S.A. Shevelyova // Hygiene and sanitation. – 2018. – Vol. 97, №4. – p. 342-354. [in Russian]

4. Fedorenko E.V. Dinamicheskij podxod pri ocenke bezopasnosti pishhevoj produkcii [Dynamic approach to food safety assessment]. / E.V. Fedorenko // Nutrition issues. – 2016. – Vol. 85, №S2. – p. 37. [in Russian]

5. Valixov A.F. Kontaminaciya moloka i molochnoj produkcii potencial'no opasny'mi veshhestvami [Contamination of milk and dairy products with potentially dangerous substances]. / A.F. Valixov // Dairy industry. – 2017. – № 12. – p. 11-14. [in Russian]

6. Antonov A.E. Ocenka gigienicheskix riskov pishhevogo oborudovaniya – sostavnaya chast' sistemy' upravleniya bezopasnost'yu produkcii [Assessment of hygienic risks of food equipment is an integral part of the product safety management system]. / A.E. Antonov, D.S. Shiryaev // Dairy industry. – 2017. – № 6. – p. 30-31. [in Russian]

7. Pokrovskij V.I. Rol' i zadachi e'pidemiologa v sisteme gosudarstvennogo sanitarno-e'pidemiologicheskogo nadzora Rossijskoj Federacii [The role and tasks of an epidemiologist in the system of State sanitary and epidemiological supervision of the Russian Federation]. / V.I. Pokrovskij // Epidemiology and infectious diseases. – 1996. – № 1. – p. 5-8. [in Russian]

8. Shumakova A.A. Soderzhanie svincza, kadmiya, my'sh'yaka i selena v moreproduktax [The content of lead, cadmium, arsenic and selenium in seafood]. / A.A. Shumakova, N.M. Povarova, D.M. Rezaeva et al. // Nutrition issues. – 2016. – Vol. 85, № S2. – p. 37. [in Russian]

9. Popova A XASSP v obshhestvennom pitanii [HACCP in public catering] [Electronic source] / A Popova // Certification Center "MSK". – 2015. – URL: https://mskstandart.ru/publikatsii/hassp-v-obshchestvennom-pitanii.html.(Date of application: 21.10.21) [in Russian]

10. Zabolevaemost' vsego naselenija Rossii v 2019 godu s diagnozom, ustanovlennym vpervye v zhizni: statisticheskie materialy [Morbidity of the entire population of Russia in 2019 with a diagnosis established for the first time in life: statistical materials]. Moscow: Ministry of Health of Russia, 2020. - 140 p. [in Russian]

11. O sostojanii sanitarno-jepidemiologicheskogo blagopoluchija naselenija v Krasnodarskom krae v 2019 godu: Gosudarstvennyj doklad [On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Krasnodar Territory in 2019: State Report]. - Krasnodar: Department of Rospotrebnadzor for the Krasnodar Territory, - 2020. - 274 p. [in Russian]

12. Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 14 ijulja 2012 g. N 717 «O Gosudarstvennoj programme razvitija sel'skogo hozjajstva i regulirovanija rynkov sel'skohozjajstvennoj produkcii, syr'ja i prodovol'stvija» [Resolution of the Government of the Russian Federation No. 717 of July 14, 2012 "On the State Program for the Development of Agriculture and regulation of agricultural Products, raw materials and food markets"] [in Russian]

13. Rasporjazhenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 17 aprelja 2012 g. N 559-r «O Strategii razvitija pishhevoj i pererabatyvajushhej promyshlennosti Rossijskoj Federacii na period do 2020 goda» [Decree of the Government of the Russian Federation No. 559-r of April 17, 2012 "On the Strategy for the Development of the Food and processing Industry of the Russian Federation for the period up to 2020"] [in Russian]

14. Ukaz Prezidenta RF ot 21 janvarja 2020 g. N 20 «Ob utverzhdenii Doktriny prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii» [Decree of the President of the Russian Federation No. 20 of January 21, 2020 "On Approval of the Food Security Doctrine of the Russian Federation"] [in Russian]

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.035

УЧЕТНАЯ КОНЦЕПЦИЯ ИНДЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ПЛЕМЕННОГО АКТИВА

Научная статья

Шеварлич М.М.[1], Токарева Е.В.[2, *], Чернованова Н.В.[3], Ягупова Е.В.[4], Немченко А.В.[5]
[2] ORCID: 0000-0002-4667-5260;
[3] ORCID: 0000-0002-1585-4573;
[4] ORCID: 0000-0002-4087-2618;
[5] ORCID: 0000-0001-7168-2465;
[1] Белградский университет, Белград, Сербия;
[2, 3, 4, 5] Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград, Россия

* Корреспондирующий автор (ip.elena.tokareva[at]yandex.ru)

Аннотация

В статье обоснована необходимость формирования информационно-аналитических данных о племенном потенциале крупного рогатого скота в целях развития племенного животноводства в России. По результатам исследования было выявлено, что бухгалтерская отчетность сельхозтоваропроизводителей не отражает уровень генетической ценности племенного стада. Авторами рассмотрен новый бухгалтерский подход к определению справедливой стоимости биологических активов с учетом их генетической ценности, позволяющий сформировать релевантную информацию о племенном потенциале в отчетности экономических субъектов. Данное исследование позволило сделать вывод, что учетная концепция индексной оценки генетической ценности особи, базирующейся на основе управленческого интеграционного подхода для агрегирования учетно-информационных данных в отчете, универсальна и включает организацию унифицированной системы управленческого учета и МСФО.

Ключевые слова: биологические активы, биотрансформация, МСФО (IAS) 41 «Сельское хозяйство», прогноз племенной ценности, генетическая ценность, потенциал жизнеспособности, цифровая экономика, документооборот, племенное животноводство.

ACCOUNTING CONCEPT OF INDEX EVALUATION OF THE GENETIC VALUE OF FARMINGASSETS

Research article

Shevarlich M.M.[1], Tokareva E.V.[2, *], Chernovanova N.V.[3], Yagupova E.V.[4], Nemchenko A.V.[5]
[2] ORCID: 0000-0002-4667-5260;
[3] ORCID: 0000-0002-1585-4573;
[4] ORCID: 0000-0002-4087-2618;
[5] ORCID: 0000-0001-7168-2465;
[1] University of Belgrade, Belgrade, Serbia;
[2, 3, 4, 5] Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia

* Corresponding author (ip.elena.tokareva[at]yandex.ru)

Abstract

The article substantiates the need for the formation of information and analytical data on the breeding potential of cattle for the development of livestock breeding in Russia. The results of the study demonstrate that the accounting statements of agricultural producers do not reflect the level of the genetic value of a breeding herd. The authors examine a new accounting approach to determining the fair value of biological assets, taking into account their genetic value, which allows for forming relevant information about the breeding potential in the reporting of economic entities. This study allowed the authors to conclude that the accounting concept of the index assessment of the genetic value of an individual, based on the management integration approach for aggregating accounting and information data in the report, is universal and includes the organization of a unified management accounting system and IFRS.

Keywords: biological assets, biotransformation, IAS 41 "Agriculture", forecast of breeding value, genetic value, viability potential, digital economy, document management, livestock breeding.

Введение

Несмотря на огромный потенциал, в России существует проблема продовольственной безопасности [1]. В связи с этим одной из важнейших стратегических целей в Государственной программе развития сельского хозяйства является задача наращивания собственного племенного фонда. В настоящее время, согласно отчетности, во многих регионах страны наблюдается рост животноводческих хозяйств. При этом формирование племенного ядра, в частности по КРС, затрудняет отсутствие общей концепции зоотехнического и бухгалтерского понимания стоимости племенного ресурса, что затрудняет оценку эффективности проведенных государственных программ и реализации поставленных задач [2]. Поэтому новая концепция оценки племенного актива с учетом его генетической ценности в системе бухгалтерского учета, базирующегося на зоотехнических характеристиках, позволит наполнить информационно-аналитическую базу управления аграрным производством.

Основная часть

Анализ учетной практики животноводческих комплексов показал, что достаточно большое количество биоактивов фактически не соответствует данным племенных карт или намеченным предпринимательским целям [3], [4].

Установлено, что методы генетиков и селекционеров достоверны, требуют сложных математических вычислений, применимы только для племпроизводитей и не могут быть применимы бухгалтерскими службами сельхозтоваропроизводителей, что подтверждает актуальность авторской разработки.

Следует отметить, что сельхозтоваропроизводитель определяет генетическую линию биологического актива согласно сопроводительным документам, что, в принципе, отвечает отечественной учетной практике. Однако, в условиях сближения отечественной и международной учетных систем, считаем необходимым, проведение оценочных процедур бухгалтерской службой совместно с зоотехнической службой [5]. В результате профессионального суждения представителей служб фактическое состояние животного сличается с «эталонными» данными по индикаторам племенной ценности, признанными мировой практикой и утвержденными организацией в учетной политике.

Сведения о справедливой стоимости биоактивов, с учетом генетической ценности, а также величины ее изменения и финансовых результатах от их переоценки должны иметь отражение в формах бухгалтерской отчетности путем введения дополнительной строк. Этапы реализации учетной концепции индексной оценки биоактива представлены в таблице 1 [7].

Таблица 1 – Этапы реализации учетной концепции индексной оценки биоактива с учетом его генетической ценности

Этапы проведения оценки	Обеспечение достоверности	Источник информационных данных
1 ЭТАП Осмотр биоактива и сличение его данных с эталонными данными	- обеспечивается профессиональным суждением представителя зоотехнической службы	- инвентарные карты; - карты зоотехнического учета; -племенные карты
2 ЭТАП Расчет показателя ПЖС	- обеспечивается профессиональным суждением представителя бухгалтерской службы	- Карта определения показателя «Потенциал жизнеспособности» (ПЖС) биоактива
3 ЭТАП Перевод показателя ПЖС в коэффициент ПЖС	- обеспечивается профессиональным суждением представителя бухгалтерской службы	- Шкала перевода значений показателя в коэффициент ПЖС
4 ЭТАП Расчет справедливой стоимости биоактива затратным способом в соответствии с МСФО	- обеспечивается профессиональным суждением представителя бухгалтерской службы	- Бухгалтерская справка
5 ЭТАП Определение справедливой стоимости (СС) с учетом генетических и физиологических характеристик биологического актива СС = Балансовая стоимость Х коэффициент ПЖС	- обеспечивается профессиональным суждением представителя бухгалтерской службы	- Бухгалтерская справка - Форма первичной документации «Карта оценки биоактивов» с учетом ПЖС - Форма учетного регистра «Ведомость расчета справедливой стоимости биоактивов» с учетом ПЖС
5 ЭТАП Отражение полученных данных на счетах бухгалтерского учета с учетом племенного потенциала биоактива	- обеспечивается бухгалтерской службой	Регистры аналитического учета 06.3.1 «Племенное ядро»; 06.3.2 «Пользовательское стадо»; Регистры учета к счетам 06 «Инвестиционные биоактивы», 12 «Операционные биоактивы»
6 ЭТАП Обобщение информации в отчетах организации	- обеспечивается главным бухгалтером организации	Управленческая и бухгалтерская отчетность; Пояснения к финансовой отчетности

Для учета влияния на бухгалтерскую оценку племенного актива и заложенного в животном генетического потенциала, нами предлагается индексный показатель «Потенциал жизнеспособности» (ПЖС), в основу которого положены индикаторы, характерные для особей КРС голштинской породы, представленные на рисунке 1. Следует обратить внимание, что набор индикаторов для мужской и женской особи отличаются друг от друга [7], [8].

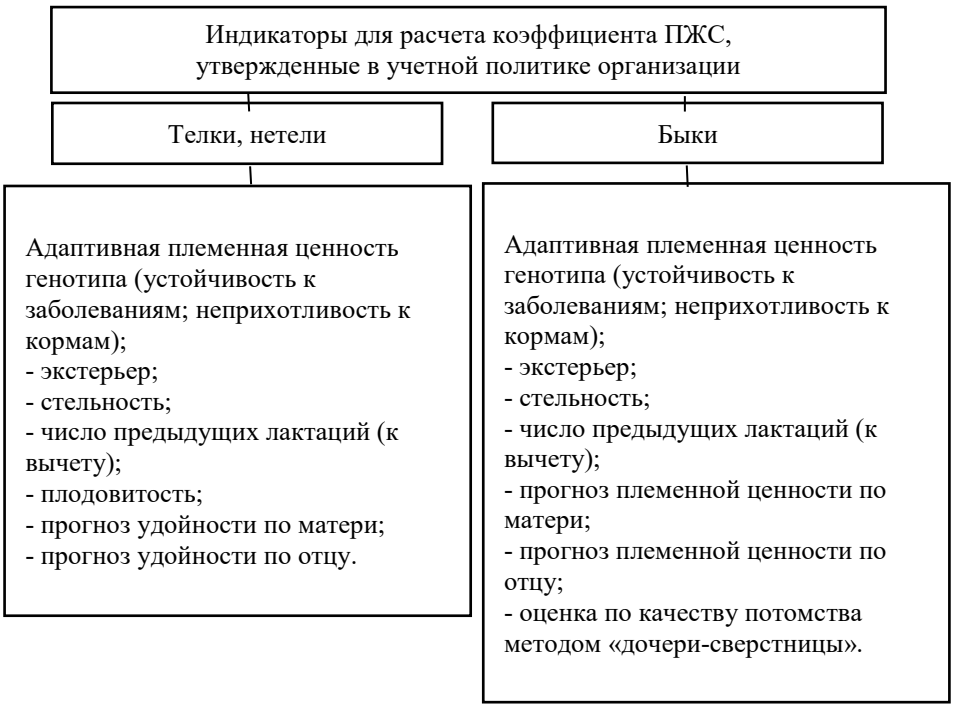


Рис. 1 – Набор индикаторов для определения показателя «Потенциал жизнеспособности» (ПЖС)

Для перевода полученных данных в коэффициент ПЖС, влияющий на расчет справедливой стоимости, необходимо по величине расчета нефинансового показателя ПЖС определить соответствующее значение. Соответственно, особи, набравшие высокий уровень, признаются максимально подходящими для селекционной работы. Особи со средним уровнем ПЖС следует относить к операционным биоактивам. Низкий уровень ПЖС заставит задуматься о рентабельности содержания такого животного.

Шкала перевода значений, разработанная нами, представлена нами в таблице 2.

Таблица 2 – Таблица значений коэффициента оценки ПЖС

Коэффициент ПЖС	Потенциала жизнеспособности (ПЖС), балл	
	Быки	Коровы
Высокий = 1,0	Выше 20	Выше 30
Средний = 0,75	15 – 20	20 – 30
Низкий = 0,5	Ниже 15	Ниже 20

Операции перевода индикаторов в коэффициент регистрируются бухгалтерской службой первичной документацией учета, пример (фрагмент) которого представлен нами в таблице 3.

Таблица 3 – Карта учета показателя «Потенциал жизнеспособности» (ПЖС) биологического актива

Кличка животного, порода, масть	Дата и место рождения	Живая масса, кг	Возраст, мес.	Потенциал жизнеспособности (ПЖС), балл	Коэффициент ПЖС
Самурай 7451, голш. ч/п	25.10.21 Дания	373	12	17,67	0,75
Карим 1751 голш. ч/п	01.11.21 Россия	660	24	21,67	1
...	...	...	...	...	...

Следует обратить внимание, что полученные сведения учетного генетического состояния биологических активов по показателю ПЖС послужат для их ранжирования на счетах аналитического учета счета 06 «Долгосрочные биологические активы» и 12 «Операционные биологические активы», в разрезе аналитических субсчетов (рисунок 2).

В результате такого ранжирования заинтересованные стороны смогут провести анализ наличия, состояния и потенциальных возможностях использования генетических характеристик биоактивов и оценку общего состояния животноводческого потенциала стада (в разрезе экономического субъекта) [9].

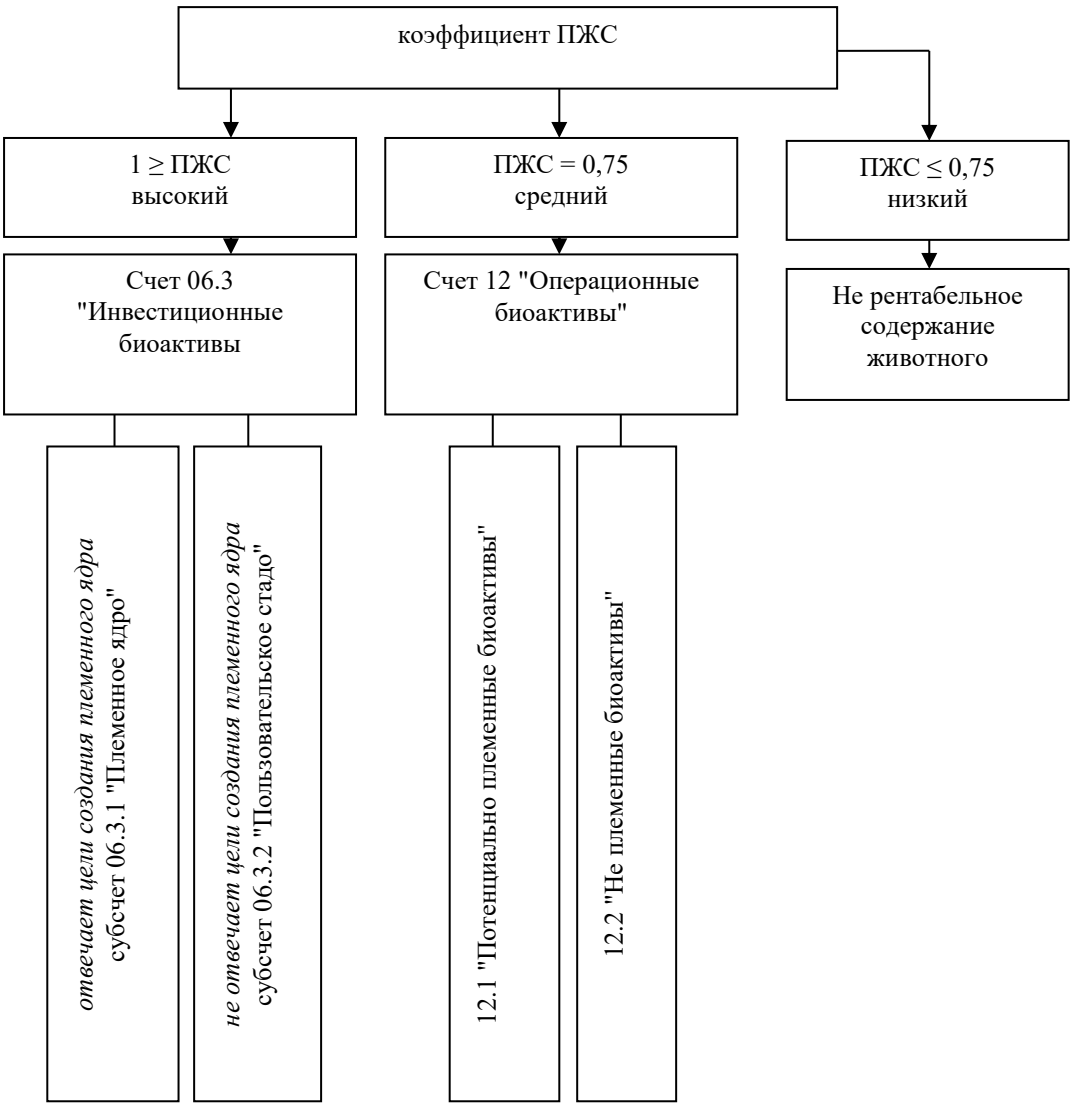


Рис. 2 – Предлагаемая система синтетического и аналитического бухгалтерского учета ранжирования биологических активов по показателю ПЖС

Также считаем, что нефинансовая информация о племенном потенциале активов должна раскрываться и в Пояснениях к финансовой отчетности, что соответствуют требованиям МСФО.

Заключение

Таким образом, предлагаемая концепция бухгалтерской оценки племенных активов с учетом их генетических характеристик доказывает, что даже самые элитные особи в зависимости от целей использования могут быть ранжированы по ряду признаков, что позволяет обеспечить достоверные сведения об их справедливой стоимости и раскрытия релевантной информации племенном потенциале стада в отчетности экономических субъектов.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Антамошкина, Е. Н. Модель статистической оценки продовольственной безопасности с учетом влияния фактора импортозамещения / Антамошкина Е.Н. // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий. Сборник V Всероссийской (национальной) научной конференции. 2020. – С. 1171-1175.

2. Ягупова, Е.В. Формирование системы учетно-аналитического документирования в овцеводческих хозяйствах / Е.В. Ягупова, Н.В. Чернованова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – № 2 (46). – С. 297-303.

3. Чернованова, Н.В. Проблемы и перспективы развития учёта сельскохозяйственных потребительских кооперативов / Н.В. Чернованова, Е.В. Ягупова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – № 1 (45). – С. 300-309.

4. Токарева, Е.В. Сравнительная оценка контрактных отношений федерального и коммерческого лизинга / Е.В. Токарева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. − 2014. − № 4 (36). − С. 269-274.

5. Немченко, А.В. Внешнеэкономическая деятельность как фактор устойчивого развития АПК региона / А.В. Немченко, Е.Н. Кашинская // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2014. – № 2 (34). – С. 225-229.

5. Немченко, А.В. Внешнеэкономическая деятельность как фактор устойчивого развития агропромышленного комплекса региона / А.В.Немченко, Е.Н.Кашинская // Региональные проблемы преобразования экономики. 2019. – № 11 (109). – С. 67-73.

6. Даева, Т.В. Управление разработкой и внедрением нового продукта / Т.В. Даева, А.А. Карпова, О.А. Донскова / Учебное пособие // ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ. Волгоград, – 2016. – 132 с.

7. Токарева, Е.В. Развитие учетно-информационного обеспечения лизинга биологических активов / Е.В. Токарева, Н.Н. Балашова // монография: Волгоградский государственный аграрный университет. Волгоград, 2020. – 152 с.

8. Шадрина М.А. Признание и оценка эмбрионов крупного рогатого скота молочного направления продуктивности в бухгалтерском учете и отчетности / М. А. Шадрина // Бухучет в сельском хозяйстве. – 2019. – №6 . – С. 35-45.

9. Балашова, Н. Н. Лизинг биологических активов (биолизинг): классификационные признаки и учетно-аналитическое обеспечение / Н.Н. Балашова, Е.В. Токарева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. − 2017. − № 2 (46). − С. 289-296.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Antamoshkina, E. N. Model' statisticheskoj ocenki prodovol'stvennoj bezopasnosti s uchetom vlijanija faktora importozameshhenija [The model of statistical assessment of food security taking into account the influence of the factor of import substitution] / Antamoshkina E.N. // Rol' agrarnoj nauki v ustojchivom razvitii sel'skih territorij. Sbornik V Vserossijskoj (nacional'noj) nauchnoj konferenci [The role of agricultural science in the sustainable development of rural areas. Collection of the V All-Russian (national) Scientific Conference]. 2020. - pp. 1171-1175. [in Russian]

2. Yagupova, E.V. Formirovanie sistemy uchetno-analiticheskogo dokumentirovanija v ovcevodcheskih hozjajstvah [Formation of a system of accounting and analytical documentation in sheep farms] / E.V. Yagupova, N.V. Chernovanova // Izvestija Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie [Proceedings of the Nizhnevolzhsky agrouniversitetskiy complex: Science and higher professional education]. – 2017. – № 2 (46). – Pp. 297-303. [in Russian]

3. Chernovanova N.V. Problemy i perspektivy razvitiya uchota sel'skokhozyaystvennykh potrebitel'skikh kooperativov [Problems and development prospects of accounting for agricultural consumer cooperatives] / N.V. Chernovanova, E.V. Yagupova // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. Nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye [Bulletin of the Lower Volga Agro-University Complex. Science and higher professional education]. – 2017. – No. 1 (45). – P. 300-309. [in Russian]

4. Tokareva E.V. Sravnitel'naya otsenka kontraktnykh otnosheniy federal'nogo i kommercheskogo lizinga [Comparative evaluation of contractual relations of federal and commercial leasing] / E.V. Tokareva // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye [Bulletin of the Lower Volga AgroUniversity Complex: Science and Higher Professional Education]. – 2014. – No. 4 (36). – P. 269-274. [in Russian]

5. Nemchenko, A.V. Vneshnejekonomicheskaja dejatel'nost' kak faktor ustojchivogo razvitija agropromyshlennogo kompleksa regiona [Foreign economic activity as a factor of sustainable development of the agro-industrial complex of the region] / A.V. Nemchenko, E.N. Kashinskaya // Regional'nye problemy preobrazovanija jekonomiki [Proceedings of the Nizhnevolzhsky agrouniversitetskiy complex: Science and higher professional education]. 2014. – № 2 (34). – Pp. 225-229. [in Russian]

6. Daeva, T.V. Upravlenie razrabotkoj i vnedreniem novogo produkta [Management of the development and implementation of a new product] / T.V. Deeva, A.A. Karpova, O.A. Donskova / Textbook // FGBOU VPO Volgograd GAU. Volgograd, - 2016 - 132 p. [in Russian]

7. Tokareva, E.V. Razvitie uchetno-informacionnogo obespechenija lizinga biologicheskih aktivov [Development of accounting and information support for leasing of biological assets] / E.V. Tokareva, N.N. Balashova // Monograph: Volgograd State Agrarian University. Volgograd, 2020 - 152 p. [in Russian]

8. Shadrina M.A. Priznanie i ocenka jembrionov krupnogo rogatogo skota molochnogo napravlenija produktivnosti v buhgalterskom uchete i otchetnosti [Recognition and evaluation of cattle embryos of dairy productivity in accounting and reporting] / M. A. Shadrina // Buhuchet v sel'skom hozjajstve [Accounting in agriculture]. – 2019. – №6 . – P. 35-45. [in Russian]

9. Balashova, N. N. Lizing biologicheskih aktivov (biolizing): klassifikacionnye priznaki i uchetno-analiticheskoe obespechenie [Leasing of biological assets (biolizing): classification features and accounting and analytical support] / E. V. Tokareva, N. N. Balashova // Izvestija Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie [Proceedings of the Nizhnevolzhsky agrouniversitetskiy complex: science and higher professional education]. − 2017. − № 2 (46). − Pp. 289-296. [in Russian]

DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.113.11.036

КОРМОВАЯ ФИТОДОБАВКА В РАЦИОНЕ ПТИЦЫ

Научная статья

Юрина Н.А.*
ORCID: 0000-0003-2684-5020,
Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии, Краснодар, Россия

* Корреспондирующий автор (naden8277[at]mail.ru)

Аннотация

Изучение новых эффективных кормовых добавок, произведенных из побочного растительного сырья различных производств, в том числе и лесоперерабатывающей промышленности, является весьма актуальным вопросом. Проведены исследования по изучению кормовой активной угольной фитодобавки в комбикормах для молодняка гусей линдовской породы, откармливаемых на мясо. По результатам проведенного научно-производственного эксперимента было установлено, что при введении испытуемой кормовой добавки в комбикорма для молодняка гусей линдовской породы, отмечена положительная тенденция к увеличению живой массы птицы, валовых и среднесуточных приростов, снижаются затраты корма на производство 1 кг прироста живой массы.

Ключевые слова: кормовая добавка, молодняк гусей, продуктивность, затраты корма.

PLANT-BASED FEED SUPPLEMENT IN POULTRY DIET

Research article

Yurina N.A.*
ORCID: 0000-0003-2684-5020,
Krasnodar Research Centre for Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Krasnodar, Russia

* Corresponding author (naden8277[at]mail.ru)

Abstract

The study of new effective feed additives produced from plant by-products of various industries, including the timber processing industry, is a very topical issue. The authors of the article carry out studies of active coal supplements in compound feeds for young Linda breed geese fattened for meat. According to the results of the conducted scientific and production experiment, the study establishes that when the tested feed additive was introduced into compound feed, there was a positive trend towards an increase in the live weight of poultry, gross and average daily gain, while the feed costs for the production of 1 kg of live weight gain are reduced.

Keywords: feed additive, young geese, productivity, feed costs.

Введение

Вопросы, затрагивающие разработку кормовых добавок из растительных отходов в условиях интенсификации отрасли птицеводства и животноводства, становятся весьма актуальны на сегодняшний день. Особенно интересным моментом производства такого рода кормовых добавок является то, что их применение позволяет увеличить продуктивность, сохранность птицы и удешевить производство продукции [1, С. 6411-6412], [2, С. 5700–5713], [3, С. 2790–2799], [5, С. 6742–6750].

Хвойные леса умеренного пояса поддерживают самый высокий уровень биомассы среди всех наземных экосистем и относятся к основным поглотителям углерода на Земле. Постоянно ведётся вырубка лесов, при этом образуется значительное количество отходов, которым необходимо найти достойное применение [6, С. 108170].

Кормовые фитодобавки, полученные из отходов растительного сырья могут оказывать положительное влияние на организм, физиолого-биохимический статус, продуктивность и сохранность сельскохозяйственных животных и птицы, воздействовать на основные детерминанты микробной устойчивости к лекарственным средствам, включая клеточные мембраны. Однако ограниченное распространение, небольшие объемы сырья, экогеографические вариации, помимо других факторов, таких как загрязнение окружающей среды, изменение климата и чрезмерная эксплуатация растительных ресурсов, являются серьезными препятствиями для полного изучения потенциального сырья для производства фитодобавок [7, С. 107729].

Нерациональное использование кормовых добавок антибиотиков в животноводстве и птицеводстве, особенно в качестве стимуляторов роста, стало глобальной проблемой из-за непреднамеренного зоонозного воздействия через передачу устойчивости. Экстракты травяных растений или их вторичные метаболиты с антимикробными свойствами могут обладать аналогичными эффектами различных кормовых добавок антибиотиков, препятствуя росту патогенных микробов и улучшая здоровье, рост и продуктивность птицы. Большинство исследовательских работ, связанных с использованием фитодобавок на основе растительных экстрактов, было в первую очередь ориентировано на содержание в них фенольных соединений и эфирных масел, а некоторые были связаны с терпенами, сапонинами, дубильными веществами, флавоноидами, органическими кислотами, сложными углеводами и небелковыми аминокислотами. Вторичные метаболиты растений обладают разнообразными антимикробными механизмами, включая разрушение клеточной мембраны, ингибирование ферментов, и предотвращение бактериальной колонизации, и это лишь некоторые положительные моменты их применения [8, С. 114469].

Теоретически применение экстрактов растений более безопасно по сравнению с синтетическими антибиотиками или лекарствами, однако кормовые добавки, их содержащие, должны быть оценены с основной целью проверки отрицательных побочных эффектов, если таковые имеются, с последующей стандартизацией дозировки [9, С. 35-56], [10, С. 66-77].

Методы и принципы исследования

Целью исследований являлось проведение изучения влияния фитодобавки АУКД (активной угольной кормовой добавки) в питании гусей.

Для достижения поставленной перед экспериментом цели были определены и выполнены следующие задачи**:**

1) изучить динамику живой массы птицы в возрасте 1, 30 и 77 суток и ее приростов;

2) определить затраты кормов на прирост 1 кг живой массы водоплавающей птицы;

3) проанализировать выживаемость водоплавающей птицы при скармливании изучаемой фитодобавки.

Был выполнен научно-производственный эксперимент на откармливаемых на мясо гусях линдовской породы в производственных условиях ЭК «Кубанский хуторок» Ейского района Краснодарского края. Из однодневного молодняка птицы отобрали, используя метод пар-аналогов, 2 группы птицы по 36 голов в каждой. Гусей содержали в одинаковых вольерах при беспрепятственном доступе к кормушкам и поилкам. Ветеринарные обработки птицы выполнялись в соответствии с графиком, используемом в хозяйстве.

Согласно схеме приведённого опыта, 1 группа гусят (контрольная) получала полнорационный комбикорм (ПК) без использования исследуемой фитодбавки. В комбикорма для второй группы гусят включали 0,06 % по массе корма фитогенной активной угольной кормовой добавки.

Опыт выполняли непосредственно по методике ВНИТИП (2013).

Откорм птицы проводили с суточного до достижения возраста 77 суток.

Комбикорма для гусей удовлетворяли их потребность во все периоды откорма.

Активная угольная кормовая добавка (АУКД) – это фитодобавка на основе карбонизированной биомассы леса (хвойной зелени) и хвойного экстракта производства ООО НТЦ «Химинвест» (г. Нижний Новгород, Российская Федерация). Добавка представлена в сухом виде. В комбикорма, при проведении опыта, фитодобавку вводили ступенчатым методом вручную.

Динамику живой массы водоплавающей птицы наблюдали в периоды 1, 30 и 77 суток. Для ее определения использовали электронные весы, причем взвешивание птицы осуществляли индивидуально. На основании средней живой массы откармливаемого молодняка, проводили расчет ее приростов за определенные периоды.

Затраты корма на 1 кг прироста живой массы высчитывали согласно данным количества потреблённых комбикормов относительно валовому приросту за периоды.

Основные результаты

Данные о динамике изменения живой массы, по данным контрольных взвешиваний, и среднесуточного прироста молодняка птицы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Динамика живой массы и ее среднесуточный прирост молодняка гусей

Группа	Возраст птицы, суток			Среднесуточный прирост птицы за весь опыт, г
	1, M±m	30, M±m	77, M±m	
1	85,00±0,600	1321,00±22,74	3290,00±63,01	41,60
2	85,30±0,66	1324,10±25,77	3332,50±54,94	42,20

Примечание: n=36

Обсуждение

В первый период опыта живая масса гусят находилась на одном уровне в обеих наблюдаемых группах.

В возрасте 30 суток живая масса водоплавающей птицы второй группы проявила небольшую тенденцию к повышению относительно контрольной на 0,2 %. При последнем контрольном взвешивании молодняка птицы определено, что в критерии живой массы гусят второй группы также наблюдалась тенденция к ее повышению, но уже на 1,3 %. Валовой прирост живой массы гусей за период откорма 1-30 суток составил в контроле 1236,0 г, в опытной – 1238,8 г, 31-77 суток – 1969,0 и 2008,4 г, и за 1-77 суток – 3205,0 и 3247,2 г, соответственно.

Среднесуточный прирост живой массы птицы превышал контрольный показатель за весь откорм на 1,4 % при скармливании фитодобавки.

Выживаемость гусей составила 100 % в обеих группах.

При подсчете потребленных комбикормов подопытной птицей определено, что в опытной группе было съедено на 1,6 % меньше кормов, в сравнении с контролем. Однако, следует отметить, что корма скармливали вволю.

Использование фитодобавки АУКД в количестве 0,06 % по массе комбикорма во второй группе молодняка гусей позволило снизить затраты корма на производство валового прироста живой массы на 2,9 % (3,76 кг), в сравнении с контролем (3,87 кг).

Заключение

По результатам научного эксперимента было установлено, что при скармливании активной угольной кормовой фитодобавки в рационах молодняка гусей, откармливаемых на мясо, наблюдается положительная тенденция к увеличению живой массы птицы, валового и среднесуточного прироста, снижаются затраты корма на 1 кг прироста живой массы.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Franz Ch.M. Chapter 3: Herbs and aromatic plants as feed additives: Aspects of composition, safety, and registration rules. / Ch.M. Franz, K.H.C. BaserI. Hahn-Ramssl // Feed Additives. – 2020. – Aromatic Plants and Herbs in Animal Nutrition and Health. – p. 35-36. DOI: 10.1016/B978-0-12-814700-9.00003-0

2. Zhou Y. Effect of the flavonoid baicalein as a feed additive on the growth performance, immunity, and antioxidant capacity of broiler chickens. / Y. Zhou, S. Mao, M. Zhou // Poultry Science. – 2019. – 98. – p. 2790–2799. DOI: 10.3382/ps/pez071

3. Wu Sh.-B. Net energy prediction and energy efficiency of feed for broiler chickens. / Sh.-B. Wu, R.A. Swick, J. Noblet et al. // Poultry Science. – 2019. – 98. – p. 6742–6750. DOI: 10.3382/ps/pez390

4. Starke R. Niche differentiation of bacteria and fungi in carbon and nitrogen cycling of different habitats in a temperate coniferous forest: A metaproteomic approach. / R. Starke, R.L. Mondéjar, Z.R. Human // Soil Biology and Biochemistry. – 2021. – 155. – p. 108170.

5. Elghandour M.M.M.Y. Plant Bioactives and Extracts as Feed Additives in Horse Nutrition. / M.M.M.Y. Elghandour, P.R.K. Reddy, A.Z.M. Salem et al. // Journal of Equine Veterinary Science. – 2018. – 69. – p. 66-67. DOI: 10.1016/j.jevs.2018.06.004

6. Reddy P.R.K. Plant secondary metabolites as feed additives in calves for antimicrobial stewardship. / P.R.K. Reddy, M.M.M.Y. Elghandour, A.Z.M. Salem et al. // Animal Feed Science and Technology. – 2020. – 264. – p. 114469.

7. Tiwari P. Plant synthetic biology for producing potent phyto-antimicrobials to combat antimicrobial resistance. / P. Tiwari, T. Khare, V. Shriram et al. // Biotechnology Advances. – 2021. – 48. – p. 107729.

8. Siegert W. Prececal amino acid digestibility and phytate degradation in broiler chickens when using different oilseed meals, phytase and protease supplements in the feed. / W. Siegert, T. Zuber, V. Sommerfeld et al. // Poultry Science. – 2019. – 98. – p. 5700-5713. DOI: 10.3382/ps/pez355

9. Lu Z. The effects of feeding yeast bioactives to broiler breeders and/or their offspring on growth performance, gut development, and immune function in broiler chickens challenged with Eimeria. / Z. Lu, A. Thanabalan, R. Leung // Poultry Science. – 2019. – 98. – p. 6411-6421. DOI: 10.3382/ps/pez479

10. Babatunde O.O. The impact of age and feeding length on phytase efficacy during the starter phase of broiler chickens. / O.O. Babatunde, A.J. Cowieson, J.W. Wilson et al. // Poultry Science. – 2019. – 98. – p. 6742–6750. DOI: doi.org/10.3382/ps/pez390