

№ 7 (85) ▪ 2019

Часть 1 ▪ Июль

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЖУРНАЛ**

INTERNATIONAL RESEARCH JOURNAL

**ISSN 2303-9868 PRINT
ISSN 2227-6017 ONLINE**

Екатеринбург
2019



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+

**№ 7 (85) 2019
Часть 1
Июль**

Дата выхода 18.07.2019
Подписано в печать 13.07.2019
Тираж 200 экз.
Цена: бесплатно.
Заказ 29117.
Отпечатано с готового оригинал-макета.
Отпечатано в типографии "А-принт".
620049, г. Екатеринбург, пер. Лобачевского, д. 1.

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: **ПН № ФС 77 – 51217.**

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);
Лукиянова 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);
Свиштунов 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.н. 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);
Шеуджен А.Х. д-р биол. наук, проф., Кубанский государственный аграрный университет (Краснодар, Россия);
Ларионов М.В. д-р биол. наук, профессор, Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского (Саратов, 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.н. ОмГУ им. Ф.М. Достоевского (Омск, 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 г. Пятигорске (Пятигорск, Россия);
Мещерякова О.М. д-р юрид. наук, Всероссийская академия внешней торговли (Москва, Россия);
Ерғашев 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:

Бурда А.Г. д-р экон. наук, проф., Кубанский Государственный Аграрный Университет (Краснодар, Россия);
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 (Курс, 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
2019**

ОГЛАВЛЕНИЕ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ / PHYSICS AND MATHEMATICS

Салимов Р.Б., Горская Т.Ю. РЕШЕНИЕ ОДНОРОДНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ РИМАНА С УСЛОВИЕМ НА ДЕЙСТВИТЕЛЬНОЙ ОСИ И БЕСКОНЕЧНЫМ ИНДЕКСОМ ЛОГАРИФМИЧЕСКОГО ПОРЯДКА НОВЫМ МЕТОДОМ	6
--	---

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / ENGINEERING

Воловик М.О., Рожкова В.В. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ	16
Исабаев С.М., Кузгибекова Х.М., Жинова Е.В., Жилина И.М. ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ ОБЖИГ МАРГАНЦЕВОЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ УШКАТЫН-Ш.....	19
Острякова Ю.Е., Тимофеева Е.Е. ДЕРЕВЯННОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО КАК НАПРАВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА.....	25
Рязанов А.Б., Фомин М.Б. ОХЛАЖДЕНИЕ МОЛОКА С ОДНОВРЕМЕННЫМ ПОДОГРЕВОМ ВОДЫ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЗАМЕРЗАНИЯ ВОДОНАПОРНЫХ БАШЕН РОЖНОВСКОГО	29
Садигов И.Р. ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ МНОГОСЛОЙНЫХ КРУГЛЫХ ПЛАСТИН ПЕРЕМЕННОЙ ТОЛЩИНЫ ИЗ НЕЛИНЕЙНО-УПРУГОГО МАТЕРИАЛА	33

НАУКИ О ЗЕМЛЕ / SCIENCE ABOUT THE EARTH

Необутов Г.П. ОЦЕНКА НА БУРИМОСТЬ ГОРНЫХ ПОРОД НЕЖДАНИНСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В ЯКУТИИ	38
Семенова Ю. СРАВНЕНИЕ МОДЕЛИРУЕМОГО ПИКОВОГО УСКОРЕНИЯ ГРУНТА НА РАЗНЫХ УЧАСТКАХ, РАСПОЛОЖЕННЫХ БЛИЗКО ДРУГ К ДРУГУ	44

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / GEOLOGY AND MINERALOGY

Сенчина Н.П., Касумов В., Уйманен А.И. ЕСТЕСТВЕННЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОЛЯ ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ ГАТЧИНСКИХ ИСТОЧНИКОВ.....	47
---	----

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ / AGRICULTURAL SCIENCES

Анисимова Е.И. МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА КОРОВ СИММЕНТАЛЬСКОЙ ПОРОДЫ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И НЕМЕЦКОЙ СЕЛЕКЦИИ.....	55
Гончаренко В.А., Петрова И.А. СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КРЕСТЬЯНСКИХ (ФЕРМЕРСКИХ) ХОЗЯЙСТВ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ	58
Косенко М.А. СИРИУС - НОВЫЙ СОРТ РЕДЬКИ ЕВРОПЕЙСКОЙ.....	63

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ / MEDICINE

Дробязко П.А. ЭТИОЛОГИЧЕСКИЕ КОМБИНАЦИИ И КЛИНИКО-ЛАБОРАТОРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ХРОНИЧЕСКОЙ МИКСТ-ИНФЕКЦИИ НИЖНИХ ПОЛОВЫХ ПУТЕЙ У ЖЕНЩИН	67
---	----

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / BIOLOGY

Булыгин А.А., Пастухова Е.И. СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТЬ ИНБРЕДНЫХ ЛИНИЙ <i>DROSOPHILA MELANOGASTER</i> И <i>DROSOPHILA</i> <i>FUNEBRIS</i> С ПОВЫШЕННОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ ЖИЗНИ.....	72
Булыгин А.А., Пастухова Е.И. ИЗМЕРЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНИ <i>DROSOPHILA FUNEBRIS</i>	77
Кривогуз Д.О., Семенова А.Ю., Малько С.В. АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ РАЗНООБРАЗИЯ АВИФАУНЫ КЕРЧЕНСКОГО ПОЛУОСТРОВА В XX И XXI ВЕКАХ	80

Малых О.Ф., Пак Л.Н. РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СВЕТОХВОЙНОГО ПОЯСА ХЭНТЭЙ – ЧИКОЙСКОГО НАГОРЬЯ ФГБУ НЦ «ЧИКОЙ»	86
Черетаев И.В., Чуян Е.Н., Раваева М.Ю., Шульгин В.Ф. ВЛИЯНИЕ 1-ГИДРОКСИ-1,1-ЭТИЛИДЕНДИФОСФОНОВОЙ КИСЛОТЫ И БИС(2-ПИРИДИЛ-1,2,4-ТРИАЗОЛИЛ-3)ПРОПАНА НА БОЛЕВУЮ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ САМОК КРЫС	92

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ / ECONOMICS

Бабакина Е.П., Обиремко С.И. ТЕОРИЯ ИГР КАК ОДИН ИЗ ЭФФЕКТИВНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ СТРАТЕГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ МЕНЕДЖЕРОВ	98
Казанцев А.А. ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ НА НЕСТАНДАРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	102
Кривенко Н.В., Кривенцова Л.А., Епанешникова Д.С. АСПЕКТЫ СОХРАНЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА В РАМКАХ ВЫЯВЛЕНИЯ УГРОЗ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОМУ РАЗВИТИЮ РЕГИОНОВ РОССИИ	107
Пестов А.А. СТАРТАП БИЗНЕСА ДОСТАВКИ ЕДЫ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ: ТИП УСЛУГИ, ОРГАНИЗАЦИОННО-УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ (НА ОСНОВЕ КЕЙС-СТАДИ ООО «ЯНДЕКС.ЕДА», ООО «Delivery Club»).....	112
Широкоряд М.Г. ГОСУДАРСТВЕННЫЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СИСТЕМЫ ЛЕКАРСТВЕННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	119

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.85.7.001>**РЕШЕНИЕ ОДНОРОДНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ РИМАНА С УСЛОВИЕМ НА ДЕЙСТВИТЕЛЬНОЙ ОСИ И БЕСКОНЕЧНЫМ ИНДЕКСОМ ЛОГАРИФМИЧЕСКОГО ПОРЯДКА НОВЫМ МЕТОДОМ**

Научная статья

Салимов Р.Б.¹, Горская Т.Ю.² *¹ ORCID: 0000-0003-4177-4830;² ORCID: 0000-0001-7136-8388;^{1,2} Казанский государственный архитектурно-строительный университет, Казань, Россия

* Корреспондирующий автор (gorskaya0304[at]mail.ru)

Аннотация

Рассматривается однородная краевая задача Римана с краевым условием на действительной оси для функции, аналитической в комплексной плоскости кроме точек действительной оси. В краевом условии предельное значение искомой аналитической функции в любой точке действительной оси при подходе сверху представляется как произведение значения заданной функции, называемой коэффициентом, и предельного значения функции в указанной точке при подходе снизу. Предполагается, что модуль коэффициента удовлетворяет условию Гельдера всюду на действительной оси, включая бесконечно удаленную точку, а аргумент коэффициента удовлетворяет условию Гельдера на любой конечной части оси и неограниченно растет как степень логарифма координаты точки оси при неограниченном удалении этой точки от начала координат. Выводится формула, определяющая аналитическую в верхней полуплоскости функцию, мнимая часть которой при стремлении координаты точки оси к положительной бесконечности является бесконечно большой того же порядка, что и аргумент коэффициента краевого условия. Далее строится соответствующая функция в нижней полуплоскости, затем вводятся аналитические функции мнимые части которых обращаются в бесконечность того же порядка, что и аргумент коэффициента краевого условия, когда точки отрицательной действительной оси удаляются в бесконечность. Использование указанных функций позволяет устранить бесконечный разрыв аргумента коэффициента краевого условия аналогично тому, как это делается в случае конечных разрывов этого коэффициента. На основе приемов, аналогичных применяемым Ф.Д. Гаховым, задача приводится к задаче с краевым условием на действительной оси и конечным индексом. Для решения последней задачи используется метод Ф.Д. Гахова. Найденное решение зависит от произвольной целой функции нулевого порядка, модуль которой подчинен дополнительным условиям, в то время как в случае конечного индекса решение задачи зависит от произвольного многочлена степени не выше индекса задачи.

Ключевые слова: краевая задача Римана, аналитическая функция, бесконечный индекс, логарифмический порядок.

SOLUTION OF HOMOGENEOUS RIEMANN BOUNDARY-VALUE PROBLEM WITH A CONDITION ON A REAL AXIS AND AN INFINITE INDEX OF LOGARITHMIC ORDER WITH THE NEW METHOD

Research article

Salimov R.B.¹, Gorskaya T.Yu.² *¹ ORCID: 0000-0003-4177-4830;² ORCID: 0000-0001-7136-8388;^{1,2} Kazan State University of Architecture and Civil Engineering, Kazan, Russia

* Corresponding author (gorskaya0304[at]mail.ru)

Abstract

We consider the homogeneous Riemann boundary-value problem with the boundary condition on the real axis for a function analytic in the complex plane except for points of the real axis. In the boundary condition, the limit value of the desired analytic function at any point on the real axis when approaching from above is represented as the product of the value of a given function called the coefficient, and the limit value of the function at the specified point at the bottom approaching. We assume that the coefficient modulus satisfies the Hölder condition everywhere on the real axis, including the infinitely distant point, and the coefficient argument satisfies the Hölder condition on any finite part of the axis and increases indefinitely as the degree of logarithm coordinates of the axis point with unlimited distance from the origin. The authors derived the formula that determines an analytic function in the upper half-plane the imaginary part of which as the coordinate of the axis point tends to positive infinity is infinitely large of the same order as the argument of the coefficient of the boundary condition. Next, the corresponding function is constructed in the lower half-plane, then analytical functions are introduced the imaginary parts of which turn into the infinity of the same order as the argument of the coefficient of the boundary condition when the points of the negative real axis are removed to infinity. The use of these functions allows us to eliminate the infinite gap of the argument of the coefficient of the boundary condition in the same way as it is done in the case of finite discontinuities of this coefficient. Based on techniques similar to those used by F.D. Gakhov, the problem is reduced to a problem with a boundary condition on the real axis and a finite index. Gakhov's method is used to solve the last problem. The solution found depends on an arbitrary entire function of order zero, the modulus of which is subject to additional conditions, while in the case of a finite index the solution of the problem depends on an arbitrary polynomial of degree not higher than the index of the problem.

Keywords: Riemann's boundary value problem, analytic function, infinite index, logarithmic order.

Введение**Постановка задачи**

Пусть D^+ , D^- - соответственно верхняя и нижняя полуплоскости в плоскости комплексного переменного $z = x + iy$ с действительной осью L , $\Phi^+(z)$, $\Phi^-(z)$ - функции, аналитические соответственно в области D^+ , D^- . Задачей Римана называется следующая задача [1, с. 106]: требуется определить функции $\Phi^+(z)$, $\Phi^-(z)$, ограниченные аналитические в областях D^+ , D^- соответственно, если их граничные значения удовлетворяют условию

$$\Phi^+(t) = G(t)\Phi^-(t) + g(t), t \in L, \quad (1)$$

в котором коэффициент $G(t)$, $g(t)$ - заданные на L функции.

В случае, когда $\ln G(t)$ и $g(t)$ - функции, удовлетворяющие условию Гельдера (условию H) всюду на L , включая окрестность точки $t = \infty$ [2, с. 67] решение задачи (1) дано монографиях [1, с. 118 - 121], [2, с. 136 - 139].

Решение задачи зависит от ее индекса равного $(\arg G(+\infty) - \arg G(-\infty)) / 2\pi$.

Начало исследования задачи (1) в случае, когда ее индекс обращается в бесконечность степенного порядка, было положено Н.В. Говоровым. Результаты его работ в дальнейшем вошли в монографию [3].

Краткие сведения о развитии этого научного направления проведены в статье [4]. Дополняя эти сведения, отметим, что задача Римана с бесконечным индексом логарифмического порядка рассмотрены в работах [5], [6], [7].

Авторы указанного ряда работ решение задачи Римана получают путем построения канонического решения – частного решения однородной задачи

$$\Phi^+(t) = G(t)\Phi^-(t), \quad t \in L, \quad (2)$$

обладающего нужными свойствами, аналогично тому, как было сделано ранее Н.В. Говоровым.

В статье [8] для решения однородной задачи Римана с бесконечным индексом логарифмического порядка и краевым условием (2), заданным на положительной действительной оси, используется другой метод, основанный на устранении бесконечного разрыва $\arg G(t)$ и аналогичный тому, с помощью которого в работе [1, С. 428 – 439] устранялись разрывы первого рода у функций $\ln G(t)$.

В настоящей работе на основе результатов статьи [8] находится решение однородной задачи с бесконечным индексом логарифмического порядка и краевым условием (2), заданным на всей действительной оси.

Требуется определить функции $\Phi^+(z)$ и $\Phi^-(z)$, ограниченные аналитические в областях D^+ , D^- соответственно, если их граничные значения удовлетворяют условию (2), а для коэффициента $G(t)$ выполняются следующие предположения: $\ln |G(t)|$ удовлетворяет условию H всюду на L , включая бесконечно удаленную точку ($\ln |G(t)| \in H$, $t \in L$),

$$\arg G(t) = \begin{cases} \eta(t) + \eta^-(\ln t)^\alpha, & t > 1 \\ \eta(t), & t \in [-1, 1] \\ \eta(t) + \eta^+(\ln t)^{\alpha^*}, & t < -1 \end{cases}. \quad (3)$$

α^* , α , η^- , η^+ - действительные числа, $\alpha > 0$, $\alpha^* > 0$, $\ln t^\alpha > 0$ при $t > 1$, $\ln |t|^{\alpha^*} > 0$ при $t < -1$, $\eta(t) \in H$. ($t \in L$, поэтому, в частности, $\eta(-\infty) = \eta(+\infty)$). Для простоты примем, что $\eta(-\infty) = \eta(+\infty) = 0$.

Если последнее соотношение для заданной функции $\eta(t)$ не выполняется, то с помощью приемов, аналогичных использованным в книге [1, С. 428–439] рассматриваемую задачу можно привести к задаче для новой искомой функции, в которой указанное соотношение имеет место.

Вспомогательные соотношения

Пусть $\alpha > 0$ - действительное положительное число. Для $\ln z = \ln |z| + i \arg z$, $0 \leq \arg z \leq \pi$ под $(\ln z - i\pi)^\alpha$ будем понимать непрерывную однозначную аналитическую в полуплоскости $\operatorname{Im} z > 0$ функцию, которая при $z = |x|e^{i\pi}$, $|x| > 1$ принимает положительное значение $(\ln |x|)^\alpha$, ($\arg (\ln |x|)^\alpha = 0$), и $\arg (\ln z - i\pi)^\alpha \rightarrow 0$ при $z = x \rightarrow +\infty$.

Пользуясь обозначением

$$\binom{\alpha}{j} = \frac{\alpha(\alpha-1)(\alpha-2) \cdots (\alpha-j+1)}{j!}, \quad j > 0, \\ \binom{\alpha}{j} = 1, \quad j = 0,$$

где α - произвольное действительное число, j - целое число, будем иметь [9, с. 302]

$$(1+z)^\alpha = \sum_{j=0}^{\infty} \binom{\alpha}{j} z^j, \quad |z| < 1. \quad (4)$$

Для $z = x > 1$ запишем

$$(\ln x - i\pi)^{\alpha+1} = (\ln x)^{\alpha+1} \left(1 + \frac{i\pi}{\ln x}\right)^{\alpha+1}, \quad (5)$$

считая, что $(\ln x)^{\alpha+1} > 0$, $\left(1 + \frac{i\pi}{\ln x}\right)^{\alpha+1} \rightarrow 1$ при $x \rightarrow \infty$.

При $x > e^\pi$ второй множитель правой части последней формулы представим как сумму степенного ряда с учетом разложения, полученного из (4) заменой α на $\alpha+1$ и придем к соотношению

$$\operatorname{Im}(\ln x - i\pi)^{\alpha+1} = (\ln x)^{\alpha+1} \sum_{j=0}^{\infty} \binom{\alpha+1}{2j+1} \pi (-1)^{j+1} \left(\frac{\pi}{\ln x}\right)^{2j}, \quad x > e^\pi. \quad (6)$$

Будем пока считать, что $\alpha > 1$. Выберем целое число k так, чтобы выполнялось соотношение

$$-3 < \alpha - 2k \leq -1 \quad (7)$$

(когда $k \geq 2$). В разложении (6) выделим первые k слагаемых и запишем его так

$$\begin{aligned} \operatorname{Im}(\ln x - i\pi)^{\alpha+1} &= -\pi(\alpha+1)(\ln x)^\alpha + \\ &+ \sum_{j=0}^{k-1} \binom{\alpha+1}{2j+1} \pi (-1)^{j+1} (\ln x)^{\alpha-2j} + r_{\alpha-2j}(x, \alpha), \quad x > e^\pi. \end{aligned} \quad (8)$$

где

$$r_{\alpha-2j}(x, \alpha) = (\ln x)^{\alpha-2k} \pi^{2k+1} \sum_{j=k}^{\infty} \binom{\alpha+1}{2j+1} (-1)^{j+1} \left(\frac{\pi}{\ln x}\right)^{2j-2k}. \quad (9)$$

В формуле (8) число α заменим на $\alpha - 2m$, число k на $k-m$, когда m принимает последовательно значения $1, 2, \dots, k-1$ и придем к соотношению

$$\begin{aligned} \sum_{j=m}^{k-1} \binom{\alpha-2m+1}{2(j-m)+1} \pi^{2(j-m)+1} (-1)^{j-m+1} (\ln x)^{j-2k} &= \operatorname{Im}(\ln x - i\pi)^{\alpha+1} - \\ &- r_{\alpha-2k}(x, \alpha - 2m), \quad m = \overline{1, k-1}, \quad x > e^\pi. \end{aligned} \quad (10)$$

Где

$$r_{\alpha-2k}(x, \alpha - 2m) = (\ln x)^{\alpha-2k} \pi^{2(k-m)+1} \sum_{j=k}^{\infty} \binom{\alpha-2m+1}{2(j-m)+1} (-1)^{j-m+1} \left(\frac{\pi}{\ln x}\right)^{2j-2k}. \quad (11)$$

Ясно, что здесь целесообразно считать, что $-\pi \leq \arg(\ln x - i\pi) \leq 0$, когда $0 \leq \arg z \leq \pi$.

Соотношения (10) представляют собой систему равенств, содержащих величины $(\ln x)^{\alpha-2j}$, $j=1, 2, \dots, k-1$. Коэффициенты при этих величинах образуют треугольную матрицу $\|a_{mj}\|$, элементы которой $a_{mj} = 0$ при $j < m$, $a_{mm} = -\pi(\alpha - 2m + 1)$, $m = \overline{1, k-1}$. Определитель этой матрицы равен

$$\Delta = -\pi^{k-1} \prod_{m=1}^{k-1} (\alpha - 2m + 1),$$

причем $\Delta \neq 0$, т.к. согласно (7) имеем $-3 < \alpha - 2k$ и $0 < \alpha - 2(k-1)+1$. Пусть A_{mj} - алгебраическое дополнение для элемента a_{mj} определителя Δ .

Из системы (10) по формулам Крамера выразим $(\ln x)^{\alpha-2j}$, $j = \overline{1, k-1}$, через правые части соотношений системы

$$(\ln x)^{\alpha-2j} = \frac{1}{\Delta} \sum_{m=1}^{k-1} A_{mj} [\operatorname{Im}(\ln x - i\pi)^{\alpha-2m+1} - r_{\alpha-2k}(x, \alpha - 2m)].$$

и подставим полученные выражения в формулу (8).

Обозначая

$$B_m = \frac{1}{\Delta} \sum_{m=1}^{k-1} A_{mj} \binom{\alpha+1}{2j+1} \pi^{2j+1} (-1)^{j+1}$$

Получим

$$\begin{aligned} \operatorname{Im} \left[(\ln x - i\pi)^{\alpha+1} - \sum_{m=1}^{k-1} B_m (\ln x - i\pi)^{\alpha-2m+1} \right] = \\ = -\pi(\alpha+1)(\ln x)^\alpha + R_{\alpha-2k}(x, \alpha), \quad x > e^\pi, \end{aligned} \quad (12)$$

Где

$$R_{\alpha-2k}(x, \alpha) = r_{\alpha-2k}(x, \alpha) - \sum_{m=1}^{k-1} B_m r_{\alpha-2k}(x, \alpha - 2m). \quad (13)$$

Введем в рассмотрение функцию

$$T_0(z) = (\ln z - i\pi)^{\alpha+1} - \sum_{m=1}^{k-1} B_m (\ln z - i\pi)^{\alpha-2m+1}. \quad (14)$$

каждое слагаемое которой есть однозначная ветвь в полуплоскости $\operatorname{Im} z > 0$, определяемая как указано выше. Мнимая часть этой функции при $z = |x|e^{i\pi}$, $|x| > 1$, обращается в нуль, а при $z = x$, $x > e^{i\pi}$, имеет представление, определенное формулой (12), в которой $R_{\alpha-2k}(x, \alpha) \rightarrow 0$ при $x \rightarrow +\infty$ в силу (13), (11), (7).

Функция $T_0(z)$ является вспомогательной в связи с тем, что она имеет особенность в точке $z=0$. По этой причине введем в рассмотрение аналитическую, однозначную и непрерывную во всех конечных точках полуплоскости $\operatorname{Im} z \geq 0$ функцию

$$T(z) = (\ln(z+i) - i\pi)^{\alpha+1} - \sum_{m=1}^{k-1} B_m (\ln(x+i) - i\pi)^{\alpha-2m+1}, \quad (15)$$

считая, что $T(z) = T_0(z+i)$, $\operatorname{Im} z \geq 0$.

Для $\operatorname{Im} T(x)$ при $x > e^{i\pi}$ можно получить представление, аналогичное (12). Но проще воспользоваться представлением (12) и учесть, что $\operatorname{Im}(T(x) - T_0(x)) \rightarrow 0$ при $x \rightarrow +\infty$.

Обозначим

$$V(z) = \operatorname{Im}(T(x) - T_0(x)), \quad (16)$$

Подставляя сюда выражения для $T_0(z)$ и $T(z)$, учитывая формулы (14), (5), при $z=x$, $x > e^{i\pi}$ путем непосредственного подсчета убедимся в том, что имеют место соотношения

$$\begin{aligned} V(x) &\sim -\frac{\alpha+1}{x} (\ln x)^\alpha, \quad x \rightarrow +\infty, \\ V'(x) &\sim \frac{\alpha+1}{x^2} (\ln x)^\alpha, \quad x \rightarrow +\infty, \end{aligned} \quad (17)$$

а при $x \rightarrow -\infty$ выполняются соотношения, получаемые из предыдущих формул (17) заменой $\ln x$ на $\ln |x|$.

Используя вышесказанное поведение производной $V'(x)$ при $x \rightarrow +\infty$, принимая во внимание результат книги [3, С. 127], заключаем, что $V(x)$ - функция, удовлетворяющая условию Гельдера в окрестности точки $x \rightarrow +\infty$ (дифференцируемая в любой конечной точке $x > e^{i\pi}$). Сказанное справедливо и для окрестности точки $x \rightarrow -\infty$.

Формулу (13) с учетом (9), (11) запишем так

$$R_{\alpha-2k}(x, \alpha) = (\ln x)^{\alpha-2k} \sum_{j=k}^{\infty} N_j(\alpha, x) \left(\frac{\pi}{\ln x}\right)^{2j-2k}, \quad x > e^\pi, \quad (18)$$

Где

$$\begin{aligned} N_j(\alpha, x) &= (-1)^{j+1} \pi^{2k+1} \times \\ &\times \left[\binom{\alpha+1}{2j+1} - \sum_{m=1}^{k-1} B_m \binom{\alpha-2m+1}{2(j-m)+1} (-1)^m \pi^{-2m} \right]. \end{aligned} \quad (19)$$

При $0 < \alpha \leq 1$ согласно (7) мы должны взять $k=1$ и в предыдущих формулах будут отсутствовать конечные суммы, в которых $m = \overline{1, k-1}$; при $k=1$ дополнительно будем иметь $r_{\alpha-2k}(x, \alpha) \equiv 0$, $R_{\alpha-2k}(x, \alpha) \equiv 0$, причем последние два равенства выполняются и в случае $\alpha=2k-1 > 1$.

В дальнейшем будем считать, что $\alpha=2k-1 < -1$, помня, что в полученных формулах при $\alpha=2k-1$ надо положить $r_{\alpha-2k}(x, \alpha) \equiv 0$, $m = \overline{0, k-1}$.

В силу (18), (19) имеем

$$R_{\alpha-2k}(x, \alpha) = \frac{M(x, \alpha, k)}{(\ln x)^{\alpha-2k}}, \quad x > e^\pi, \quad (20)$$

где $M(x, \alpha, k)$ - сумма ряда правой части формулы (18) с производной

$$M'_x(x, \alpha, k) = -\frac{\pi}{x(\ln x)^2} \sum_{j=k+1}^{\infty} N_j(\alpha, x)(2j-2k) \left(\frac{\pi}{\ln x}\right)^{2j-2k-1}.$$

С учетом (14), (18) формулу (12) представим так

$$\operatorname{Im} T_0(x) = -\pi(\alpha+1)(\ln x)^\alpha + R_{\alpha-2k}(x, \alpha), \quad x > e^\pi.$$

Тогда, понимая во внимание (16) будем иметь

$$\operatorname{Im} T(x) = V(x) - \pi(\alpha+1)(\ln x)^\alpha + R_{\alpha-2k}(x, \alpha), \quad x > e^\pi. \quad (21)$$

При $z=x/|x|e^{i\pi} < 0$, $|x| > e^{i\pi}$ согласно (14) получаем $\operatorname{Im} T_0(x)=0$, и с учетом (16) приходим к равенству

$$\operatorname{Im} T(x) = V(x), \quad x < e^\pi. \quad (22)$$

Таким образом, в случае $\alpha > 0$ приходим к следующей лемме.

Лемма. При вышеуказанных условиях для значений мнимой части аналитической в полуплоскости $\operatorname{Im} z \leq 0$ функции $T(z)$ формулы (15) при $z=x$, $|x| > e^{i\pi}$ справедливы представления (21), (22) в которых $V(x)$ - функция, удовлетворяющая условию Гельдера и обращающаяся в нуль на бесконечности, $R_{\alpha-2k}(x, \alpha)$ выражается формулой (20) и исчезает при натуральном числе α .

Зная функцию $T(z)$ формулы (15), найдем аналитическую в полуплоскости $\operatorname{Im} z < 0$ функцию, определяемую формулой [2, с. 140, 141].

$$\bar{T}(z) = \overline{T(\bar{z})}. \quad (23)$$

Для точек действительной оси $z = \bar{z} = x$ здесь имеем

$$\operatorname{Re} \bar{T}(x) = \operatorname{Re} T(x), \quad \operatorname{Im} \bar{T}(x) = -\operatorname{Im} T(x). \quad (24)$$

Пусть α^* - действительное положительное число. Под $(\ln x)^{\alpha^*}$, когда $\ln z = \ln|z| + i \arg z$, $-\pi \leq \arg z < 0$, будем понимать непрерывную однозначную в полуплоскости $\operatorname{Im} z < 0$ функцию, которая при $z=x>1$ принимает положительное значение $(\ln x)^{\alpha^*}$, $\arg(\ln x)^{\alpha^*} = 0$, и при $z=x$, $|x| > e^{i\pi}$, $\arg(\ln|z| + i \arg z)^{\alpha^*} \rightarrow 0$ при $|x| \rightarrow +\infty$.

Здесь при $x < -e^\pi$, т.е. $|x| > e^\pi$ для $z=|x|e^{-i\pi}$ и $(\ln z)^{\alpha^*+1} = (\ln|x| - i\pi)^{\alpha^*+1}$ согласно формуле (6) имеем

$$\operatorname{Im}(\ln|x| - i\pi)^{\alpha^*+1} = (\ln|x|)^{\alpha^*} \sum_{j=1}^{\infty} A_{mj} \binom{\alpha^*+1}{2j+1} \pi(-1)^{j+1} \left(\frac{\pi}{\ln x}\right)^{2j},$$

Считая пока $\alpha^* > 1$, выберем целое число k^* так, чтобы имело место соотношение

$$-3 < \alpha^* - 2k \leq -1, \quad (25)$$

(когда $k^* \leq 2$).

Отсюда ясно, что в полученных на основании (6) формулах, включая (13), величины α , k , x в случае $x < -e^\pi$ можно заменить соответственно на α^* , k^* , x^* .

При этом определитель системы, получаемой из (10), с элементами a_{mj}^* , будет равен

$$\Delta^* = -\pi^{k^*-1} \prod_{m=1}^{k^*-1} (\alpha^* - 2m + 1),$$

причем

$$a_{mj}^* = 0 \text{ при } j < m, \quad a_{mm}^* = (\alpha^* - 2m + 1)(-\pi), \quad m = \overline{1, k^* - 1}.$$

По значениям A_{mj}^* - алгебраического дополнения для a_{mj}^* вычисляется

$$B_m^* = \frac{1}{\Delta^*} \sum_{m=1}^{k^*-1} A_{mj}^* \binom{\alpha^*+1}{2j+1} \pi^{2j+1} (-1)^{j+1}$$

При вышеуказанной замене из (12) получим

$$\begin{aligned} & \operatorname{Im} \left[(\ln|x| - i\pi)^{\alpha^*+1} - \sum_{m=1}^{k^*-1} B_m^* (\ln|x| e^{-2\pi})^{\alpha^*-2m+1} \right] = \\ & = -\pi(\alpha^* + 1)(\ln|x|)^{\alpha^*} + R_{\alpha^*-2k^*}(|x|, \alpha^*), \quad x < -e^\pi, \end{aligned} \quad (26)$$

Где

$$R_{\alpha^*-2k^*}(|x|, \alpha^*) = r_{\alpha^*-2k^*}(|x|, \alpha^*) - \sum_{m=1}^{k^*-1} B_m^* r_{\alpha^*-2k^*}(|x|, \alpha^* - 2m). \quad (27)$$

В формуле (26) выражение в квадратных скобках левой части есть значение при $z=|x|e^{-i\pi}$ функции

$$T_0^*(z) = (\ln z)^{\alpha^*+1} - \sum_{m=1}^{k^*-1} B_m^* (\ln z)^{\alpha^*-2m+1}, \quad (28)$$

каждое слагаемое которой является однозначной непрерывной ветвью в полуплоскости $\operatorname{Im} z < 0$, определяемой как указано выше.

Заменяя в формуле (28) z на $z-i$ получим функцию

$$T_0^*(z) = (\ln(z-i))^{\alpha^*+1} - \sum_{m=1}^{k^*-1} B_m^* (\ln(z-i))^{\alpha^*-2m+1}, \quad (28)$$

непрерывную аналитическую в полуплоскости $\operatorname{Im} z \leq 0$ с единственной особой точкой $z = \infty$.

Введем в рассмотрение функцию

$$V^*(z) = \operatorname{Im}(T^*(z) - T_0^*(z)), \quad (30)$$

значения которой $V^*(x)$ на действительной оси в окрестности точки $x = \infty$ обладают теми же свойствами, что и $V(x)$ (при $x < -e^\pi$ и $x > e^\pi$).

На основании формул (18)–(20) получаем

$$R_{\alpha^*-2k^*}(|x|, \alpha^*) = \frac{M^*(|x|, \alpha^*, k^*)}{(\ln|x|)^{-\alpha^*+k^*}},$$

Где

$$\begin{aligned} M^*(|x|, \alpha^*, k^*) &= \sum_{j=k^*}^{\infty} N_j^*(\alpha^*, k^*) \left(\frac{\pi}{\ln|x|} \right)^{2j-2k^*-1}, \\ M^{*'}(|x|, \alpha^*, k^*) &= -\frac{\pi}{|x|(\ln|x|)^2} \sum_{j=k^*+1}^{\infty} N_j^*(\alpha^*, k^*) (2j-2k^*) \left(\frac{\pi}{\ln|x|} \right)^{2j-2k^*-1}, \end{aligned}$$

$N_j^*(\alpha^*, k^*)$ определяется формулой, получаемой из (19) заменой N_j, k, α, B_m соответственно на $N_j^*, k^*, \alpha^*, B_m^*$. При $0 < \alpha^* \leq 1$ в силу (25) здесь и с формуле (26), (27) будут отсутствовать конечные суммы, в которых $m = \overline{1, k^* - 1}$; при $k^* = 1$ дополнительно будем иметь $r_{\alpha^*-2k^*}(|x|, \alpha^*) \equiv 0$, $R_{\alpha^*-2k^*}(|x|, \alpha^*) \equiv 0$, причем последние два равенства выполняются и в случае $\alpha^* = 2k^* - 1 > 1$.

В дальнейшем будем считать, что $\alpha^* = 2k^* - 1 < -1$, учитывая, что при $\alpha^* = 2k^* - 1$ формулы упростятся.

При $z = x$, $x > 1$ согласно (28) имеем $\operatorname{Im} T_0^*(x) = 0$, поэтому с учетом (30) получаем

$$\operatorname{Im} T_0^*(x) = V^*(x), \quad x > e^\pi. \quad (31)$$

Принимая во внимание формулы (26), (28) имеем

$$\operatorname{Im} T_0^*(x) = -\pi(\alpha^* + 1)(\ln|x|)^{\alpha^*} + R_{\alpha^*-2k^*}(|x|, \alpha^*), \quad x > e^\pi,$$

следовательно, с учетом (30) приходим к соотношению

$$\operatorname{Im} T^*(x) = V^*(x) - \pi(\alpha^* + 1)(\ln|x|)^{\alpha^*} + R_{\alpha^*-2k^*}(|x|, \alpha^*), \quad x > e^\pi, \quad (32)$$

Таким образом, мы получили соотношения (31), (32), аналогичные приведенным в вышеуказанной лемме. Как и выше, имея функцию $T^*(z)$ формулы (29), определим аналитическую в полуплоскости $\text{Im} z \geq 0$ функцию

$$\overline{T^*}(z) = \overline{T^*(\bar{z})}. \quad (33)$$

для значений которой в точках действительной оси $z = \bar{z} = x$ имеем

$$\text{Re} \overline{T^*}(x) = \text{Re} T^*(x), \quad \text{Im} \overline{T^*}(x) = -\text{Im} T^*(x). \quad (34)$$

Основные результаты

Краевые условия (2) представим так

$$\Phi^+(t)e^{\beta T(t) + \beta^* \bar{T}^*(t)} = G_0(t)\Phi^-(t)e^{\beta \bar{T}(t) + \beta^* T^*(t)}, t \in L, \quad (35)$$

Где β, β^* – действительные постоянные

$$G_0(t) = G(t)e^{\beta T(t) + \beta^* \bar{T}^*(t)} / e^{\beta \bar{T}(t) + \beta^* T^*(t)}.$$

В силу (23), (24) и (33), (34) имеем

$$G_0(t) = G(t)e^{i2\beta \text{Im} T(t) - i2\beta^* \text{Im} \bar{T}^*(t)}, \quad (36)$$

поэтому согласно (3) с учетом (21), (22) и (31), (32) получим

$$\begin{aligned} \arg G_0(t) &= v(t) + v^-(t)(\ln t)^\alpha + 2\beta[V(t) - \pi(\alpha + 1)(\ln t)^\alpha + R_{\alpha-2k}(t, \alpha)] - \\ &\quad - 2\beta^* V^*(t), t > e^\pi, \\ \arg G_0(t) &= v(t) + v^+(t)(\ln |t|)^{\alpha^*} + \\ &\quad + 2\beta[V^*(t) - \pi(\alpha^* + 1)(\ln |t|)^{\alpha^*} + R_{\alpha^*-2k^*}(|t|, \alpha^*)], t < -e^\pi. \end{aligned}$$

В дальнейшем будем считать, что числа β, β^* выбраны равными

$$\beta = \frac{v^-}{2\pi(\alpha + 1)}, \quad \beta^* = \frac{v^+}{2\pi(\alpha + 1)}, \quad (37)$$

Тогда

$$\arg G_0(t) = v(t) + 2\beta[V(t) + R_{\alpha-2k}(t, \alpha)] - 2\beta^* V^*(t), \quad t > e^\pi, \quad (38)$$

$$\arg G_0(t) = v(t) + 2\beta V(t) - 2\beta^*[V^*(t) + R_{\alpha^*-2k^*}(|t|, \alpha^*)], \quad t < -e^\pi, \quad (39)$$

кроме того, в силу (36) будем иметь

$$\arg G_0(t) = \arg G(t) + 2\beta \text{Im} T(t) - 2\beta^* \text{Im} \bar{T}^*(t), \quad -e^\pi \leq t \leq e^\pi,$$

причем $\arg G_0(t)$ – функция, удовлетворяющая условию H на любой конечной части L .

Согласно (3) $\ln |G_0(t)| = \ln |G(t)|$, поэтому $\ln |G_0(t)|$ удовлетворяет условию H всюду на L , включая $t = \infty$.

Далее находим аналитическую в полуплоскостях $\text{Im} z > 0$ и $\text{Im} z < 0$ функцию [1, С. 110]

$$\Gamma(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_L \ln G_0(\tau) \frac{d\tau}{\tau - z}, \quad (40)$$

значения которой на L как слева, так и справа удовлетворяют условию H на любой конечной части L [2, С. 66, 68], поэтому интеграл этой формулы

$$\int_L \ln G_0(\tau) \frac{d\tau}{\tau - z}, t \in L, \quad (41)$$

является функцией, непрерывной в любой конечной точке $t \in L$. Принимая во внимание представления (38), (39), представления (17) для $V(x)$, $V'(x)$, а также аналогичные для V^* , V'^* , на основании результатов статьи [10], примененные для случая, когда имеют место вышеуказанные представления для плотности $\ln G_0(\tau)$ интеграла (41), приходим к заключению, что существует конечный предел этого интеграла как при $t \rightarrow +\infty$, так и при $t \rightarrow -\infty$.

Следовательно, интеграл (41) является ограниченной функцией на L . Поэтому функции $\Gamma(z) = \Gamma^+(z)$ и $\Gamma(z) = \Gamma^-(z)$ формулы (40) являются аналитическими ограниченными функциями соответственно в полуплоскостях D^+ и D^- .

Зная последние функции, определим ограниченные аналитические в областях D^+ и D^- соответственно функции

$$X^+(z) = e^{\Gamma^+(z)}, \quad X^-(z) = e^{\Gamma^-(z)},$$

отличные от нуля всюду в указанных областях, включая границу L , являющиеся значениями функции $X(z) = e^{\Gamma(z)}$.

Найденные функции удовлетворяют краевому условию

$$X^+(t) = G_0(t)X^-(t) \quad (42)$$

так как согласно (40) имеем

$$\Gamma^+(t) - \Gamma^-(t) = \ln G_0(t), \quad \frac{e^{\Gamma^+(t)}}{e^{\Gamma^-(t)}} = G_0(t).$$

Функции $T(z)$, $\bar{T}(z)$ формул (15), (23) обозначим

$$\begin{aligned} T_1(z) &= T_1^+(z) = T(z), & \operatorname{Im} z \geq 0, \\ T_1(z) &= T_1^-(z) = \bar{T}(z), & \operatorname{Im} z < 0. \end{aligned} \quad (43)$$

Аналогично функции $T^*(z)$, $\bar{T}^*(z)$ формул (29), (33) обозначим соответственно

$$\begin{aligned} T_1^*(z) &= T_1^{*+}(z) = T^*(z), & \operatorname{Im} z \geq 0, \\ T_1^*(z) &= T_1^{*-}(z) = \bar{T}^*(z), & \operatorname{Im} z < 0. \end{aligned} \quad (44)$$

Учитывая последние обозначения и равенство (42), краевое условие (35) запишем так

$$\frac{\Phi^+(t)e^{\beta T_1^+(t) + \beta^* T_1^{*+}(t)}}{X^+(t)} = \frac{\Phi^-(t)e^{\beta T_1^-(t) + \beta^* T_1^{*-}(t)}}{X^-(t)}, \quad t \in L. \quad (45)$$

Отсюда видно, что выражение

$$\frac{\Phi(z)e^{\beta T_1(z) + \beta^* T_1^*(z)}}{X(z)} = F(z), \quad (46)$$

где $\Phi(z) = \Phi^+(z)$ при $\operatorname{Im} z > 0$, $\Phi(z) = \Phi^-(z)$ при $\operatorname{Im} z < 0$, является целой функцией, так как левая и правая части условия (45) есть граничные значения функций, аналитических в полуплоскостях соответственно D^+ и D^- и эти значения равны в любой точке t действительной оси.

Из (46) находим функцию

$$\Phi(z) = X(z)e^{-\beta T_1(z) - \beta^* T_1^*(z)}F(z), \quad (47)$$

которая удовлетворяет краевому условию (2), т.е. является решением этой краевой задачи (2) и содержит произвольную целую функцию $F(z)$.

Пусть $\Phi(z)$ — ограниченное решение краевой задачи (2). Замечая, что $1/X(z)$ есть ограниченная функция, заключаем, что

$$\left| \frac{\Phi(z)}{X(z)} \right| < C = \text{const}, \quad z \in D, \quad (48)$$

Где $D = D^+ \cup D^-$. Принимая во внимание формулу (46) для целой функции $F(z)$ и учитывая формулы (15), (23), (29), (33), (43), (44), приходим к выводу, что порядок целой функции $F(z)$, равен нулю [11, с. 245].

При этом в силу (46), (48) будем иметь

$$|F(z)| = Ce^{\beta ReT_1(z) + \beta^* ReT_1^*(z)}, \quad z \in D,$$

и, в частности,

$$|F(t)| = Ce^{\beta ReT(t) + \beta^* ReT^*(t)}, \quad t \in L, \quad (49)$$

Таким образом, мы пришли к следующей теореме.

Теорема 1. Если краевая задача (2) имеет ограниченное решение $\Phi(z)$, то оно определяется формулой (47), в которой $F(z)$ - целая функция нулевого порядка, удовлетворяющая условию (49).

Справедлива и обратная теорема

Теорема 2. Если $F(z)$ - любая целая функция нулевого порядка, удовлетворяющая условию (49), то ограниченное решение краевой задачи (2) определяется формулой (47).

В самом деле, используя указанную в этой теореме функцию $F(z)$, мы по формуле (47) найдем функцию $\Phi(z) = \Phi^+(z)$, $\Phi(z) = \Phi^-(z)$ удовлетворяющие краевому условию (2). Остается установить ограниченность этих функций. Учитывая, что $F(z)$ - функция нулевого порядка, и выражения для $T_1(z)$, $T_1^*(z)$, придем к заключению, что порядок функции $\Phi(z)$ формулы (47) в каждой из полуплоскостей $Im z > 0$ и $Im z < 0$ равен нулю [12, с. 69].

Но в силу условия (49) и формулы (47) будет выполняться неравенство $|\Phi^\pm(t)| < \tilde{C} = const, t \in L$. Поэтому согласно теореме Фрагмена-Линделера [2, С. 69], [11, С. 206, 211] всюду в области D^\pm будем иметь $|\Phi^\pm(t)| < \tilde{C}$, что требовалось установить.

Показатель правой части формулы (49) с учетом (37) можно записать так

$$\beta ReT(t) + \beta^* ReT^*(t) = \frac{1}{2\pi} \left[\frac{\eta^-}{\alpha + 1} ReT(t) - \frac{\eta^+}{\alpha^* + 1} ReT^*(t) \right]. \quad (50)$$

На основании формул (15), (29) имеем соответственно

$$\begin{aligned} ReT(t) &\sim (\ln|t|)^{\alpha+1}, |t| \rightarrow \infty, \\ ReT^*(t) &\sim (\ln|t|)^{\alpha^*+1}, |t| \rightarrow \infty. \end{aligned} \quad (51)$$

Если выполняется условие

$$(\beta ReT(t) + \beta^* ReT^*(t)) \rightarrow -\infty, \quad (52)$$

$t \rightarrow -\infty$ или $t \rightarrow +\infty$, то целая функция нулевого порядка $F(z)$, удовлетворяющая неравенству (49), обращается в нуль тождественно: $F(z) \equiv 0$ [11, С. 256]. В этом случае по формуле (47) мы получаем только нулевое решение краевой задачи (2).

Из формул (50), (51) в частности, видно, что при выполнении любого из следующих условий

$$\begin{aligned} a) \alpha &> \alpha^*, \quad \eta^- < 0, \\ b) \alpha &> \alpha^*, \quad \eta^+ > 0, \\ c) \alpha &= \alpha^*, \quad \eta^- - \eta^+ < 0, \end{aligned} \quad (53)$$

будет иметь место соотношение (52) и краевая задача (2) будет иметь только нулевое решение.

Итак, справедлива

Теорема 3. Если выполняется условие (52), в частности, имеет место любое из трех условий (53), то краевая задача (2) имеет только нулевое решение.

Заключение

Таким образом, дано новое прозрачное решение задачи Римана с краевым условием на действительной оси, когда индекс задачи обращается в бесконечность логарифмического порядка, когда $arg G(t) \sim v^-(\ln t)^\alpha$ при $t \rightarrow \infty$, $arg G(t) \sim v^+(\ln|t|)^{\alpha^*}$, $t \rightarrow -\infty$ с различными вообще говоря, показателями α и α^* . Это решение в общем случае содержит произвольную целую функцию нулевого порядка, удовлетворяющую действительному условию (49), т.е. задача имеет бесконечное множество решений.

В отдельных случаях рассматриваемая задача имеет только нулевое решение.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Гахов Ф.Д. Краевые задачи / Ф.Д. Гахов. – М.: Наука, 1977. – 641 с.
2. Мусхелишвили Н.И. Сингулярные интегральные уравнения / Н.И. Мусхелишвили. – М.: Наука, 1968. – 511 с.
3. Говоров Н.В. Краевая задача Римана с бесконечным индексом / Н.В. Говоров. – М.: Наука, 1986. – 239 с.
4. Салимов Р.Б. Новый подход к решению однородной краевой задачи Римана на луче с бесконечным индексом / Р.Б. Салимов, А.З. Сулейманов // Известия вузов. Математика. №5, 2017, С. 71 – 76.
5. Юров П.Г. Однородная краевая задачи Римана с бесконечным индексом логарифмического типа / Юров П.Г. // Изв. вузов. Матем. 1966, № 2, С. 158–163.
6. Алекна П.Ю. Неоднородная краевая задача Римана с бесконечным индексом логарифмического порядка $0 < \gamma < 1$ для полуплоскости / П.Ю. Алекна // Литовский математический сборник. 1974, т. XIV, № 3, С. 5-18.
7. Алекна П.Ю. Краевая задача Гильберта с бесконечным индексом логарифмического порядка для полуплоскости / П.Ю. Алекна // Литовский математический сборник. 1977, т. XVII, № 1, С. 5-12.
8. Салимов Р.Б. Решение однородной краевой задачи Римана с бесконечным индексом логарифмического порядка на луче новым методом / Р.Б. Салимов, Э.Н. Хасанова // Изв. Саратов. ун-та. Нов. Сер. Математика. Механика. Информатика. 2017. Т. 17, вып. 2. С. 160-171.
9. Маркушевич А.И. Теория аналитических функций / А.И. Маркушевич. Т. 1. – М.: Наука, 1967. – 486 с.
10. Salimov R. B. The behavior of a singular integral with the Hilbert kernel near a point where the density of the integral is weakly continuous / R. B. Salimov // Russian Mathematics. 2012, V. 56, I.6, pp. 52–56.
11. Маркушевич А.И. Теория аналитических функций / А.И. Маркушевич. Т. 2. – М.: Наука, 1968. – 624 с.
12. Левин Б.Я. Распределение корней целых функций / Б.Я. Левин. – М.: Гостехиздат, 1956. – 632 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Gahov F.D. Kraevye zadachi [Boundary value problems] / Gahov F.D. M.: Nauka, 1977. – 641 s. [in Russian]
2. Mushelishvili N.I. Singuljarnye integral'nye uravnenija [Singular integral equations] / Mushelishvili N.I. M.: Nauka, 1968. – 511 s. [in Russian]
3. Govorov N.V. Kraevaja zadacha Rimana s beskonechnym indeksom [The Riemann boundary value problem with infinite index] / Govorov N.V. M.: Nauka, 1986. – 239 s. [in Russian]
4. Salimov R.B. Novyj podhod k resheniju odnorodnoj kraevoy zadachi Rimana na luche s beskonechnym indeksom [A new approach to the solution of a homogeneous boundary value problem of Riemann on the beam with infinite index] / Salimov R.B., Sulejmanov A.Z. // Izvestija vuzov. Matematika. [Izvestiya vuzov. Math] №5, 2017, S. 71 – 76. [in Russian]
5. Yurov P. G. Odnorodnaya krayevaya zadacha Rimana s beskonechnym indeksom logarifmicheskogo tipa [A homogeneous Riemann boundary Value problem with an infinite index of logarithmic type] / Yurov P. G. // Izv. vyssheye obrazovaniye. Mod. 1966, № 2, s. 158-163 [in Russian]
6. Alekna P.Yu. Neodnorodnaya krayevaya zadacha Rimana s beskonechnym indeksom logarifmicheskogo poryadka $0 < \gamma < 1$ dlya poluploskosti [Inhomogeneous Riemann boundary value problem with an infinite index of logarithmic order $0 < \gamma < 1$ for a half-plane] / P.Yu. Alekna // Litovskiy matematicheskij sbornik. 1974, t. XIV, № 3, S. 5-18. [in Russian]
7. Alekna P.Yu. Krayevaya zadacha Gil'berta s beskonechnym indeksom logarifmicheskogo poryadka dlya poluploskosti [Hilbert's boundary value problem with an infinite index of logarithmic order for a half-plane] / P.Yu. Alekna // Litovskiy matematicheskij sbornik. 1977, t. XVII, № 1, S. 5-12. [in Russian]
8. Salimov R.B. Resheniye odnorodnoy krayevoy zadachi Rimana s beskonechnym indeksom logarifmicheskogo poryadka na luche novym metodom [Solution of the homogeneous Riemann boundary value problem with an infinite index of logarithmic order on the ray by a new method] / R.B. Salimov, E.N. Khasanova // Izv. Sarat. un-ta. Nov. Ser. Matematika. Mekhanika. Informatika. 2017. T. 17, vyp. 2. S. 160-171. . [in Russian]
9. Markushevich A.I. Teorija analiticheskikh funkciy. [The theory of analytic functions] / Markushevich A.I. Vol. 1. M.: Nauka, 1967. – 486 s. [in Russian]
10. Salimov R. B. The behavior of a singular integral with the Hilbert kernel near a point where the density of the integral is weakly continuous / R. B. Salimov // Russian Mathematics. 2012, V. 56, I.6, pp. 52–56.
11. Markushevich A.I. Teorija analiticheskikh funkciy. [The theory of analytic functions] / Markushevich A.I. Vol. 2. M.: Nauka, 1968. – 624 s. [in Russian]
13. Levin B.Ja. Raspredelenie kornej celyh funkciy. [The distribution of roots of entire functions] / Levin B.Ja. M.: Gostehizdat, 1956. – 632 s. [in Russian]

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ

Обзор

Воловик М.О.¹, Рожкова В.В.² *^{1, 2} Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

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

Аннотация

В данной работе рассмотрены химические методы повышения нефтеотдачи пластов (ХМ ПНП), направленные на увеличение охвата и повышение нефтеотдачи пласта. Выделены виды современных технологий, направленных на перераспределение фильтрационных потоков путем закачки в продуктивный пласт через нагнетательные скважины различных модификаций тампонирующих составов. Также в работе обобщен опыт применения технологий на месторождениях и обозначены перспективы их дальнейшего развития и усовершенствования технологий.

Ключевые слова: потокоотклоняющие составы, методы повышения нефтеотдачи, дополнительная добыча, обводненность.

APPLICATION OF CHEMICAL ENHANCED OIL RECOVERY METHODS

Review

Volovik M.O.¹, Rozhkova V.V.² *^{1, 2} Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia

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

Abstract

In this paper, we consider chemical methods for enhancing oil recovery (EOR methods), aimed at increasing the coverage and enhancing oil recovery. The types of modern technologies aimed at the redistribution of filtration flows by injection into the reservoir through injection wells of various modifications of plugging compounds have been identified. The paper also summarizes the experience of applying technologies at the fields and outlines the prospects for their further development and improvement of technologies.

Keywords: flow divergent compositions, methods of enhanced oil recovery, additional production, water cut.

Введение

В настоящее время доля трудноизвлекаемых запасов достигла 72 %, в значительной степени это обусловливается отсутствием или недостатком технологий для целого ряда существующих категорий трудноизвлекаемых запасов. Вместе с тем, разнообразие геолого-физических особенностей продуктивных пластов не позволяет достичь необходимых результатов за счет применения какого-то универсального способа разработки нефтяных месторождений. Сургучев М.Л. в своей работе [1] изложил классификацию и физические основы способов разработки, технологии их применения, преимущества и недостатки. Как показывает практика, наиболее высокие результаты получаются при подборе методов для конкретных геологических условий [2, С.30]. [3]. Для регулирования процесса заводнения применяются химические технологии выравнивания профиля приемистости (ВПП) – одни из наиболее современных методов повышения нефтеотдачи пластов [4]. Данные технологии направлены на перераспределение фильтрационных потоков путем закачки в продуктивный пласт через нагнетательные скважины тампонирующих материалов. Закачка агента меняет свойства пластовой жидкости и породы [5, С.4]. Вследствие увеличения фильтрационных сопротивлений в высокопроницающих каналах происходит перераспределение потоков закачиваемой воды и повышается охват пласта заводнением, что способствует подключению в работу слабодренруемых зон пласта. Выделяют следующие виды технологий:

- гелеобразующие составы на основе полиакриламида, ацетата хрома и ПАВ (ГОС) – наиболее распространенные технологии, для которых характерно глубокое проникновение состава в зоны повышенной проницаемости;
- осадкогелеобразующие составы на основе полиакриламида (ГОС-1АСС) – технологии, в составе которых используются наполнители, изготавливаемые на основе древесной муки и природного тонкодисперсного мела;
- эмульсионные технологии – механизм работы заключается в повышении вязкости закачиваемой эмульсии в глубине пласта и снижении фазовой проницаемости по воде;
- эмульсионно-суспензионные технологии – применение растворов, в составе которых присутствуют наполнители на основе древесной муки и природного тонкодисперсного мела;
- термотропные гелеобразующие системы – технология предназначена для терригенных пластов с температурой 70-90°C, основными компонентами являются карбамид и соль алюминия;
- осадкообразующий термотропный состав – технология предназначена для применения в пласт с низкими показателями ФЕС, основой является сухая смесь специально подобранных компонентов, которые под действием температуры вступают в реакцию.

За период 2007-2017 гг. с целью стабилизации темпов роста обводнения продукции и повышения степени выработки запасов нефти на месторождениях территориально-производственного предприятия «Когалымнефтегаз» проведено 6769 химических обработок на нагнетательном фонде четырнадцати месторождений.

Наибольший объем воздействий был произведен с использованием осадкогелеобразующих технологий на основе

полиакриламида (3411 скважинно-операций), далее по количеству обработок следуют эмульсионно-суспензионные (1599 скважинно-операций) и гелеобразующие составы на основе полиакриламида (1051 скважинно-операций.).

Распределение дополнительной добычи нефти от химических методов повышения нефтеотдачи пластов по видам воздействия по ТПП "Когалымнефтегаз" приведены на рисунке 1. Из диаграммы видно, что наиболее успешными являются обработки, проведенные по эмульсионно-суспензионным и осадкогелеобразующим технологиям (удельная эффективность – 1237 т/скв.-опер. и 1179 т/скв.-опер., соответственно) и большеобъемным осадкогелеобразующим технологиям (удельная эффективность – 1133 т/скв.-опер.). В 2017 году на месторождениях ТПП «Когалымнефтегаз» в соответствии с производственной программой планировалось проведение 814 обработок, фактически выполнено 846 обработок химическими составами. За счет применения химических методов повышения нефтеотдачи пластов по состоянию на 01.01.2018 г. получено 722,42 тыс. т (план 610,56 тыс. т) дополнительной добычи нефти. Перевыполнение плана составило 18 %.

Обработки химическими составами на нагнетательных скважинах необходимо проводить с периодичностью один-два раза в год, это обусловлено тем, что длительность эффекта от имеющихся технологий продолжается 6-8 месяцев.

Применение химических методов обосновано состоянием разработки участка и направлено на извлечение запасов нефти посредством выравнивания профиля приемистости и вовлечения в разработку ранее неработающих нефтенасыщенных интервалов пласта [6, С.333]. Подбор наиболее подходящей технологии является основной задачей, для решения которой нужно определить вертикальную и площадную неоднородность пласта, динамику обводнения продукции скважин, геолого-физические характеристики пласта и технологические показатели эксплуатации скважины/участка [7, С.808].

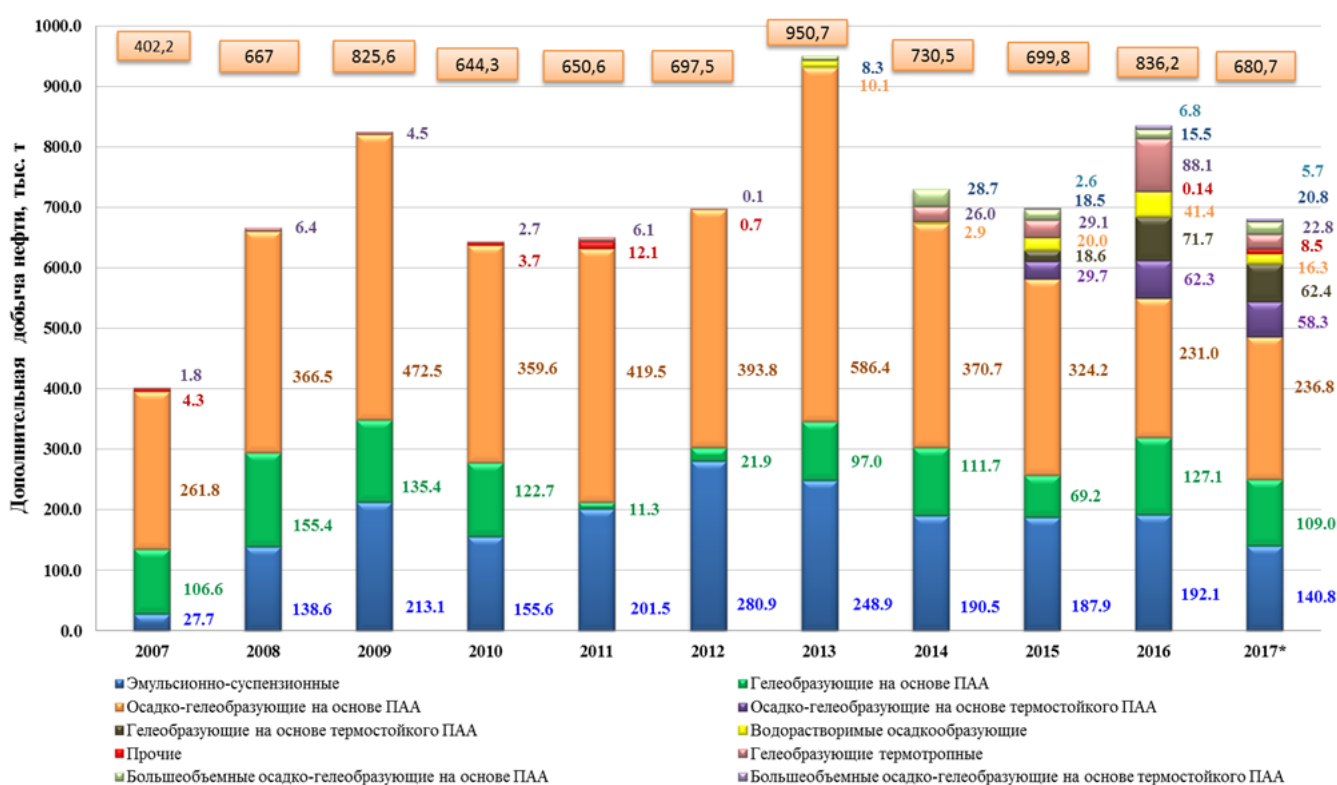


Рис. 1 – Распределение дополнительной добычи нефти от ХМ ПНП по видам воздействия по ТПП "Когалымнефтегаз" за период 2007-2017 гг.

Заключение

За последний годы наблюдается снижение количества проведенных мероприятий, но разнообразие методов повышения нефтеотдачи пласта, применимых для тех, или иных свойств породы и пластовой жидкости, продолжает расширяться, в том числе химические методы, являющиеся перспективным направлением [8, С.13].

В научном труде Д.Ю. Крынева [2] выделено несколько направлений «за счет которых будет повышаться объем добываемой нефти, и понижаться негативная составляющая проводимой разработки месторождений», два из которых тесно связаны с предметом исследования данной работы:

- внедрение новых методов разработки нефтяных скважин;
- повышение нефтеотдачи пластов за счет применения новых технологий.

Работа по этим направлениям, а именно усовершенствование имеющихся и поиск новых технологий для увеличения добычи трудноизвлекаемой нефти, в настоящее время является одной из первостепенных задач, стоящих перед специалистами научных нефтяных центров [9]. Например, в работе Э.Б. Бахтиярова рассмотрен комплексный подход: рекомендуется сочетать циклическое заводнение с потокоотклоняющими технологиями [10].

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Сургучев М.Л. Вторичные и третичные методы увеличения нефтеотдачи пластов/ М.Л. Сургучев. – М.: Недра, 1985. – 308с.
2. Крянев Д.Ю. Методы увеличения нефтеотдачи: опыт и перспективы применения / Крянев Д.Ю., Жданов С.А.// Нефтегазовая вертикаль. – 2011. – № 5.
3. Бадретдинов И.А. Классификация методов увеличения нефтеотдачи / И.А. Бадретдинов// Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2014. – Т.9. – №1.
4. Шарбатова И.Н. Циклическое воздействие на неоднородные нефтяные пласты / И.Н. Шарбатова. – Москва: Недра, 1988. – 121 с.
5. Захаров В.П. Регулирование фильтрационных потоков водоизолирующими технологиями при разработке нефтяных месторождений / Захаров В.П. – М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2010. – 224 с.
6. Алтунина Л. К. Физико-химические аспекты технологий увеличения нефтеотдачи/ Алтунина Л. К., Кувшинов В. А. // Химия в интересах устойчивого развития. – 2001. – №9. – С.331–344.
7. Эпов И.Н. Потокотклоняющие технологии как метод увеличения нефтеотдачи в России и за рубежом / Эпов И.Н., Зотова О.П. // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 12-4. – С. 806–810.
8. Земцов Ю.В. Обзор физико-химических МУН, применяемых в Западной Сибири, и эффективности их использования в различных геолого-физических условиях / Земцов Ю.В., Баранов А.В., Гордеев А.О. // Нефть. Газ. Новации. 2015. №7. С.11-122.
9. Анкудинов А.А. Совершенствование методов анализа системы заводнения и повышения эффективности закачки воды в нефтяной пласт: Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук/ Анкудинов А.А. - Тюмень: ТИУ, 2017. - 114 с.
10. Бахтияров Э.Б. Комплексный подход к увеличению коэффициента охвата пластов в условиях месторождений Западной Сибири/ Э.Б. Бахтияров // Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых. – 2017. № 1. – С. 130–133.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Surguchev M.L. Vtorichnyie i tretichnyie metodi uvelicheniya nefteotdachi plastov [Secondary and tertiary methods of enhanced oil recovery]/ M.L. Surguchev. – М.: Nedra, 1985. – 308 p. [in Russian]
2. Kryanev D.Y. Metodi uvelicheniya nefteotdachi: opyt i perspektivy primeneniya [Methods of enhanced oil recovery: experience and application prospects] / Kryanev D.Y., Zhdanov S.A. //Neftegazovaya vertical[Oil and gas vertical]. – 2011. – № 5. [in Russian]
3. Badretdinov I.A. Klassifikaciya metodov uvelicheniya nefteotdachi [Classification of enhanced oil recovery methods]/ I.A. Badretdinov// Neftegazovaya geologiya. Teoriya I praktika [Oil and gas geology. Theory and practice]. – 2014. – Т.9. – №1. [in Russian]
4. Sharbatova I.N. Ciklichesкое vozdеistvie na neodnorodnyie neftyanyie plastyi [Cyclic effects on heterogeneous oil reservoirs]/ I.N. Sharbatova. – Moskva: Nedra [Moscow: Bowels of the earth], 1988. – 121 p. [in Russian]
5. Zaharov V.P. Regulirovanie filtracionnyih potokov vodoizoliruyuschimi tehnologiyami pri razrabotke neftyanyih mestorozhdeniy [Oilfield chemistry. Regulation of filtration flows by waterproofing technologies in the development of oil fields] / Zaharov V.P. – М.: RGU нефти i gaza im. I.M. Gubkina [Gubkin Russian State University of Oil and Gas], 2010. – 224 p. [in Russian]
6. Altunina L .K. Fiziko-himicheskie aspekti tehnologii uvelicheniya nefteotdachi [Physico-chemical aspects of enhanced oil recovery technologies] / Altunina L .K., Kuvshinov V.A. // Himiya v interesah ustoichivogo razvitiya [Chemistry for Sustainable Development]. – 2001. – №9. – P.331–344. [in Russian]
7. Epov I.N. Potokotklonyayushchie tehnologii kak metod uvelicheniya nefteotdachi v Rosii I za rubezhom [Flow-diverting technologies as a method of enhanced oil recovery in Russia and abroad] / Epov I.N., Zotova O.P. // Fundamentalnyie issledovaniya [Basic research]/ – 2016. – № 12-4. – P. 806–810. [in Russian]
8. Zemcov Y.V. Obzor fiziko-himicheskikh MUN, primenyaemih v Zapadnoi Sibiri, i effektivnosti ih ispolzovaniya v razlichnyih geologo-fizicheskikh usloviyah [Overview of the physico-chemical MUN used in Western Siberia, and the effectiveness of their use in various geological and physical conditions] / Zemcov Y.V., Baranov A.V., Gordeev A.O. //Neft. Gaz. Novacii [Oil. Gaz. Innovation]. 2015. №7. С.11-122. [in Russian]
9. Ankudinov A.A. Sovershenstvovanie metodov analiza sistemy zavodneniya povysheniya effektivnosti zakachki vody v neftyanoi plast: Dissertaciya na soiskanie uchenoy stepeni kand.tehn.nauk [Improving the methods of analyzing the system of waterflooding and improving the efficiency of water injection into the oil reservoir: Thesis for the degree of Cand. tech. of sciences] / Ankudinov A.A. – Tyumen: TIU, 2017. - 114 p. [in Russian]
10. Bahtiyarov E.B. Kompleksniy podhod k uvelicheniyu koefficienta ohvata plastov v usloviyah mestorozhdeniy Zapadnoi Sibiri [Comprehensive approach to increasing reservoir coverage in Western Siberia fields]/ E.B. Bahtiyarov// Problemyi razrabotki mestorozhdeniy uglevodorodnyih I rudnih poleznyih iskopaemih [Problems of development of hydrocarbon and ore mineral deposits] – 2017. № 1. – P. 130–133. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.85.7.003>**ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ ОБЖИГ МАРГАНЦЕВОЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ УШКАТЫН-III**

Научная статья

Исабаев С.М.¹, Кузгибекова Х.М.², Жинова Е.В.^{3,*}, Жилина И.М.⁴¹ ORCID: 0000-0002-0197-8831;² ORCID: 0000-0001-9671-2341;³ ORCID: 0000-0001-7039-9254;^{1, 2, 3, 4} Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, Караганда, Казахстан

* Корреспондирующий автор (lab-isabaev[at]rambler.ru)

Аннотация

Марганец играет существенную роль в техническом прогрессе многих отраслей промышленности, науки и техники. Основная масса (около 95%) марганца – этого важнейшего стратегического металла – производится в мире в виде ферросплавов (ферро- и силикомарганца, комплексных марганецсодержащих сплавов) и используется при выплавке различных типов сталей в качестве раскислителя и легирующей добавки. При легировании марганец оказывает измельчающее действие на структуру стали, повышает ее прочность, увеличивает глубину прокаливания, улучшает ковкость и прокатываемость стали. Основными потребителями марганцеворудной продукции являются черная и цветная металлургия, электротехническая, электронная и химическая промышленность, а также керамическое и стекольное производства. Более 90 % производимого марганца идет в черную металлургию. Марганец используют как добавку к сталям для их раскисления, десульфурации, а также для их легирования.

На мировом рынке увеличивается спрос на марганцевую продукцию. Общие мировые запасы марганцевых руд оцениваются в 23 млрд. тонн. Казахстан одарен природой богатейшими запасами марганцевых руд, занимает 3-е место в мире по их ресурсам. В Казахстане имеется 36 месторождений и 163 рудопроявления марганца с активными запасами 426 млн. тонн, с учетом прогнозных запасов около 600 млн. тонн. Из известных месторождений разрабатываются 10, крупнейшие из которых – Западный Каражал (разведанные запасы – 286,2 млн. т) и Ушкатын III (88,9 млн. т). При этом марганцевые руды сосредоточены практически полностью (на 98%) в Центральном Казахстане и на 70% представлены железо-марганцевыми разновидностями.

В работе представлены результаты по определению оптимальных параметров восстановительного обжига марганцевой руды месторождения Ушкатын-III: температура - 700⁰С, продолжительность 90 мин, расход восстановителя 9% в виде спецкокса из шубаркольского угля.

Ключевые слова: восстановительный обжиг, марганцевая руда, спецкокс, пиролюзит, вернандит.

REDUCTION ROASTING OF MANGANESE ORE IN USHKATYN-III DEPOSIT

Research article

Isabaev S.M.¹, Kuzgibekova H.M.², Zhinova E.V.^{3,*}, Zhilina I.M.⁴¹ ORCID: 0000-0002-0197-8831;² ORCID: 0000-0001-9671-2341;³ ORCID: 0000-0001-7039-9254;^{1, 2, 3, 4} Zh. Abishev Chemical-Metallurgical Institute, Karaganda, Kazakhstan

* Corresponding author (lab-isabaev[at]rambler.ru)

Abstract

Manganese ore plays a significant role in the technical progress of many industries, science and technology. The bulk (about 95%) of manganese ore, this highly important strategic metal, is produced in the form of ferroalloys (ferromanganese and silico-manganese, complex manganese-containing alloys) and is used in the smelting of various types of steel as a deoxidizer and alloying agent. When alloying, manganese ore has a grinding effect on steel, increases its strength, increases the volume of the curvature, and improves malleability and rollability of steel. Iron and non-ferrous industry, electro-technic, electronic and chemical industries, as well as ceramic and glass production, are the main consumers of manganese ore. More than 90% of the manufactured manganese ore is used in iron metallurgy. Manganese ore is used as an additive to steel for deoxidation, disulphurisation, and alloying.

Demand for manganese ore at the world market is constantly increasing. The total world reserves of manganese ore are estimated at 23 billion tons. Kazakhstan has some of the largest reserves of manganese ores, taking the 3rd place in the world from the point of view of reserves. Kazakhstan has 36 deposits and 163 ore manifestation with active reserves of 426 million tons, taking into account the anticipated reserves of some 600 million tons. 10 deposits out of the known ones are mined; the biggest ones are Western Kavarazh (with reserves of 286.2 million tons) and Ushkatyn III (88.9 million). The majority of manganese ores are concentrated (98%) mostly in Central Kazakhstan, 70% are represented by iron-manganese.

The paper presents the results of determining the best parameters for the reducing roasting of manganese ore from the Ushkatyn-III deposit: temperature –

7000 C, duration 90 min, consumption of reducing agent 9% in the form of chark from Shubarkol coal.

Keywords: reduction roasting, manganese ore, coke, pyrolusite, vernandite.

Основная добыча марганцевой руды производится Жездинским рудоуправлением (г. Жезды, Жезказганская область). Попутная добыча марганцевой руды осуществляется также Атасуйским рудоуправлением и Жайремским горно-обогатительным комбинатом (г. Жайрем, Жезказганская область). Около половины добываемой в Казахстане

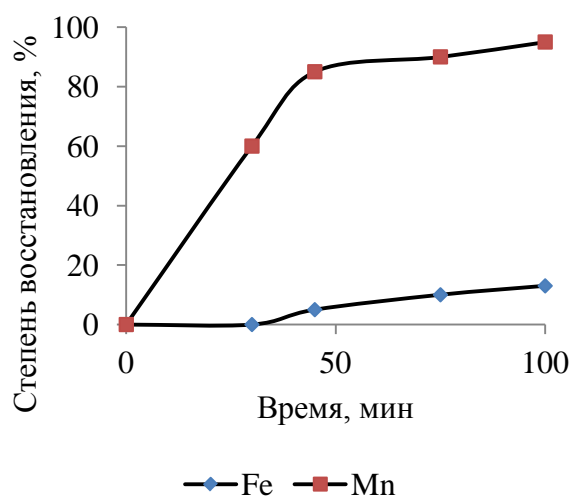
Таблица 1 – Технические и качественные характеристики спецкокса

Показатели	
1	2
Технический анализ, %	
летучие (V^{daf})	1,5-6,0
зольность (A^d)	до 10,0
влажность (W^d)	0,6-1,0
содержание серы (S^d)	0,3
содержание фосфора (P^d)	до 0,007
Содержание фиксированного углерода (C^{daf}), %	77,07
Реакционная способность по CO_2 при 1000^0C	2,2
Удельное электросопротивление по классу	
3-6 мм (метод КФ ВУХИН), Ом·см	1,9
Плотность, г/см ³	
Действительная	1,85
Кажущаяся	0,88
Пористость, %	52,3
Общий объем пор, см ³ /г	0,594
Структурная прочность (метод ВУХИН), %	79,3

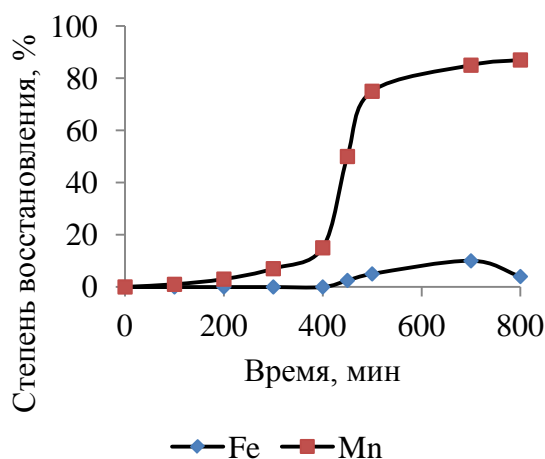
Изучено влияние температуры восстановительного обжига, расхода спецкокса и продолжительности процесса на степень перехода оксида марганца (IV) до оксида марганца (II).

Рентгенофазовый анализ огарков после обжига при 500^0C при любом расходе спецкокса (от 3% до 9%) и продолжительности (30-90 мин) показал, что дифрактограммы идентичны дифрактограмме исходной руды т.е. основные минералы гематит, браунит остались без изменения.

Результаты опытов по влиянию температуры обжига и его продолжительности на процесс восстановления гематита и марганцевых минералов приведены на рисунке 2.



а



б

Рис. 2 – Зависимость степени восстановления Mn и Fe от температуры (а) и времени (б) обжига

Данные рисунка 2 свидетельствуют о том, что степень восстановления соединений четырехвалентного марганца опережает образование магнетита и наиболее высокая степень достигается при температуре 700°C и продолжительности 90 мин.

Таким образом, в нашем случае температура 500°C недостаточна для процесса восстановления, как браунита, так и гематита. Этот вывод подтверждается и результатами выщелачивания огарка, полученного при 500°C , расходе углерода 9% и продолжительности 90 мин. Степень извлечения марганца в раствор серной кислотой концентрацией 100 г/л достигает значения 7,5% при температуре 80°C , при продолжительности один час (рисунок 3).

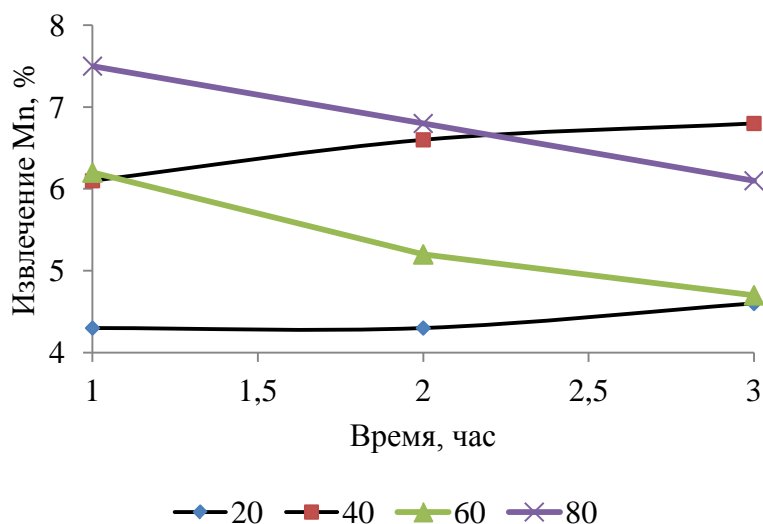


Рис. 3 – Зависимость степени извлечения марганца в раствор от температуры ($^{\circ}\text{C}$) и продолжительности выщелачивания

Согласно расчетам Сиргетаевой Г.Е. [12] в четырехкомпонентной системе Mn-Fe-C-O в пределах $550-750^{\circ}\text{C}$ сосуществуют конденсированные соединения: углерод, Fe_3O_4 , Mn_2O_3 .

Рентгенофазовый анализ огарков после $600-700^{\circ}\text{C}$ показал наличие $\gamma\text{-Mn}_2\text{O}_3$. (рисунок 4). Химический анализ огарков также подтверждает информацию о сосуществовании в этих температурных интервалах твердого углерода. В условиях восстановительного обжига при температуре 700°C , продолжительности 30 мин и разном расходе восстановителя содержание углерода в огарках составляет 0,69-3,55%; при продолжительности 60 мин от 0,61-3,03%; при продолжительности 90 мин остаточное содержание в среднем 0,58%.

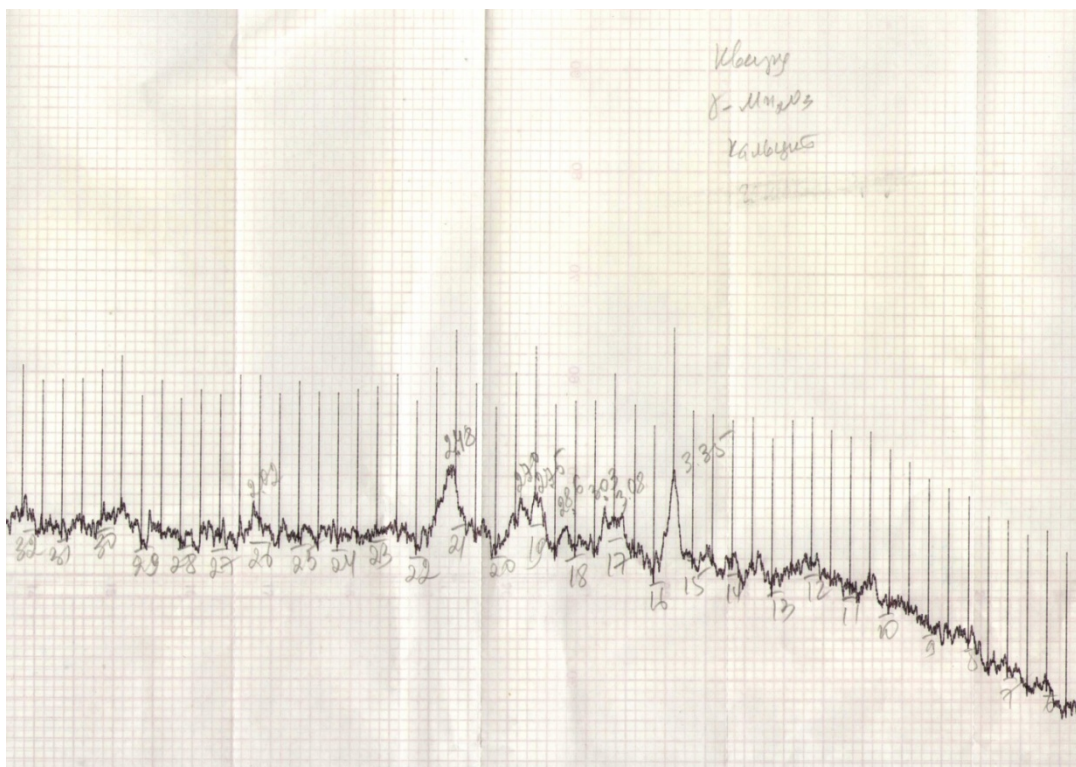


Рис. 4 – Рентгенограмма огарков после $600-700^{\circ}\text{C}$

На рисунке 5 представлены результаты взаимодействия углерода с минералами марганца при восстановительном обжиге.

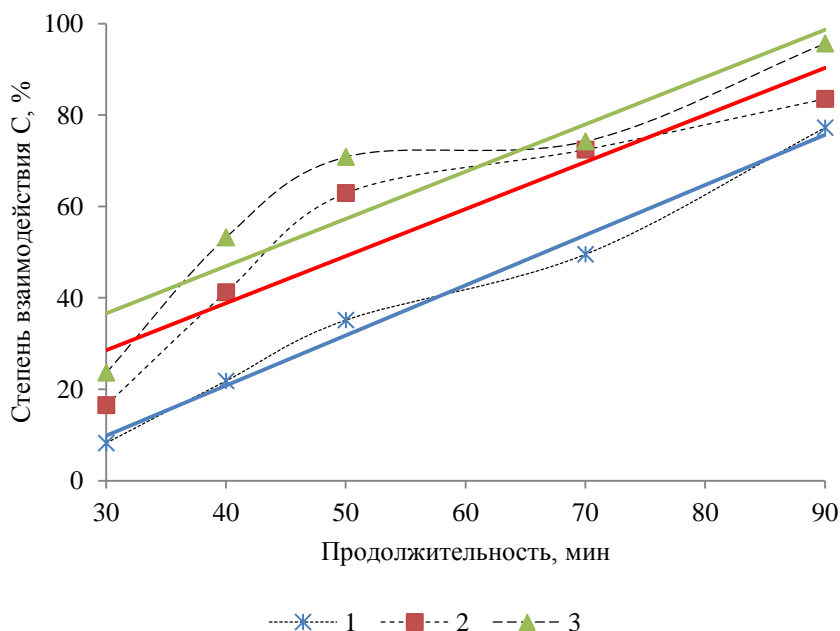


Рис. 5 – Зависимость степени взаимодействия углерода при восстановительном обжиге от температуры ($^{\circ}\text{C}$) и продолжительности обжига (мин)

Примечание: 1 - 500°C , описывается уравнением $y = 1,382x - 5,8649$, $R^2 = 0,9999$;

2 - 600°C , описывается уравнением $y = 1,3068x + 13,484$, $R^2 = 0,8869$;

3 - 700°C , описывается уравнением $y = 1,3319x + 20,859$, $R^2 = 0,9065$

Из данных рисунка 5 видно, что при температуре 700°C и продолжительности обжига 90 мин наблюдается наиболее высокая степень взаимодействия углерода с минералами марганца.

Таким образом, определены оптимальные параметры восстановительного обжига железомарганцевой руды месторождения Ушкатын-III: температура - 700°C , продолжительность 90 мин, расход восстановителя 9% в виде спецкокса из шубаркольского угля. Кроме того, авторы работы [13] установили, что фосфор в марганцевых концентратах представлен трехкальциевым фосфатом и при высокотемпературном восстановительном обжиге не удаляется в газовую фазу. Результаты таблиц 2-4 также доказывают о том, что в пределах $500\text{--}700^{\circ}\text{C}$ независимо от продолжительности и расхода восстановителя фосфор концентрируется в огарке.

Финансирование

Настоящее исследование является частью программы целевого финансирования «Научно-технологическое обоснование расширения сырьевой базы ферросплавной отрасли за счет вовлечения в технологические процессы слабококующихся энергетических углей и техногенных отходов с целью получения новых материалов многоцелевого назначения» по проблеме вовлечения некондиционных железомарганцевых руд в металлургический передел. Цель данных исследований - создание пирогидрометаллургической схемы переработки руды месторождения Ушкатын-III.

Конфликт интересов

Не указан.

Funding

This study is part of the target financing program “Scientific and Technological Substantiation of the Expansion of Raw Material Base of the Ferroalloy Industry due to the Involvement of Low-Coking Steam Coal and Industrial Waste in the Process of Obtaining New Multi-Purpose Materials” dedicated to the problem of involving substandard ferromanganese ores into the metallurgical process. The purpose of the study is to create a pyro-hydrometallurgical scheme for processing ore from the Ushkatyn-III deposit.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

- 1 Пат. 29902 Республика Казахстан. Способ переработки марганцесодержащего сырья / Козлов В.А., Айменова Ж.Л.; опубл. 15.05.2015, Бюл. № 5.
- 2 Пат. 2393254 Российская Федерация. Способ получения марганца (Варианты) / Соколов В.В., Стонога Ю.А., Филатова И.Ю.; опубл. 27.06.2010, Бюл. № 18.
- 3 Пат. 2395601 Российская Федерация. Способ переработки марганцевых концентратов для очистки от фосфора / Коробейников А.П., Филин А.Н., Костенков С.А., Коробейников Д.А.; опубл. 27.07.2010, Бюл. № 21.
- 4 Пат. 2441085 Российская Федерация. Способ переработки карбонатных марганцевых руд / Воронин А.В., Казакова Е.В., Левашова В.И., Мавлютова Р.Ж., Майстренко В.Н., Морева О.В., Мустафин А.Г., Шаповалова Е.В.; опубл. 27.01.2012, Бюл. № 3.
- 5 Пат. 2441086 Российская Федерация. Способ переработки марганцевых руд / Мустафин А.Г., Левашова В.И., Майстренко В.Н., Морева О.В., Шаповалова Е.В., Шарипов Т.В.; опубл. 27.01.2012, Бюл. № 3.

6 Пат. 2444575 Российская Федерация. Способ получения диоксида марганца / Серегин А.Н., Ермолов В.М., Жуков Д.Ю.; опубл. 10.03.2012, Бюл. № 7.

7 Пат. 2448175 Российская Федерация. Способ переработки марганецсодержащего материала / Ан Е.Д., Афанасьев Ф.И., Япрынцева О.А., Минниханова Э.А., Фаткуллин Р.Н., Сулейманова Г.Ф.; опубл. 20.04.2012, Бюл. № 11.

8 Пат. 2484161 Российская Федерация. Способ извлечения марганца из марганецсодержащего сырья / Борноволокнов А.С.; опубл. 10.06.2013, Бюл. № 16.

9 Пат. 2539813 Российская Федерация. Способ переработки марганцевых руд / Фарбер И.А., Мурадов Г.С., Лосев Ю.Н.; опубл. 27.01.2015, Бюл. № 3.

10 Пат. 2539885 Российская Федерация. Способ комплексной переработки карбонатно-окисных марганцевых руд / Фарбер И.А., Мурадов Г.С., Лосев Ю.Н.; опубл. 27.01.2015, Бюл. № 3.

11 Дзюба О.И., Ярош Т.П. Комбинированная схема переработки марганцевых руд пиролюзит-псиломеланового состава [Электронный ресурс] / Дзюба О.И. - URL: http://rusnauka.com/SND/Tecnic/1_dzjubajarosh.doc.htm.

12 Сиргетаева Г.Е. Разработка и исследование технологии обжигмагнитной переработки железомарганцевой руды месторождения Западный Камыс: дис. ... доктор философии. – Караганда, 2016.

13 Тищенко К.И., Безязыков Б.Н. Обогащение и дефосфорация марганцевых руд, физико-химические основы металлургии марганца / Тищенко К.И. - М.: Наука, 1977. - С. 64-67.

Список литературы на английском языке / References in English

1 Pat. 29902 Kazakhstan. Sposob pererabotki manganecsoderzhashhego syr'ja [Method of processing manganese-containing raw materials] / Kozlov V.A., Ajmenova Zh.L.; publ. 15.05.2015, Bul. № 5 [In Russian].

2 Pat. 2393254 Russian Federation. Sposob poluchenija manganca (Varianty) [The method of producing manganese (options)] / Sokolov V.V., Stonoga Ju.A., Filatova I.Ju.; publ. 27.06.2010, Bul. № 18 [In Russian].

3 Pat. 2395601 Russian Federation. Sposob pererabotki manganecvykh koncentratov dlja ochistki ot fosfora [Method for processing manganese concentrates for phosphorus purification] / Korobejnikov A.P., Filin A.N., Kostenkov S.A., Korobejnikov D.A.; publ. 27.07.2010, Bul. № 21 [In Russian].

4 Pat. 2441085 Russian Federation. Sposob pererabotki karbonatnyh manganecvykh rud [A method of processing carbonate manganese ores] / Voronin A.V., Kazakova E.V., Levashova V.I., Mavljutova R.Zh., Majstrenko V.N., Moreva O.V., Mustafin A.G., Shapovalova E.V.; publ. 27.01.2012, Bul. № 3 [In Russian].

5 Pat. 2441086 Russian Federation. Sposob pererabotki manganecvykh rud [A method of processing manganese ores] / Mustafin A.G., Levashova V.I., Majstrenko V.N., Moreva O.V., Shapovalova E.V., Sharipov T.V.; publ. 27.01.2012, Bul. № 3 [In Russian].

6 Pat. 2444575 Russian Federation. Sposob poluchenija dioksida manganca [The method of producing manganese dioxide] / Seregin A.N., Ermolov V.M., Zhukov D.Ju.; publ. 10.03.2012, Bul. № 7 [In Russian].

7 Pat. 2448175 Russian Federation. Sposob pererabotki manganecsoderzhashhego materiala [Method of processing manganese-containing material] / An E.D., afanas'ev F.I., Japrynceva O.A., Minnihanova Je.A., Fatkullin R.N., Sulejmanova G.F.; publ. 20.04.2012, Bul. № 11 [In Russian].

8 Pat. 2484161 Russian Federation. Sposob izvlechenija manganca iz manganecsoderzhashhego syr'ja [The method of extraction of manganese from manganese-containing raw materials] / Bornovolokov A.S.; publ. 10.06.2013, Bul. № 16 [In Russian].

9 Pat. 2539813 Russian Federation. Sposob pererabotki manganecvykh rud [A method of processing manganese ores] / Farber I.A., Muradov G.S., Losev Ju.N.; publ. 27.01.2015, Bul. № 3 [In Russian].

10 Pat. 2539885 Russian Federation. Sposob kompleksnoj pererabotki karbonatno-oksidnyh manganecvykh rud [Method for complex processing of carbonate-oxides manganese ores] / Farber I.A., Muradov G.S., Losev Ju.N.; publ. 27.01.2015, Bul. № 3 [In Russian].

11 Dzjuba O.I., Jarosh T.P. Kombinirovannaja shema pererabotki manganecvykh rud piroljuzit-psilomelanovogo sostava [Combined scheme for processing manganese ores of pyrolusite-psilomelanitic composition] [Electronic resource] / Djuba O.I. - URL: http://rusnauka.com/SND/Tecnic/1_dzjubajarosh.doc.htm [In Russian].

12 Sirgetaeva G.E. Razrabotka i issledovanie tehnologii obzhigmagnitnoj pererabotki zhelezomargancevoj rudy mestorozhdenija Zapadnyj Kamys [Development and research of the technology of sintering processing of ferromanganese ore from the West Kamys deposit]: dis. ... of PhD: . – Karaganda, 2016. [In Russian].

13 Tishhenko K.I., Bezjazykov B.N. Obogashhenie i defosforacija manganecvykh rud, fiziko-himicheskie osnovy metallurgii manganca [Enrichment and dephosphorization of manganese ores, physical and chemical bases of manganese metallurgy] / Tishhenko K.I. - M.: Nauka, 1977. - S. 64-67 [In Russian].

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.85.7.004>

ДЕРЕВЯННОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО КАК НАПРАВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Научная статья

Острыкова Ю.Е.^{1,*}, Тимофеева Е.Е.²¹ORCID: 0000-0002-8863-6059;^{1,2} Ивановский государственный политехнический университет, Иваново, Россия

* Корреспондирующий автор (ostryakova[at]list.ru)

Аннотация

В статье рассмотрено одно из направлений экологического строительства – деревянное строительство. Жилые дома и другие постройки из деревянных конструкций отвечают многим требованиям «экологического строительства», то есть в процессе строительства и эксплуатации зданий оказывают минимальное воздействие на окружающую среду, обладают низким уровнем потребления энергетических и материальных ресурсов на протяжении всего эксплуатационного цикла здания. В статье приведена авторская развернутая классификация деревянных строений по области их применения.

Ключевые слова: деревянное домостроение, устойчивое строительство, экологическое строительство.

WOODEN CONSTRUCTION AS A DIRECTION OF ECOLOGICAL CONSTRUCTION

Research article

Ostryakova Yu.E.^{1,*}, Timofeeva E.E.²¹ORCID: 0000-0002-8863-6059;^{1,2} Ivanovo State Polytechnic University, Ivanovo, Russia

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

Abstract

The article considers one of the directions of ecological construction – wooden construction. Residential houses and other buildings made of wooden structures meet many requirements of “ecological construction,” which means that in the process of construction and operation of buildings they have minimal impact on the environment with low consumption of energy and material resources throughout the entire operating cycle of the building. The article presents the author’s detailed classification of wooden buildings according to their area of application.

Keywords: wooden housing construction, sustainable construction, ecological construction.

Строительство зданий и сооружений из дерева является одним из основ экологического строительства как постиндустриального этапа развития архитектурно-строительной отрасли, с одной стороны, так и важной составляющей понятия «устойчивое развитие», с другой [1, С.142].

По мнению В. Д. Елиной деревянное строительство вносит свой вклад в устойчивое строительство [2]. Устойчивое строительство – это концепция зданий, которая сводит к минимуму вредное воздействие на окружающую среду и человека во время всего жизненного цикла, начиная от проектной стадии, заканчивая утилизацией.

Деревянное строительство – это еще и «экологическое строительство» – один из самых актуальных мировых трендов, пришедших в архитектурно-строительную отрасль за последнее десятилетие и одновременно – важная составляющая понятия «устойчивое развитие».

Экологическое строительство – это вид строительства и эксплуатации зданий с минимальным воздействием на окружающую среду, целью которого является снижение уровня потребления энергетических и материальных ресурсов на протяжении всего эксплуатационного цикла здания [4]. Базовым для экологического строительства является такой процесс, когда эксплуатация природных ресурсов, направление инвестиций и инноваций, формирование личности согласуются друг с другом и совместно работают на нынешней и будущий потенциал поколений. [5], [6].

В этой связи в сфере малоэтажного строительства остро встает вопрос выбора строительного материала. Основными критериями выбора являются фактические уровни их экологической чистоты и экологической безопасности; повышенные требования к качеству выполняемых работ; рост запросов потребителей к экологии жилища и комфортности проживания в нем.

Дерево – возобновляемый, экологически чистый материал. *Под деревянным домом* следует понимать рубленый дом из неоцилиндрованного круглого леса с применением в качестве утеплителей только натуральных материалов [7]. Однако, более расширенная трактовка к деревянному домостроению относит возведение объектов из бревен и бруса различной степени обработки [8].

В деревянном домостроении известны следующие виды домов, различающиеся в основном конструкциями стен: бревенчатые из массивной древесины, в том числе из оцилиндрованных бревен, бруса пиленого или клееного; каркасные – с несущим деревянным каркасом и ограждающими элементами из плит, щитов или монолитных заливок (включающие каркасно-щитовые, каркасно-панельные, каркасно-блочные, каркасно-монолитные конструкции); панельные – из готовых несущих панелей с деревянным каркасом, обшивкой досками или плитами и теплозащитным заполнением; композитные – с панелями, блоками или монолитные, изготовленные из древесных отходов на известково-цементном, глино-цементном вяжущем; комбинированные, в которых несущими являются двухслойные стены из бруса или модуля с укладкой или монолитной заливкой теплоизоляционного материала между слоями [9].

С появлением новых технологий строительства определение деревянного дома становится расплывчатым. Таким образом, деревянный дом - это дом с деревянным каркасом и деревянными стенами, выполненные из бревен, массивной древесины, обычного клееного и профильного бруса, каркасной технологии. Остальные различные варианты следует называть «дома с элементами деревянных конструкций и материалов из дерева».

Жилые дома из деревянных конструкций имеют ряд преимуществ:

- экономичность в процессе строительства (не требуют массивных фундаментов, дают возможность возводить здание на относительно слабых грунтах);
- древесина является природным материалом, поэтому деревянные конструкции не требуют специальной утилизации;
- дерево обладает значительной пропускной способностью кислорода, что создает всегда оптимальный воздушный и влагообменный режим;
- древесина является энергоэффективным материалом, благодаря высоким теплоизоляционным свойствам;
- термическое сопротивление деревянных стен намного выше требуемого, что обеспечивает огромную экономию на поддержание тепла в доме;
- дерево обладает более низкой теплопроводностью по сравнению с кирпичом, что позволяет снизить толщину стен;
- стены из бревен и бруса могут выдерживать неограниченное число циклов «замораживание-размораживание»;
- экономичность во время эксплуатации: деревянный дом протапливается быстрее кирпичного; дерево устойчиво к воздействию солей, кислот, масел;
- деревянные дома имеют возможность демонтажа.

Прочность деревянных конструкций зависит от их разновидности (таблица 1).

Таблица 1 – Прочностные показатели строительных материалов [10]

Название материала	Нормативный документ	Расчетное сопротивление сжатию, МПа	Расчетное сопротивление на растяжение, МПа
Сосна, ель и европейская лиственница К26	СП 64.13330.2011, табл. 3	14 – вдоль волокон 1,8 – поперек волокон	10 – вдоль волокон, 3 – поперек волокон
Клееные конструкции К26	ГОСТ 33081-2014, табл. А.1	26 – вдоль волокон 2,5 – поперек волокон	20,6 – вдоль волокон 0,5 – поперек волокон
Бетон, В30	СП 63.13330.2012, табл. 6.8	17	1,15
Кирпич М200, с раствором М75	СП 15.13330.2012, табл. 2,12	2,5	0,25

Таким образом, древесина обладает сравнительно хорошими показателями прочности. Особенно выгодно использование клееных конструкций: при работе на сжатие и растяжение при направленности сил поперек волокон древесины показатели клееных конструкций не уступают кирпичной кладке. Прочность при статическом изгибе древесины очень высокая, поэтому древесину часто используют в балках, настилах и др., т.е. там, где необходима работа конструкции на изгиб. Уникальные свойства древесины дают возможность успешно применять ее при возведении сооружений с пролетами до 150 м.

Однако, строительство из древесины имеет ряд недостатков: дерево – «живой» материал, поэтому ему присущи свойства расширения, набухания, размокания; некоторые виды отделки помещений становятся невозможными; повышенная пожароопасность; гниение древесины.

Указанные недостатки ставят под сомнение такое важное свойство жилых зданий как долговечность. Для устранения вышеперечисленных недостатков существуют различные технологии обработки и пропитки древесины.

Как правило, из деревянных конструкций возводятся малоэтажные дома, деревянные бани, деревянные беседки и т.д. но деревянные строения встречаются и во многих других направлениях строительства. Развернутая классификация деревянных строений по области их применения и архитектурно-эстетических характеристик и особенностей, приведена на рисунке 1.

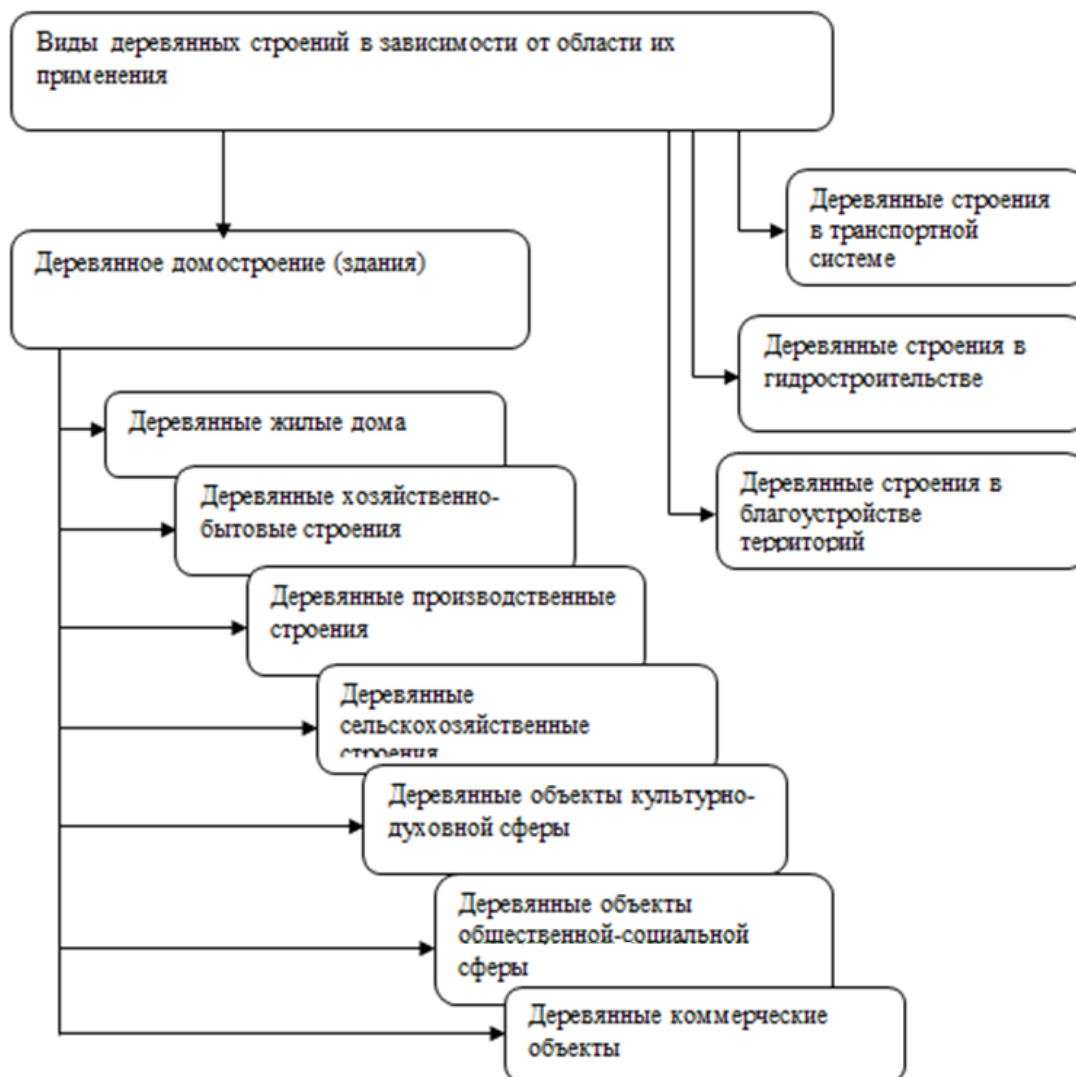


Рис. 1 – Классификация деревянных строений в зависимости от области их применения

Направления повышения эффективности деревянного строительства заключаются в использовании новых панельных технологий. В их основе лежит производство многослойных стеновых панелей, состоящих из массива дерева, которые выполняют функцию несущей конструкции. Эффективна реализация побочной продукции – топливных брикетов.

Ключевая проблема, препятствующая развитию деревянного домостроения – это падение спроса, которое вызвано переориентацией потребителей на жильё, построенное по другим технологиям. Существующая в настоящее время отечественная продукция деревянного домостроения не выдерживает технологической конкуренции с другими строительными материалами, не подходит для строительства многоэтажных зданий, отстает по другим параметрам: долговечности и конструкционным возможностям. Падению спроса на жильё из дерева также способствовали процессы урбанизации и развития мегаполисов, сопровождающиеся ростом стоимости земли.

Государство, долгое время не уделяло внимания проблеме спада в отрасли лесопиления, ее технологическому и инструментальному обеспечению, а так же системному кризису во всем лесопромышленном комплексе. Деревянное домостроение является структурообразующим сектором для лесопромышленного комплекса, способным поддерживать в нем высокую промышленную и инвестиционную активность.

Дерево имеет уникальные экологические свойства, экономически выгодно его применение на территории России, обладает хорошими эксплуатационными характеристиками, отличается простотой возведения, благоприятным психологическим воздействием. Внедрение деревянного малоэтажного жилищного строительства является одним из направлений, гарантирующих экологическую устойчивость развития страны и общества.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Щеголева Э.В. Экологическое строительство с применением древесины в качестве основного строительного материала / Щеголева Э.В. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Инновации в строительстве. 2017. № 3. С. 142-149.
2. Елина В.Д. Деревянное домостроение как вклад в устойчивое строительство/ Елина В.Д. // В сборнике: WORLD SCIENCE: PROBLEMS AND INNOVATIONS. Сборник статей победителей XI Международной научно-практической конференции: в 2 частях. 2017. С. 177-179.
3. Калинина Ю.Е. Экологическое строительство - новое качество жизни / Калинина Ю.Е., Васильева Н.А. // Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции ФАД ТОГУ. 2014. Т. 3. С. 71-77.
4. Агапова К. «Зелёное» строительство в России становится всё более востребованным / Агапова К. // Коммерческая недвижимость CRE [Электронный ресурс]. URL: <http://www.webcitation.org/6CMCvhFNi> (дата обращения: 10.10.2018).
5. Асаул А.Н. Индивидуальное жилищное строительство – перспективное направление развития сельских поселений в Ленобласти / А.Н. Асаул, И.В. Денисова // Актуальные проблемы инвестиционно-строительного процесса в Санкт-Петербурге: темат. сборник трудов. - Вып. 1. - СПб.: Стройиздат СПб, 2002.
6. Грахов В.П. «Зеленое» строительство как фактор перехода к устойчивому развитию / А.Ю. Ложкина, В.П. Грахов // Строительная наука и производство глазами молодых: материалы Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых. - Ижевск, 2013. – С. 183–186.
7. Репин А.А. Деревянное домостроение– направление развития малоэтажного жилья, гарантирующего экологическую устойчивость / Репин А.А. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 11-5. С. 750-753.
8. Кудияров С. Лицом к лесу / Кудияров С. // Эксперт. 2016 - май.
9. Лушников В.В. Слово о деревянном доме / Лушников В.В., Иванов Г.П., Коковихин И.Ю. // Академический вестник УралНИИПроект РААСН. 2010. № 2. С. 93-95.
10. Корневская М.А. Перспективы строительства деревянных зданий и сооружений общественно-делового назначения в Ленинградской области / Корневская М.А., Ерзаков С.В. // StudArctic Forum. 2017. Т. 1. № 5 (5). С. 37-46
11. Сауд Я. Традиционные типы жилых деревянных домов Северных районов России / Сауд Я., Коренькова Г.В. // В сборнике: Молодежь и XXI век - 2016. Материалы VI Международной молодежной научной конференции: в 4-х томах. Ответственный редактор Горохов А.А. 2016. С. 303-306.
12. Острякова Ю.Е. Анализ состояния деревянного строительства / Острякова Ю.Е. // Тезисы докладов 51-й международной научно-технической конференции преподавателей и студентов. 2018. С. 76.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Shhegoleva Je.V. Jekologicheskoe stroitel'stvo s primeneniem drevesiny v kachestve osnovnogo stroitel'nogo materiala [Ecological building using wood as the main construction material] / Shhegoleva Je.V. // Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Serija: Innovacii v stroitel'stve. 2017. № 3. 142-149 p. [in Russian]
2. Elina V.D. Derevjannoe domostroenie kak vklad v ustojchivoe stroitel'stvo [Wooden housing construction as a contribution to steady construction] / Elina V.D. // V sbornike: WORLD SCIENCE: PROBLEMS AND INNOVATIONS. Sbornik statej pobeditelej XI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii: v 2 chastjah. 2017. 177-179 p. [in Russian]
3. Kalinina Ju.E. Jekologicheskoe stroitel'stvo - novoe kachestvo zhizni [Ecological building - new quality of life] / Kalinina Ju.E., Vasil'eva N.A. // Novye idei novogo veka: materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii FAD TOGU. 2014. T. 3. 71-77 p. [in Russian]
4. Agapova K. «Zel'noe» stroitel'stvo v Rossii stanovitsja vsjo bolee vostrebovannym ["Green" construction in Russia becomes more and more demanded] / Agapova K. // Kommercheskaja nedvizhimost' CRE [Electronic resource]. - URL: [dostupa: http://www.webcitation.org/6CMCvhFNi](http://www.webcitation.org/6CMCvhFNi) (accessed: 10.10.2018). [in Russian]
5. Asaul A.N. Individual'noe zhilishhnoe stroitel'stvo – perspektivnoe napravlenie razvitija sel'skih poselenij v Lenoblasti [Individual housing construction – the perspective direction of development of rural settlements in the Leningrad Region] / A.N. Asaul, I.V. Denisova // Aktual'nye problemy investicionno-stroitel'nogo processa v Sankt-Peterburge: temat. sbornik trudov. - Vyp. 1. - SPb.: Strojizdat SPb, 2002. [in Russian]
6. Grahov V.P. «Zelenoe» stroitel'stvo kak faktor perehoda k ustojchivomu razvitiyu ["Green" construction as factor of transition to sustainable development] / A.Ju. Lozhkina, V.P. Grahov // Stroitel'naja nauka i proizvodstvo glazami molodyh: materialy Vserossijskoj nauchno-tehnicheskoy konferencii molodyh uchenyh. - Izhevsk, 2013. –183–186 p. [in Russian]
7. Repin A.A. Derevjannoe domostroenie– napravlenie razvitija malojetazhnogo zhil'ja, garantirujushhego jekologicheskiju ustojchivost [Construction science and production by eyes of young people: materials of the All-Russian scientific and technical conference of young scientists.] / Repin A.A. // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij. 2014. № 11-5. 750-753p. [in Russian]
8. Kudijarov S. Licom k lesu [Facing the wood] / Kudijarov S. // Jekspert. 2016 - maj. [in Russian]
9. Lushnikov V.V. Slovo o derevjannom dome [Word about the wooden house] / Lushnikov V.V., Ivanov G.P., Kokovihin I.Ju. // Akademicheskij vestnik UralNIIProekt RAASN. 2010. № 2. 93-95 p. [in Russian]
10. Korenevskaja M.A. Perspektivy stroitel'stva derevjannyh zdaniy i sooruzhenij obshhestvenno-delovogo naznachenija v Leningradskoj oblasti [Perspectives of construction of wooden buildings and constructions of public and business assignment in the Leningrad Region] / Korenevskaja M.A., Erzakov S.V. // StudArctic Forum. 2017. Т. 1. № 5 (5). 37-46 p. [in Russian]
11. Saud Ja. Tradicionnye tipy zhilyh derevjannyh domov Severnyh rajonov Rossii [Traditional types of inhabited wooden houses of the Northern regions of Russia] / Saud Ja., Koren'kova G.V. // V sbornike: Molodezh' i XXI vek - 2016. Materialy VI Mezhdunarodnoj molodezhnoj nauchnoj konferencii: v 4-h tomah. Otvetstvennyj redaktor Gorohov A.A. 2016. 303-306 p. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.85.7.005>

ОХЛАЖДЕНИЕ МОЛОКА С ОДНОВРЕМЕННЫМ ПОДОГРЕВОМ ВОДЫ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЗАМЕРЗАНИЯ ВОДОНАПОРНЫХ БАШЕН РОЖНОВСКОГО

Научная статья

Рязанов А.Б.^{1,*}, Фомин М.Б.²

^{1,2} ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ, Оренбург, Россия

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

Аннотация

Описывается метод охлаждения молока на молочно – товарных фермах с одновременным подогревом воды в водонапорных башнях с целью предотвращения их замерзания в зимний период эксплуатации, а также для получения теплой воды для поения животных и технологических нужд. Конструктивно это реализуется пропусканием холодной воды и теплого молока через рекуперативный теплообменный аппарат. При этом нет необходимости в установке и энергозатратах на работу холодильного оборудования для охлаждения молока и систем нагрева воды.

Ключевые слова: водоснабжение, водонапорная башня, молоко, охлаждение молока, теплообмен, теплообменный аппарат.

COOLING MILK WITH SIMULTANEOUS WATER HEATING TO PREVENT THE FREEZING OF ROZHNOVSKY'S WATER-TOWERS

Research article

Ryazanov A.B.^{1,*}, Fomin M.B.²

^{1,2} FSBEI HE Orenburg SAU, Orenburg, Russia

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

Abstract

The article describes the method of cooling milk on dairy commodity farms with simultaneous heating of water in water towers in order to prevent their freezing during the winter period, as well as to obtain warm water for animals and technological needs. Structurally, this is realized by passing cold water and warm milk through a recuperative heat exchanger. At the same time, there is no need for installation and energy consumption for the operation of refrigeration equipment for cooling milk and water heating systems.

Keywords: water supply, water tower, milk, milk cooling, heat exchange, heat exchanger.

Введение

Охлаждение молока является самым энергоемким процессом среди всех процессов обслуживания животных [1]. По данным профессора Юхина Г.П., затраты на охлаждение молока составляют до 50% всех затрат на первичную обработку молока [2]. Использование холодильного оборудования имеет очевидные недостатки: себестоимость оборудования, и стоимость электроэнергии, увеличивающиеся ежегодно. Поэтому актуален вопрос использования природного холода для охлаждения молока, желателен круглый год.

Увеличению интереса к использованию естественного холода также способствует обострение экологических проблем. Беспокойство ученых о возможном разрушении озонового слоя Земли привело к принятию 22 марта 1985 года Венской конвенции о защите озонового слоя, к подписанию всеми индустриальными странами в 1987 году Монреальского протокола, ограничивающего производство и использование фреонов и предписывающего поиск альтернативных хладагентов. В 1992 году в Копенгагене была принята жесткая редакция Монреальского протокола, был введен запрет на использование хлорсодержащих хладонов (ХФУ) с 1996 года, постепенное уменьшение не содержащих хлора хладонов (ГФУ).

Также для нормального функционирования молочных ферм необходимо достаточно большое количество воды (на производство 1 т молока – 5...10 т; на промывку 1 т соломы при выщелачивании – 50 т) [3]. Их водоснабжение целесообразно организовывать с применением металлических водонапорных башен Рожновского из-за их многочисленных преимуществ (дешевизна, легкость монтажа, регулирования расхода и напора воды в водопроводной сети, создания ее запаса и выравнивания графика работы насосных станций).

Правильная организация водоснабжения имеет исключительное значение для эффективной работы фермы, так как обеспечивает нормальное выполнение производственно-зоотехнических процессов и противопожарную безопасность, улучшает условия содержания, повышает производительность и культуру труда обслуживающего персонала, продуктивность животных и качество продукции, снижает себестоимость.

Поэтому организация надежного бесперебойного водоснабжения сельскохозяйственных потребителей является одной из наиболее важных задач сельскохозяйственного производства.

В настоящее время основная часть систем централизованного водоснабжения представлена локальными системами, имеющими водозабор из скважин, водонапорную башню и водопроводные сети. Из этих систем 55% нуждаются в техническом улучшении, в том числе 32% – в реконструкции, 12% – в расширении и 11% – в полном восстановлении.

Однако металлические водонапорные башни Рожновского необходимо защитить от обледенения при их эксплуатации в зимний период года [4].

Также очень важно отметить, что поение животных холодной водой ведет к ряду негативных последствий, среди которых наиболее существенными являются: рост заболеваний, уменьшение удоев, увеличение вероятности

выкидышей, увеличение потребления корма для восполнения энергозатрат на нагрев организма при употреблении холодной воды.

Методы и материалы

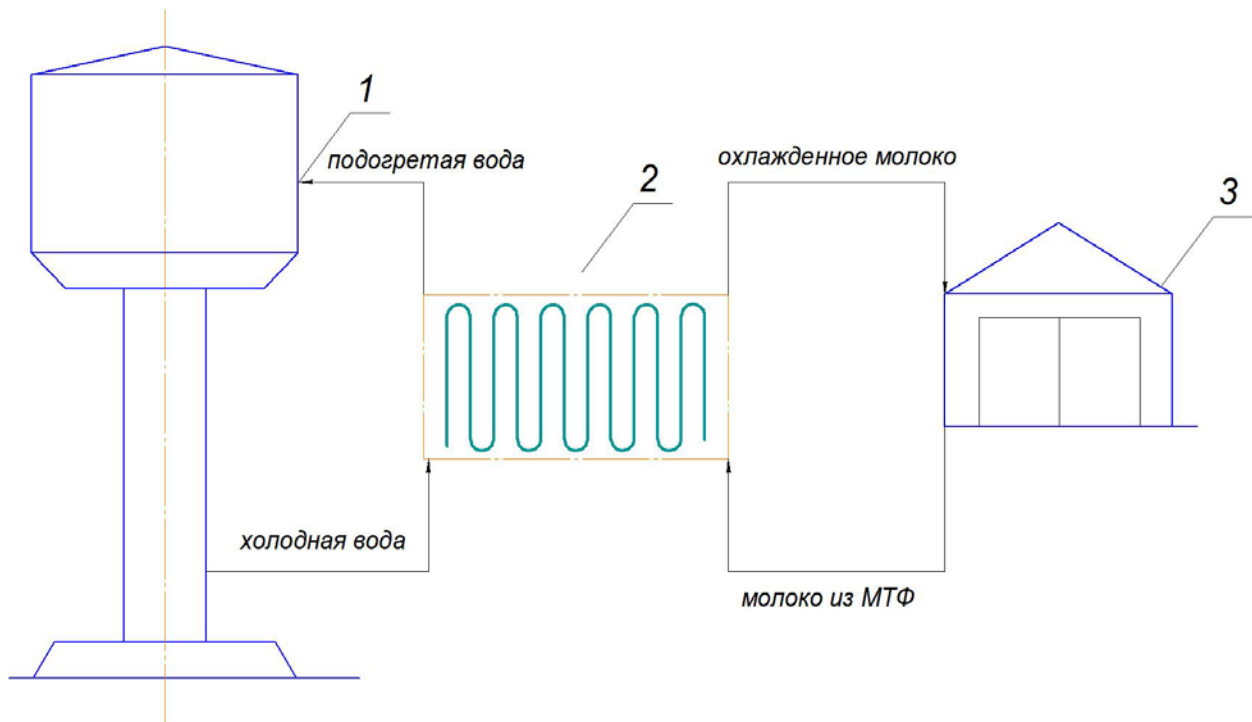


Рис. 1 – Технологическая схема охлаждения молока и подогрева воды в водонапорной башне
1 – водонапорная башня; 2 – теплообменник; 3 – молочно-товарная ферма

Мы предлагаем охлаждать молоко холодной водой, которая поступает из скважины, а затем подогретую воду направлять в водонапорную башню. Это можно сделать, пропустив холодную воду и теплое молоко через рекуперативный теплообменный аппарат в режиме противотока. Конструктивно система будет выглядеть следующим образом (рис. 1). Вода из водонапорной башни (1) направляется к молочно-товарной ферме (МТФ) (3), где проходит через теплообменный аппарат (2), нагреваясь за счет тепловой энергии молока и затем обратно возвращается в водонапорную башню. Молоко при этом остывает и затем транспортируется для дальнейшей переработки или отправляется на хранение. Одновременно с этим происходит нагрев воды, поступающей из скважины, которую затем можно использовать для поения животных, а также для различных зооигиенических и технических нужд.

Процесс теплообмена в теплообменном аппарате описывается следующим уравнением теплового баланса:

$$c_v m_v (t_{вк} - t_{вн}) \eta = c_m m_m (t_{мн} - t_{мк}),$$

где $c_v = 4200 \text{ Дж/(кг}^\circ\text{C)}$ – удельная теплоемкость воды;

m_v – масса воды, прошедшей через теплообменный аппарат, кг;

$t_{вк}$ – конечная температура воды у выхода из теплообменного аппарата, $^\circ\text{C}$ (возьмем равной 20°C);

$t_{вн}$ – начальная температура воды до входа в теплообменный аппарат, $^\circ\text{C}$ (примем приближенно равной температуре грунтовых вод, т.е. 5°C);

$\eta = 0,9$ – коэффициент полезного действия теплообменного аппарата;

$c_m = 3900 \text{ Дж/(кг}^\circ\text{C)}$ – удельная теплоемкость молока;

m_m – масса молока, прошедшего через теплообменный аппарат, кг;

$t_{мн}$ – начальная температура молока до входа в теплообменный аппарат, $^\circ\text{C}$ (равна температуре парного молока, т.е. 30°C);

$t_{мк}$ – конечная температура молока у выхода из теплообменного аппарата, $^\circ\text{C}$.

Пункты 7.3 и 7.4 ГОСТа регламентируют температуру молока не только при хранении, но и при перевозке: «Молоко транспортируют при его температуре от 2°C до 8°C не более 12 ч. У производителя молоко хранят при температуре $4 \pm 2^\circ\text{C}$ не более 24 ч. При сдаче на предприятие молочной промышленности температура молока должна быть не выше 8°C ...».

Таким образом, возьмем $t_{мк} = 6^\circ\text{C}$.

Подставив данные в уравнение теплового баланса, получим, что при охлаждении 1 кг молока до требуемой температуры получается около 1,5 кг теплой воды.

При движении воды и молока через теплообменный аппарат их температуры будут меняться очень быстро, что также является преимуществом предлагаемого конструктивного решения. Особенно это важно для молока, т.к. время на его подготовку и реализацию ограничено.

Также следует заметить, что молоко при этом охладится максимум до температуры воды, что исключает переохлаждение молока.

Если использовать холодильное оборудование, то в расчете на ферму из 200 голов затраты будут следующими: стоимость оборудования – 457125 р., электроэнергия – 70415 р., амортизация оборудования – 65308 р., техническое

обслуживание и ремонт – 45255 р. Итого – 638103 р. Но все это оборудование объединяет одно общее свойство – ежегодное возрастание удельной стоимости оборудования (руб./кВт холодопроизводительности), расхода на электроэнергию, на ремонт и техническое обслуживание.

В предлагаемом нами варианте требуется только трубопровод, по которому подогретая вода будет идти в башню, и рекуперативный теплообменный аппарат, что потребует меньших затрат на установку, обслуживание и электроэнергию.

Приведенный расчет необходимо провести на каждом конкретном объекте в зависимости от конкретных условий (поголовье животных, удои, расстояние до водонапорной башни, параметры водонапорной башни). Если молочно-товарная ферма проектируется и строится заново, а не происходит модернизация существующей, то конструктивное решение, приведенное в данной статье, можно сразу учесть, проложив два трубопровода – от водонапорной башни и обратно, а также подобрать необходимый тип теплообменного аппарата.

Чем дальше башня находится от молочно-товарной фермы, тем сильнее будет остывать вода в зимний период при ее движении к теплообменному аппарату и, соответственно, эффективнее будет охлаждение молока. Трубопровод, по которому подогретая вода пойдет обратно в башню, целесообразно утеплить.

В летний период система тоже будет работоспособна, хотя и в меньшей степени, т.к. в башню подается холодная вода из скважины.

Заключение

Тем самым будут решены обе поставленные задачи: охлаждение молока без использования холодильного оборудования, а также подогрев воды в водонапорных башнях с целью предотвращения их обледенения и поения животных теплой водой.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Юхин Г.П. Алгоритмическое и программное обеспечение для расчетов параметров средств механизации животноводческих ферм / Г.П. Юхин. – Уфа: Издательство БГАУ, 2002. – 188 с.
2. Козловцев А.П. Обоснование и разработка энергосберегающей технологии охлаждения молока в замкнутом цикле системы "атмосфера-инженерное сооружение-водная среда: дисс. на соискание ученой степени док. техн. наук: 05.20.01 / Козловцев Андрей Петрович – Оренбург, 2017 – 385 с.
3. Карташов Л. П. Механизация, электрификация и автоматизация животноводства / Л. П. Карташов, А. И. Чугунов, А. А. Аверкиев. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: «Колос», 1997. – 368 с.
4. Петько В.Г. Совершенствование конструктивных параметров водонапорных башен Рожновского для повышения устойчивости к обледенению / В.Г. Петько, А.Б. Рязанов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – Оренбург, изд. центр ОГАУ, 2009. – № 4. – С. 85-86.
5. Асманкин Е.М. Использование низкопотенциальной геотермальной энергии для предотвращения льдообразования в металлических водонапорных башнях / Е.М. Асманкин, А.Б. Рязанов, М.Б. Фомин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – № 6. – 2015. – С. 27–28.
6. Фомин М.Б. Экспериментальное исследование процесса льдообразования водонапорных емкостей с комбинированным подводом энергии / М.Б. Фомин, Е.М. Асманкин, И.А. Рахимжанова, Л.Р. Фомина, Э.А. Нигматов // Совершенствование инженерно-технического обеспечения технологических процессов в АПК. – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2017. – С. 46–50.
7. Петько В.Г. Процесс обледенения металлической водонапорной башни в системах водоснабжения объектов сельского хозяйства, выполненной по типу «бак-стойка» / М.Б. Фомин, В.Г. Петько, Л.Р. Фомина, С.А. Соловьев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. - №5(67). – С. 129-132.
8. Петько, В.Г. Перспективы усовершенствования водоснабжения в АПК / В.Г. Петько, А.Б. Рязанов // Состояние, перспективы экономико-технологического развития и экологически безопасного производства в АПК. – Оренбург, изд. центр ОГАУ, 2010. – С. 524-527.
9. Петько В.Г. Совершенствование конструктивных параметров водонапорных башен Рожновского для повышения устойчивости к обледенению / В.Г. Петько, А.Б. Рязанов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – Оренбург, изд. центр ОГАУ, 2009, № 4. – С. 85-86.
10. Петько В.Г. Незамерзающая водонапорная башня / В.Г. Петько, А.Б. Рязанов // Сельский механизатор. – Сергиев-Посад, Патриарший издательско-полиграфический центр, 2008, № 2. – С. 32.
11. Рязанов А.Б. Исследование стационарного режима работы водонапорной башни Рожновского / А.Б. Рязанов // Вестник Оренбургского государственного университета. – Оренбург, ОГУ, 2006, № 13. – С. 97-98.
12. Патент РФ № 2379452, МПК Е 04 Н 12/30. Водонапорная башня / В.Г. Петько, А.Б. Рязанов. – опубл. 20.01.10. Бюл. № 2.
13. Кухлинг Х. Справочник по физике: пер. с нем. Е.М. Лейкина / Хаузен Кухлинг. 2-е изд. – М.: Мир, 1985. – 520 с.: ил.
14. Рязанов А.Б. Повышение эффективности функционирования водонапорной башни Рожновского при отрицательных температурах окружающего воздуха: дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук, Оренбург, 2012, 136 с.
15. Asmankin Y.M., Ushakov Y.A., Fomin M.B., Fomina L.R. More efficient use of the water tower agricultural land at low ambient temperatures, V international scientific congress. Agricultural machinery 2017, 21.06 – 24.06.2017, Varna, Bulgaria. P. 149-151.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Yukhin G.P. Algoritmicheskoe i programmnnoe obespechenie dlya raschetov parametrov sredstv mekhanizatsii zhivotnovodcheskikh ferm [Algorithmic and Software for Calculating the Parameters of Livestock Farms Mechanization] / G.P. Yukhin. – Ufa: BSAU Publishing House, 2002. – 188 p. [In Russian]
2. Kozlovtssev A.P. Obosnovanie i razrabotka energosberegayushchei tekhnologii okhlazhdeniya moloka v zamknutom tsikle sistemy "atmosfera-inzhenernoe sooruzhenie-vodnaya sreda: diss. na soiskanie uchenoi stepeni dok. tekhn. nauk: 05.20.01 [Justification and Development of Energy-saving Technology for Cooling Milk in a Closed Cycle of the System "Atmosphere-engineering Structure-Water Environment": Thesis of PhD in Engineering: 05.20.0] / Kozlovtssev Andrey Petrovich – Orenburg, 2017 – 385 p. [In Russian]
3. Kartashov L. P. Mekhanizatsiya, elektrifikatsiya i avtomatizatsiya zhivotnovodstva [Mechanization, Electrification and Automation of Livestock] / L.P. Kartashov, A.I. Chugunov, A.A. Averkiev. - 2nd Ed., revised and add. – M.: Kolos, 1997. – 368 p. [In Russian]
4. Petko V.G. Sovershenstvovanie konstruktivnykh parametrov vodonapornykh bashen Rozhnovskogo dlya povysheniya ustoichivosti k obledeneniyu [Improving the Design Parameters of Rozhnovsky Water Towers to Increase Resistance to Icing] / V.G. Petko, A.B. Ryazanov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Proceedings of the Orenburg State Agrarian University]. – Orenburg, publ. by Centre OSAU, 2009. – No. 4. – p. 85-86. [In Russian]
5. Asmankin E.M. Ispolzovanie nizkopotentsialnoy geotermalnoy energii dlya predotvrashcheniya ldoobrazovaniya v metallicheskih vodonapornykh bashnyakh [Use of Low Potential Geothermal Energy to Prevent Ice Formation in Metal Water Towers] / E.M. Asmankin, A.B. Ryazanov, M.B. Fomin // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva. [Mechanization and Electrification of Agriculture]. – No.6. – 2015. – P. 27-28. [In Russian]
6. Fomin M.B. Eksperimentalnoe issledovanie protsessa ldoobrazovaniya vodonapornykh emkostey s kombinirovannym podvodom energii [Experimental Study of the Process of Ice Formation of Water-Pressure Vessels with a Combined Supply of Energy] / M.B. Fomin, E.M. Asmankin, I.A. Rakhimzhanova, L.R. Fomina, E.A. Nigmatov // Sovershenstvovaniye inzhenerno-tekhnicheskogo obespecheniya tekhnologicheskikh protsessov v APK [Improving Engineering Support of Technological Processes in Agro-industrial Complex]. – Orenburg: OSAU Publishing Centre, 2017. – P. 46–50. [In Russian]
7. Petko V.G. Protsess obledeneniya metallicheskoj vodonapornoj bashni v sistemakh vodosnabzheniya obyektov selskogo khozyaystva, vypolnennoi po tipu «bak-stoika» [Process of Icing the Metal Water Tower in the Water Systems of Agricultural Objects, made by the "Tank-rack" Type] / M.B. Fomin, V.G. Petko, L.R. Fomina, S.A. Solov'yev // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Proceedings of the Orenburg State Agrarian University]. – 2017. – No.5 (67). – P. 129-132. [In Russian]
8. Petko V.G. Perspektivy usovershenstvovaniya vodosnabzheniya v APK [Prospects for Improving Water Supply in Agriculture] / V.G. Petko, A.B. Ryazanov // Sostoyaniye, perspektivy ekonomiko-tekhnologicheskogo razvitiya i ekologicheski bezopasnogo proizvodstva v APK [State, Prospects of Economic and Technological Development and Environmentally Safe Production in Agriculture]. – Orenburg, OSAU Publishing Centre, 2010. – P. 524-527. [In Russian]
9. Petko V.G. Sovershenstvovanie konstruktivnykh parametrov vodonapornykh bashen Rozhnovskogo dlya povysheniya ustoichivosti k obledeneniyu [Improving the Design Parameters of Rozhnovsky Water Towers to Increase Resistance to Icing] / V.G. Petko, A.B. Ryazanov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Proceedings of the Orenburg State Agrarian University]. – Orenburg, OSAU Publishing Centre, 2009, No. 4. – p. 85-86. [In Russian]
10. Petko V.G. Nezamerzayushchaya vodonapornaya bashnya [Non-freezing Water Tower] / V.G. Petko, A.B. Ryazanov // Sel'skiy mekhanizator [Rural Mechanicizer]. – Sergiev Posad, Patriarshy Publishing and Printing Centre, 2008, No. 2. – P. 32. [In Russian]
11. Ryazanov A.B. Issledovanie statsionarnogo rezhima raboty vodonapornoj bashni Rozhnovskogo [Study of Stationary Operation of Rozhnovsky Water Tower] / A.B. Ryazanov // Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of Orenburg State University]. – Orenburg, OSU, 2006, No. 13. – P. 97-98. [In Russian]
12. Patent RF № 2379452, MPK E 04 N 12/30. Vodonapornaya bashnya [Patent of the Russian Federation No. 2379452, IPC E 04 H 12/30. Water Tower] / V.G. Petko, A.B. Ryazanov. - Publ. 01.20.10. Bul No. 2 [In Russian]
13. Kuhling H. Spravochnik po fizike: per. s nem. E.M. Leykina [Physics Handbook: Transl. from German by E.M. Leykina] / Hausen Kuhling. 2nd ed. – M.: Mir, 1985. – 520 pp., Ill. [In Russian]
14. Ryazanov A.B. Povyshenie effektivnosti funktsionirovaniya vodonapornoj bashni Rozhnovskogo pri otritsatelnykh temperaturakh okruzhayushchego vozdukha: diss. na soiskanie uchenoy stepeni kand. tekhn. Nauk [Improving the Efficiency of the Rozhnovsky Water Tower at Negative Ambient Temperatures: Thesis of PhD in Engineering] Orenburg, 2012. – 136 p. [In Russian]
15. Asmankin Y.M., Ushakov Y.A., Fomin M.B., Fomina L.R. More efficient use of the water tower agricultural land at low ambient temperatures, V international scientific congress. Agricultural machinery 2017, 21.06 – 24.06.2017, Varna, Bulgaria. P. 149-151.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.85.7.006>

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ МНОГОСЛОЙНЫХ КРУГЛЫХ ПЛАСТИН ПЕРЕМЕННОЙ ТОЛЩИНЫ ИЗ НЕЛИНЕЙНО-УПРУГОГО МАТЕРИАЛА

Научная статья

Садигов И.Р. *

Азербайджанский Архитектурно-Строительный Университет, Баку, Азербайджан

* Корреспондирующий автор (ismayilsadigov50[at]gmail.com)

Аннотация

Точные методы решения задачи изгиба могут применяться лишь для некоторых частных случаев, когда пластина простой конфигурации и постоянной толщины. Эта задача также ограничена граничными условиями, и может быть решена лишь при определенных их видах. В настоящем исследовании рассмотрены вопросы устойчивости круглых многослойных пластин переменной толщины с функциональной градуировкой, подвергаемых радиальному сжатию, на основе теории пластин сдвиговых деформаций первого порядка и поля нелинейных смещений фон Кармана.

Ключевые слова: устойчивость, деформация, изгиб, круглая, кольцевая, пластина, переменная толщина.

STUDY OF STABILITY OF MULTILAYER ROUND PLATES OF VARIABLE THICKNESS FROM NONLINEAR ELASTIC MATERIAL

Research article

Sadigov I.R. *

Azerbaijan University of Architecture and Construction, Baku, Azerbaijan

* Corresponding author (ismayilsadigov50[at]gmail.com)

Abstract

Precise methods for solving the problem of bending can be used only for special cases where the plate is of simple configuration and constant thickness. This task is also limited by boundary conditions, and can be solved only under certain types. This study examines the stability of round multi-layered plates of variable thickness with functional grading subjected to radial compression based on the theory of plates of first-order shear deformations and the field of non-linear von Karman displacements.

Keywords: stability, deformation, bending, round, ring, plate, variable thickness.

Введение

Стремительное развитие нелинейной теории круглых кольцевых пластинок переменной толщины из нелинейно-упругого материала обусловлено практическими и научными потребностями применения.

Актуальность темы исследований и дальнейшее совершенствование методов расчета устойчивости круглых и кольцевых пластин обусловлено широким распространением и применением круглых кольцевых пластин с использованием новых материалов, и изменением их толщин в необычных условиях при больших интенсивностях внешних воздействий.

Основная часть

Многие современные конструкционные решения состоят из элементов, которые можно классифицировать как пластинки. Данные пластинки могут быть постоянной или переменной толщины, различной сложной геометрической формы с вырезами или без них, а также на них могут оказывать влияния не только силовые, но и температурные воздействия.

Прогнозирование устойчивости силовых тонкостенных элементов конструкций (пластин) переменной толщины круглой кольцевой формы из нелинейно-упругого материала является важным моментом в проектировании всей конструкции в целом.

Развитие нелинейной динамики пластин, в том числе круглых кольцевых, и также оболочек, берёт своё начало, со второй половины XX в.

Особенно важное значение приобретает применение пластин переменной толщины для облегчения конструкций, при использовании в высокоскоростных самолетах. С особой аккуратностью распределения толщины можно добиться увеличения деформации пластины по сравнению с аналогом по толщине [1].

С целью создания пластин переменной толщины значительный интерес представляет применение функциональных композитных материалов, свойства которых могут различаться с различных сторон, сохраняя однородность материала. Эти материалы, зачастую, построены из смеси керамики и металла, и они могут сохранять свои функциональные характеристики в условиях температурных перепадов, таких как наблюдаются в ядерных реакторах и на высокоскоростных самолетах. Низкая теплопроводность керамики обеспечивает жаропрочность. Но с другой стороны, пластичный металл предотвращает разрушения, вызванные тепловыми напряжениями.

Значительное число исследований были сделаны на предмет потери устойчивости пластин постоянной толщины из функциональных композитных материалов. Тем не менее, в настоящее время предмет исследования пластин переменной толщины из данного типа материалов изучен в недостаточной степени. Пластины из подобного типа материалов будут составлять значительную часть структурного применения в будущем в аэрокосмической и в иных отраслях, где снижение веса конструктивных элементов имеет важное значение [2].

В данном исследовании предлагается исследование термостабильности и устойчивости круглых кольцевых пластин переменной толщины из нелинейно-упругого функционально-композитного материала.

Рассмотрим круглую пластину с радиусом b , которая находится симметрично посередине плоскости.

Пластина находится под равномерным напряжением с шагом увеличения или уменьшения ΔS .

Начало цилиндрической системы координат лежит в центре плоскости. Здесь r и z определяют радиальное направление и толщину соответственно, ψ определяет вращение вокруг радиальной оси, u и w – смещения в направлениях r и z соответственно.

Условное изображение геометрии круглой пластины переменной толщины представлено на рис. 1.

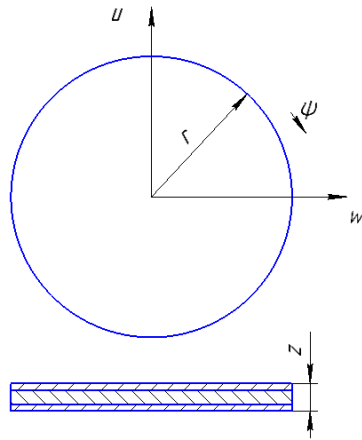


Рис. 1 – Геометрия круглой пластины переменной толщины (изображение условное)

Круглая пластина, представленная в данном исследовании для изучения, может рассматриваться как сэндвич-пластина с однородным ядром переменной толщины, $h_H(r)$, и двумя лицевыми панелями из функционального композитного материала с постоянной толщиной, h_f . Поэтому общая толщина пластины, $h(r)$, будет функцией от r .

$$h_H(r) = h_{H1} + (h_{H2} - h_{H1})\left(\frac{r}{b}\right)^p \quad (1)$$

$$h(r) = h_H(r) + 2h_f, \quad (2)$$

где:

h_{H1} и h_{H2} – толщины среднего слоя по центру и краю пластины соответственно;

p – определяет профиль толщины.

Хотя формулировка и метод являются общими для круглой пластины с любым профилем по толщине, анализ проводится только на пластинах с линейным и параболическим профилями.

Пластина состоит из трех слоев так, что k -ый слой находится между координатами z_k и z_{k+1} .

$$z_1(r) = -\frac{h_H(r)}{2} - h_f \quad (3)$$

$$z_2(r) = -\frac{h_H(r)}{2}, \quad (4)$$

$$z_3(r) = \frac{h_H(r)}{2}, \quad (5)$$

$$z_4(r) = \frac{h_H(r)}{2} + h_f. \quad (6)$$

Учитывая, что пластина с постоянным объемом среднего слоя, V_H , то соотношение между геометрическими параметрами дают:

$$h_{H0} = \frac{V_H}{\pi b^2} = h_{H1} + \frac{2(h_{H2} - h_{H1})}{p+2}, \quad (7)$$

$$h_0 = h_{H0} + 2h_f \quad (8)$$

$$\Omega = \frac{h_{H2}}{h_{H2} + h_{H1}}, \quad (9)$$

где:

h_{H0} – толщина среднего слоя (равномерная толщина);

Ω – параметр конусности в диапазоне от 0 до 1, определяя объемное распределение среднего слоя в радиальном направлении.

Свойства материала лицевых слоев пластины из функционального композитного материала определяются модулем Юнга и являются функциями объемных долей керамики и металла V_c и V_m , тогда:

$$E_f = V_m E_m + V_c E_c \quad (10)$$

$$V_m = \left(\frac{z - z_1}{z_2 - z_1} \right)^N, \quad z_1 \leq z \leq z_2, \quad (11)$$

$$V_m = \left(\frac{z - z_4}{z_3 - z_4} \right)^N, \quad z_3 \leq z \leq z_4, \quad (12)$$

где:

N – индекс объемной доли в диапазоне от 0 до ∞ .

Чтобы учесть нелинейность материала и потерю устойчивости, отношения осесимметричного смещения деформации запишем на основе теории пластин Кармана:

$$\varepsilon_r = \varepsilon_{r0} + k_r z \quad (13)$$

$$\varepsilon_\theta = \varepsilon_{\theta 0} + k_\theta z, \quad (14)$$

$$\gamma_{rz} = \varphi + w_{,r} \quad (15)$$

в которых напряжение в средней плоскости, ε_{r0} , и $\varepsilon_{\theta 0}$, заданы следующим образом:

$$\varepsilon_{r0} = u_{,r} + \frac{1}{2}(w_{,r})^2 \quad (16)$$

$$\varepsilon_{\theta 0} = \frac{u}{r} \quad (17)$$

а изгибы, k_r и k_θ , определяются как:

$$k_r = \varphi_{,r} \quad (18)$$

$$k_\theta = \frac{\varphi}{r} \quad (19)$$

где:

$()_{,r}$ – указатель дифференцирования по r .

Отношения между напряжением и деформацией основаны на законе Гука, а коэффициент Пуассона ν считается постоянной величиной:

$$\sigma_r = \frac{E}{1-\nu^2} (\varepsilon_r + \nu \varepsilon_\theta) - \frac{E \alpha \Delta S}{1-\nu}, \quad (20)$$

$$\sigma_\theta = \frac{E}{1-\nu^2} (\varepsilon_\theta + \nu \varepsilon_r) - \frac{E \alpha \Delta S}{1-\nu} \quad (21)$$

$$\tau_{rz} = \frac{E}{2(1+\nu)} \gamma_{rz}. \quad (22)$$

Полученные в результате силы и моменты напряжений определяются следующим образом:

$$(N_r, N_\theta) = \int_{\frac{h(r)}{2}}^{\frac{h(r)}{2}} (\sigma_r, \sigma_\theta) dz \quad (23)$$

$$(M_r, M_\theta) = \int_{\frac{h(r)}{2}}^{\frac{h(r)}{2}} (\sigma_r, \sigma_\theta) z dz \quad (24)$$

$$Q_r = K \int_{\frac{h(r)}{2}}^{\frac{h(r)}{2}} \tau_{rz} dz \quad (25)$$

где:

K – поправочный коэффициент сдвига в теории пластин деформации сдвига первого порядка, который соответствует 5/6.

Подставляя уравнения (20) – (22) в уравнения (23) – (25) получим следующие соотношения между результирующими силами, моментами и напряжениями:

$$\begin{pmatrix} N_r \\ N_\theta \end{pmatrix} = A_{11} \begin{bmatrix} 1 & \nu \\ \nu & 1 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} \varepsilon_{r0} \\ \varepsilon_{\theta 0} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} N_r^S \\ N_\theta^S \end{pmatrix} \quad (26)$$

$$\begin{pmatrix} M_r \\ M_\theta \end{pmatrix} = D_{11} \begin{bmatrix} 1 & \nu \\ \nu & 1 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} k_r \\ k_\theta \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} M_r^S \\ M_\theta^S \end{pmatrix}, \quad (27)$$

$$Q_r = A_{55} \gamma_{rz}, \quad (28)$$

$$(A_{11}, D_{11}) = \int_{-\frac{h(r)}{2}}^{\frac{h(r)}{2}} (1, z^2) \frac{E(z)}{1 - \nu^2} dz \quad (29)$$

$$A_{55} = \frac{KA_{11}(1-\nu)}{2}. \quad (30)$$

Силы, действующие на круглую пластину, N_r^S , N_θ^S и изгибающие моменты, M_r^S , M_θ^S вычисляются следующим образом:

$$(N_r^S, M_r^S) = \int_{-\frac{h(r)}{2}}^{\frac{h(r)}{2}} \frac{E(z)}{1 - \nu} \alpha(z) \Delta S(1, z) dz, \quad (31)$$

$$(N_\theta^T, M_\theta^T) = (N_r^T, M_r^T) \quad (32)$$

Уравнения равновесия круглой пластины с осесимметричными деформациями могут быть получены с использованием метода стационарной потенциальной энергии следующим образом:

$$N_{r,r} + \frac{N_r - N_\theta}{r} = 0 \quad (33)$$

$$Q_r + rQ_{r,r} + (rN_r w_{,r})_{,r} = 0, \quad (34)$$

$$M_{r,r} + \frac{M_r - M_\theta}{r} - Q_r = 0 \quad (35)$$

Подставляя уравнения (13) – (19) и (26) – (28) в уравнение (33) – (35) получим уравнения равновесия в терминах смещения компоненты:

$$A_{11} w_{,r} w_{,rr} + \frac{1}{2r} [A_{11}(1 - \nu) + rA_{11,r}] w_{,r}^2 + A_{11} u_{,rr} + \frac{1}{r} (A_{11} + rA_{11,r}) u_{,r} + \frac{1}{r} (\nu A_{11,r} - \frac{A_{11}}{r}) u - N_{r,r}^T = 0, \quad (36)$$

$$w_{,rr} \left\{ A_{55} + A_{11} \left[u_{,r} + \frac{3}{2} (w_{,r})^2 + \nu \frac{u}{r} \right] - N_r^T \right\} + w_{,r} \left\{ A_{55,r} + \frac{A_{55}}{r} + \left[\frac{A_{11}}{r} (1 + \nu) + A_{11,r} \right] u_{,r} + \frac{1}{2r} (A_{11} + rA_{11,r} (w_{,r})^2 + \nu A_{11,r} u_{,r} + A_{11} u_{,rr} - N_r^T r - N_{r,r}^T + A_{55} w_{,r} + A_{55,r} + A_{55} r \varphi) \right\} = 0, \quad (37)$$

$$D_{11} \varphi_{,rr} + \frac{1}{r} (D_{11} + rD_{11,r}) \varphi_{,r} - \frac{1}{r} \left(\frac{D_{11}}{r} - \nu D_{11,r} + rA_{55} \right) \varphi - A_{55} w_{,r} - M_{r,r}^T = 0. \quad (38)$$

Из полученного выше уравнения можно получить все конфигурации пластины. Возможны два типа равновесных конфигураций пластины: под нагрузкой в плоскости, которая отклонена и изогнутыми конфигурациями при закреплении.

Когда происходит потеря устойчивости конфигурация пластины превратится из отклоненной конфигурации в изогнутую.

Пересечение этих двух равновесных конфигураций называется точкой бифуркации. Эту точку можно получить путем решения линейных дифференциальных уравнений устойчивости [3].

Уравнения устойчивости можно выразить следующим образом:

$$A_{11} u_{,rr} + \frac{1}{r} (A_{11} + rA_{11,r}) u_{1,r} - \frac{1}{r^2} (A_{11} - \nu rA_{11,r}) u_1 = 0, \quad (39)$$

$$(A_{55} + N_{r0})w_{1,r} + \frac{1}{r}[A_{55} + N_{r0} + r(A_{55,r} + N_{r0,r})]w_{1,r} + A_{55}\varphi_{1,r} + \frac{1}{r}(A_{55} + rA_{55,r})\varphi_1 = 0, \quad (40)$$

$$D_{11}\varphi_{1,rr} + \frac{1}{r}(D_{11} + rD_{11,r})\varphi_{1,r} - \frac{1}{r^2}(D_{11} - vrD_{11,r} + r^2A_{55})\varphi_1 - A_{55}w_{1,r} = 0. \quad (41)$$

Уравнения устойчивости являются однородными и линейными и имеют решения только для дискретных значений приложенной нагрузки, что относится к проблеме собственных значений.

Наименьшее собственное значение называется критической нагрузкой потери устойчивости P_{cr} .

Следует отметить, что уравнение (39) отделено от формул (40) и (41).

Граничные условия для уравнений устойчивости принимаются следующие:

Центральный слой:

$$\varphi_1 = 0, w_{1,r} = 0. \quad (42)$$

Зажатый слой:

$$\varphi_1 = 0, w_1 = 0; \quad (43)$$

Лежащий на основании:

$$w_1 = 0, \left(\varphi_{1,r} + \frac{1}{b}\varphi_1\right) = 0. \quad (44)$$

Заключение

Предложена методика определения устойчивости круглых многослойных пластин переменной толщины из функциональных композитных материалов при радиальном сжатии на основе теории пластин сдвиговых деформаций первого порядка и поля нелинейных смещений фон Кармана.

Предложенный метод актуален для определения устойчивости как круглых, так и кольцевых пластин переменной толщины из нелинейно-упругого материала, в том числе при радиальном сжатии.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Моховнев Д.В. Устойчивость ортотропных пластин при термосиловом нагружении: диссертация кандидата физико-математических наук: 01.02.04 / Моховнев Д.В. – Новосибирск, 2006. – 236 с.: ил.
2. Морс Ф.М. Методы теоретической физики / Морс Ф.М., Фешбах Г. // Том 2. – М.: Издательство иностранной литературы, 1960. – 898 с. Пер. с англ. Под ред. С.П. Аллилуева и др.
3. Ozakca M. Buckling analysis and shape optimization of elastic variable thickness circular and annular plates / M. Ozakca, N. Taysi, F. Kolcu – I. Finite element formulation. Eng Struct 2003; pp.181-92.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Mokhovnev D.V. Ustoichivost ortotropnykh plastin pri termosilovom nagruzhenii: dissertatsiya kandidata fiziko-matematicheskikh nauk: 01.02.04 [Stability of Orthotropic Plates at Thermosil Loading: Thesis of PhD in Physics and Mathematics: 01.02.04] / Mokhovnev D.V. – Novosibirsk, 2006. – 236 pp., Ill. [In Russian]
2. Mors F.M. Metody teoreticheskoi fiziki. Tom 2 [Methods of Theoretical Physics. Volume 2] / Mors F.M., Feshbach G. – M.: Publishing House of Foreign Literature, 1960. – 898 p. Transl. from English. Ed. by S.P. Alliluyeva et al. [In Russian]
3. Ozakca M. Buckling analysis and shape optimization of elastic variable thickness circular and annular plates / M. Ozakca, N. Taysi, F. Kolcu – I. Finite element formulation. Eng Struct 2003; pp.181-92.

ОЦЕНКА НА БУРИМОСТЬ ГОРНЫХ ПОРОД НЕЖДАНИНСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В ЯКУТИИ

Научная статья

Необутов Г.П. *

ИГДС СО РАН, Якутск, Россия

* Корреспондирующий автор (g.p.nebutov[at]igds.ysn.ru)

Аннотация

В данной статье ставится задача оценки на буримость горных пород Нежданинского золоторудного месторождения, которое относится к одним из самых перспективных объектов для добычи драгоценных металлов в Республике Саха (Якутия).

Приведены литературные источники, ссылки на современные научные труды, в которых описаны приемы нормативного обеспечения технологических процессов в условиях Севера, в области распространения многолетней мерзлоты.

Рассмотрен ряд объективных методов определения буримости горных пород. Для решения поставленной задачи обосновано использование метода определения фактической буримости горных пород путем опытного бурения при рациональных значениях параметров режима бурения и типах породоразрушающего инструмента. Поэтапно изложено экспериментальное определение категории горных пород по буримости по фактическим данным в местах ведения горно-проходческих работ, основным материалом для которого явились результаты натурных исследований физико-механических свойств образцов горных пород месторождения.

Указано, что в отличие от ранее проведенных работ для перехода от нестандартных условий бурения к стандартным, использован общий поправочный коэффициент, определяемый как произведение коэффициентов влияющих факторов. В качестве физико-технической основы сопоставления пород по буримости (зависящей только от свойств пород) был принят относительный показатель трудности бурения породы.

На основе проведенных исследований показано, что оценка на буримость горных пород Нежданинского месторождения с учетом нестандартных условий бурения породы месторождения по наивысшей степени трудности бурения относится к 20 категории и выше – внекатегорным, исключительно труднобуримым тогда, как по результатам аналогичных работ других исследователей наивысшей категорией трудности бурения является 18, т.е. на 2 категории ниже.

Ключевые слова: нежданинское золоторудное месторождение, физико-механические свойства, буримость, методы определения, классификации по буримости, нестандартные условия, оценка на буримость.

EVALUATION ON DRILLABILITY OF MOUNTAIN BREEDS OF NONZHDANINSKOE GOLD DEPOSIT IN YAKUTIA

Research article

Neobutov G.P. *

IGDS SB RAS, Yakutsk, Russia

* Corresponding author (g.p.nebutov[at]igds.ysn.ru)

Abstract

This article is aimed at estimating the drillability of mountain breeds of the Nezhdaninskoe gold deposit, which is one of the most promising sites for the extraction of precious metals in the Republic of Sakha (Yakutia).

Literary sources and references to modern scientific works describing the techniques of regulatory support of technological processes in the North, in the field of permafrost distribution, are given.

A number of objective methods for determining the drillability of mountain breeds are considered. To solve the problem, it is feasible to use the method of determining the actual drillability of mountain breeds by pilot drilling with rational values of the drilling mode parameters and types of rock-destroying tool. Experimental determination of the category of rocks by drillability according to actual data at sites of mining and tunneling works, the main material for which were the results of full-scale studies of the physico-mechanical properties of rock samples from the field, was gradually set out.

It is indicated that, in contrast to the previous work, to switch from non-standard drilling conditions to standard drilling conditions, a general correction factor was used, defined as the product of the coefficients of influencing factors. A relative indicator of the difficulty of drilling the mountain breed was adopted as a physico-technical basis for comparing mountain breeds for drillability (depending only on the properties of rocks).

Based on the conducted studies, it was shown that the assessment of the drillability of mountain breeds from the Nezhdaninskoe field with regard to non-standard drilling conditions of the field's rock at the highest degree of difficulty will fall into the 20th category and above — extra-trench, extremely difficult to drill and 18, i.e. 2 categories below.

Keywords: Nezhdaninskoe gold deposit, physico-mechanical properties, drillability, methods of determination, classification by drillability, non-standard conditions, assessment of drillability.

Основоположниками направления, включающего вопросы теории, технологии и техники бурения в условиях теплового изменения состояния горных пород, являлись Б.И.Воздвиженский (1935г), П.Ф.Рошин (1945г). Научные основы технического нормирования горных работ заложены еще проф. М.М. Протодяконовым. Многие изложенные в его трудах положения сохраняют и поныне свое значение.

Из современных работ, в которых описаны основные этапы истории технологии буровзрывных работ (БВР), теоретические основы цикличной организации работ, алгоритмы решения практических задач широкого круга вопросов развития технологии, методические аспекты анализа технологической информации при производстве БВР, отметим монографии [1], [2], [3]. Особенности производства БВР, а также приемы нормативного обеспечения технологических процессов в условиях Севера, в области распространения многолетней мерзлоты, рассмотрены в работах [4], [5].

Бурение шпуров и скважин является одним из наиболее широко применяемых технологических процессов при разработке месторождений полезных ископаемых. Факт наличия различных классификаций по одному и тому же объекту знаний уже сам по себе представляет теоретический интерес и, очевидно, свидетельствует как о сложности проблемы, так и незавершенности ее решения. Состояние и проблемы классификаций в горном породоведении и направления их совершенствования детально освещены в работе [6].

Разделение горных пород по категориям буримости необходимо для обеспечения горных предприятий исходными данными для планирования производства и т.д., что, в конечном итоге, влияет на эффективность подземных горных работ. Поэтому решение задачи определения категорий пород по буримости является актуальным на любом этапе работ, связанных с добычей полезных ископаемых.

Исследования буримости горных пород проводилось на Нежданинском золоторудном месторождении, которое относится к одним из самых перспективных объектов для добычи драгоценных металлов в Республике Саха (Якутия) и является четвертым по величине месторождением золота в России. В 4 квартале 2018 года было подготовлено ТЭО, рассмотрев которое Совет Директоров принял решение о начале строительства на объекте.

Район расположения характеризуется суровыми климатическими условиями, сложно расчлененным рельефом местности, распространением многолетней мерзлоты, мощность которых колеблется от 120 до 350 м, а само месторождение – сложными инженерно-геологическими условиями. На месторождении в больших пределах различаются физико-механические свойства руд и пород и, как следствие, их буримость.

Сложность процесса разрушения при механическом воздействии бурового инструмента на горную породу затрудняет чисто аналитические расчеты, которые в настоящее время могут обосновать лишь приближенные зависимости между параметрами процесса разрушения и далеко не всегда способны дать надежные рекомендации, направленные на повышение производительности бурильных машин. Поэтому для получения надежных данных в этой области теоретические исследования должны дополняться и конкретизироваться экспериментальными.

Геологические наименования пород не являются информативным признаком для построения классификаций по буримости в виду того, что разные по наименованию породы могут иметь равные или сопоставимые количественные характеристики физико-механических свойств, которые и определяют процесс их разрушения; взаимосвязи между показателями свойств пород, технологии бурения и буримостью пород выражены недостаточно четко, вследствие чего теоретические формулы, предложенные для определения значений буримости, не находят применения при нормировании труда бурльщиков, и основой для разработки норм продолжают служить результаты непосредственных наблюдений в производственных условиях.

Наиболее широкое применение в горной промышленности получили классификации по буримости, в которых породы классифицируются по длительности основного времени бурения одного метра скважины различными машинами и инструментами. Начиная от ведомственной направленности, постепенно классификации этого типа получили статус общепринятых. Таковыми являются: «Классификация горных пород СНиП-82» и «Единая классификация горных пород по буримости» (ЕКБ). В СНиП и ЕКБ все породы по основному времени бурения разделены на разное число групп (категорий): в СНиП на 11; в ЕКБ на 20.

Существует ряд объективных методов определения буримости горных пород, нашедших применение при вращательном и ударно-вращательном способах бурения. К основным таким методам следует отнести метод ЦНИГРИ – определение категорий горных пород по буримости на основе их абразивности и динамической прочности в объединенном выражении; метод ВИТР – определение категорий горных пород по буримости с помощью прибора ВИТР-ОТ (определитель буримости горных пород) и метод определения фактической буримости горных пород путем опытного бурения при рациональных значениях параметров режима бурения и типах породоразрушающего инструмента [7], [8], [9].

Первые два метода являются лабораторными и базируются на установлении некоторых физико-механических свойств горных пород. Поэтому эти методы рекомендуется применять, как контрольные. Для технического же нормирования работ по бурению применяется третий метод, который и был взят авторами статьи в качестве наиболее приемлемого для решения поставленной задачи.

Главным признаком отнесения горных пород к той или иной категории по этому методу принято основное («чистое») время бурения 1 м шпура в минутах при технических условиях, принятых в качестве стандартных, любыми моделями бурильных машин, для которых в Единых нормах выработки приводятся нормативы основного времени. Ударно-поворотное бурение ручными бурильными молотками ведется с пневмоподдержки, предназначенной для данного типа молотка.

Оценка на буримость горных пород осуществлялась в соответствии с техническим заданием в местах ведения горно-проходческих работ совместно с участковым геолого-маркшейдеским отделом ЗАО Южно-Верхоянская Горнодобывающая Компания. Исследования выполнялись на применяемом при проходке выработок оборудовании – перфораторах ПП-63.

В каждом забое пробуривалось от 3 до 6 шпуров глубиной каждый 1,3 – 1,5 м с забуриванием по 1 – 2 шпура в верхней, средней и нижней частях забоя в зависимости от характера изменчивости пород. Бурение шпуров производилось с применением шарошечной коронки диаметром 42 мм с углом заложения шпура $\pm 35^\circ$ к горизонту с пневмоподдержки, предназначенной для данного типа оборудования.

Вследствие того, что бурение шпуров с промывкой было невозможно ввиду наличия многолетней мерзлоты, они бурились с продувкой. Расстояние от воздухопроводной магистрали до забоя не превышало 15 м.

Давление сжатого воздуха у перфоратора составляло 600 кПа и фиксировалось по показателям манометра во время работы бурильного молотка через каждые 3 – 5 мин, но не менее чем трижды: в начале, середине и при окончании бурения шпура. Снижение давления сжатого воздуха во время бурения не превышало 0,2 атм, т.е. вполне удовлетворительное.

Основное (чистое) время бурения определялось по хронометражным наблюдениям с точностью замера 0,1 мин. Время, затраченное на выполнение подготовительно-заключительных и вспомогательных операций (смена буров или коронок, забуривание, продувка шпура и т. д.), фиксировалось отдельно, так как в основное (чистое) время бурения оно не должно включаться.

По полученным данным вычислялось время чистого бурения 1 м шпура, приведенное к стандартным техническим условиям, и путем сопоставления его с нормативами основного (чистого) времени бурения 1 м шпура по классификации горных пород по буримости определялась категория горных пород по буримости для данного забоя.

Для перехода от нестандартных условий бурения к стандартным, использовали общий поправочный коэффициент, определяемый как произведение коэффициентов влияющих факторов [8], [9]. При расчетах применялись следующие поправочные коэффициенты: на давление сжатого воздуха – 1,27; на направление шпура – 1; на диаметр коронки бура – 0,91. Поправочный коэффициент на мощность перфоратора типа ПП-63 был принят равным 1,6.

Результаты исследований сведены в таблицу 1, в которой приведены исходные данные и категории буримости горных пород в местах ведения горно-проходческих работ на Нежданинском месторождении по Единой классификации пород по буримости.

Таблица 1 – Результаты определения категорий буримости горных пород нежданинского месторождения

Место проведения хроно-метража	Описание пород	Тип и марка перфоратора	Тип и марка буровой коронки, угол заострения	Диаметр коронки, мм		№№ шпура, тип шпура	Длина шпура, м	Давление воздуха, кПа	Затраты времени, мин		Применяемые коэффициенты				Приведенное время чистого бурения 1 м шпура	Установлен-ная категория пород по буримости согласно ЕНБ
				начальный	конечный				Чистое время бурения, мин	Чистое время бурения 1 м шпура	На тип перфоратора	На давление воздуха	На диаметр коронки	Общий коэффициент		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Гор. 900 м Штоль-ня №3 буровая камера №4	Алевролиты песчанистые, темно-серого цвета, трещиноватые, раскливажи-рованные, просеченные прожилками кварца	ПП-63	шарошечная	42	40	1 под ШКШ	1,8	600	10	5,6	1,6	1,27	0,91	1,85	10,36	XVII
						2 под ШКШ	1,8	600	10,2	5,7	1,6	1,27	0,91	1,85	10,55	XVII
						3 под ШКШ	1,8	600	10,7	5,9	1,6	1,27	0,91	1,85	10,92	XVII
						4 под ШКШ	1,8	600	10	5,6	1,6	1,27	0,91	1,85	10,36	XVII
						5 под ШКШ	1,8	600	10,3	5,7	1,6	1,27	0,91	1,85	10,55	XVII
						6 под ШКШ	1,8	600	10,4	5,8	1,6	1,27	0,91	1,85	10,73	XVII
Гор. 900 м Штоль-ня №3 буровая камера №4	Алевролиты песчанистые, темно-серого цвета, слаботрещи-новатые	ПП-63	шарошечная	42	40	1 под ШКШ	1,8	600	11,2	6,2	1,6	1,27	0,91	1,85	11,47	XVIII
						2 под ШКШ	1,8	600	12,0	6,7	1,6	1,27	0,91	1,85	12,4	XVIII
						3 под ШКШ	1,8	600	11,3	6,3	1,6	1,27	0,91	1,85	11,66	XVIII
						4 под ШКШ	1,8	600	11,6	6,4	1,6	1,27	0,91	1,85	11,84	XVIII
Гор. 900 м Штоль-ня №3 буровая камера №4	Зона дробления, смятия, и милонитиза-ции	ПП-63	шарошечная	42	40	1 под ШКШ	1,8	600	9,0	5,0	1,6	1,27	0,91	1,85	9,25	XVII
						2 под ШКШ	1,8	600	7,5	4,2	1,6	1,27	0,91	1,85	7,77	XVI
						3 под ШКШ	1,8	600	9,5	5,3	1,6	1,27	0,91	1,85	9,8	XVII
						4 под ШКШ	1,8	600	8,0	4,4	1,6	1,27	0,91	1,85	8,14	XVI
Гор. 1200 м Штоль-ня №19	Алевропесча-ники темно-серого цвета, массивные, с тонкой вкраплен-ностью пирита	ПП-63	шарошечная	42	40	1 отбойный	1,5	600	17,0	11,3	1,6	1,27	0,91	1,85	20,9	XX
						2 отбойный	1,5	600	13,0	8,8	1,6	1,27	0,91	1,85	16,28	XX
						3 отбойный	0,7	600	7,5	10,7	1,6	1,27	0,91	1,85	19,8	XX
Гор. 1200 м Штоль-ня №19	Зона дробления, смятия, и милонитиза-ции	ПП-63	шарошечная	42	40	1 отбойный	1,8	600	9,0	5,0	1,6	1,27	0,91	1,85	9,25	XVII
						2 отбойный	1,8	600	8,0	4,2	1,6	1,27	0,91	1,85	7,77	XVI
						3 отбойный	1,8	600	8,6	5,3	1,6	1,27	0,91	1,85	9,8	XVII

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что буримость горных пород в местах ведения горно-проходческих работ с учетом нестандартных условий бурения относятся от XVI (зона дробления, смятия и милонитизации) до XX (алевропесчаники темно-серого цвета, массивные, с тонкой вкрапленностью пирита) категории.

Для сравнения отметим, что в материалах геолого-разведочных изысканий на Нежданинском рудном поле, проводившихся НИП ПГО «Якутскгеология» в начале 2004 года, имеются результаты определения категорий горных пород по буримости (Таблица 2). Отмечается, что комплекс горных пород, определение их категорийности, условия проведения подземных горных выработок аналогичны ранее проведенным работам на Нежданинском месторождении силами Нежданинской геологоразведочной партии

Таблица 2 – Категорийность горных пород по буримости ручными бурильными молотками по материалам предыдущих исследований

Категория пород по петрографическим признакам по данным «Нежданинской» ГРП	Наименование горных пород	Категория пород по буримости, установленная НИП ПГО «Якутскгеология»
XVIII	Окварцованные алевролиты содержание кварцевого материала до 10-50%. Содержание песчанистого материала до 30-40%. Кварц метасоматический, текстура массивная	XVIII
XVII	Кварц белого цвета, текстура м/з, брекчиевая, полосчатая, массивная. Алевролиты темно-серые с прожилковым, сложно-сетчатым окварцеванием	XVII
XVII	Песчанистые слабоокварцованные алевролиты. Содержание кварцевого материала до 20%	XVII

Породы по буримости в зависимости от литотипов отнесены от XVII до XVIII категории; категории пород, определенные по петрографическим признакам по данным «Нежданинской» ГРП и категории пород по буримости, установленные НИП ПГО «Якутскгеология», совпадают.

Результаты оценки буримости горных пород в местах ведения горно-проходческих работ переданы ОАО «Южно-Верхоянская Горнодобывающая Компания», занимающейся освоением Нежданинского золоторудного месторождения, и будут необходимы для обеспечения производства исходными данными для нормирования труда, составления проектов и смет, планирования производства, расхода инструментов, электроэнергии и т. д., что, в конечном итоге, влияет на эффективность подземных горных работ.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Лыхин П.А. История технологии буровзрывных работ. Ч. 1: История развития технических средств бурения шпуров и уборки породы / П.А. Лыхин. – Пермь: Пресстайм, 2011. – 380 с.
2. Лыхин П.А. Теоретические и практические основы цикличной организации работ при добыче калийных руд / П.А. Лыхин. – Пермь: Пресстайм, 2009. – 137 с.
3. Фокин В.А. Методические аспекты анализа технологической информации при производстве буровзрывных работ в условиях карьеров / В.А. Фокин; Горн. ин-т Кольского науч. центра РАН. – Апатиты: КНЦ РАН, 2015. – 133 с.
4. Жариков С. Н. Взаимосвязь удельных энергетических характеристик процессов шарошечного бурения и взрывного разрушения массива горных пород: дис. ... канд. техн. наук. / С. Н. Жариков. – Екатеринбург, ИГД УрО РАН, 2011. – 139 с.
5. Бондаренко И.Ф. Буровзрывные работы на кимберлитовых карьерах Якутии / И.Ф. Бондаренко, С. Н. Жариков, И.В.Зырянов, В.Г. Шеменев. – Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2017. – 172 с.
6. Опарин В.Н. К проблеме создания классификаций в горном породоведении / В.Н Опарин, А. С. Танайно // ИНТЕРЭКСПО ГЕОСИБИРЬ. –N1. – Т.2 – Новосибирск: Изд-во СГУ, 2012. –С. 150 – 155.
7. Бакланов Ю.В. Справочное руководство мастера геологоразведочного бурения:/ Ю.В.Бакланов, В.А. Баюнчиков., Г.А. Блинов и др. – Л: Недра, 1983. – 400 с.
8. Нормативный справочник по буровзрывным работам / Ф.А.Авдеев, В.Л. Барон, Н.В. Гуров, В.Х. Кантор. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1986. – 512 с.
9. Борисович В. Т. Определение буримости горных пород для совершенствования нормирования разведочного бурения / В. Т. Борисович, М. А. Комаров. –Изв. ВУЗов. – Геология и разведка. – 1973. – № 5. –С. 145 – 150.
10. ГОСТ 20276-2012. Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости. Введ. 01. 07. 2013. – М.: Стандартинформ, 2013. – 49 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Lykhin P.A. Istoriya tekhnologii burovzryvnykh работ. Ch. 1: Istoriya razvitiya tekhnicheskikh sredstv bureniya shpurov i uborki porody [History of Technology of Drilling and Blasting Work. Part 1: History of the Development of Drilling Tools for Drilling Holes and Cleaning the Breed] / P.A. Lykhin. – Perm: Prestime, 2011. – 380 p. [In Russian]
2. Lykhin, P.A. Teoreticheskie i prakticheskie osnovy tsiklichnoy organizatsii работ pri dobyche kaliynykh rud [Theoretical and Practical Foundations of the Cyclic Organization of Work in the Extraction of Potash Ores] / P.A. Lykhin. – Perm: Prestime, 2009. – 137 p. [In Russian]
3. Fokin V.A. Metodicheskie aspekty analiza tekhnologicheskoi informatsii pri proizvodstve burovzryvnykh работ v usloviyakh karyerov [Methodical Aspects of the Analysis of Technological Information During Drilling and Blasting in Quarries] / V.A. Fokin; Mining Inst. of Kolskiy Scientific Centre of Sciences. – Apatity: KSC RAS, 2015. – 133 p. [In Russian]
4. Zharikov S.N. Vzaimosvyaz udelnykh energeticheskikh kharakteristik protsessov sharoshechnogo bureniya i vzryvnogo razrusheniya massiva gornykh porod: dis. ... kand. tehn. nauk. [Interconnection of Specific Energy Characteristics of Roller Cone Drilling Processes and Explosive Destruction of a Rock Mass: Thesis of PhD in Engineering] / S. N. Zharikov. - Yekaterinburg, IGD UB RAS, 2011. – 139 p. [In Russian]
5. Bondarenko I.F. Burovzryvnye работы na kimberlitovykh karyerakh Yakutii [Blasting Operations in Kimberlite Quarries of Yakutia] / I.F. Bondarenko, S. N. Zharikov, I.V. Zyryanov, V.G. Shemenov. – Yekaterinburg: IHD UB RAS, 2017. – 172 p. [In Russian]
6. Oparin V.N. K probleme sozdaniya klassifikatsiy v gornom porodovedenii To the Problem of Creating Classifications in Mountain Breeding] / V.N Oparin, A.S. Tanaino // INTEREXPO GEOSIBIR. – N1. – V.2 - Novosibirsk: Publishing House of SSU, 2012. – p. 150 - 155. [In Russian]
7. Baklanov Yu.V. Spravochnoe rukovodstvo mastera geologorazvedochnogo bureniya [Reference Guide for a Master in Mountain Drilling] / Yu.V. Baklanov, V.A. Bayunchikov., G.A. Blinov et al. – L.: Nedra, 1983. – 400 p. [In Russian]
8. Normativnyi spravochnik po burovzryvnym работам [Regulatory Guide for Drilling and Blasting Operations] / F.A. Avdeev, V.L. Baron, N.V. Gurov, V.Kh. Cantor. - 5th ed., revised and add. – M.: Nedra, 1986. – 512 p. [In Russian]
9. Borisovich V. T. Opredelenie burimosti gornykh porod dlya sovershenstvovaniya normirovaniya razvedochnogo bureniya [Determination of Mountain Drillability to Improve the Valuation of Exploratory Drilling] / V. T. Borisovich, M. A. Komarov. – Izv. VUZov [Bulletin of Universities]. – Geologiya i razvedka [Geology and Exploration]. – 1973. – No.5. – P. 145 - 150. [In Russian]
10. GOST 20276-2012. Grunty. Metody polevogo opredeleniya kharakteristik prochnosti i deformiruемости [Soils. Methods for Field Determination of Strength and Deformability Characteristics]. Introd. 01. 07. 2013. – M.: Standardinform, 2013. – 49 p. [In Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.85.7.008>**СРАВНЕНИЕ МОДЕЛИРУЕМОГО ПИКОВОГО УСКОРЕНИЯ ГРУНТА НА РАЗНЫХ УЧАСТКАХ, РАСПОЛОЖЕННЫХ БЛИЗКО ДРУГ К ДРУГУ**

Научная статья

Семенова Ю. *

ORCID: 0000-0003-4628-8663,

Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины, Львов, Украина

* Корреспондирующий автор (ulaska[at]ukr.net)

Аннотация

В работе рассматривается проблема того, насколько различаются пиковые ускорения при одном и том же входном движении (в виде акселерограммы) на разных площадках, расположенных близко друг к другу. Представлены результаты моделирования трансформации одного и того же входного движения почвенными слоями двух разных участков. Участки имеют похожую геологическую структуру. Коренные породы находятся на одной глубине. В таких условиях при проектировании сейсмостойких объектов инженеры-конструкторы для расчетов сочетания аварийных нагрузок обычно используют один и тот же набор проектных акселерограмм. Результаты моделирования, представленные в этой статье, показали, что трансформация одного и того же входного движения грунтами, близко расположенных участков с похожей геологией, существенно отличается.

Ключевые слова: сейсмическое микрорайонирования, расчетные акселерограммы, пиковое ускорение грунта.

COMPARISON OF THE SIMULATED PEAK GROUND ACCELERATION AT DIFFERENT SITES LOCATED CLOSE TO EACH OTHER

Research article

Semenova Yu. *

ORCID: 0000-0003-4628-8663,

Institute of Geophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, Ukraine

* Corresponding author (ulaska[at]ukr.net)

Abstract

The paper considers the problem of how different the peak acceleration at the same input motion (in the form of an accelerogram) at different sites located close to each other. The results of modeling the transformation of one and the same input motion by the soil strata of two different sites are presented. The sites have a similar geological structure. The bedrock is at the same depth. Under such conditions, when designing seismic resistant objects, design engineers for emergency load combination calculations usually use the same set of design accelerograms. The simulation results presented in this article showed that the transformation of the same one input movement by the soils of closely located sites with similar geology, differs significantly.

Keywords: seismic microzoning, designed accelerograms, peak ground acceleration.

Introduction

When testing buildings and structures for seismic effects by direct dynamic methods, accelerograms of earthquakes with characteristics corresponding to a specific construction site are required [1].

For the direct dynamic method of determining seismic loads at the stage when the object is not tied to a specific site, SBS V.1.1-12: 2014 [2] recommend accelerograms for testing. In practice, these accelerograms are sometimes mistakenly used for specific construction sites. The use of calculated accelerograms, which do not take into account the filtering properties of soils at a specific site [3], leads to incorrect engineering calculations of the seismic resistance of buildings.

The paper considers the problem of how different the peak ground acceleration at the same input motion (in the form of an accelerogram) at different sites located close to each other within the same city. The research was carried out using mathematical modeling software product ProShake [4], [5]. The calculation is based on the requirement of taking into account not one possible seismic impact, but an ensemble of impacts with different spectral characteristics, determined by the location of zones of possible earthquake focus relative to the site under study [6]. Seismic effects are represented by an ensemble of accelerograms were recorded on bedrock deposits or recalculated to bedrock [7].

When modeling the effect of soil layers on seismic effects, one should take into account data on tectonics, lithology, boundary geometry, as well as physicomechanical and nonlinear properties of the soil at the site. [8], [9], [10].

Main results

In fig. 1 presents the results of modeling the horizontal components of the calculated accelerograms obtained as a result of recalculation from the bedrock to the surface of the building sites at 45 Vyshgorodskaya St. and 10a Vozdukhoflotsky Ave. in Kiev. For both sites, the calculations used the same input motion in the form of an accelerogram was recorded on bedrock with maximum peak acceleration (PGA) $PGA = 0.07g$.

Soil strata under the site at 45 Vyshgorodskaya St. is mainly composed of sands and sandy loams, from 10 m to 85 m there are inversion layers of sandy loams (layers with reduced speeds). In the soil strata under the site at 10a Vozdukhoflotsky Ave. there are mainly sands and clays. Also at a depth of 26 m to 106 m there are inversion layers of clay with layers of water-saturated sand.

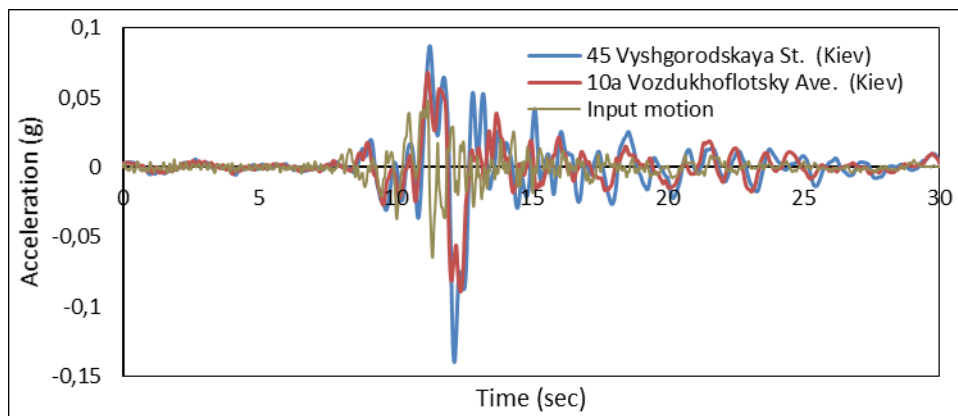


Fig. 1 – The horizontal components of the calculated accelerograms recalculated from the bedrock to the ground surface of the sites at 45 Vyshgorodskaya St. and 10a Vozdukhoflotsky Ave. in Kiev. Input ground motion with PGA of 0.07 g

Fig. 2. and Fig. 3 show the PGA versus depth curve of the same input motion at different sites at 45 Vyshgorodskaya St. and 10a Vozdukhoflotsky Ave. in Kiev.

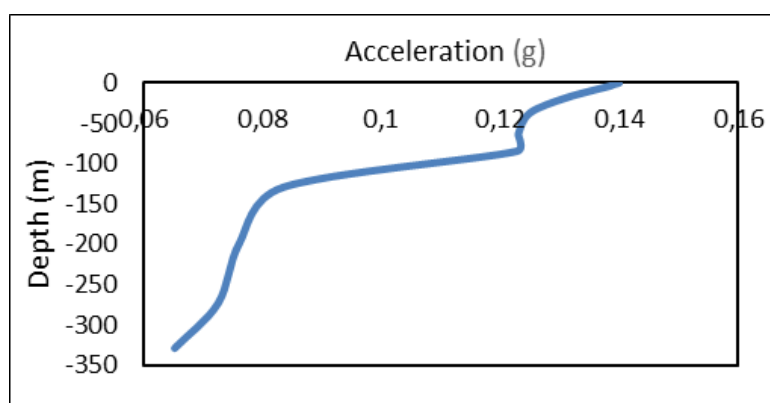


Fig. 2 – Comparison of the PGA in the different depths at 45 Vyshgorodskaya St. in Kiev

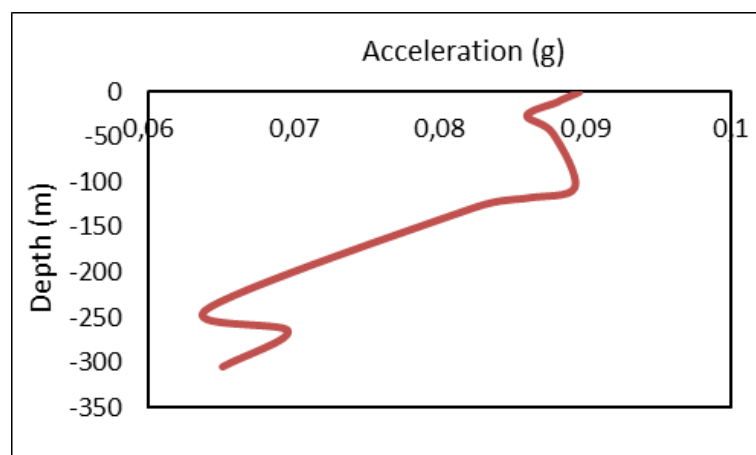


Fig. 3 – Comparison of the PGA in the different depths at 10a Vozdukhoflotsky Ave. in Kiev

In Figure 2 and Figure 3 shows how PGA of seismic fluctuations change along depth during the same input motion at different construction sites at 45 Vyshgorodskaya St. and 10a Vozdukhoflotsky Avenue in Kiev. The depth to bedrock under both construction sites is about 330 m. At this depth, the PGA of the input motion is 0.07g. Under the site at 10a Vozdukhoflotsky Avenue, PGA decreased from 0.0889 g to 0.086 g at a depth of 105 m to 25 m. Further, in the upper 25-meter layer, it again increased to 0.090 g. Under the site at the 45 Vyshgorodskaya St. PGA smoothly increased to 0.076 g from a depth of 330 m to 198 m. From a depth of 198 m to 84.5 m, there is a rapid increase in PGA from 0.076 g to 0.123 g. Further, from 84.5 m to 36 m, the PGA slightly changes to 0.125 g, after which a rapid increase to 0.14 g is again observed.

Despite the fact that both sites are located in the same city and the distance between them is only 10 km, the soil strata of each of the sites transform the input motion according to different scenarios.

Analysis of the results presented in Figure 2 and Figure 3 allows us to make sense of the conclusions that the direct dynamic method for calculating seismic effects requires computational accelerograms that simulate earthquakes from hazardous areas of the zones of possible earthquake focus site, generated on the basis of observed accelerograms or recalculated to the bedrock as well as a seismic-geological model of the soil strata under the study site. The model will allow to take into account possible resonant and non-linear properties of soils. In real records of weak and medium-sized seismic events, nonlinear effects do not appear.

When constructing a computational seismic geological model for mathematical modeling of the effect of the soil strata on seismic effects, data on tectonics, lithology, boundary geometry, and physical-mechanical and non-linear soil properties of the site should be taken into account. On the other hand, calculations are limited by the capabilities of computational algorithms. In each case, it is necessary to find the optimal relationship between the complexity of the computational model of the geological environment and the capabilities of computational algorithms for calculating the movement of soil particles in complex models of the environment during earthquakes.

Conclusion

The article presents the results of modeling the transformation of one and the same input motion by the soil strata of two different sites. The sites have a similar geological structure. The bedrock is at the same depth. Geographically, the sites are located at a distance of 10 km from each other in Kiev on the right bank of the Dnieper. Under such conditions, when designing seismic resistant objects, design engineers for emergency load combination calculations usually use the same set of design accelerograms. The modelling results presented in this article showed that the soil amplifications of the same input motion, even on closely spaced and, at first glance, sites with similar geological structure, may differ significantly.

Thus, for the direct dynamic method of calculating seismic effects, it is necessary to use the calculated accelerograms were obtained for a specific construction (operational) site. Such accelerograms are generated using a calculated seismic geological model of the soil strata of the specific site and accelerograms recorded on bedrock (or recalculated from them) from hazardous areas of the zones of possible earthquake focus site.

Calculated accelerograms should be generated only for specific sites of the proposed seismic resistant construction. Their use will ensure an acceptable level of seismic resistance while reducing the cost of the object. The use of accelerograms, which do not take into account the resonant and nonlinear properties of soils at a specific site under study, can lead to incorrect engineering calculations of the seismic resistance of buildings.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Kramer S. L. Geotechnical Earthquake Engineering / Kramer S. L. N. J.: Prentice Hall, Upper Saddle River. 1996. - 672 p.
2. Строительство в сейсмических районах Украины: ДБН В.1.1-12:2014. Киев: Минрегионстрой Украины, 2014. 84 с.
3. Ishikhara K. The behavior of soils during earthquakes / Ishikhara K. St. Petersburg: NPO «Georekonstruktsiya-Fundamentproekt». 2006. - 383 p.
4. Schnabel P. B. SHAKE: A computer program for earthquake response analysis of horizontally layered sites / Schnabel P. B., Lysmer J., Seed H. B. // Report No. EERC 72- 12. Berkeley, California: Earthquake Engineering Research Center, University of California. 1972. - 102 p.
5. ProShake Ground Response Analysis Program, version 1.1. User's Manual, EduPro Civil Systems, Washington, USA, 1998, 54 p.
6. Yoshida Nozomu Seismic Ground Response Analysis, vol.36. Geotechnical, Geological and Earthquake Engineering. Dordrecht: Springer Netherlands. 2015, <http://link.springer.com/10.1007/978-94-017-9460-2>, accessed February 19, 2016
7. Rathje E. M. Influence of input motion and site property variabilities on seismic site response analysis / Rathje E. M., Kottke A. R., Trent W. L.; J. Geotech. Geoenviron. 136(4). 2010. – P. 607 – 619.
8. Ikuo Towhata: Geotechnical Earthquake Engineering, ISBN 978-3-540-35782-7, Springer Verlag - Berlin Heidelberg. 2008. – 684p.
9. Budhu M. Soil Mechanics and Foundations / Budhu M. 3rd ed., Wiley, Hoboken, NJ. 2011. – 781p.
10. Кендзера О.В. Деформаційні характеристики розрахункових моделей ґрунтової товщі / Кендзера О.В., Семенова Ю.В. // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія – 2017. – № 78 – С.17-29

Список литературы на английском языке / References in English

1. Kramer S. L. Geotechnical Earthquake Engineering / Kramer S. L. N. J.: Prentice Hall, Upper Saddle River. 1996. - 672 p.
2. Строительство в сейсмических районах Украины: ДБН В.1.1-12:2014. Киев: Минрегионстрой Украины, 2014. 84 с.
3. Ishikhara K. The behavior of soils during earthquakes / Ishikhara K. St. Petersburg: NPO «Georekonstruktsiya-Fundamentproekt». 2006. - 383 p.
4. Schnabel P. B. SHAKE: A computer program for earthquake response analysis of horizontally layered sites / Schnabel P. B., Lysmer J., Seed H. B. // Report No. EERC 72- 12. Berkeley, California: Earthquake Engineering Research Center, University of California. 1972. - 102 p.
5. ProShake Ground Response Analysis Program, version 1.1. User's Manual, EduPro Civil Systems, Washington, USA, 1998, 54 p.
6. Yoshida Nozomu Seismic Ground Response Analysis, vol.36. Geotechnical, Geological and Earthquake Engineering. Dordrecht: Springer Netherlands. 2015, <http://link.springer.com/10.1007/978-94-017-9460-2>, accessed February 19, 2016
7. Rathje E. M. Influence of input motion and site property variabilities on seismic site response analysis / Rathje E. M., Kottke A. R., Trent W. L.; J. Geotech. Geoenviron. 136(4). 2010. – P. 607 – 619.
8. Ikuo Towhata: Geotechnical Earthquake Engineering, ISBN 978-3-540-35782-7, Springer Verlag - Berlin Heidelberg. 2008. – 684p.
9. Budhu M. Soil Mechanics and Foundations / Budhu M. 3rd ed., Wiley, Hoboken, NJ. 2011. – 781p.
10. Kendzera A. V. Deformacijni charakteristiki rozrahunkovih modelej runtovoi tovshchi [Deformation Characteristics of Computational Model of soil strata] / Kendzera A. V., Semenova Yu. V. // Visnyk of Taras Shevchenko National University of Kyiv [Visnyk Kiivs'kogo nacional'nogo universitetu imeni Tarasa SHEvchenka]: Geology, 78. 2017. – P. 17–29 [in Ukrainian].

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.85.7.009>**ЕСТЕСТВЕННЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОЛЯ ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ ГАТЧИНСКИХ ИСТОЧНИКОВ**

Научная статья

Сенчина Н.П.^{1,*}, Касумов В.², Уйманен А.И.³^{1, 2, 3} Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия

* Корреспондирующий автор (senchina_np[at]pers.spmi.ru)

Аннотация

В работе показаны результаты изучения естественного электрического поля электрокинетического происхождения. Работы проведены на участке с выраженной активностью и относительной стабильностью фильтрационных процессов, - вблизи одного из «Гатчинских гейзеров». Источники являются самоизливными скважинами, функционирующими практически непрерывно несколько десятков лет. Исследования включили изучение потенциала естественного электрического поля профильными и азимутальными наблюдениями. Результаты показывают наличие слабых аномалий амплитудой до 12 мВ. Конфигурация отрицательных аномалий соответствует ожидаемому, при наличии фильтрационных процессов по направлению «от водоема». Локальные вытянутые аномалии положительного знака соответствуют, по мнению авторов, разломам в подстилающих четвертичные отложения известняках, по которым происходит нисходящая фильтрация. Азимутальные измерения соответствуют результатам профильных и позволяют на локальном участке судить о направлении и интенсивности фильтрационных процессов.

Ключевые слова: ЕП, метод естественного электрического поля, фильтрационный потенциал, электрокинетический потенциал, «Гатчинские гейзеры».

NATURAL ELECTRIC FIELDS OF ELECTROKINETIC NATURE OF GATCHINA SOURCES

Research article

Senchina N.P.^{1,*}, Kasumov V.², Uymanen A.I.³^{1, 2, 3} St. Petersburg Mining University, St. Petersburg, Russia

* Corresponding author (senchina_np[at]pers.spmi.ru)

Abstract

The paper shows the results of studying the natural electric field of electrokinetic origin. The works were carried out on a site with pronounced activity and relative stability of filtration processes near one of the “Gatchina geysers.” The sources are self-bottling wells operating almost continuously for several decades. The study includes the research of the potential of the natural electric field profile and azimuth observations. The results show the presence of weak anomalies with an amplitude of up to 12 mV. The configuration of negative anomalies corresponds to what is expected in the presence of filtration processes in the direction “from the reservoir.” The local elongated anomalies of the positive sign correspond, in the authors’ opinion, to the faults in the underlying limestone deposits where downward filtration occurs. Azimuth measurements correspond to the results of the profile and allow identifying the direction and intensity of filtration processes in the local area.

Keywords: EP, method of the natural electric field, filtration potential, electrokinetic potential, “Gatchina geysers.”

Введение

Метод естественного электрического поля (ЕП) является одним из самых ранних методов электроразведки и геофизики в целом, предложение его датируется 1913 годом. Однако, и к настоящему времени не все проявления аномалий потенциала ЕП легко объяснимы. Так, имеются публикации о высокоамплитудных (в единицы Вольт [1]) аномалиях потенциала ЕП фильтрационного (электрокинетического) происхождения, тогда как большинство источников ставит таким полям в соответствие аномалии амплитудой до десятков милливольт [2]. Известны случаи существования аномалий противоположных знаков над схожими объектами, находящимися в несколько отличающихся условиях. Видимые трудности в изучении потенциала естественного электрического поля связаны с множественностью возможных факторов, формирующих и влияющих на аномалии ЕП.

Метод естественного электрического поля основан на измерении локальных квазистационарных естественных электрических полей различной природы. К возникновению аномалий ЕП ведет направленный перенос ионов одного знака, который может быть обусловлен перепадом давления, концентрации, температуры или окислительно-восстановительными процессами. Соответственно, электрические поля, образованные каждым из этих явлений, называют в разведочной геофизике фильтрационными, диффузионно-абсорбционными и полями окислительно-восстановительной природы. При этом, температурными изменениями в пределах локальных по времени работ принято пренебрегать.

Потенциалформирующие факторы действуют зачастую совместно, и отличить аномалии одного происхождения от другого бывает затруднительно.

Поля диффузионно-абсорбционного происхождения наиболее исследованы благодаря применимости в скважинных исследованиях (каротаж потенциалов самопроизвольной поляризации – ПС). Указанный метод входит в стандартный обязательный комплекс геофизических исследований скважин при решении геологических задач для выполнения литологического расчленения разреза по данным каротажа.

Поля окислительно-восстановительного происхождения исследуются, в основном, в рудной геологоразведке и

позволяют выполнять поиск и разведку залежей сульфидов, магнетита, графита.

Поля фильтрационного происхождения изучаются при решении инженерных, гидрогеологических задач [6]. Потенциал фильтрации – «потенциал течения», – связан с протеканием жидкости сквозь пористую горную породу, наличие его было установлено еще в 1859 году. При направленном (из области повышенного давления в область пониженного) движении в капилляре жидкости, в гидродинамический поток вовлекаются катионы подвижной части двойного электрического слоя, формирующегося на границе частиц твердой фазы и порового флюида. При этом на концах капилляра формируется разность потенциалов. Положительный знак измеренной при этом аномалии ЕП соответствует конечной точке перемещения порового флюида, а отрицательный – начальной точке. При постоянном потоке разделение зарядов устойчиво, и поле существует долгое время. Фильтрационный потенциал прямо пропорционален перепаду давления, при котором происходит фильтрация, проницаемости породы, удельному весу жидкости и ее удельному сопротивлению, и обратно пропорционален вязкости жидкости и пористости породы. Характерными значениями коэффициента, связывающего потенциал и напор пресной воды в пористом песчанике, являются 0,1 – 1 мВ/м. Общие величины аномалий фильтрационного потенциала, как правило, не превышают десятков мВ, за исключением горных районов, где могут быть значительно больше. С фильтрационными явлениями связана и часто наблюдаемая «зеркальная» связь между потенциалом естественного поля и формой рельефа поверхности земли, что необходимо учитывать при интерпретации.

Актуальность и цель проводимых исследований

Изучение поведения подземных вод с помощью геофизических методов – одно из перспективных направлений в гидрогеологии, получившее с недавних пор собственное наименование – «гидрогеофизика», пока не в полной мере прижившееся на территории России, но широко применяемое за рубежом [4]. Важнейшим методом, решающим задачи гидрогеологии, является метод ЕП. Для успешной интерпретации результатов ЕП требуется представление о зависимостях между гидрогеологическими и геофизическими параметрами. Известны работы ЕП вблизи естественных источников – гейзеров [7], измерения ЕП во время проведения откачек [9], [10], исследования на плотинах, дамбах [8]. Изучение аномалий ЕП фильтрационного происхождения на различных объектах улучшит качество интерпретации получаемых данных.

Настоящая работа ставит целью изучение естественных электрических полей электрокинетического происхождения на примере объекта с выраженной активностью фильтрационных процессов для получения новых сведений о закономерностях формирования аномалий ЕП.

Положение объекта исследований

«Гатчинские гейзеры» расположены близ деревни Корпиково в Гатчинском районе Ленинградской области. Представляют собой несколько самоизливных скважин - источников искусственного происхождения, большинство из которых пробурено в 1980-х годах [11].

Верхняя часть разреза в районе работ представлена отложениями Валдайского оледенения, представленными супесями, суглинками, глинами. Ниже четвертичных отложений расположены породы (сверху вниз) ордовикской, кембрийской систем, верхнего и нижнего протерозоя. Литологически они представлены известняками, реже доломитами, мергелями, глинами, алевролитами, алевритами, песчаниками. Ниже, на глубине около 400 м расположены метаморфические образования кристаллического фундамента архей-протерозоя. Подземные воды приурочены к четвертичным, девонским, ордовикским и кембрийским отложениям. Минерализация воды источников составляет от 0,4 до 0,8 г/л.

Измерения естественного электрического поля проводились только на одном источнике, расположенном на правом берегу реки Парица, недалеко от СНТ «Железнодорожник» и садоводства «ЛЭТЗ». Координаты источника: 59°33'10.8"N 30°00'15.5"E. Расположение источника отмечено на Рисунке 2.

Источник расположен в 12 м от реки Парица. Представляет собой бьющий под напором источник, обсаженный трубой, с высотой водяного столба до 30 см. «Озеро», образованное источником, имеет округлую форму и диаметр порядка 6 м; ручей, вытекающий из озера и впадающий в реку, имеет ширину от 1 до 2 м.



Рис. 1 – Место проведения исследований

A – карта с расположением деревни Корпиково, *B* – расположение «Гатчинского гейзера», *C* – «Гатчинский гейзер», *D* – проложенные профили (ПР) обозначены красным, место проведения азимутальных измерений обозначено синим (АЗ)

Глубина водоема – 20 см. На дне обнажаются светло-серые тонкоплитчатые ордовикские известняки, грубообломочные отложения известнякового состава.

По химическому составу воды источника гидрокарбонатные кальциево-магниевые низкой минерализации [12]. Удельное электрическое сопротивление воды из источника оценено с помощью резистивиметра и составило 70 Ом*м.

Методы и принципы исследования

При исследовании методом естественного электрического поля используют неполяризующиеся электроды (Рисунок 2), состоящие из:

1. керамического пористого корпуса;
2. внутренней его части, заполненной насыщенным раствором медного купороса ;
3. медного стержня;
4. пробки;
5. гнезда для подсоединения провода;
6. глазирующего слоя в верхней части корпуса.

Отсутствие поляризационных помех таких электродов обусловлено тем, что взаимодействие с исследуемой средой происходит через насыщенный раствор соли (2) того же металла, из которого изготовлена твердая часть электрода (3), в данном случае рассматривается пара $\text{Cu} - \text{CuSO}_4$. Обмен носителями заряда (ионами) происходит при этом в двух участках: на границе твердый металлический электрод – насыщенный раствор соли того же металла, где поляризация низка и стабильна во времени (I); и на границе раствор электрода – поровый раствор горных пород, где электродные потенциалы не формируются (II). В результате поляризация электродов является малой и постоянной, что удовлетворяет требованиям проводимых в методе ЕП работ.

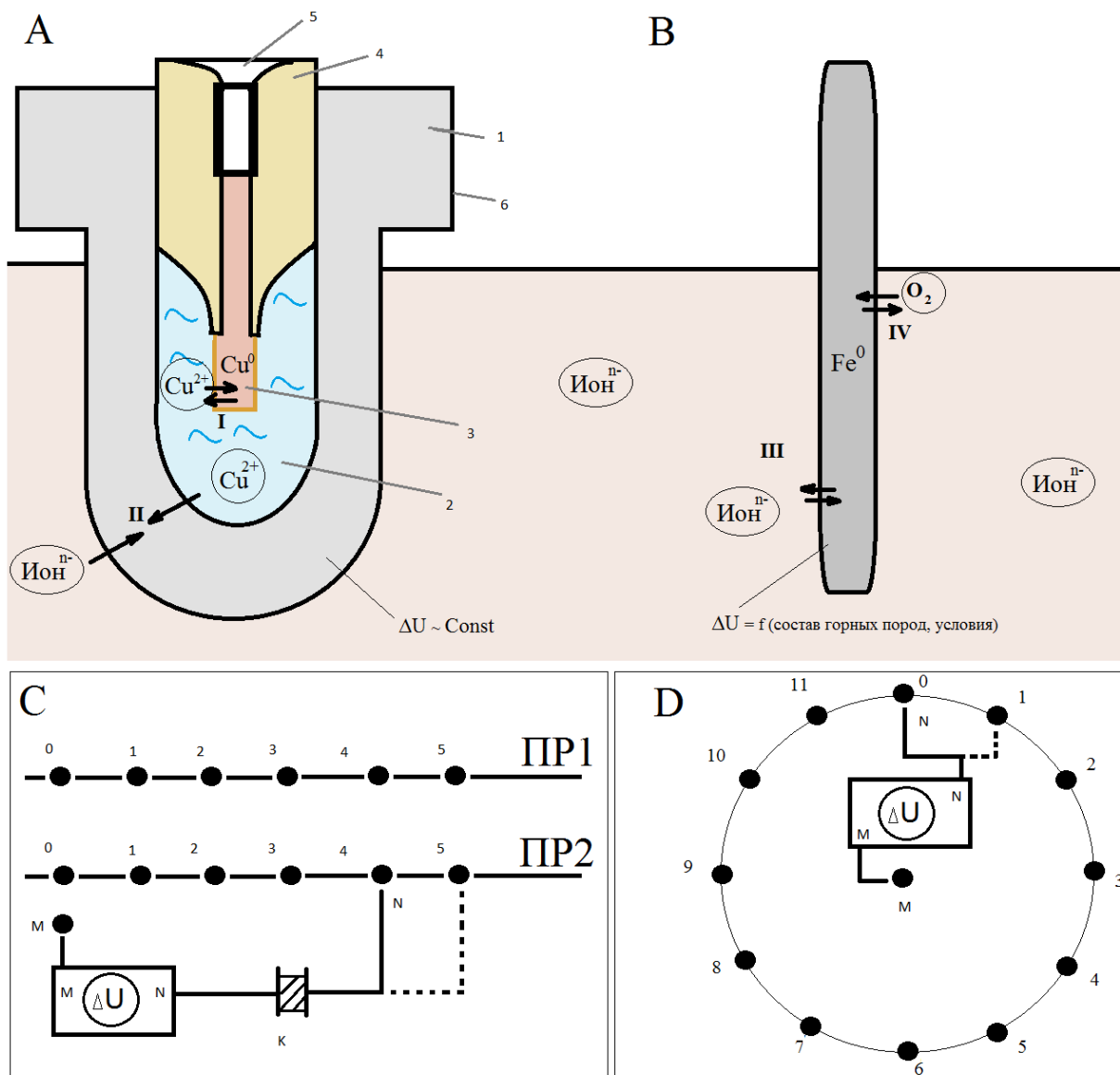


Рис. 2 – Неполаризующийся медносульфатный электрод (А) в сопоставлении с поляризующимся стальным электродом (В) в случае отрицательного знака аномалии потенциала ЕП в точке измерения, подписи см. в тексте. Установки для съемки потенциала естественного электрического поля с профильной (С) и азимутальной методикой измерений (D)

Поляризующийся электрод (например, железный, рис. 2В) взаимодействует с многокомпонентным ионным проводником – грунтом, при чем, разнообразно с разными элементами, приблизившимися к электроду (III). Так, в приповерхностных условиях в присутствии влаги железный электрод окисляется (ржавеет), что проявляется в отдаче материалом электрода электронов, и влияет на измеряемую разность потенциалов (IV). В результате измеряемая разность потенциалов является функцией состава горных пород, окислительно - восстановительных условий и др.

Установка (см. рисунок 2) для съемки потенциала электрического поля состоит из приемных электродов М и N, катушки с проводом ГСП 0,5 и измерительного прибора – милливольтметра постоянного тока модели UT30F с высоким входным сопротивлением (10 МОм). Комплект электродов готовят за сутки до начала работ. Электроды

тщательно промывают дистиллированной водой, а их металлические части очищают тонкой наждачной бумагой и промывают в 10-15 % растворе азотной кислоты.

Наблюдения для исследования естественного электрического поля могут быть выполнены установками двух типов: установкой для съемки потенциала, когда потенциал измеряется по профилю относительно некоторого базисного пикета, а также для измерения градиентов, в таком случае измерения потенциала проводится между двумя соседними пикетами. Установка для съемки потенциала получила широкое применение в наземных условиях, так как данная установка отличается повышенной производительностью, точностью, а также характеризуется технической простотой проведения работ и простотой камеральной обработки полученных данных. Расстояние между профилями составило 3 м, расстояние между пикетами равно 2 м. Общее число точек наблюдения – 80, доля контрольных наблюдений составляет 8 %. Среднее стандартное отклонение составило 0.6 мВ, максимальное – 1 мВ.

Для проведения азимутальных измерений ЕП использовался тот же комплект аппаратуры, что и при профильных измерениях. В полутора метрах к югу от родника (см. рис.1 D), посередине между вторым и третьим профилями, в увлажненную землю был установлен базовый электрод. Исследования проводились в сильно увлажненной почве, которую подстилал трещиноватый известняк. Подвижный электрод перемещался вокруг базового на расстоянии 1.5 м с шагом по углу 30°. Каждое измерение проводилось в течение 30 с, фиксировались минимальное и максимальное значения. В дальнейшем были рассчитаны среднее значение и стандартное отклонение, проведен контроль измерений. В точке №1 было проведено контрольное измерение, стандартное отклонение здесь составляет 0,6 мВ (~10%), при этом погрешность прибора составляет 0,1 мВ.

Формирование аномалий ЕП электрокинетического происхождения

В безрудных районах естественные электрические поля могут возникать благодаря диффузионно-адсорбционным и фильтрационным процессам, протекающим в горных породах. Рассмотрим пористую (трещиноватую) горную породу, через поры и трещины в которой продвигаются насыщенные ионами подземные воды. На контакте горной породы с водой происходит сорбция ионов, как правило, неравная для анионов и катионов. Устанавливается избыточный заряд в зернах горной породы и равновесное распределение электрических зарядов вблизи границы раствора и горной породы. Таким образом, образуется двойной электрический слой (ДЭС). Из-за различных радиусов ионов и их концентрации в растворе следует, что толщина слоя может изменяться от сотен микрометров до нанометров. Внешняя часть этого слоя слабо связана с твердой матрицей, и испытывает смещение при течении воды. В итоге при направленном движении жидкости через систему трещин часть зарядов сносится по направлению течения, дипольные молекулы ориентируются в соответствии с направлением течения. В итоге движение жидкости через трещины и поры создает некоторое суммарное электрическое поле фильтрации, амплитуда и направление которого зависят от удельного электрического сопротивления воды, литологического состава, пористости и гидрогеологических факторов.

Измеряемый потенциал естественного электрического поля косвенно характеризует интенсивность фильтрационных процессов. Как известно, напряженность электрического поля E связана с потенциалом U выражением

$$\vec{E} = -\text{grad}U.$$

При изучении распределения потенциала на поверхности Земли возможен расчет только проекции вектора напряженности на поверхность (упростим до плоскости Oxy) путем определения проекций на две ортогональные оси x и y :

$$\vec{E}_{0,xy} = -\frac{\partial U}{\partial x} \vec{i} - \frac{\partial U}{\partial y} \vec{j},$$

где \vec{i} и \vec{j} – орт-векторы по осям x и y .

Следуя работе [5], можно рассматривать изменения напряженности электрического поля электрокинетического происхождения как свидетельство интенсивности фильтрационных процессов. Связь между модулями напряженности E и скорости фильтрации v в плоском слое пористой горной породы квазилинейная, вектора же имеют обратную направленность (в общем случае, вектора могут быть как сонаправленными, так и встречными, в зависимости от знака диффузионного потенциала):

$$E = 2n\zeta\epsilon\rho v,$$

где n – плотность капилляров, ζ – диффузионный потенциал, ϵ – диэлектрическая проницаемость жидкости, ρ – удельное электрическое сопротивление жидкости. Соответственно, расчет градиента измеренного потенциала и построение векторной карты характеризует направленность фильтрационных процессов и скорость фильтрации. В работе рассмотрено векторное поле скоростей фильтрации, полученное указанным образом, без перехода к численным значениям этого параметра (в условных единицах) ввиду слабой изученности коэффициентов в преобразовании от напряженности к скорости в заданных условиях.

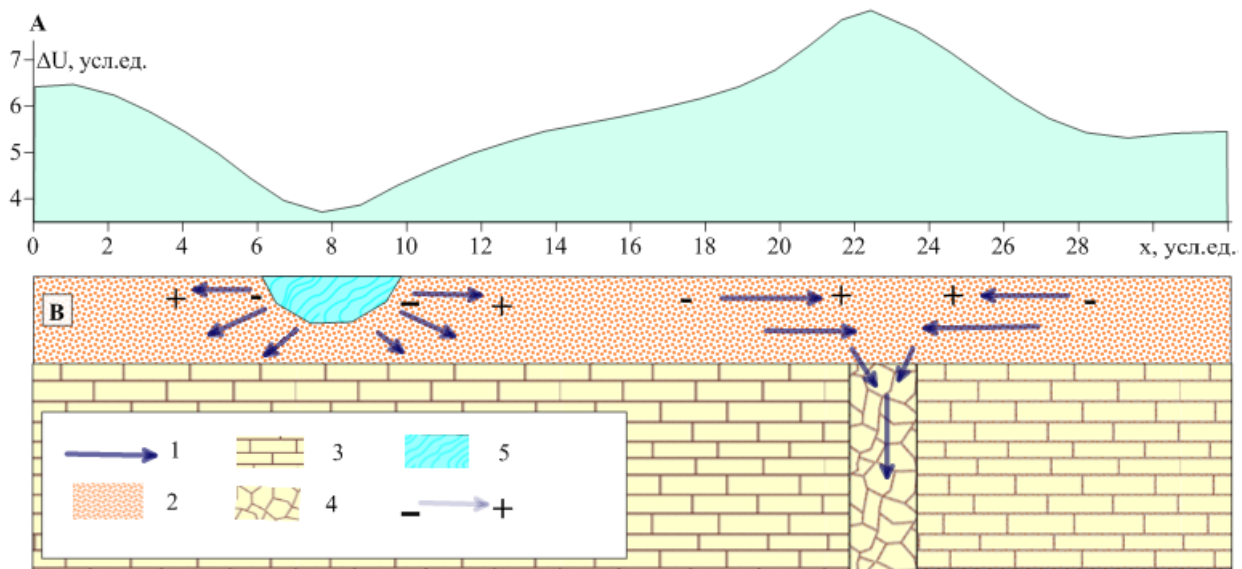


Рис. 3 – А - ожидаемое изменение потенциала ЕП вдоль профиля; В – упрощенная модель участка работ; 1 – направление фильтрации, 2 – супесь, 3 – известняк, 4 – трещиноватый известняк, 5 – водоем, из которого вода разгружается в окружающие породы, б – условные знаки аномалий, формирующихся под действием фильтрационных процессов (вдоль направления течения)

Основные результаты

В результате были построены карты изолиний потенциала ЕП (Рисунок 3), где видно соответствие отрицательной аномалии области истечения воды из “гейзера” и окружающего его водоема. Штриховыми линиями показаны профили 1-8. Точки на профилях соответствуют пикетам. Значения, прописанные над некоторыми пикетами, соответствуют стандартному отклонению съемки (SD) на контрольных точках. Диапазон изменения потенциала лежит в пределах от 1 до 13 мВ.

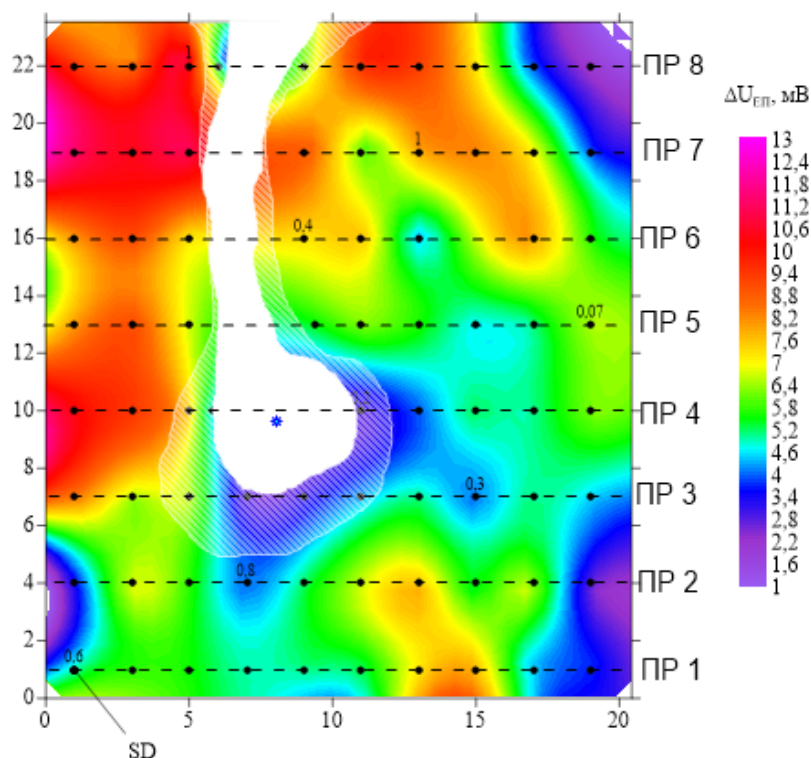


Рис. 4 – Карта изолиний потенциала ЕП. Пояснения в тексте

Подложка векторной схемы на Рисунке 5 показывает локальную составляющую потенциала, полученную с фильтром с размером окна 10 метров. Вектора характеризуют направление и интенсивность (в усл. ед.) фильтрации грунтовых вод. На схеме видно, что вектора расходятся от источника и сходятся к вытянутым положительным аномалиям, выделенным пунктирными линиями. Указанные области интерпретируются авторами как разломы в известняках, вглубь которых уходит вода. Другими методами геофизики выделенные элементы пока не были проконтролированы.

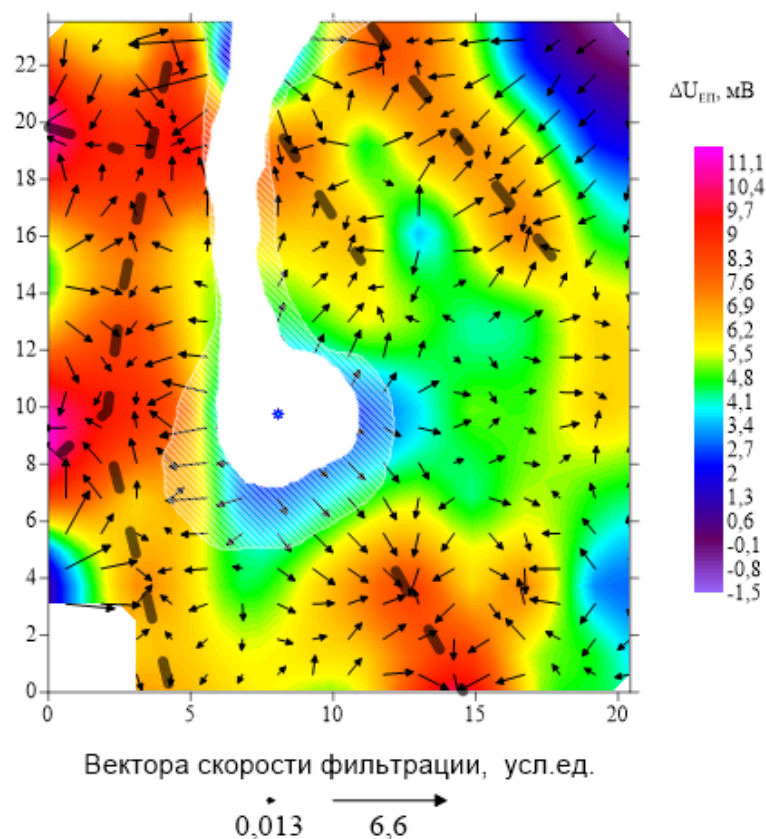


Рис. 5 – Векторная схема интенсивности фильтрации, наложенная на карту локальной составляющей потенциала ЕП

В результате азимутальных измерений получена диаграмма, показывающая, что наблюдается градиент ЕП с нарастанием к юго-западу в направлении от источника. Диаграмма подтверждает результат, полученный профильными наблюдениями. Таким образом подтверждается возможность изучения фильтрационных процессов методом азимутальных измерений ЕП [3], в том числе, с малым радиусом площадки.

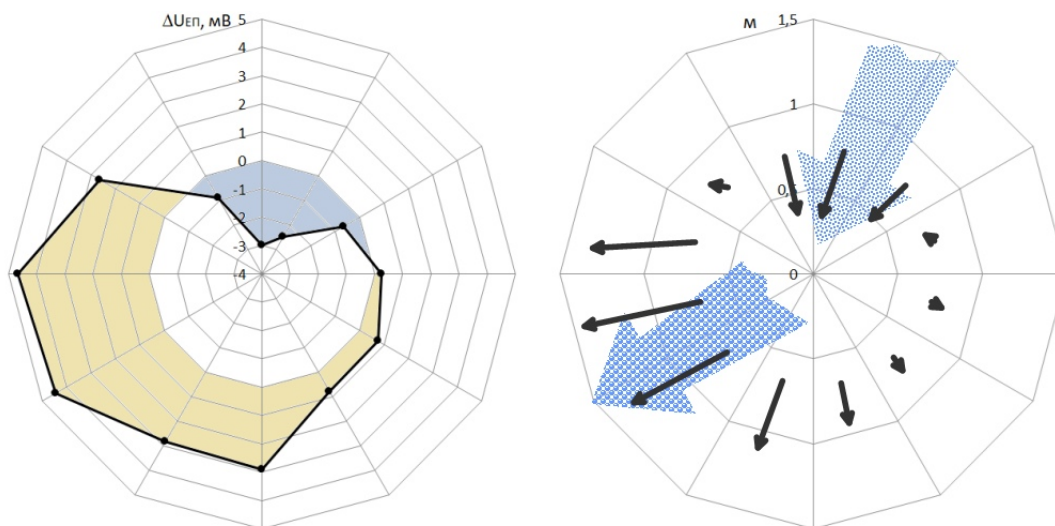


Рис. 6 – Азимутальные диаграммы потенциала (слева) и векторов, характеризующих фильтрационные процессы (в условном масштабе)

Заключение

В работе показаны возможности метода естественного электрического поля в выделении слабых аномалий электрокинетического происхождения. Описано поле приповерхностного источника воды и закартированы элементы тектоники. Показано, что азимутальные измерения на локальном участке диаметром 3 метра выделяют направление фильтрации, соответствующее результату профильного наблюдения.

Благодарности

Авторы выражают благодарность научному руководителю профессору, доктору геолого-минералогических наук, профессору Горного университета Путикову Олегу Федоровичу за консультацию и помощь в реализации работы.

Конфликт интересов

Не указан.

Acknowledgement

The authors are grateful to the research supervisor, Professor, PhD in Geology and Mineralogy, Professor of the Mining University, Putikov Oleg Fedorovich, for his advice and assistance in the implementation of the work.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References*

1. Квон Д.А. 2015. Причины аномалий ЕП большой амплитуды свыше 1200 мВ в безрудных горных районах [Электронный ресурс] / Квон Д.А., Рыжов А.А., Шевнин В.А. // Инженерная геофизика. Геленджик, Россия. – 2015 URL: <http://www.earthdoc.org>. (дата обращения: 22.05.2019)
2. Семенов А.С. Электроразведка методом естественного электрического поля / Семенов А.С.- 3-е изд. перераб. и доп. - Л.Недра. – 1980. – 446 с.
3. Шевнин В. А. Изучение анизотропии с помощью азимутальных измерений в методе естественного поля / Шевнин В. А., Ерохин С. А., Павлова А. // Записки Горного института, Т.200, М. 2013. с.108-114.
4. Binley A. Hydrogeophysics: opportunities and challenges. Boll. Geofis / Binley, A., Cassiani, G., Deiana, R. Teor. Appl. 51 (4). 2010.
5. Gindl W. Relationship between streaming potential and sap velocity in Salix alba / Gindl W., Löppert H.G., Wimmer R. L. Phytol., 39, 1999, p. 217-224.
6. Jouniaux Laurence Pascal Sailhac. 2009, Review of Self-potential methods in Hydrogeophysics. Comptes Rendus Géoscience / Jouniaux Laurence, Mainault Alexis, Naudet Véronique and others, Elsevier Masson, 341 (10-11), pp.928-936.
7. Legaz A. Self-potential and passive seismic monitoring of hydrothermal activity: A case study at Iodine Pool / Legaz A., Revil A., Roux P. and others // Waimangu geothermal valley, New Zealand, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 179, 2009. pp. 11–18.
8. Revil A. The Self-Potential Method: Theory and Applications in Environmental Geosciences / Revil A., Jardani A. 1st Edition, 2013, 383 p.
9. Titov K. Pumping test in a layered aquifer: Numerical analysis of self-potential signals. Journal of Applied Geophysics / Titov K., Konosavsky P., Narbut M., 2015. 123, P. 188–193.
10. Titov K. Numerical modelling of selfpotential signals associated with a pumping test experiment / Titov K., Revil A., Konosavsky P. Geophys. J. Int. 162, 2005, P. 641–650.
11. Юшковский В.Д. Геологи спасают «брошенные» гейзеры в Ленобласти [Электронный ресурс] / Юшковский В.Д. – URL: https://spbvedomosti.ru/news/gorod/otkuda_v_gatchine_geyzery/ (дата обращения: 22.02.2019)
12. Родники Ленинградской области [Электронный ресурс] – URL: <https://rodniki.kp.ru/> (дата обращения: 22.02.2019)

Список литературы на английском языке / References in English*

1. Kvon D.A. Prichiny anomalij EP bol'shoj amplitudy svyshe 1200 mV v bezrudnyh gornyh rajonah [Causes of large-amplitude EP anomalies over 1200 mV in barren mountainous areas] / Kvon D.A., Ryzhov A.A., Shevnin V.A. // Engineering Geophysics// Gelendzhik, Rossiya. – 2015 – URL<http://www.earthdoc.org>. (accessed: 22.05.2019) [in Russian]
2. Semenov A.S. Elektrorazvedka metodom estestvennogo elektricheskogo polya [Electrical prospecting by the method of a natural electric field] / Semenov A.S.- 3rd ed. reclaiming and add/- L.Nedra. – 1980. – 446 p. [in Russian]
3. Shevnin V. A. 2013. Izuchenie anizotropii s pomoshch'yu azimutal'nyh izmerenij v metode estestvennogo polya. [Studying anisotropy using azimuth measurements in the natural field method] / Shevnin V. A., Erohin S. A., Pavlova A. M. // Journal of Mining Institute, Vol. 200, P.108-114. [in Russian]
4. Binley A. Hydrogeophysics: opportunities and challenges. Boll. Geofis / Binley, A., Cassiani, G., Deiana, R. Teor. Appl. 51 (4). 2010.
5. Gindl W. Relationship between streaming potential and sap velocity in Salix alba / Gindl W., Löppert H.G., Wimmer R. L. Phytol., 39, 1999, p. 217-224.
6. Jouniaux Laurence Pascal Sailhac. 2009, Review of Self-potential methods in Hydrogeophysics. Comptes Rendus Géoscience / Jouniaux Laurence, Mainault Alexis, Naudet Véronique and others, Elsevier Masson, 341 (10-11), pp.928-936.
7. Legaz A. Self-potential and passive seismic monitoring of hydrothermal activity: A case study at Iodine Pool / Legaz A., Revil A., Roux P. and others // Waimangu geothermal valley, New Zealand, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 179, 2009. pp. 11–18.
8. Revil A. The Self-Potential Method: Theory and Applications in Environmental Geosciences / Revil A., Jardani A. 1st Edition, 2013, 383 p.
9. Titov K. Pumping test in a layered aquifer: Numerical analysis of self-potential signals. Journal of Applied Geophysics / Titov K., Konosavsky P., Narbut M., 2015. 123, P. 188–193.
10. Titov K. Numerical modelling of selfpotential signals associated with a pumping test experiment / Titov K., Revil A., Konosavsky P. Geophys. J. Int. 162, 2005, P. 641–650.
11. Yushkovskij V.D. Geologi spasayut «broshennyye» gejzery v Lenoblasti [Geologists save "abandoned" geysers in the Leningrad region] [Electronic resource] – URL: https://spbvedomosti.ru/news/gorod/otkuda_v_gatchine_geyzery/: approved (accessed: 22.02.2019) [in Russian]
12. Rodniki Leningradskoj oblasti [Springs of the Leningrad Region] [Electronic resource] – URL: <https://rodniki.kp.ru/>: approved (accessed: 22.02.2019) [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.85.7.010>

**МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА КОРОВ
СИММЕНТАЛЬСКОЙ ПОРОДЫ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И НЕМЕЦКОЙ СЕЛЕКЦИИ**

Научная статья

Анисимова Е.И. *

ORCID: 0000-0001-5457-3072,

ФГБНУ Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока, Саратов, Россия

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

Аннотация

В работе отражено влияние селекции на качественные показатели молока и воспроизводительные способности животных симментальской породы полученных от быков различной селекции. Установлено, что по удою за первые три лактации и по наивысшей лактации, преимущество было в пользу коров полученных от быков немецкой селекции, удои коров отечественной селекции варьировал от 3403 кг до 4492 кг, при жирности молока – 3,91 % - 3,89%, удои коров немецкой селекции варьировал от 3485 кг до 4871 кг при жирности от 4,00% до 4,01 %. Повышение удоев к 3 лактации на 11,8 %, говорит о хорошей возможности коров к раздою. При изучении воспроизводительных показателей симментальских коров различной селекции, также установлено, что по возрасту первого отела коровы немецкой селекции, отелились раньше коров отечественной селекции на 1,4 мес.

Ключевые слова: симментальская порода, отечественная, немецкая, селекция, удои, воспроизводительные качества.

**DAIRY PRODUCTIVITY AND REPRODUCTIVE QUALITIES OF COWS OF SIMMENTAL BREED OF
DOMESTIC AND GERMAN SELECTION**

Research article

Anisimova E.I. *

ORCID: 0000-0001-5457-3072,

FSBI Agricultural Research Institute for South-East Region, Saratov, Russia

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

Abstract

The following paper reflects the influence of breeding on the quality indicators of milk and the reproductive abilities of animals of the Simmental breed obtained from bulls of various breeding. It was found that cows obtained from bulls of German selection had the highest yield for the first three lactations while the yield of cows of domestic selection varied from 3403 kg to 4492 kg with milk fat of 3.91% to 3.89%. The yield of cows of German selection varied from 3485 kg to 4871 kg with fat content from 4.00% to 4.01%. The increase in milk yields by 3 lactations by 11.8% suggests a good try to obtain higher milk yield. When studying the reproductive performance of Simmental cows of various breeding, it was also established that, according to the age of the first calving, German selection cows have calved earlier than cows of domestic breeding by 1.4 months.

Keywords: Simmental breed, domestic, German, selection, milk yield, reproductive qualities.

Одним из основных факторов увеличения производства продуктов животноводства является реализация генетического потенциала разводимых пород, типов и линий, при использовании методов и приемов внутрипородной селекции и скрещивания. [6].

При совершенствовании симментальской породы важное значение имеет интенсивное использование выдающихся производителей с использованием отечественных племенных ресурсов и привлечением мирового генофонда палево-пестрых пород путем импорта спермы лучших быков [1].

В молочном скотоводстве среди селекционируемых признаков одним из основных является воспроизводительная способность животных. Плодовитость коров и их молочная продуктивность очень тесно связаны. Нарушение воспроизводительной функции коров ведет не только к уменьшению количества приплода, но и к снижению молочной продуктивности. Поэтому мы провели оценку воспроизводительной функции коров, полученных в результате использования симментальских быков отечественной и немецкой селекции. [3].

В концепции дальнейшего развития сельскохозяйственного производства в Поволжье симментальская порода перечисляется в числе перспективных для экстремальных условий данного региона. К числу основных достоинств симментальского скота относятся его высокие адаптационные качества, характерные особенности молока, пригодного для производства не только кисло-молочных продуктов, но и сыров. Массовая голштинизация негативно отразилась на приспособительных способностях животных, что привело, в свою очередь, к потере генетических ресурсов породы. [2], [3].

Цель исследований. Изучить продуктивные и воспроизводительные особенности симментальских коров разной селекции.

Методика исследований

Исследования проводились на полновозрастных коровах симментальской породы отечественной и немецкой селекции. Чистопородные полновозрастные коровы симментальской породы распределялись на опытную (немецкой селекции) и контрольную (местной селекции) группы по 25 голов в каждой.

У подопытных животных были определены удои по результатам контрольных доек. Содержание жира и белка в молоке определяли в средних пробах от каждого животного. Количество молочного жира и молочного белка определяли расчетным путем.

Воспроизводительная способность коров изучена по продолжительности сервис-периода и межотельного периода (МОП). Возраст при первом отеле индекс плодовитости по формуле Дохи: $T=100-(K-2i)$, где K – возраст первого отеля в месяцах; i – средний межотельный период в месяцах; коэффициент воспроизводительной способности: $KBC=365:МОП$.

Результаты исследований

На молочную продуктивность скота значительное влияние оказывают наследственные факторы. [5]. Анализ молочной продуктивности и качественные показатели молока коров симментальской породы различной селекции по трем первым лактациям представлены в таблице 5.

Таблица 1 – Продуктивные качества коров симментальской породы

Показатели	Лактации			
	1	2	3	наивысшая
	Контрольная группа Отечественная селекция			
Удой за 305 дней, кг	3403,0±34,5	3638,0±30,7	4043,0±30,5	4492,0±28,6
Массовая доля жира, %	3,96±0,01	3,98±0,02	3,89±0,03	3,91±0,05
Молочный жир, кг	134,8±1,58	144,8±1,58	157,2±1,75	175,5±2,53
Массовая доля белка, %	3,39±0,02	3,40±0,02	3,38±0,03	3,40±0,02
Молочный белок, кг	115,4±1,56	123,7±1,60	136,8±1,55	152,9±1,44
Коэффициент молочности	6,52±0,08	6,10±0,06	6,63±0,07	7,13±0,05
Опытная группа Немецкая селекция				
Удой за 305 дней, кг	3485,0±24,9	3992,0±27,5***	4521,0±31,1***	4871,0±38,9***
Массовая доля жира, %	4,00±0,01	4,00±0,02	4,01±0,02*	4,01±0,02
Молочный жир, кг	139,6±1,38*	159,9±1,39***	181,2±1,51***	195,4±1,98***
Массовая доля белка, %	3,38±0,03	3,39±0,03	3,40±0,02*	3,39±0,03
Молочный белок, кг	117,9±1,55	135,4±1,54**	153,6±1,43***	165,1±1,70***
Коэффициент молочности	6,61±0,06	6,67±0,07***	7,42±0,07***	7,82±0,06***

Примечание: * $P \geq 0,95$; ** $P \geq 0,99$; *** $P \geq 0,999$

Коровы полученные от быков немецкой селекции отличались от своих отечественных сверстниц более высоким удоим и содержанием массовой доли жира и белка.

Так, удои полновозрастных коров отечественной селекции по 1 лактации составил 3403 кг молока жирностью 3,96 %, по 3 лактации – 4521 кг и 4,0% соответственно. Повышение удоев к 3 лактации на 11,8 %, свидетельствует о хороших возможностях животных к раздою.

Относительный удои молока на 1 кг живой массы (коэффициент молочности) у полновозрастных коров немецкой селекции по наивысшей лактации на 8,7% выше, чем у коров отечественной селекции.

Количество молочного жира по первой и третьей лактации у опытных животных достоверно выше, чем у чистопородных сверстниц на 4,8 и 24,0 кг, а количество молочного белка больше соответственно на 2,4 и 16,8 кг.

По наивысшей лактации коровы опытной группы по удою, количеству молочного жира и молочного белка превосходили своих сверстниц отечественной селекции соответственно на 8,4; 11,3 и 7,9%.

По мнению многих ученых одной из главных проблем молочного скотоводства остаются вопросы, связанные с воспроизводством стада. Анализируя исследования многих авторов, видно, что эта проблема мало изучена у симментальского скота нашего региона.

Сравнительный анализ показателей воспроизводительной способности коров отечественной и немецкой селекции представлен в таблице 5.

Таблица 2 – Воспроизводительная способность коров симментальской породы

Показатели	Симменталы отечественной селекции	Симменталы немецкой селекции
	M±m	M±m
Возраст при первом отеле, мес.	30,7±1,49	29,3±5,40
Сухостойный период, дни	64,2±2,19	64,1±6,56
Сервис-период, дней	65,3±3,18	72,4±7,12
МОП, дней	359,1±0,40	365,0±0,38
КВС	1,03±0,23	1,02±0,33
Индекс Дохи	45,6±1,49	46,7±1,01**

Примечание: ** $P \geq 0,99$

Средняя продолжительность сервис-периода у животных сравниваемых групп была в пределах нормы. Однако, по возрасту первого отеля, коровы отечественной селекции уступали животным немецкой селекции 1,4 мес. и как следствие, по возрасту при плодотворном осеменении.

В проведенных нами исследованиях не выявлено достоверных различий между изучаемыми группами по продолжительности межотельного периода. Полученные данные по этому показателю находились в пределах от 11 до 12 месяцев, но у животных полученных от семени быков немецкой селекции МОП был на 6 дней длиннее, что соответствует требованиям, предъявляемым к молочным и комбинированным породам скота.

Для более полной характеристики плодовитости коров были рассчитаны коэффициенты воспроизводительной способности (КВС), которые включают в себя продолжительность межотельного периода и показывают регулярность отелов в течение календарного года. Этикоэффициенты во всех группах были чуть больше единицы, что свидетельствует о том, что от коров в течение календарного года получали по одному теленку.

У животных отечественной селекции индекс Дохи был несколько ниже, чем у улучшенных коров спермой быков немецкой селекции, таким образом, полученные данные по индексу плодовитости показали, что коровы немецкой селекции имели более оптимальный возраст первого отеля по сравнению с отечественными сверстницами.

По индексу плодовитости у симменталов немецкой селекции выявлена некоторая тенденция к превосходству над отечественными симменталами, что составляет - 1,1 %.

Таким образом, высокой молочной продуктивностью, содержанием жира и белка в молоке характеризовались коровы полученные от быков немецкой селекции. Анализ полученных данных свидетельствует, что по показателям воспроизводительной способности животные исходных генотипов существенных различий не имели, за исключением возраста первого отеля, животные немецкой селекции, отелились раньше коров отечественной селекции – на 1,4 мес. Поиск резервов увеличения производства молока, говядины и улучшения их качества на основе повышения интенсивности использования породных ресурсов симментальского скота, является актуальным для зоотехнической науки и практики.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Боев М.М. Селекция симментальского скота по молочной продуктивности / М.М.Боев, Э.И.Бибилова, Н.С.Колышкина [Текст]. - М.: Агропромиздат, 1987. - 174 с.
2. Вельматов А. П. Эффективность использования голштинских быков голландской селекции при создании поволжского типа красно-пестрой породы / А.П.Вельматов, А.А.Вельматов, Н.Н.Неяскин // [Текст] Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 80. – № 6. – С. 49–53.
3. Катмаков П.С. Методы подбора как генетический источник формирования внутрипородных типов. / П.С. Катмаков, Е.И.Анисимова // [Текст] Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 2 (30). С. 94-100.
4. Меркурьева Е. К. Генетические основы селекции в скотоводстве / Е.К. Меркурьева // [Текст]: Учеб.пособ., 1977. 239 с.
5. Панин В.А. Генетические ресурсы повышения молочной продуктивности коров/ В.А. Панин // [Текст] Эффективное животноводство. 2018. №6 (145). С. 44-46.
6. Юдин В.М. Совершенствование продуктивных качеств ветвей линий крупного рогатого скота / В.М. Юдин, А.И.Любимов, Ю.В. Исупова // [Текст] Аграрный вестник Урала. 2015. № 7 (137). С. 44-47.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Boev M.M. Selection of Simmental cattle for milk production / M.M. Boev, E.I.Bibikova, N.S. Kolyshkina [Text] .- М. : Agropromizdat, 1987.-174 p.
2. Velmatov A. P. Efficiency of using the Holstein bulls of the Dutch selection when creating the Volga type of red-and-white breed / A. P. Velmatov, A. A. Velmatov, N. N. Neyaskin // [Text] Bulletin of the Altai State Agrarian University. - 2011. - T. 80. - № 6. - P. 49–53.
3. Katmakov P.S. Methods of selection as a genetic source for the formation of intrabreed types. / P.S. Katmakov, E.I. Anisimova // [Text] Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2015. № 2 (30). P. 94-100.
4. Merkurieva E.K. Genetic bases of breeding in cattle breeding / E.K. Merkuriev // [Text]: Teaching. Method., 1977. 239 p.
5. Panin V.A. Genetic resources for increasing the milk productivity of cows / V.A. Panin // [Text] Effective animal husbandry. 2018. № 6 (145). P. 44-46.
6. Yudin V.M. Improving the productive qualities of branches of cattle lines / V.M. Yudin, A.I. Lyubimov, Yu.V. Isupova // [Text] Agrarian Bulletin of the Urals. 2015. № 7 (137). P. 44-47.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.85.7.011>

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КРЕСТЬЯНСКИХ (ФЕРМЕРСКИХ) ХОЗЯЙСТВ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Научная статья

Гончаренко В.А.^{1,*}, Петрова И.А.²

² ORCID: 0000-0003-0199-4492;

^{1,2} Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Кортунова ФГБОУ ВО Донской ГАУ,
Новочеркасск, Россия

* Корреспондирующий автор (1995alexandrovich1995[at]mail.ru)

Аннотация

В статье рассмотрено современное состояние крестьянских (фермерских) хозяйств Краснодарского края, которые играют важную роль в развитии агропромышленного комплекса страны, особенно в условиях импортозамещения. Проанализированы факторы, как положительно, так и отрицательно влияющие на их создание и эффективное функционирование с точки зрения соответствия организации его производственной деятельности, особенностям аграрного производства. В связи с тем, что в современных условиях крестьянское (фермерское) хозяйство требуют не столько количественного роста, сколько качественных изменений и эффективного функционирования приведены аспекты, влияющие на перспективы устойчивого развития КФХ.

Ключевые слова: крестьянские (фермерские) хозяйства, факторы, отрасли сельского хозяйства, эффективное функционирование.

CURRENT STATE AND DEVELOPMENT POTENTIAL OF PEASANT HOLDINGS (FARMS) OF KRASNODAR KRAI

Research article

Goncharenko V.A.^{1,*}, Petrova I.A.²

² ORCID: 0000-0003-0199-4492;

^{1,2} Novochoerkassk Engineering and Melioration Institute named after A.K. Kortunov, FSBEI of HE Don State Agrarian
University, Novochoerkassk, Russia

* Corresponding author (1995alexandrovich1995[at]mail.ru)

Abstract

The article considers the current state of peasant holdings farms in the Krasnodar Krai, which play an important role in the development of the country agroindustrial complex in terms of import substitution. The authors analyzed the factors both positively and negatively affecting their establishing and effective functioning in terms of compliance of the organization with its production activities, especially the agrarian production. Due to the fact that under modern conditions, peasant holdings (farms) require not quantitative growth, but rather qualitative changes and effective functioning, the paper provides the aspects that affect the prospects for sustainable development of private farms.

Keywords: peasant holdings (farms), factors, branches of agriculture, effective functioning.

Развитие крестьянских (фермерских) хозяйств является приоритетным направлением сельскохозяйственной отрасли, поскольку они обеспечивают фундамент сырьевой и продовольственной базы Российской Федерации.

Кубань по праву считается историко-географическим регионом на Северном Кавказе, обладающим богатейшими запасами плодородных земель.

Благодаря столь высокому сырьевому потенциалу регион является неизменно лидирующим поставщиком сельскохозяйственной продукции.

Такая крупная концентрация производства обеспечивает рабочими местами тысячи жителей сельских территорий, что ведет к улучшению их социально - экономического положения. Значительная часть населения так или иначе занята в сельскохозяйственном товаропроизводстве и обеспечивает стабильную основу экономики Краснодарского края, что составляет почти треть валового продукта.

Благоприятные почвенно-климатические характеристики являются одной из причин интенсивного развития сельскохозяйственной отрасли региона. Возросшая государственная поддержка является дополнительной мотивацией появления новых и сохранения имеющихся хозяйств [10]. Однако, несмотря на это, не прекращается сокращение количества малых форм хозяйствования с 1990-х годов по настоящее время.

Согласно данным Всероссийской сельскохозяйственной переписи, количество крестьянских (фермерских) хозяйств в Краснодарском крае за период 2006-2016г. снизилось на 40% с 17222 до 10054 (см. рисунок 1).

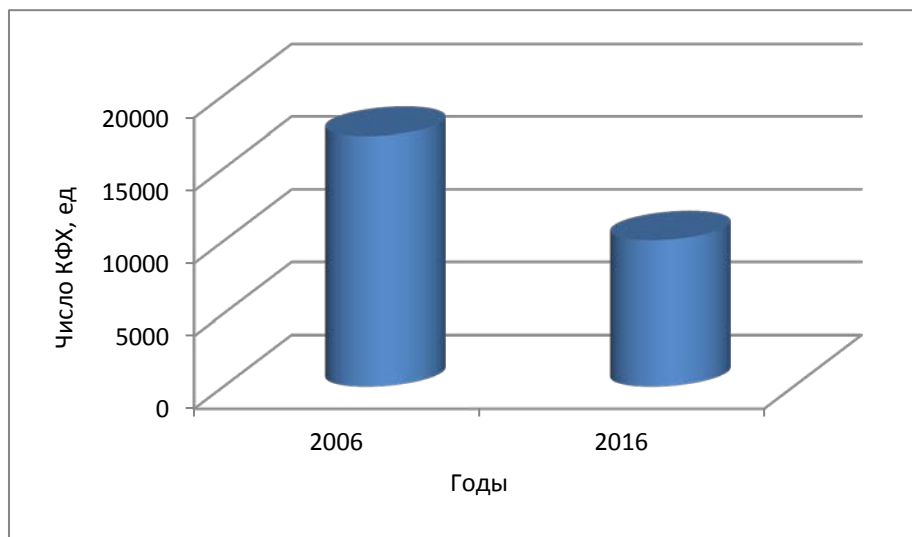


Рис. 1 – Число Крестьянских (фермерских) хозяйств в Краснодарском крае, 2006-2016 гг. [1]

Причин снижения количества КФХ много, но наиболее острой является низкая доходность из-за издержек производства: дорогие корма, семенной материал, ГСМ, коммунальные услуги. У фермера остается 2 пути – либо расширение бизнеса, что требует крупных вложений, а это очень затруднительно для малого бизнеса. Либо смена сферы деятельности предприятия [2], [6].

Сила крупных сельхозпредприятий в налаженной логистике и возможности своевременного сбыта и переработки продукции. В сложившихся условиях, малые формы хозяйствования не выдерживают конкуренции и уходят с рынка, поглощаясь крупными производителями сельскохозяйственной продукции, что так же способствует уменьшению их количества [5], [7].

Одним из аспектов устойчивого существования КФХ является оптимальные размеры его землепользования, на которые оказывают влияние природные, экономические, технические, и социальные факторы.

Анализируя площади землепользования КФХ в среднем на один объект видим, что площадь на одно хозяйство увеличилась в 2 раза, с 45,4 до 89,3 га (см. рисунок 2).

Это связано с укрупнением устойчиво развивающихся хозяйств за счёт покупки и аренды земли, в том числе крестьянских хозяйств, прекративших свое существование. Увеличение площади КФХ является положительной тенденцией, так как малоземельные хозяйства не в полной мере материально и технически обеспечены для эффективного ведения сельскохозяйственного производства, не говоря уже о рациональном землепользовании с применением наиболее современных технологий, что приводит к их уязвимости в условиях рынка [8], [9].

Наряду с важностью достижения оптимальных размеров землепользования так же необходимо совершенствование структуры землепользования, их рациональная внутрихозяйственная организация территории и структура производства с учетом зоны расположения.

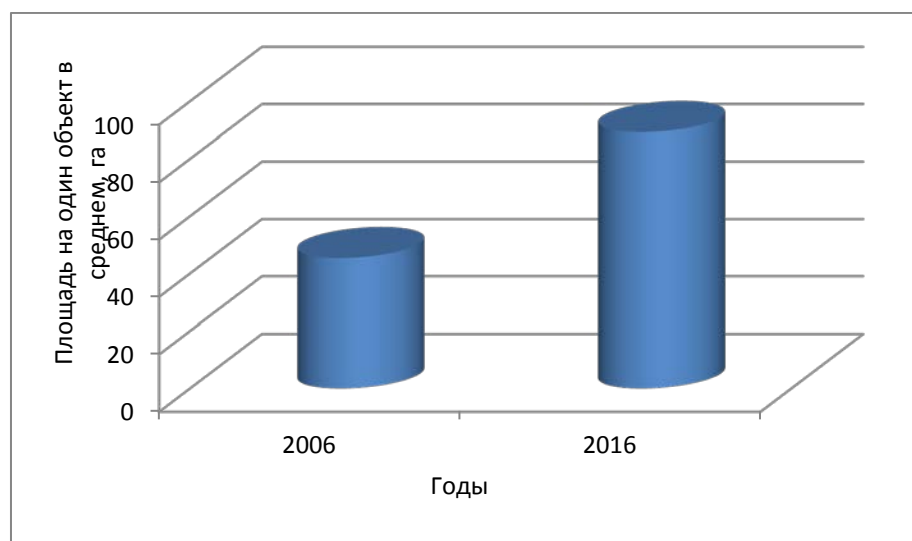


Рис. 2 – Средняя площадь Крестьянских (фермерских) хозяйств в Краснодарском крае, 2006-2016 гг. [1]

Важную роль в обеспечении устойчивости развития крестьянских (фермерских) хозяйств играет рационально сформированная в них отраслевая структура производства. Анализируя развитие отраслей, становится очевидно, что приоритетным направлением КФХ выбирают растениеводство. Так валовой сбор зерновых и зернобобовых за 2017 год составил 4023,1 тысяч га, что почти вдвое больше по сравнению со сбором аналогичных культур в 2007 году – 2314,7 тысяч тонн (см. рисунок 3).

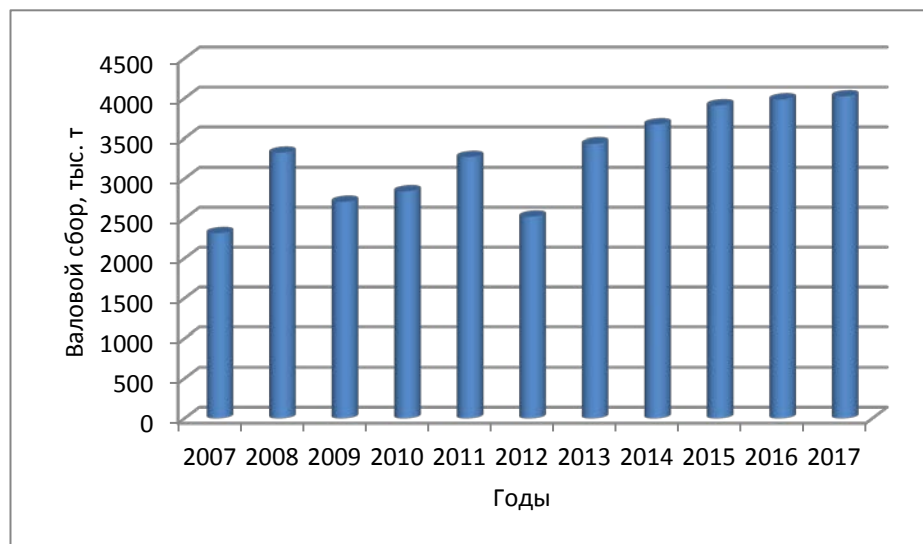


Рис. 3 – Валовой сбор зерновых и зернобобовых культур в Краснодарском крае, 2007-2017 гг. [1]

Столь высокая динамика роста урожая в наибольшей мере достигнута благодаря увеличению урожайности культур и частично увеличению посевных площадей – с 604,3 тысяч га в 2007 году до 701,7 тысяч га в 2017 году (см. рисунок 4).

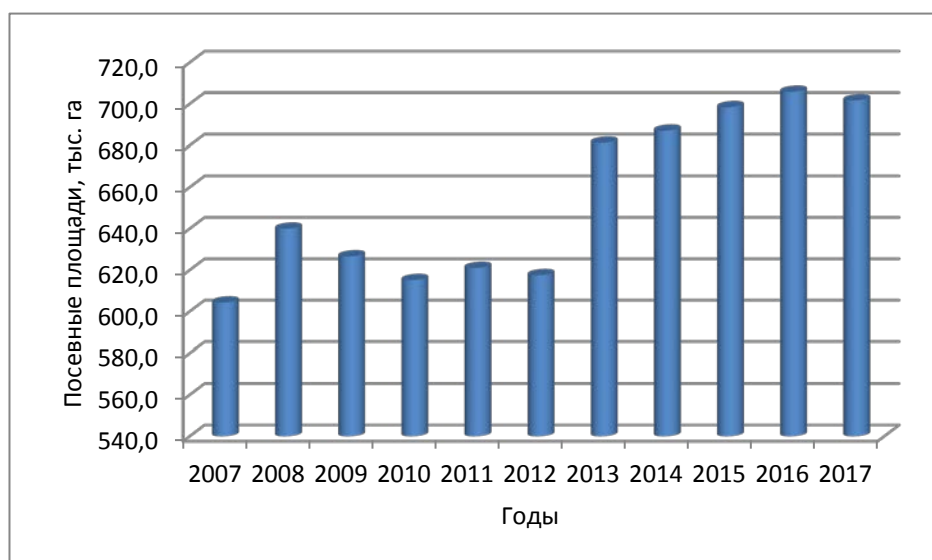


Рис. 4 – Посевные площади зерновых и зернобобовых культур в Краснодарском крае, 2007-2017 гг. [1]

На фоне непрекращающегося роста показателей растениеводства, отрасль животноводства показывает не столь удовлетворительные результаты, уступая лидерство в Южном Федеральном округе Республике Калмыкия, Астраханской и Ростовской областям.

Особое опасение вызывает свиноводство, до сих пор не оправившееся после вспышки свиного гриппа на Кубани. По сравнению с 2011 годом, на 2017 год потери составили 156 тысяч тонн живого веса, что составило 68% от общего количества.

Крупный рогатый скот, овцеводство и козоводство показывают медленный, но уверенный рост. поголовье КРС увеличилось с 45,8 тысяч тонн до 59,6. Овцеводство и козоводство с 0,4 до 0,5 тысяч тонн для 2007 года и 2017 соответственно.

Наилучший результат показало птицеводство, прирост поголовья за 10 лет составил 300%, 1,4 тысячи тонн для 2007 года и 4,2 для 2017 (см. рисунок 5).

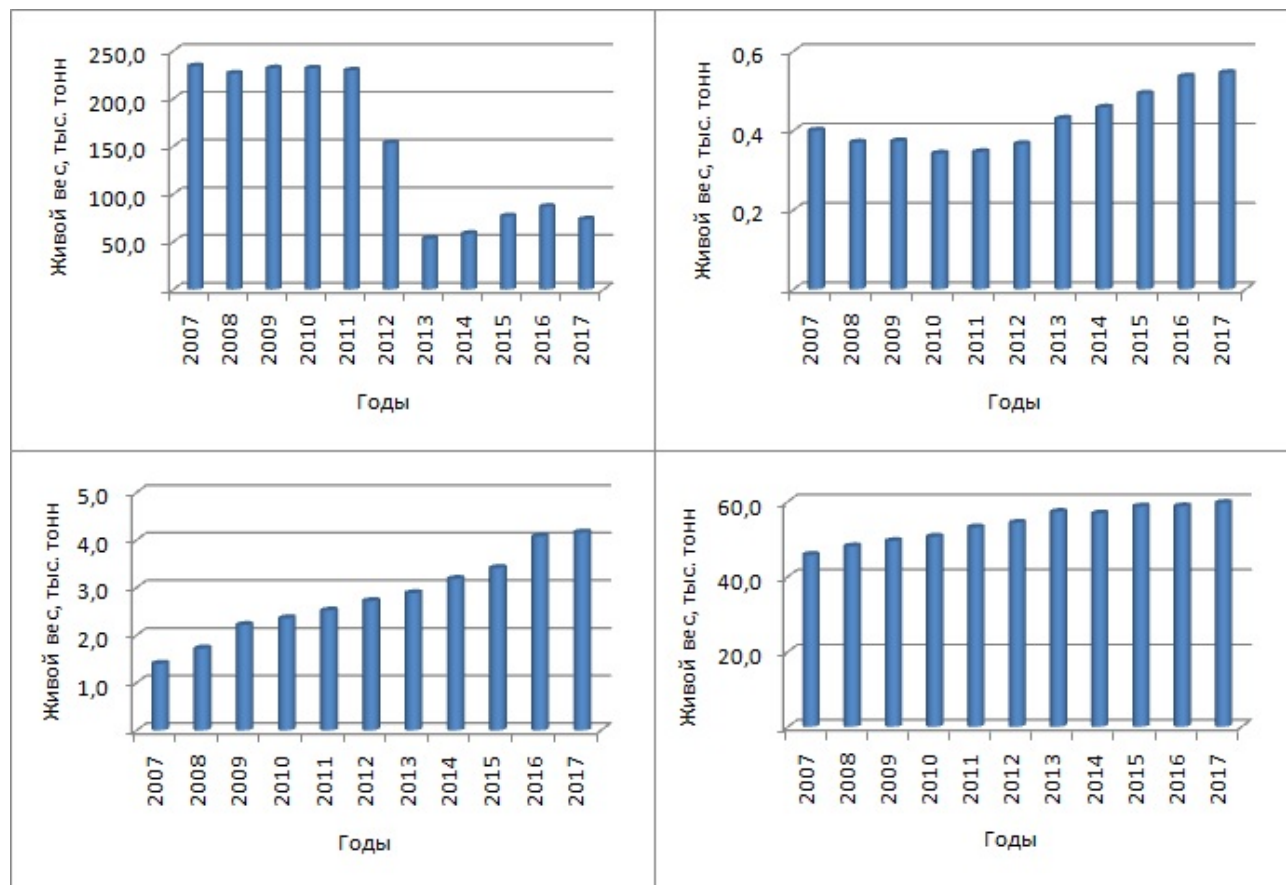


Рис. 5 – Динамика живого веса свиней, овец и коз, птицы, КРС в Краснодарском крае, 2007-2017 гг. [1]

Однако, при этом доля продукции животноводства в суммарном объеме продукции Кубани невелика. Развитие отрасли животноводства требует глубокого исследования наиболее важных проблем и их комплексного решения, что позволит добиться высоких результатов не только в растениеводстве. В первую очередь необходимо снизить издержки производства, улучшить техническое оснащение хозяйств, субсидировать фермы, готовые заниматься производством наиболее востребованной продукции [3].

Важно помнить, что фермерство в России является не только одной из основных производственных сил, но и главным аспектом развития сельских территорий, что играет важную роль в социальной политике государства и позволяет значительному числу сельского населения реализовать себя в предпринимательской деятельности. Вышесказанное в большой степени решает проблему занятости сельского населения.

Без внимания нельзя оставлять ценообразование и доходность от продаж сельскохозяйственного сырья и продукции. Особенно это касается некрупных фермерских хозяйств, для которых наиболее труднодоступна реализация продукции. Причиной этого чаще всего является не низкий спрос, а неразвитая логистика. Это связано с отсутствием единой инфраструктуры хранения, переработки и сбыта сельскохозяйственной продукции в интересах производителя, по этой причине рынок перенасыщен посредниками, скупающими продукцию по окончании сезона по себестоимости.

В связи с этим необходимо создание и развитие единой инфраструктуры сбыта сельскохозяйственной продукции. Ведь при отсутствии налаженной логистики в наибольшей мере страдают как раз развивающиеся хозяйства. Они не могут себе позволить сотрудничество с крупными розничными или оптовыми торговыми площадками, у которых уже налажена система транспортировки продукции. Крупным сетевым магазинам такой производитель попросту неинтересен ввиду малого товарооборота.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что хоть фермерство прочно заняло свою нишу, роль малого бизнеса в селе невысока и в ближайшей перспективе она не сможет стать основой Кубанского агропромышленного комплекса из-за ряда трудностей. Поэтому можно утверждать, что крестьянским (фермерским) хозяйствам требуется не количественный рост, а качественные преобразования в плане эффективного функционирования и рационального землепользования. Это позволит увеличить долю обрабатываемых земель, что приведет к росту объема сельскохозяйственной продукции, в большей степени вовлечь в сельскохозяйственное производство сельское население и увеличить их уровень жизни, что решит социальные проблемы развития села.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Всероссийская сельскохозяйственная перепись 2016 года предварительные итоги [Электронный ресурс]: URL: www.gks.ru (дата обращения: 15.05.2019).
2. Три основных проблемы фермерских хозяйств – стоимость кормов, сложности с реализацией продукции и низкая прибыль [Электронный ресурс].- URL: <http://expert.ru/northwest/2012/12/za-bortom/> (accessed: 15.05.2019).
3. Кононова А. О. Современное состояние, проблемы и перспективы развития крестьянских (фермерских) хозяйств // Молодой ученый. — 2015. — №6.5. — С. 84-86.
4. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]: URL: www.gks.ru (дата обращения: 15.05.2019).
5. Михайлюк О.Н. Частно-фермерский хозяйственный уклад: проблемы и приоритеты развития / О. Н. Михайлюк // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий, 2008. – № 9. — С. 70-72
6. Никитина А. А. Основные факторы, препятствующие развитию фермерского движения / Никитина А. А. // Сборник материалов VII-я Международная научная конференция «Актуальные вопросы современной экономической науки» - Липецк, 2011, С. 78-79.
7. Брыжко В.Г. Земли сельскохозяйственного назначения как объект экономической защиты / Брыжко В.Г. // Аграрная наука. — 2004. — №5. — С. 4.
8. Кузнецов В.В. Экологические проблемы развития агропроизводства / Кузнецов В.В. // Экономика сельского хозяйства России. — 2001. — №10. — С. 30.
9. Долматова Л.Г. Социо-эколого-экономический подход — как фактор формирования устойчивого и эффективного использования земельных ресурсов / Долматова Л.Г. // XIX Международный форум по проблемам науки, техники и образования. 22–25 декабря 2015 г., Москва. Россия. III тысячелетие — Новый мир, «Академия наук о Земле». — 2015. — №3. — С. 94–98.
10. Долматова Л.Г. Основные факторы государственного регулирования экономических отношений сельскохозяйственных предприятий / Долматова Л.Г., Петрова И.А. // Вестник ЮРГТУ (НПИ). Социально-экономические науки. — 2016. — №5. — С. 35–40.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Vserossiyskaya sel'skokhozyaystvennaya perepis' 2016 goda predvaritel'nyye itogi [All-Russian Agricultural Census of 2016 preliminary results] [Electronic resource]: URL: www.gks.ru (accessed: 05.15.2019). [In Russian]
2. Tri osnovnykh problemy fermerskikh khozyaystv – stoimost' kormov, slozhnosti s realizatsiyey produktsii i nizkaya pribyl' [Three main problems of farms – the cost of feed, difficulties with product sales and low profits] [Electronic resource]: <http://expert.ru/northwest/2012/12/za-bortom/> (accessed: 05.15.2019) [In Russian]
3. Kononova A.O. Sovremennoye sostoyaniye, problemy i perspektivy razvitiya krest'yanskikh (fermerskikh) khozyaystv [Current State, Problems and Prospects of Development of Peasant holdings (farms) / Kononova A.O. // Molodoi ucheniy [Young scientist]. – 2015. – No.6.5. – p. 84-86. [In Russian]
4. Federal State Statistics Service [Electronic resource]: URL: www.gks.ru (accessed: 05.15.2019). [In Russian]
5. Mikhailyuk O.N. Chastno-fermerskiy khozyaystvennyy uklad: problemy i priority razvitiya [Private-farm Economic Structure: Problems and Development Prospects] / O. N. Mikhailyuk // Ekonomika sel'skokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatiy [Economics of agricultural and processing enterprises], 2008. – No. 9. – P. 70-72 [In Russian]
6. Nikitina A. A. Osnovnyye faktory, prepyatstvuyushchiye razvitiyu fermerskogo dvizheniya [Main Factors Impeding the Development of the Farmers Movement] / Nikitina A. A. // Sbornik materialov VII-ya Mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya «Aktual'nyye voprosy sovremennoy ekonomicheskoy nauki» [Collection of Materials 7th International Scientific Conference "Actual Issues of Modern Economic Science"] – Lipetsk, 2011, p. 78-79. [In Russian]
7. Bryzhko V.G. Zemli sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya kak ob'yekt ekonomicheskoy zashchity [Agricultural Land as Object of Economic Protection] / Bryzhko V.G. // [Agrarian science]. – 2004. – No.5. – p. 4. [In Russian]
8. Kuznetsov V.V. Ekologicheskiye problemy razvitiya agroproduktstva / Kuznetsov V.V. // Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii [Ecological Problems of Agricultural Production Development] // [Economics of Agriculture of Russia]. – 2001. – No.10. – p. 30. [In Russian]
9. Dolmatova L.G. Sotsio-ekologo-ekonomicheskiy podkhod — kak faktor formirovaniya ustoychivogo i effektivnogo ispol'zovaniya zemel'nykh resursov [Socio-ecological-Economic Approach as Factor in Formation of Sustainable and Efficient Use of Land Resources] / Dolmatova L.G. // XIX Mezhdunarodnyy forum po problemam nauki, tekhniki i obrazovaniya [XIX International Forum on problems of science, technology and education]. December 22–25, 2015, Moscow. Russia. III millennium – New World, "Academy of Earth Sciences." – 2015. – No.3. – p. 94–98. [In Russian]
10. Dolmatova L.G. Osnovnyye faktory gosudarstvennogo regulirovaniya ekonomicheskikh otnosheniy sel'skokhozyaystvennykh predpriyatiy [Main Factors of State Regulation of Economic Relations of Agricultural Enterprises] / Dolmatova L.G., Petrova I.A. // Vestnik YURGTU (NPI). Sotsial'no-ekonomicheskiye nauki [Bulletin of the South Russian Technical University] (NPI). Socio-economic sciences. – 2016. – No.5. – p. 35–40. [In Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.85.7.012>

СИРИУС - НОВЫЙ СОРТ РЕДЬКИ ЕВРОПЕЙСКОЙ

Научная статья

Косенко М.А. *

ORCID: 0000-0003-3321-6249,

ВНИИО филиал ФГБНУ ФНЦО, Верея, Россия

* Корреспондирующий автор (M.a.kosenko[at]yandex.ru)

Аннотация

Работу по селекции редьки европейской летней проводили в защищенном и открытом грунте, во ВНИИО - филиал ФГБНУ ФНЦО. В процессе индивидуального и последующего семейственного отборов из сортопопуляции отечественного происхождения была получена коллекция селекционных номеров. Отбор проводился по признаку устойчивости к цветущности, высокой товарности и урожайности, однородности по форме корнеплода.

В результате исследования был создан новый сорт редьки европейской летней **Сириус** - раннеспелый. Вегетационный период 38 дней. Розетка листьев полупрямостоячая. Корнеплод конусовидный, белый, массой 50-55 г. Мякоть сочная. Вкусовые качества хорошие. Урожайность 5,5 кг/м². Уровень товарности достигает 93,8%. Выдерживает повышенный температурный режим.

Ключевые слова: редька европейская летняя, сорт, урожайность, признаки.

SIRIUS – A NEW VARIETY OF EUROPEAN RADISH

Research article

Kosenko M.A. *

ORCID: 0000-0003-3321-6249,

ARSRIV Branch of the FGBNU FSCO, Moscow region, Vereya, Russia

* Corresponding author (M.a.kosenko[at]yandex.ru)

Abstract

The work on the selection of European summer radishes was carried out in a protected and open ground, in ARSRIV Branch of the FGBNU FSCO. In the process of individual and subsequent family selection, a collection of breeding numbers was obtained from the varietal population of domestic origin. The selection was carried out on the basis of resistance to premature seeding, high marketability and yield, as well as uniformity in the shape of the root.

As a result of the study, a new variety of European summer radish called Sirius was created and it belongs to the early maturing variety. Its vegetation period is 38 days. The rosette of leaves is semi-upright. The root is cone-shaped, white, weighing 50-55 g. The flesh is juicy. The taste is good. The yield is 5.5 kg/m². The level of marketability reaches 93.8%. It maintains the increased temperature condition.

Keywords: European summer radish, variety, yield, signs.

Введение

В структуре потребляемых человеком овощей доля столовых корнеплодов весьма велика. Благодаря высоким вкусовым качествам, содержанию биологически активных веществ и витаминов, а также относительной дешевизне, овощные корнеплоды пользуются на рынке большим спросом [3].

Овощные корнеплодные растения являются ценными, незаменимыми компонентами рационального питания человека. В ассортиментной структуре рынка овощей столовые корнеплоды занимают 24% [4].

Редис, редька, дайкон – ценные источники важнейших минеральных элементов – калия, натрия, кальция, железа, фосфора, магния, серы и др., содержат бактерицидные вещества, которые тормозят рост ряда вредных микроорганизмов.

Снижение эффективности производства овощей в большей степени связано с уровнем урожайности, который зависит от обеспеченности хозяйств техникой, удобрениями, ядохимикатами. Качество и сроки проводимых технологических операций часто не соответствуют принятым технологиям, что значительно снижает эффективность производства овощей

На сельскохозяйственных предприятиях затраты труда при возделывании овощных культур в расчете на 1 га посевов составляют 500-600 чел.-ч, что в 30 раз превышает трудоемкость зерновых [7].

В настоящее время на 1 место выходит создание новых высокоурожайных сортов и гибридов F1 сельскохозяйственных культур, отвечающих требованиям современных индустриальных технологий.

При выведении новых сортов редьки следует учитывать прочность листьев, пространственную ориентацию листовой розетки, равномерность погружения корнеплодов в почву и легкость их извлечения. Сорта, приспособленные для выращивания в зимних и пленочных теплицах, должны быть скороспелыми, дружно формировать корнеплоды при пониженной освещенности, иметь невысокую, компактную листовую розетку и обладать устойчивостью к бактериозу и черной ножке [5].

Основой современной методологии селекционной работы по корнеплодным культурам является удовлетворение требований рынка, поэтому перед селекционерами стоит задача создания сортов и гибридов корнеплодов с привлекательным внешним видом и достаточно высокой питательной ценностью, пригодных для новых технологий выращивания и переработки [6].

Методы и принципы исследования

Работу по селекции редьки европейской летней проводили в защищенном и открытом грунте, во ВНИИО - филиал ФГБНУ ФНЦО. Посев семян в защищенном грунте (пленочные обогреваемые теплицы) проводили с 20 по 25 марта. В открытом грунте с 25 апреля по 5 мая.

Площадь учетной делянки составляла 10 м², (схема посева 10х10 см). Стандартом служил сорт Деликатес.

Посев семян в опытах проводили вручную. Технологические процессы ухода за растениями общепринятые.

При проведении исследований руководствовались следующими методиками:

- «Методика полевого опыта в овощеводстве [1];

- RTG/63/2 Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Редька. (*Raphanus sativus* L. var. *niger* (Mill.) S.Kerner.). 4 августа 2003 г. № 12-06/83 [2].

Главной целью исследований было создание сорта редьки европейской летней, скороспелого, с урожайностью более 4,0 кг/м², устойчивого к стеблеванию, дряблению, к вредителям и болезням.

Результаты исследования

В процессе индивидуального и последующего семейственного отборов из сортопопуляции отечественного происхождения была получена коллекция селекционных номеров. Отбор проводился по признаку устойчивость к цветущности, высокой товарности и урожайности, однородности по форме корнеплода.

После испытаний в контрольном и конкурсном питомниках в 2015 и 2016 гг. для передачи в ГСИ выделили образец 154Д (новый сорт Сириус).

По результатам Государственного сортоиспытания и экспертной оценки, сорт редьки европейской летней был включен в Госреестр селекционных достижений. Новый сорт отличается выравненностью по форме, длине, диаметру корнеплода, компактной листовой розеткой, формирующий корнеплод в условиях короткого светового дня (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристика сортов по комплексу признаков (2018-2019 гг.), защищенный грунт

Сорт	Длина листа	Длина корнеплода, см	Cv%	Диаметр корнеплода, см	Cv %	Индекс формы	Cv %
Сириус	29,4	11,5	9,6	3,2	8,4	3,5	9,1
Деликатес	36,1	13,9	18,5	4,0	20,8	3,4	31,1

В защищенном грунте уборку проводили 28 – 30 апреля, однократно. По параметрам листовой розетки сорт Деликатес превышал показатели нового сорта Сириус, длина листа находилась в пределах от 34,2 до 38,0 см. Сорт Сириус отличался более компактной листовой розеткой, длина листа изменялась от 20,0 до 29,0 см, ширина листа от 4,5 до 8,0 см.

Параметры корнеплода сорта Сириус были следующие: длина корнеплода варьировала от 10,9 до 12,8 см, диаметр изменялся от 3,0 до 3,6 см, индекс формы колебался от 3,2 до 4,0. Корнеплоды имели коническую форму.

Коэффициент вариации длины корнеплода у сорта Сириус изменялся в пределах 9,6%. Коэффициент вариации диаметра корнеплода изменялся до 8,4%. Коэффициент вариации индекс формы колебался до 9,1%. Соответственно длина и диаметр и индекс формы корнеплода изменялись незначительно, что свидетельствует о выравненности параметров корнеплода.

У сорта Деликатес длина корнеплода находилась в пределах от 9,5 до 14,3 см., диаметр от 3,0 до 4,5 см., показатель индекса формы изменялся от 3,1 до 3,4. По форме корнеплоды в основном были конические и обратнотреугольные.

Масса товарного корнеплода у сорта Деликатес изменялась от 43,0 до 45,0 г., у сорта Сириус от 50,0 до 55,0 г. Урожайность сорта Деликатес составляла 4,3 – 4,5 кг/м², у сорта Сириус 5,0-5,5 кг/м².

Таблица 2 – Хозяйственно-ценные признаки (2018 и 2019 гг.), защищенный грунт

Сорт	Масса корнеплода, г		Урожайность, кг/м ²		Товарность, %		Доля корнеплода в массе растения, %	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Сириус	50	55	5,0	5,5	90,5	93,8	65,5	69,6
Деликатес	43	45	4,3	4,5	78,5	85,4	51,4	49,8
НСР ₀₅	5,8				10,6		15,8	

Уровень товарности корнеплодов сорта Сириус колебался от 90,5 до 93,8%. Процент недогонов изменялся от 6,2 до 9,5%. Уровень товарности сорта Деликатес варьировал от 78,5 до 85,4%, недогоны от 14,6 до 21,5.

Соотношение массы корнеплода в общей массе растения сорта Сириус изменялся от 65,5 до 69,6%, у сорта Деликатес этот показатель колебался от 49,8 до 51,4%. По этим признакам новый сорт Сириус имел значительные преимущества.

Учет урожайности за 2018 и 2019 гг. показал стабильное превышение показателей нового сорта Сириус над стандартом (табл. 2).

Выращивание нового сорта редьки европейской Сириус в 2018 году показал рентабельность 150,0 %. Рентабельность сорта Деликатес ниже на 35,0% перспективного сорта и составляет 115 % (табл. 3).

Таблица 3 – Экономическая эффективность сорта Сириус при выращивании в открытом грунте (2018 г.)

Показатели	Единицы измерения	Сорта редьки летней	
		Сириус	Деликатес
Урожайность	кг/м ²	5,0	4,3
Сумма реализации при средней оптовой цене 30 руб./кг	руб./ м ²	150	129
Затраты на производство	руб./ м ²	60	60
Прибыль	руб./ м ²	90	69
Дополнительная прибыль к контролю	руб./ м ²	36	0
Уровень рентабельности	%	150	115

Таким образом, выращивание нового сорта редьки летней Сириус экономически рентабельно.

Растения сорта Сириус обладают компактной листовой розеткой, с высокими товарными и урожайными характеристиками (рис 1).



Рис. 1 – Растения сорта редьки европейской, сорт Сириус

Заключение

В результате исследования был создан новый сорт редьки европейской летней Сириус - раннеспелый. Вегетационный период 38 дней. Розетка листьев полупрямостоячая. Корнеплод конусовидный, белый, массой 50-55 г. Мякоть сочная. Вкусовые качества хорошие. Урожайность 5,5 кг/м². Уровень товарности достигает 93,8%. Выдерживает повышенный температурный режим.

Данный сорт не предназначен для длительного хранения, но товарные и вкусовые качества в свежем виде сохраняет намного дольше редиса. Отличается выравненностью по форме корнеплода, с компактной листовой розеткой, формируют корнеплод в условиях короткого и длинного светового дня. Рекомендуется для выращивания под пленочными укрытиями и в открытом грунте (ранневесенние и летние сроки посева).

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве / Литвинов С.С. – М.: Россельхозакадемия, 2011. – 648 с.
2. RTG/63/2 Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Редька. (*Raphanus sativus* L. var. *niger* (Mill.) S.Kerng.). 4 августа 2003 г. № 12-06/83
3. Косенко М.А. Характеристика производства овощных культур / М.А. Косенко // Прогнозирование инновационного развития национальной экономики в рамках рационального природопользования материалы V Международной научно-практической конференции: в 3 ч. -2016. -С. 229-238.
4. Степанов В.А. Новый ассортимент для селекции овощных корнеплодов и технологии его поддержания / Степанов В.А., Федорова М.И., Ветрова С.А. и др. // Овощи России. 2018. № 2 (40). С. 28-31.
5. Косенко М.А. Бьянка -новый сорт редьки / М.А. Косенко, А.Н. Ховрин // Картофель и овощи. -2018. -№ 6. -С. 31-32.

6. Федорова М.И. Методологические основы селекции и семеноводства овощных корнеплодных растений . Федорова М.И., Солдатенко А.В., Степанов В.А. и др. // Овощи России. 2018. № 3 (41). С. 52-55.

7. Косенко М.А. Оценка эффективности производства овощей. В сборнике: Современные экономические системы: состояние и перспективы развития / Косенко М.А. // Материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2016. С. 51-56.

Список литературы на английском языке / References in English*

1. Litvinov S. S. Metodika polevogo opyta v ovoshchevodstve [Methods of field experience in vegetable growing] / Litvinov S. S. – М.: Russian agricultural Academy, 2011. – 648 p.

2. RTG/63/2 Metodika provedeniya ispytaniy na otlichimost', odnorodnost' i stabil'nost'. Red'ka. [RTG/63/2 test Procedure for distinctiveness, uniformity and stability. Radish]. (Raphanus sativus L. var. niger (Mill.) S. Kerner.). August 4, 2003 № 12-06/83

3. Kosenko M. A. Harakteristika proizvodstva ovoshchnyh kul'tur [Characteristics of vegetable production] /M. A. Kosenko// [Prognozirovanie innovacionnogo razvitiya nacional'noj ekonomiki v ramkah racional'nogo prirodopol'zovaniya materialy V Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii: v 3 ch [Forecasting of innovative development of the national economy in the framework of environmental management materials of the V International scientific-practical conference: 3 hours] -2016. -Pp. 229-238.

4. Stepanov V. A. Novyj assortiment dlya selekcii ovoshchnyh korneplodov i tekhnologii ego podderzhaniya [New range for the selection of root vegetable, and technology maintenance] / Stepanov V. A., Fedorov M. I., Vetrova S. A. and others //Vegetables 2018. № 2 (40). P. 28-31.

5. Kosenko M. A. B'yanka -novyj sort red'ki [Bianca -a new variety of radishes] / M.A. Kosenko, A.N. Khovrin//Potatoes and vegetables. -2018. -№ 6. -P. 31-32.

6. Fedorov M. I. Metodologicheskie osnovy selekcii i semenovodstva ovoshchnyh korneplodnyh rastenij [Methodological bases of selection and seed growing of vegetable root plants] / Fedorov M. I., Soldatenko A. V., Stepanov V. A. and others // Vegetables 2018. № 3 (41). P. 52-55.

7. Kosenko M. A. Ocenka effektivnosti proizvodstva ovoshchej. V sbornike: Sovremennye ekonomicheskie sistemy: sostoyanie i perspektivy razvitiya [Evaluation of the efficiency of production of vegetables. In the collection: Modern economic systems: state and prospects of development] / Kosenko M. A. // Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenykh [Materials of the international scientific-practical conference of students, postgraduates and young scientists]. 2016. P. 51-56.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.85.7.013>

ЭТИОЛОГИЧЕСКИЕ КОМБИНАЦИИ И КЛИНИКО-ЛАБОРАТОРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ХРОНИЧЕСКОЙ МИКСТ-ИНФЕКЦИИ НИЖНИХ ПОЛОВЫХ ПУТЕЙ У ЖЕНЩИН

Научная статья

Дробязко П.А. *

ORCID: 0000-0001-8116-8611,

ГКБ им. М.П. Кончаловского, Москва, Россия

* Корреспондирующий автор (drobyazko.peter[at]gmail.com)

Аннотация

Исследование этиологических комбинаций хронической микст-инфекции органов нижнего репродуктивного тракта женщины. Исследование клинических проявлений данной патологии. Основная комбинация хронической микст-инфекции у исследуемых женщин: *Ureaplasma parvum* + *Gardnerella vaginalis*. Клинические рекомендации относительно диагностики данной патологии.

Ключевые слова: вагинит, хронический вагинит, микст-инфекция, бактериальный вагиноз, mycoplasmataceae, ureaplasma parvum, gardnerella vaginalis.

ETIOLOGICAL COMBINATIONS AND CLINICAL AND LABORATORY FEATURES OF CHRONIC MIXED INFECTIONS OF LOWER GENITAL TRACTS IN WOMEN

Research article

Drobyazko P.A. *

ORCID: 0000-0001-8116-8611,

City Clinical Hospital named after M.P. Konchalovsky, Moscow, Russia

* Corresponding author (drobyazko.peter[at]gmail.com)

Abstract

The article contains the study of etiological combinations of chronic mixed infections of lower genital tracts in women. The study of the clinical manifestations of this pathology is conducted. The main combination of chronic mixed infection in women includes *Ureaplasma parvum* + *Gardnerella vaginalis*. Clinical guidelines for the diagnosis of this pathology are given.

Keywords: vaginitis, chronic vaginitis, mixed infection, bacterial vaginosis, mycoplasmataceae, ureaplasma parvum, gardnerella vaginalis.

Введение

В настоящее время в ряде отечественных и зарубежных научных медицинских изданий большое внимание уделяется острым и хроническим воспалительным процессам в нижних половых путях женщины, по данным Меньшиковой Н.С. и соавторов от 2010 года с неспецифическим вульвовагинитом на территории Российской Федерации за амбулаторной медицинской помощью обратилось более 10 млн. женщин [6]. По мнению Анкирской А.С. общая картина заболеваемости не имеет положительной динамики, например по данным 2005 года хроническим неспецифическим вульвовагинитом страдает порядка 20% женщин в нашей стране [1]. Так же эта проблема не решена и в других экономическим развитых странах, к примеру на основании исследований Del-Cura G.I и соавторов, в ряде европейских стран вагинит является наиболее частой причиной первичной гинекологической консультации в амбулаторном звене, предполагается что порядка 75% женщин испытывали по крайней мере один эпизод обострения хронического вагинита на протяжении всей жизни и от 40 до 50% из этого числа женщин имели хотя бы один рецидив, а по данным группы исследователей из Нидерландов, заболеваемость только хламидийно-ассоциированным вагинитом колеблется от 103,2 до 590,2 на 100000 населения [10], [11]. Учитывая вышеуказанные данные, можно полагать что общая заболеваемость хроническим вагинитом (как специфическим так и неспецифическим) намного более 20% от общего женского населения планеты.

Хронический вагинит имеет настороженность относительно восхождения инфекционного процесса, по данным исследователей, как отечественных - Рахматулина М.Р. Шаталова А.Ю., так и зарубежных - Brocklthurst P., Sweet R.I. воспалительные заболевания внутренних женских половых органов в 60-65% являются следствием восходящей инфекции малого таза – пациентки с первоначальным воспалением гениталий.

Учитывая тот фактор что моноинфекция даже при специфическом вагините встречается крайне редко порядка 8% из 485 исследуемых пациенток, целесообразно прицельное изучение комбинаций и особенностей хронической микст-инфекции, в частности, у женщин регулярно ведущих половую жизнь. Следует отметить, что разнообразная и сочетанная этиология воспалительных процессов делает диагностический этап в лечении данной патологии одним из основных. Известно, что даже при специфическом вагините, в ряде случаев, воспалительный процесс протекает относительно бессимптомно, из 485 исследуемых пациенток, 64,1% предъявляли жалобы на периодический зуд и дискомфорт в области половых путей, 7,7% отмечали нарушение и дискомфорт при мочеиспускании, 7,7% пациентки отмечали боли тянущего характера внизу живота, и 28,2% пациенток от общего числа исследуемых женщин не предъявляли никаких жалоб, стоит отметить что и при физикальном осмотре у большинства пациенток гиперемия и отечность стенок влагалища была мало выражена, выделения из влагалища чаще были умеренными 79,5 % и слизистыми 69,2%, гнойные и слизисто-гнойные выделения были выявлены у менее чем ¼ пациенток 23,1 % [4]. Для

установки наличия воспалительных процессов во влагалище так же исследовали традиционные методы диагностики, такие как вагинальный мазок, в качестве выявления патологии и контроля за эффективностью лечения, наиболее показательный параметр в вагинальном мазке является количество лейкоцитов, средний показатель составлял 48 (18-50) лейкоцитов в поле зрения, данный параметр варьировался в пределах от 15 до 100 и более лейкоцитов в поле зрения, на фоне лечения лейкоцитоз в мазке снизился до 30 (16-50) и после лечения до 11-20 лейкоцитов в поле зрения, менее 10 – 70%, 3 – 7,5%, и у 22,5% женщин сохранился умеренно повышенный уровень лейкоцитов 20 и более, в среднем после лечения уровень лейкоцитов снизился до 5 при 48 в поле зрения до лечения [5].

Внедрение современных методов исследования увеличило процент обнаружения специфических форм хронического вагинита, исследований Бутовой В.Г. и Рамзановой С.С. в 2010-2012 годах показали что хронический вагинит занимает большой процент среди обращений женщин за амбулаторной помощью в структуре всех воспалительных заболеваний женской репродуктивной системы, в 2010 году 69,65%, в 2011 году 69,14%, в 2012 году 64,04%, учитывая фактор доступности многих современных методов исследования доля специфического вагинита увеличилась 2010 год – 4,4%, 2011 год – 5,1%, 2012 год – 13,3% [2].

Стоит отметить сравнительные данные российских исследователей касаясь различий между PCR real-time и бактериологическим методом. Результат выявления многих инфекционных агентов различен между методами – *Mycoplasma hominis* - ПЦР 72,1% против 15,9% у бактериологического метода, *Ureaplasma urealyticum* - ПЦР 83,6% против 26,2%, в то же время данные по выявлению *Candida spp* не показали статистически значимых различий [3]. Современные методы диагностики такие как полимеразно-цепная реакция более актуальны для некоторых инфекций, но в свое время, другие, классические методы диагностики тоже имеют значения в зависимости от возбудителя и возможностей клиничко-диагностического учреждения. Недостаточная этиологическая диагностика воспалительного процесса приводит к неадекватному назначению антибиотикотерапии, что может вести за собой усугубление такой патологии как дисбиоз влагалища, а в последующем привести к антибиотирезистентности имеющейся флоры. Неправильная диагностика и интерпритация полученных анализов и необоснованное назначение антибиотикотерапии нередко является причиной возникновения так называемого «ятрогенного вагинита» требующего в дальнейшем проведения длительного и трудоемкого лечения [5].

Основной раздел

При изучении хронического вагинита у сексуально активных женщин особенное внимание необходимо уделить, группе пациенток с хронической микст-инфекцией, которая характеризуется, нередко бессимптомным течением, сложностями в диагностическом плане и неблагоприятным в отношении реализации репродуктивной функции женщины прогнозом. Так же “смазанность” клинической картины, наличие нескольких инфекционных агентов, ятрогенные факторы, за частую затрудняют качественное и эффективное лечение пациенток с данной патологией, на основании данных факторов актуальность данной проблемы высока и в настоящее время.

По результатам настоящего исследования из 122-х исследуемых пациенток с наличием явлений хронического вагинита, у 38 пациенток была идентифицирована микст-инфекция, что менее 1/3 от общего числа исследуемых женщин (31,1%). Возрастные критерии пациенток с хроническим вагинитом от 18 до 71-го года, на микст-инфекцию приходится пациентки в возрасте от 19 до 56 лет включительно, из которых 11 пациенток, на момент исследования, младше 30-ти лет, что является 9% от общего числа исследуемых женщин, и 28,9% от числа пациенток с наличием хронической микст-инфекции в нижних репродуктивных путях. Относительно возраста сексуального дебюта у 17 пациенток с микст-инфекцией это менее 18-ти лет - 44,7% от общего числа исследуемых пациенток с микст-инфекцией. Из всех пациенток с возрастом сексуального дебюта младше 18-ти лет, микст-инфекция идентифицирована у 35,4% пациенток, общее число исследуемых женщин с данным возрастным промежутком полового дебюта из общего числа исследуемых женщин – 48 пациенток (39,3%).

В процессе исследования, методом полимеразно-цепной реакции и бактериологического исследования отделяемого из влагалища, были выявлены следующие основные инфекционные агенты: *Mycoplasma hominis*, *Ureaplasma urealyticum*, *Ureaplasma parvum*, *Candida albicans*, *Candida glabrata*, *Gardnerella vaginalis*. Всего было получено 14 различных комбинаций инфекционных агентов от 2-х до 4-х агентов в комбинации, варианты комбинаций возбудителей приведены в таблице №1. Основной комбинацией микст-инфекции является *Ureaplasma parvum* + *Gardnerella vaginalis* – 23,6% из числа всех пациенток с наличием нескольких этиологических факторов воспалительного процесса, менее многочисленными выявлены комбинации: *Ureaplasma urealyticum* + *Ureaplasma parvum* + *Gardnerella vaginalis*, *Ureaplasma parvum* + *Candida albicans* – 13,1% по каждой комбинации, *Ureaplasma urealyticum* + *Gardnerella vaginalis* – 10,5%, *Candida albicans* + *Gardnerella vaginalis* – 7,8%, остальные варианты в процентном соотношении примерно меньше 5% от числа пациенток с микст-инфекцией, точные результаты приведены в таблице. В преобладающем большинстве комбинаций, в 12-ти из 14, присутствуют бактерии семейства *Mycoplasmataceae*: *Mycoplasma hominis*, *Ureaplasma urealyticum* и *Ureaplasma parvum* (по классификации Shepard и др. от 1974 года, *Ureaplasma urealyticum* - биовар T-960 и биовар PARVO), комбинации с данными инфекционными агентами имели место у 34-х пациенток, 89,4% от женщин наличием хронической микст-инфекцией и 27,8% от всех исследуемых женщин с хроническим вагинитом. Так же на основании полученных результатов можно судить о распространенности бактериального вагиноза среди пациенток с хронической микст-инфекцией, так и среди всех пациенток с хроническим воспалительным процессом в нижних репродуктивных путях: в 10-ти из 14 комбинаций лабораторно подтверждено наличие *Gardnerella vaginalis*, 28 пациенток, что 73,6% от всех пациенток с микст-инфекцией, 71,7% от всех исследуемых пациенток с присутствием в лабораторных показателях *Gardnerella vaginalis*, и 22,9% от всех исследуемых женщин с хроническим вагинитом. Грибы рода *Candida* присутствуют в 9 комбинациях микст-инфекций, у 15 пациенток, что 39,4% от всех пациенток с хронической микст-инфекцией. Немаловажен тот факт, что у 6-ти пациенток из 15-ти, споры и мицелий грибов *Candida* определены методом бактериоскопии, а виды *Candida non-albicans*, представленные видом *Glabrata*, только при бактериологическом исследовании отделяемого из влагалища. Такое распространение *Gardnerella vaginalis* и грибов *Candida* в комбинациях микст-инфекций, может

свидетельствовать о первоначальном снижении местного иммунитета в нижних репродуктивных путях женщины, что влечет к развитию дисбиоза влагалища, увеличению количества условно-патогенной микрофлоры и более легкому присоединению специфического инфекционного агента.

Таблица 1 – Этиологические комбинации хронической микст-инфекции во влагалище

Комбинация инфекционных агентов	Кол-во пациенток	% от пациенток с микст-инфекций	% от общего числа исследуемых женщин
Mycoplasma hominis Ureaplasma urealyticum+parvum Gardnerella vaginalis	1	2,6%	0,81%
Mycoplasma hominis Ureaplasma parvum Candida albicans Gardnerella vaginalis	1	2,6%	0,81%
Mycoplasma hominis Ureaplasma parvum Gardnerella vaginalis	2	5,2%	1,6%
Mycoplasma hominis Candida albicans Gardnerella vaginalis	1	2,6%	0,81%
Mycoplasma hominis Ureaplasma parvum	2	5,2%	1,6%
Ureaplasma urealyticum+parvum Gardnerella vaginalis	5	13,1%	4,0%
Ureaplasma urealyticum+parvum Candida albicans	2	5,2%	1,6%
Ureaplasma urealyticum Gardnerella vaginalis	4	10,5%	3,2%
Ureaplasma parvum Candida albicans Gardnerella vaginalis	1	2,6%	0,81%
Ureaplasma parvum Gardnerella vaginalis	9	23,6%	7,3%
Ureaplasma parvum Candida albicans	5	13,1%	4,0%
Ureaplasma parvum Candida glabrata	1	2,6%	0,81%
Candida albicans Gardnerella vaginalis	3	7,8%	2,4%
Candida glabrata Gardnerella vaginalis	1	2,6%	0,81%

Клинико-лабораторные особенности хронической микст-инфекции нижних репродуктивных путей играют так же немаловажную роль, как и этиопатогенетические аспекты данной проблемы. При первичной консультации пациентки с хроническим воспалительным процессом во влагалище, на время пока отсутствуют результаты лабораторных исследований, единственными основания для подозрения определенной патологии являются специфические жалобы пациентки и данные гинекологического осмотра. Жалобы при хроническом течении, за частую, могут вовсе отсутствовать, либо быть довольно смазанными, например, жалобы на обильные или «ненормальные», патологические выделения из половых путей являются субъективным суждением пациентки относительно состояния нормы и патологической картины, и довольно трудно на основании этих данных заподозрить определенную этиологическую группу. Общепринятыми характерными жалобами являются жалобы на неприятный запах исходящий из половых путей, характерный запах «тухлой рыбы», при бактериальном вагинозе, но и на основании этих жалоб, или их отсутствии, невозможно судить о характере воспаления, так как у многих пациенток с бактериальным вагинозом они отсутствуют. Данные гинекологического осмотра относительно воспалительного процесса, были разделены на 3 группы: наличие или отсутствие гиперемии влагалища, вид выделений и количество выделений. Только у 16-ти пациенток (42,1%) с микст-инфекцией отмечалась гиперемия влагалища, у 22-х пациенток (57,9%) гиперемия отсутствовала. Относительно характера выделений, белесоватые, различной консистенции выделения имели место у 21-й пациентки (55,2%) с микст-инфекцией, слизистые – у 12-ти (31,5%), а гнойные выделения были обнаружены только у 4-х пациенток (13,3%). Количество выделений параметр довольно субъективный, но в некоторых случаях его тоже можно учитывать, особенно в связке с характером выделений, у большинства пациенток количество выделений можно было трактовать как умеренные – 25 пациенток (65,7%), относительно обильные

отмечались у 11-ти пациенток (29,1%) , и скудные только у 2-х пациенток (5,2%) среди пациенток с наличием хронической микст-инфекции. При скудных выделениях у всех пациенток , выделения были только белесоватого цвета и отсутствовала гиперемия влагалища.

Основным лабораторным исследованием для определения степени выраженности воспалительного процесса во влагалище является микроскопическое исследование вагинального отделяемого. При исследовании пациенток с микст-инфекцией это исследование проводилось у всех пациенток и повторялось после определенных этапов лечения, с целью оценки эффективности. В отношении такого параметра , как количество лейкоцитов в поле зрения , у пациенток с хронической микст-инфекцией были получены следующие результаты: от 10 до 20-ти лейкоцитов в поле зрения у 14-ти пациенток (36,8%) , от 20 до 50 – у 11-ти пациенток (27,7%), от 50 до 100 – так же обнаружено у 11-ти пациенток (27,7%) , и свыше 100 лейкоцитов в поле зрения было выявлено только у 2-х исследуемых женщин (7,8%). Этот фактор можно считать определяющим , так как почти у 2/3 (63,2%) пациенток с микст-инфекцией количество лейкоцитов в вагинальном отделяемом превышало общепринятую норму. Тип микрофлоры и ее количество имеет противоречивые результаты и зависит от длительности воспалительного процесса , палочковая микрофлора при микроскопии определялась у 23-х пациенток (60,5%) , смешанная у 12-ти пациенток (31,5%) , кокковая - только у 3-х пациенток (8%) с наличием микст-инфекции. Количество микрофлоры в общей массе пациенток с микст-инфекцией , врачами лаборантами , расценено как умеренное – у 20-ти пациенток (52,6%) , обильное – у 15-ти пациенток (36,9%), скудное у 3-х пациенток (10,5%).

Заключение

Хроническая микст-инфекция в нижних отделах репродуктивных путей женщины , в своем большинстве , представлена комбинацией бактерий семейства *Mycoplasmataceae* и *Gardnerella vaginalis* , семейство *Mycoplasmataceae* представлено *Ureaplasma parvum* (*Ureaplasma urealyticum* , биовар PARVO по классификации Shepard и др. от 1974 года). По полученным результатам , стоит судить о высокой степени распространенности *Ureaplasma parvum* у сексуально активных женщин , как инфекционного агента в большинстве случаев хронического специфического вагинита. Широкое распространение облигатных анаэробов *Gardnerella vaginalis* , так же подтверждает особую актуальность бактериального вагиноза , как фонового заболевания , в развитии хронического воспалительного процесса. Полученные данные относительно *Candida albicans* и *Candida glabrata* играют немаловажную роль , являясь результатам сниженного местного иммунитета женщины с хронической микст-инфекцией нижних репродуктивных путей. В случае хронического мультиэтиологического воспалительного процесса во влагалище , жалобы пациентки и данные физикального осмотра пациентки не являются клинически значимым критерием , так как не имеют подтвержденной спецификации , поэтому минимальные лабораторные исследования относительно воспалительного процесса стоит производить , как рутинное скрининговое исследование , особенно у женщин постоянно живущих половой жизнью , не реже чем 1 раз в год , а в случае ранее обнаруженного воспалительного процесса в анамнезе , более часто. При подозрении на наличие воспалительного процесса по результатам микроскопии мазка , следует обязательно проводить исследование отделяемого из влагалища методами бактериоскопии и полимеразно-цепной реакции , так как только эти методы позволяют идентифицировать этиологическую картину воспалительного процесса. Пренебрежение одним из этих методов ведет к неполноценной диагностики заболевания и как следствие назначение неадекватной медикаментозной терапии и присоединение ятрогенного фактора в хронизации воспалительного процесса.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Анкирская А.С. Неспецифический вагинит / Анкирская А.С. // Гинекология. – 2005. – № 4. – С. 15–18.
2. Бутова В.Г. Анализ амбулаторной акушерско-гинекологической помощи: динамика структуры обращений в связи с воспалительными заболеваниями женских половых органов / Бутова В.Г. Рамазанова С.С. // Medical Sciences Fundamental Research №1 2015 год , стр. 908-910.
3. Воронова О.А. Алгоритмы дифференциальной диагностики инфекций передаваемых половым путем , основанные на оценке диагностической значимости методов верификации инфекционной вульвовагинальной патологии / Воронова О.А., Зильберберг Н.В., Евстигнеева Н.П. и др. // Международный журнал медицинского образования №1 , 2014 год , стр. 59-64.
4. Малова И.О. Сибирский медицинский журнал / Малова И.О., Рагчаа Д. 2007 год , №4 , стр. 98-99.
5. Манухин И.Б. Этиопатогенетическая терапия неспецифического вагинит Манухин И.Б., Комлева Л.Ф., Панова И.А. и др. , РМЖ Аушерство и гинекология № 17 , 2012 год , стр. 837-845.
6. Меньшикова Н.С. ГОУ ВПО Сибирский государственный медицинский университет Росздрава / Меньшикова Н.С., Петрова М.С., Петров И.А. и др. // Томск , Сибирский медицинский журнал, 2010, Том 25, № 4, Выпуск 2 стр. 125-127.
7. Рахматулина М.Р. Современные представления о микроценозе вагинального биотопа и его нарушениях у женщин репродуктивного возраста / Рахматулина М.Р. Шаталова А.Ю. // Вестник дерматологии и венерологии 2009 год №3 стр. 38-42.
8. Шаталова А.Ю. Анализ факторов риска и клинико-лабораторных особенностей воспалительных заболеваний мочеполового тракта у женщин репродуктивного возраста / Шаталова А.Ю. Рахматулина М.Р. Плахова К.И. // Вестник дерматологии и венерологии , 2012 год , №1 стр. 43-48.
9. Brocklthurst P. Interventions for treating bacterial vaginosis in pregnancy / Brocklthurst P. // Cochrane Database Syst Rev. 2005; (2): CD000262.

10. Del-Cura G.I. Patient preferences and treatment safety for uncomplicated vulvovaginal candidiasis in primary health care. PRESEVAC project. / Del-Cura G.I., Garcia-de-Blas G.F. // BMC Public. Health. 2011. Vol. 31(11). P. 63–65.
11. Suijkerbuijk A. W. Usefulness of primary care electronic networks to assess the incidence of chlamydia, diagnosed by general practitioners / Suijkerbuijk A. W., Van den Broek I. V., Brouwer H. J. and others BMC Family Practice, vol. 12, article 72, 2011.
12. Sweet R.I. Role of bacterial vaginosis in pelvic inflammatory disea / Sweet R.I., Clin. Infect. Dis. 2005 , №20 page 271-275.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Ankirskaya A.S. Nespetsificheskiy vaginit [Non-specific Vaginitis] / Ankirskaya A.S. // Ginekologiya [Gynecology]. - 2005. - No. 4. - P. 15–18. [In Russian]
2. Butova V.G. Analiz ambulatornoi akushersko-ginekologicheskoi pomoshchi: dinamika struktury obrashchenii v svyazi s vospalitelnyimi zabolevaniyami zhenskikh polovykh organov [Analysis of Outpatient Obstetric and Gynecological Care: Dynamics of the Structure of Calls Related to Inflammatory Diseases of the Female Genital Organs] / Butova V.G. Ramazanova S.S. // Medical Sciences Fubdamental Research No.1 2015, p. 908-910. [In Russian]
3. Voronova O.A. Algoritmy differentsialnoi diagnostiki infektsii peredavaemykh polovym putem, osnovannye na otsenke diagnosticheskoi znachimosti metodov verifikatsii infektsionnoi vulvovaginalnoi patologii [Algorithms for Differential Diagnosis of Sexually Transmitted Infections, based on the Assessment of the Diagnostic Value of Verification Methods of Infectious Vulvovaginal Pathology] / Voronova O.A., Zilberberg N.V., Evstigneeva N.P. and others// Mezhdunarodnyy zhurnal meditsinskogo obrazovaniya [International Journal of Medical Education] No.1, - 2014, - p. 59-64. [In Russian]
4. Malova I.O. Sibirskiy meditsinskiy zhurnal [Siberian Medical Journal] / Malova I.O., Ragchaa D. 2007, No.4, p. 98-99. [In Russian]
5. Manukhin I.B. Etiopatognetiicheskaya terapiya nespecificheskogo vaginita [Etiopathogenetic Therapy of Nonspecific Vaginitis] / Manukhin I.B. Komleva L.F. Panova I.A. and others // Akusherstvo i ginekologiya [Obstetrics and Gynecology] No. 17, - 2012, - p. 837-845. [In Russian]
6. Menshikova N.S. GOU VPO Sibirskiy gosudarstvennyi meditsinskiy universitet Roszdrava [State Educational Institution of Higher Vocational Education Siberian State Medical University of Roszdrav] / Menshikova N.S., Petrova M.S., Petrov I.A. // Sibirskiy meditsinskiy zhurnal [Siberian Medical Journal], Tomsk, 2010, - Vol. 25, - No. 4, - Is.2 p. 125-127. [In Russian]
7. Rakhmatulina M.R. Sovreennye predstavleniya o mikrotsenoze vaginalnogo biotopa i ego narusheniyakh u zhenshchin reproduktivnogo vozrasta [Modern Ideas about Microocenosis of the Vaginal Biotope and its Disorders in Women of Reproductive Age] / Rakhmatulina M.R. Shatalova A.Yu. // Vestik dermatologii i venerologii [Bulletin of Dermatology and Venereology] - 2009 - No.3 - p. 38-42. [In Russian]
8. Shatalova A.Yu. Analiz faktorov riska i kliniko-laboratornykh osobennostei vospalitelnykh zabolevaniy mochepolovogo trakta u zhenshchin reproduktivnogo vozrasta [Analysis of Risk Factors and Clinical and Laboratory Features of Inflammatory Diseases of the Urinary Tract in Women of Reproductive Age] / Shatalova A.Yu. Rakhmatulina M.R. Plakhova K.I. // Vestik dermatologii i venerologii [Bulletin of Dermatology and Venereology], - 2012, - No.1 - p. 43-48. [In Russian]
9. Brocklthurst P. Interventios for treating bacterial vaginosis in pregnancy / Brocklthurst P.// Cochrane Database Syst Rev. 2005; (2): CD000262.
10. Del-Cura G.I. Patient preferences and treatment safety for uncomplicated vulvovaginal candidiasis in primary health care. PRESEVAC project. / Del-Cura G.I., Garcia-de-Blas G.F. // BMC Public. Health. 2011. Vol. 31(11). P. 63–65.
11. Suijkerbuijk A. W. Usefulness of primary care electronic networks to assess the incidence of chlamydia, diagnosed by general practitioners / Suijkerbuijk A. W., Van den Broek I. V., Brouwer H. J. and others BMC Family Practice, vol. 12, article 72, 2011.
12. Sweet R.I. Role of bacterial vaginosis in pelvic inflammatory disea / Sweet R.I., Clin. Infect. Dis. 2005 , №20 page 271-275.

СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТЬ ИНБРЕДНЫХ ЛИНИЙ *DROSOPHILA MELANOGASTER* И *DROSOPHILA FUNEBRIS* С ПОВЫШЕННОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ ЖИЗНИ

Научная статья

Булыгин А.А.^{1,*}, Пастухова Е.И.²¹ ORCID: 0000-0002-6689-4647;² ORCID: 0000-0003-4107-5669;^{1,2} ФГБОУ ВО Челябинский государственный университет, Челябинск, Россия

* Корреспондирующий автор (skytolya[at]ya.ru)

Аннотация

В данной работе были изучены 14 инбредных линий *D. melanogaster* и *D. funebris*, выведенных из природных популяций и доведённых до 12-го поколения. Среди инбредных обнаружилось несколько линий с повышенной продолжительностью жизни. Эти линии затем были дополнительно протестированы на стрессоустойчивость тепловым (39°C) и холодным (-1°C) шоком и на изменение массы тела относительно мух диких популяций. В итоге выяснилось, что две линии обладают свойствами, способствующими повышенной продолжительности жизни.

Ключевые слова: инбридинг, инбредная депрессия, долгожительство, стрессоустойчивость, плодовая муха.

STRESS RESISTANCE OF INBRED LINES OF *DROSOPHILA MELANOGASTER* AND *DROSOPHILA FUNEBRIS* WITH INCREASED LIFE EXPECTANCY

Research article

Bulygin A.A.^{1,*}, Pastukhova E.I.²¹ ORCID: 0000-0002-6689-4647;² ORCID: 0000-0003-4107-5669;^{1,2} FSBEI HE Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, Russia

* Corresponding author (skytolya[at]ya.ru)

Abstract

In this study, 14 inbred lines of *D. melanogaster* and *D. funebris*, derived from natural populations and brought to the 12th generation, were studied. Several lines with increased life expectancy were found among the inbred. These lines were further tested for stress resistance with thermal (39°C) and cold (-1°C) shock and for changes in body weight relative to flies of wild populations. As a result, it turned out that the two lines have properties that contribute to increased life expectancy.

Keywords: inbreeding, inbreeding depression, longevity, resistance to stress, fruit fly.

Введение

В настоящее время актуальным вопросом науки является изучение биологических механизмов и причин старения организмов. Одним из важнейших объектов биологии и генетики является *Drosophila melanogaster*. Выявлены различные гены, способные при мутировании существенно изменять продолжительность жизни этого вида [1]. Актуальным вопросом является обнаружение новых генов и сочетаний аллелей, оказывающих влияние на жизнеспособность и продолжительность жизни.

При проведении инбридинга у аутбредных особей могут наблюдаться противоположно направленные тенденции касательно их жизнеспособности и продолжительности жизни: 1) с одной стороны, частым последствием инбридинга является инбредная депрессия, происходящая из-за выхода в гомозиготу рецессивных мутаций или из-за снижения общей гетерозиготности генотипа; 2) с другой стороны в ряде экспериментов обнаружена большая жизнеспособность потомков нескольких поколений инбридинга [2]. В нашей лаборатории была однажды получена инбредная линия *D. funebris* с повышенной продолжительностью жизни. Мы решили провести более масштабное исследование по этому поводу. Описанные в этой статье опыты являются продолжением опытов по исследованию инбредных линий из нашей предыдущей статьи [3].

Методы и принципы исследования

Инбредные линии были созданы на основе мух диких популяций, содержащихся в лаборатории кафедры радиационной биологии ЧелГУ на протяжении трёх лет. Для получения нового инбредного поколения самца и самку, отсаживали в пробирку объёмом 15 мл с 5 мл питательной среды стандартного состава [4], смазанной дрожжами. Наркотизация мух проводилась с помощью диэтилового эфира. Инбредные линии удалось вывести с коэффициентом инбридинга от 0,8 до 0,9.

Для опытов на продолжительность жизни девственных мух каждого пола сажали по 5 штук в пробирки того же объёма. Пересадка на новую среду происходила два раза в неделю. *D. melanogaster* содержались в термостате при постоянном свете и температуре 21°C. *D. funebris* содержались в комнате при температуре 24-25°C. Во всех остальных опытах температура находилась в промежутке 24-25°C.

В опыте по измерению массы 3-дневные самцы и 5-дневные самки кучками по 8 штук взвешивались на весах с точностью в 0,0001 г.

Для опыта на стрессоустойчивость использовались методы теплового (39°C) и холодного (-1°C) шока. Во время опыта при 39°C записывались времена нокдауна. После термостата или холодильника мух пересыпали в новые пробирки и наблюдали их восстановление. Через сутки считали долю выживших.

Статистическая обработка данных была проведена в программе Past 3.16. Для сравнения кривых выживаемости Каплана-Мейера использовался лог-ранговый тест. Для попарных сравнений масс кучек мух, а также попарных сравнений кривых нокдауна и восстановления использовался U-критерий с поправкой Бонферрони. Различия считались статистически значимыми при p -значении меньше 0,01.

Основные результаты

По результатам лог-рангового теста кривых выживаемости Каплана-Мейера (табл. 1) для последующих опытов в качестве долгожителей были выбраны линии 3 и 7 у *D. melanogaster* и 3, 5, 7, 8 у *D. funebris*.

Таблица 1 – Результаты опыта на продолжительность жизни

<i>D. melanogaster</i>								
Линия	контроль	1	2	3	6	7	8	9
Самцы								
Средняя ПЖ, дни	58	50	41	74	59	73	39	64
p	-	$< 10^{-8}$	$< 10^{-10}$	$< 0,05$	$> 0,05$	$< 0,01$	$< 10^{-10}$	$> 0,05$
Самки								
Средняя ПЖ, дни	51	43	44	59	46	57	51	57
p	-	$< 10^{-3}$	$< 0,05$	$> 0,05$	$> 0,05$	$> 0,05$	$> 0,05$	$> 0,05$
<i>D. funebris</i>								
Линия	контроль	1	3	5	6	7	8	9
Самцы								
Средняя ПЖ, дни	37	23	64	47	27	39	46	31
p	-	$< 10^{-14}$	$< 10^{-15}$	$< 10^{-6}$	$< 10^{-8}$	$> 0,05$	$< 10^{-3}$	$< 0,05$
Самки								
Средняя ПЖ, дни	39	30	60	54	27	53	57	39
p	-	$< 10^{-7}$	$< 10^{-9}$	$< 10^{-9}$	$< 10^{-10}$	$< 10^{-6}$	$< 10^{-9}$	$> 0,05$

Результаты взвешивания мух долгоживущих линий приведены на рисунке 1 (самцы отмечены голубым цветом, самки – розовым, звёздочками отмечены статистически значимые отличия). Единственной линией, масса мух которой значительно ниже контроля, оказалась №3 *D. funebris*. Линии *D. melanogaster* не отличились одновременным снижением массы самцов и самок.

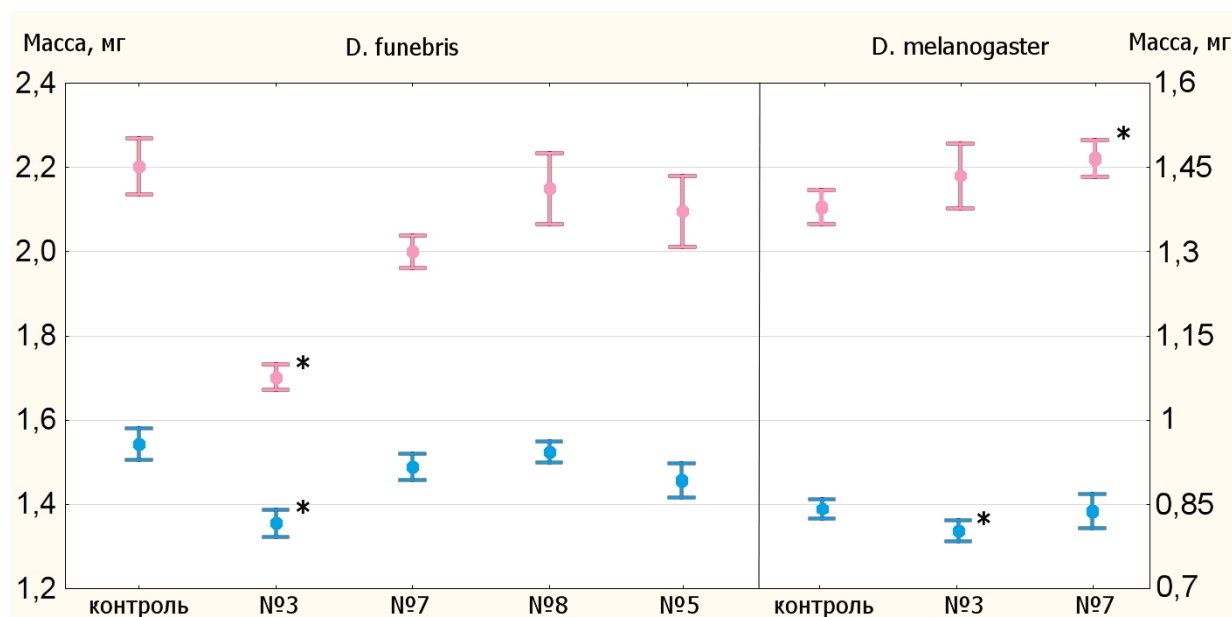


Рис. 1 – Средняя масса мух долгоживущих линий и 95%-ые доверительные интервалы

По результатам опыта на устойчивость к тепловому шоку можно выделить линию №5 *D. funebris* (рис. 2, 3): самцы этой линии оказались не хуже контроля во времени нокдауна, а самки – лучше контроля как по времени нокдауна, так и по времени восстановления. Опыт по определению времени восстановления самцов *D. funebris* не удался.

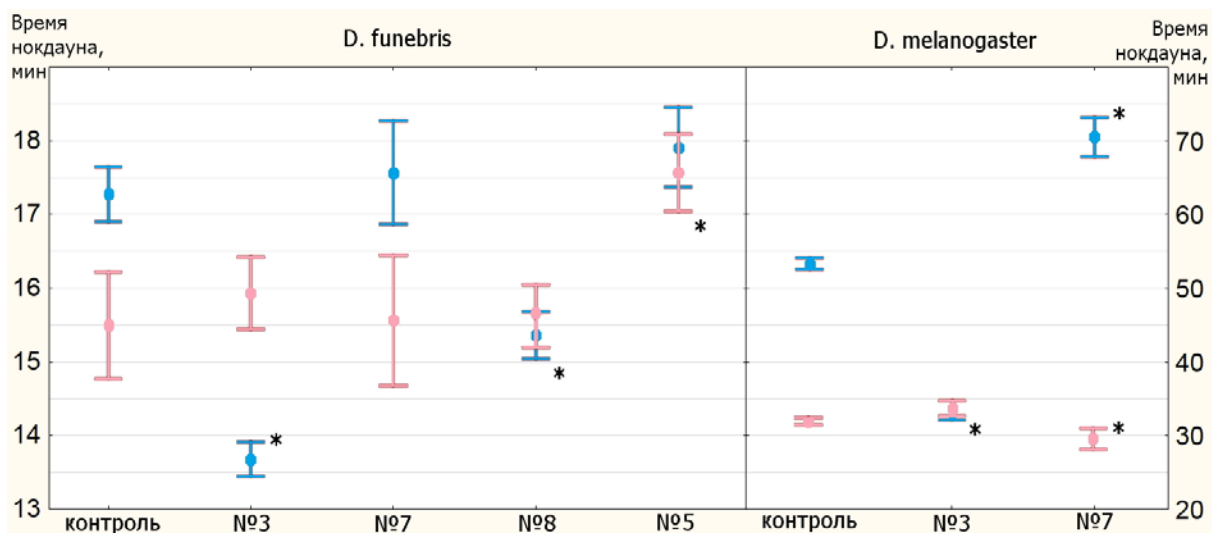


Рис. 2 – Средние времена нокдауна (39°C)

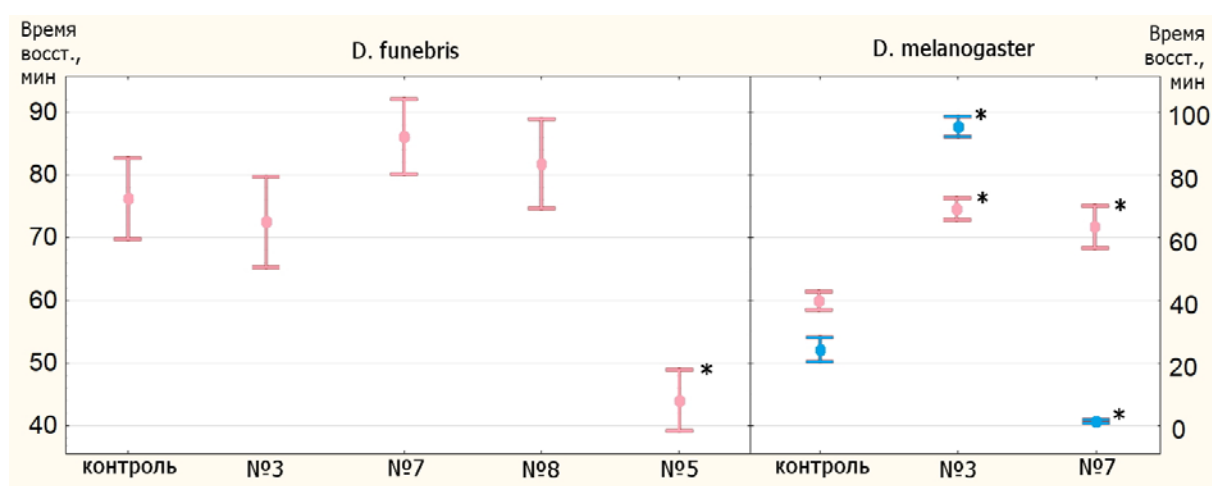


Рис. 3 – Средние времена восстановления (39°C)

В опыте на устойчивость к холодовому шоку были проверены только линии *D. funebris* (рис. 4, табл. 2). Мухи находились при температуре -1°C 4 часа. В силу слишком малого времени нокдауна различия между линиями могли быть определены лишь по времени восстановления. Ни одна линия не показали результаты лучше, чем у контроля. Пятая линия оказалась на уровне контроля. Диаграмма для самок выглядит очень похоже на диаграмму для самцов, поэтому на рисунке не изображена.

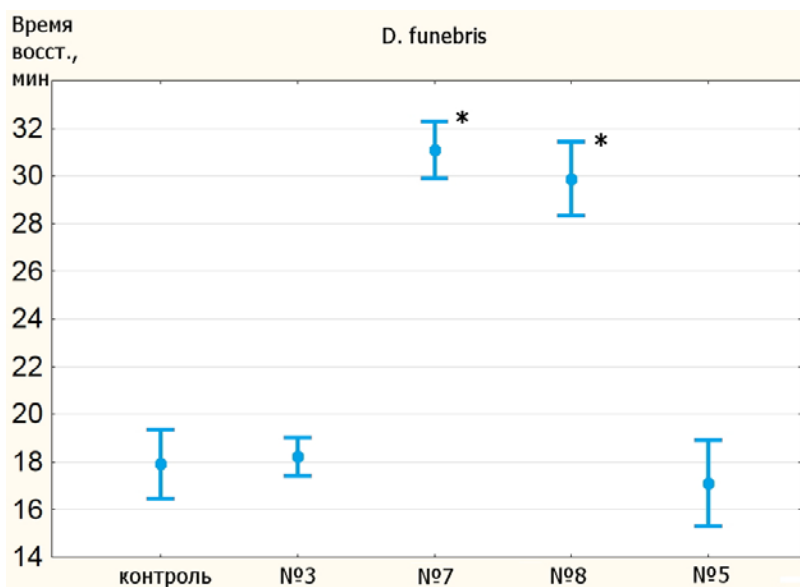
Рис. 4 – Средние времена восстановления самцов линий *D. funebris* (-1°C)

Таблица 2 – Показатели восстановления *D. funebris* после холодового шока

Самцы					
Линия	контроль	3	7	8	5
Среднее время восст., мин	17,9	18,2	31,1	30	17,1
<i>p</i>	-	1	$<10^{-17}$	$<10^{-11}$	1
Выживаемость	0,72	0,74	0,06	0,79	0,98
Самки					
Линия	контроль	3	7	8	5
Среднее время восст., мин	17,8	18,3	29,9	29	17,6
<i>p</i>	-	1	$<10^{-17}$	$<10^{-10}$	1
Выживаемость	0,68	0,64	0,09	0,71	0,98

Обсуждение

Продолжительность жизни инбредных мух была исследована в очень большом количестве работ. Лучшими, кого удавалось получить в них, были инбредные линии, продолжительность жизни которых была на уровне аутбредных. Такие результаты были получены, например, в работе [5]. В той же работе было показано, что чем ниже температура содержания мух в опыте на продолжительность жизни, тем больше различия между кривыми выживаемости. При переходе от 25°C к 21°C разница между медианами ПЖ инбредных и аутбредных линий увеличилась в среднем в 1,5 раза. Можно предположить, что в нашем случае выбор температуры 25°C вместо 21°C для *D. melanogaster* привёл бы к отсутствию статистически значимых отличий для линий 3 и 7. Но, с другой стороны, возможно, именно пониженная температура позволила их заметить.

Неожиданным результатом является статистически значимое ($p < 10^{-4}$) увеличение ПЖ самцов линий 3 и 7 *D. melanogaster* относительно самок, при том, что мухи контрольной линии живут примерно одинаковое время. Это не объясняется стандартными гипотезами о влиянии инбридинга на продолжительность жизни. Во всех изученных нами работах ПЖ самцов инбредных линий не была выше ПЖ самок (например, [6]). Для *D. funebris* существенных противоречий не наблюдается: контрольные самки и самцы живут примерно одинаковое время, а самки долгоживущих линий живут дольше самцов ($p < 0,01$).

Опубликованных работ по исследованию массы инбредных мух нами найдено не было. В работах по отбору мух по массе тела корреляций с продолжительностью жизни не обнаруживали [7]. Корреляции были обнаружены в опытах по отбору в условиях перенаселения [4]. Но авторы данной работы показывают, что снижение массы и увеличение ПЖ оба являются следствием отбора и не являются причиной одно другого.

Снижение массы тела, а точнее снижение количества клеток в организме, является косвенной причиной увеличения продолжительности жизни при нарушениях инсулинового сигналинга. Речь идёт о пути $dInR/dPI3K/dAKT$, из-за подавления некоторых генов которого клетки начинают реже делиться. Значительное увеличение ПЖ вызывает, например, подавление гена *14-3-3ε*, отрицательного регулятора *dFoxO*, который сам ингибирует клеточное деление при наличии инсулина [8]. В нашей работе не было никакого отбора по названным выше критериям, поэтому можно предположить, что увеличение ПЖ линии №3 *D. funebris* сверх нормального уровня произошло из-за избегания инбредной депрессии и дополнительно появления и/или закрепления какой-либо мутации, нарушающей инсулиновый сигналинг.

В исследованиях стрессоустойчивости инбредных мух обнаруживали только отрицательное действие инбридинга. Но в работе [9] было получено, что при инбредной депрессии значительное изменение экспрессии в ответ на стресс происходит не более, чем у 200 генов из почти 10 тысяч исследованных. Авторы пришли к выводу, что это подтверждает гипотезу о первоочерёдной роли в инбредной депрессии определённых рецессивных аллелей, а не повышенной гомозиготности генома в целом.

Низкую продолжительность жизни инбредных линий можно восстановить до нормального уровня, изменив экспрессию генов, связанных с ответом на стресс. Такой результат был получен, например, для гена *Indy* [10]. Для этого же гена показано и увеличение ПЖ сверх нормального уровня. Сверхэкспрессия супероксиддисмутазы приводит лишь к восстановлению ПЖ до нормального уровня у инбредных линий, но не превышению его [11].

Подобные результаты получали и в работах по отбору мух по ПЖ. В работе [12] обнаружили улучшение экспрессии некоторых генов, связанных с ответом на стресс (*mthl*, *Or83b*, *Gr64a* и др). В работе по отбору мух по стрессоустойчивости [13] авторы получили долгоживущих мух 37-го поколения отбора.

Соотнося результаты описанных исследований и наши, мы предполагаем, что линия №5 *D. funebris* смогла избежать инбредной депрессии и превысила нормальную ПЖ за счёт лучшей стрессоустойчивости. Относительно линии №7 *D. melanogaster*, самцы которой показали повышенную стрессоустойчивость, а самки – пониженную [3], мы не можем ничего сказать однозначно. Удивительным результатом является и линия №8 *D. funebris*, показавшая одну из лучших ПЖ, и имеющая одну из худших стрессоустойчивость при нормальной массе. Линии №3 *D. melanogaster* и №7 *D. funebris*, имеющие ПЖ, немногим выше контроля, плохие показатели стрессоустойчивости и нормальную массу, скорее всего имеют инбредную депрессию.

Заключение

В данной работе мы подвели итоги нашего исследования инбредных линий *D. melanogaster* и *D. funebris*. Из шести инбредных линий с повышенной продолжительностью жизни у двух наблюдалось улучшение показателей, способствующих этому повышению: линия 3 *D. funebris* отличилась сниженной массой тела, линия 5 *D. funebris* – повышенной устойчивостью к высоким температурам. Кроме того, ПЖ этих двух линий оказалась не только выше других инбредных, но и выше ПЖ контрольной линии. Мы рассматриваем это как аргумент в пользу гипотез о

необязательном вредном влиянии повышенной гомозиготности и о возможности избежать инбредную депрессию. Выведенные инбредные линии могут послужить основой для дальнейших исследований причин долгожительства уже на геномном уровне.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Proshkina E.N. Basic mechanisms of longevity: A case study of *Drosophila* pro-longevity genes / E.N. Proshkina, M.V. Shaposhnikov, A.F. Sadritdinova et al. // *Ageing Res Rev.* – 2015. – V. 24. – P. 218-231.
2. Nebert D.W. Inbreeding and epigenetics: beneficial as well as deleterious effects / D.W. Nebert, M. Gálvez-Peralta, Z. Shi et al. // *Nat Rev Genet.* – 2010. – V. 11, №9. – P. 662.
3. Булыгин А.А. Получение долгоживущих инбредных линий *Drosophila melanogaster* и *Drosophila funebris* / А.А. Булыгин, Е.И. Пастухова // Вестник совета молодых учёных и специалистов Челябинской области. – 2019. – № 2(25). – С. 4-10.
4. Sheno V.N. Evolution of increased adult longevity in *Drosophila melanogaster* populations selected for adaptation to larval crowding / V.N. Sheno, S.Z. Ali, N.G. Prasad // *J Evol Biol.* – 2016. – V. 29, №2. – P. 407-417.
5. Vermeulen C.J. Changes in mortality patterns and temperature dependence of lifespan in *Drosophila melanogaster* caused by inbreeding / C.J. Vermeulen, R. Bijlsma // *Heredity.* – 2004. – V. 92, №4. – P. 275-281.
6. Carazo P. Inbreeding removes sex differences in lifespan in a population of *Drosophila melanogaster* / P. Carazo, J. Green, I. Sepil et al. // *Biol Lett.* – 2016. – V. 12, №6.
7. Hillesheim E. Correlated responses in life-history traits to artificial selection for body weight in *Drosophila melanogaster* / E. Hillesheim, S.C. Stearns // *Evolution.* – 1992. – V. 46, №3. – P. 745-752.
8. Puig O. Understanding Forkhead Box Class O Function: Lessons from *Drosophila melanogaster* / O. Puig, J. Mattila // *Antioxidants & Redox Signaling.* – 2011. – V. 14, №4. – P. 635-647.
9. Schou M.F. Genome-wide regulatory deterioration impedes adaptive responses to stress in inbred populations of *Drosophila melanogaster* / M.F. Schou, J. Bechsgaard, J. Muñoz et al. // *Evolution.* – 2018. Doi: 10.1111/evo.13497
10. Rogina B. Indy Mutations and *Drosophila* Longevity / B. Rogina, S.L. Helfand // *Front Genet.* – 2013. – V. 4.
11. Spencer C.C. Testing an 'aging gene' in long-lived drosophila strains: increased longevity depends on sex and genetic background / C.C. Spencer, C.E. Howell, A.R. Wright et al. // *Aging Cell.* – 2003. – V. 2, №2. – P. 123-130.
12. Sujkowski A. Endurance exercise and selective breeding for longevity extend *Drosophila* healthspan by overlapping mechanisms / A. Sujkowski, B. Bazzell, K. Carpenter et al. // *Aging (Albany NY).* – 2015. – V. 7, №8. – P. 535-550.
13. Archer M.A. Breakdown in correlations during laboratory evolution. II. Selection on stress resistance in *Drosophila* populations / M.A. Archer, J.P. Phelan, K.A. Beckman et al. // *Evolution.* – 2003. – V. 57, №3. – P. 536-543.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Proshkina E.N. Basic mechanisms of longevity: A case study of *Drosophila* pro-longevity genes / E.N. Proshkina, M.V. Shaposhnikov, A.F. Sadritdinova et al. // *Ageing Res Rev.* – 2015. – V. 24. – P. 218-231.
2. Nebert D.W. Inbreeding and epigenetics: beneficial as well as deleterious effects / D.W. Nebert, M. Gálvez-Peralta, Z. Shi et al. // *Nat Rev Genet.* – 2010. – V. 11, №9. – P. 662.
3. Bulygin A.A. Poluchenie dolgozhivushhih inbrednykh liniy *Drosophila melanogaster* i *Drosophila funebris* [Achieving longevity by inbreeding in *Drosophila melanogaster* and *Drosophila funebris*] / A.A. Bulygin, E.I. Pastukhova // Vestnik soveta molodykh uchjonyh i specialistov Cheljabinskoy oblasti [Bulletin of the council of young scientists and specialists of Chelyabinskaya oblast]. – 2019. – № 2(25). – P. 4-10. [in Russian]
4. Sheno V.N. Evolution of increased adult longevity in *Drosophila melanogaster* populations selected for adaptation to larval crowding / V.N. Sheno, S.Z. Ali, N.G. Prasad // *J Evol Biol.* – 2016. – V. 29, №2. – P. 407-417.
5. Vermeulen C.J. Changes in mortality patterns and temperature dependence of lifespan in *Drosophila melanogaster* caused by inbreeding / C.J. Vermeulen, R. Bijlsma // *Heredity.* – 2004. – V. 92, №4. – P. 275-281.
6. Carazo P. Inbreeding removes sex differences in lifespan in a population of *Drosophila melanogaster* / P. Carazo, J. Green, I. Sepil et al. // *Biol Lett.* – 2016. – V. 12, №6.
7. Hillesheim E. Correlated responses in life-history traits to artificial selection for body weight in *Drosophila melanogaster* / E. Hillesheim, S.C. Stearns // *Evolution.* – 1992. – V. 46, №3. – P. 745-752.
8. Puig O. Understanding Forkhead Box Class O Function: Lessons from *Drosophila melanogaster* / O. Puig, J. Mattila // *Antioxidants & Redox Signaling.* – 2011. – V. 14, №4. – P. 635-647.
9. Schou M.F. Genome-wide regulatory deterioration impedes adaptive responses to stress in inbred populations of *Drosophila melanogaster* / M.F. Schou, J. Bechsgaard, J. Muñoz et al. // *Evolution.* – 2018. Doi: 10.1111/evo.13497
10. Rogina B. Indy Mutations and *Drosophila* Longevity / B. Rogina, S.L. Helfand // *Front Genet.* – 2013. – V. 4.
11. Spencer C.C. Testing an 'aging gene' in long-lived drosophila strains: increased longevity depends on sex and genetic background / C.C. Spencer, C.E. Howell, A.R. Wright et al. // *Aging Cell.* – 2003. – V. 2, №2. – P. 123-130.
12. Sujkowski A. Endurance exercise and selective breeding for longevity extend *Drosophila* healthspan by overlapping mechanisms / A. Sujkowski, B. Bazzell, K. Carpenter et al. // *Aging (Albany NY).* – 2015. – V. 7, №8. – P. 535-550.
13. Archer M.A. Breakdown in correlations during laboratory evolution. II. Selection on stress resistance in *Drosophila* populations / M.A. Archer, J.P. Phelan, K.A. Beckman and others // *Evolution.* – 2003. – V. 57, №3. – P. 536-543.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.85.7.015>ИЗМЕРЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНИ *DROSOPHILA FUNEBRIS*

Научная статья

Булыгин А.А.¹, Пастухова Е.И.^{2,*}¹ ORCID: 0000-0002-6689-4647;² ORCID: 0000-0003-4107-5669;^{1,2} ФГБОУ ВО Челябинский государственный университет, Челябинск, Россия

* Корреспондирующий автор (pastuel[at]ya.ru)

Аннотация

Старение является неизбежным процессом, заключающимся в снижении функциональности организма. Предельное снижение функциональности в итоге приводит к болезням и смерти. Поэтому проблема старения в наше время очень актуальна. Её изучают на разных уровнях: от молекулярного до популяционного. Одной из моделей для изучения продолжительности жизни являются мухи *Drosophila*, самым известным видом которых является *D. melanogaster*. В нашей работе мы покажем, что с тем же успехом для опытов на продолжительность жизни может быть использован вид *D. funebris*.

Ключевые слова: продолжительность жизни, разведение, оптимальные условия, дрозофила большая, модельный объект.

MEASURING THE LIFE EXPECTANCY OF *DROSOPHILA FUNEBRIS*

Research article

Bulygin A.A.¹, Pastukhova E.I.^{2,*}¹ ORCID: 0000-0002-6689-4647;² ORCID: 0000-0003-4107-5669;^{1,2} FSBEI HE Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, Russia

* Corresponding author (pastuel[at]ya.ru)

Abstract

Aging is an inevitable process, which involves the reduction of body functionality. The ultimate decrease in functionality leads to illness and death. Therefore, the problem of aging is relevant. It is studied at different levels: from molecular to the population level. One of the models for studying life expectancy is the use of *Drosophila* flies, the most famous of which is called *D. melanogaster*. In our work, we show that *D. funebris* species can be also be successfully used for the study of life expectancy.

Keywords: life expectancy, breeding, ideal conditions, *Drosophila funebris*, model object.

Введение

Drosophila funebris – давно известный вид мух семейства *Drosophilidae*. Первые его исследования начали проводиться в 20-ых годах прошлого века после того, как Стёртевант привёл первое описание в 1921 году [1].

Но работ, в которых бы изучались какие-либо общие свойства данного вида, с того времени было немного. В работах [2], [3] содержится лишь небольшое количество данных о его условиях развития и жизни. Намного большее внимание было уделено *D. melanogaster* [4], [5], [6], но при попытке в точности применить для *D. funebris* методику из данных работ очень быстро возникают проблемы, решение которых требует учёта особенностей *D. funebris*. Здесь мы подробно опишем нашу методику подготовки и проведения опыта на продолжительность жизни *D. funebris*.

Методы и принципы исследования

Приготовление среды для разведения мух начинается с определения необходимого количества каждого из составляющих. Мы используем следующий рецепт: 1 л дистиллированной воды, 13 г агара, 107 г прессованных дрожжей, по 37 г сахара и манки и 3 мл пропионовой кислоты [7]. После варки среда остужается примерно до 60°C для добавления консерванта, например – пропионовой кислоты. Более высокая температура будет означать большее испарение кислоты. После разлива среды пробирки затыкают ватными затычками, обожжёнными над спиртовкой.

Количество среды, разливаемое в пробирки, зависит от конкретных целей. Если нужно получить потомство от одной пары особей, то достаточным будет 4-5 мл в пробирке объёмом 15 мл (рис. 1). При большом количестве особей для избежания перенаселения личинками стоит рассчитывать 1 мл на одну самку. Для обычного поддержания линий данное соотношение можно уменьшить вдвое.

Несмотря на бóльшую терпимость личинок *D. funebris*, нежели *D. melanogaster*, к качеству среды [3], перенаселение всё же заметно сказывается на размерах тела взрослых мух, и как следствие на других показателях, в том числе и на продолжительности жизни. Для 15 мл пробирок мы считаем перенаселением случай, когда образуется больше 90 куколок. При количестве куколок больше 110 уже очень заметно снижается доля вылупляющихся мух и их масса. Оптимальным же количеством, по нашему мнению, является 50-70 куколок.



Рис. 1 – Пробирки для разведения мух

В опытах на собственно продолжительность жизни достаточно, чтобы слой среды в пробирке был не меньше 5 мм. Но при повышенных температурах содержания (выше 25°C) имеет смысл наливать 7-8 мм среды для предотвращения её высыхания.

В качестве еды для взрослых мух используются те же дрожжи, разведённые в дистиллированной воде. Консистенция при этом должна напоминать молочную. Дрожжи наносят на поверхность среды кисточкой, простерилизованной кипячением. Важно, чтобы при смазывании не переносилось много жидкости на среду, иначе мухи могут увязнуть. Если смазывается свежеприготовленная среда, то стоит оставить её в холодильнике на сутки, так как намазанные дрожжи в таком случае высыхают дольше.

Для изучения яиц используются чашки Петри с агарозной средой. Её рецепт проще: агар, вода и сахар в тех же пропорциях. На одну чашку уходит по 20 мл среды. Яйца имеют белый цвет, поэтому для того, чтобы их увидеть, можно, например, добавлять в среду краситель (из натуральных хорошо подходят ягоды жимолости или черники). Среду в чашках также стоит смазать дрожжами, так как большинство яиц даже оплодотворённые самки *D. funebris* откладывают только через сутки после посадки.

Для измерения продолжительности жизни необходимо получить требуемое по условиям опыта количество одновозрастных имаго. Для этого в пробирки с 5 мл среды помещается 5-6 пар родителей. При оптимальных условиях можно ожидать одномоментного вылета 20-30 потомков в день.

Спаривание у *D. funebris* происходит только на 3-4 день после вылупления [3], что заметно больше, чем у *D. melanogaster*. Тем не менее, если для опыта нужны девственные мухи, их стоит изолировать уже после первого дня. При отборе по полу следует использовать бинокуляр или хорошую лупу, т.к. только так можно различить половые органы самцов и самок *D. funebris*.

Усыпление можно проводить разными методами. Самым простым является усыпление диэтиловым эфиром. Для этого девственных мух встряхивают в морилку – специальную пробирку, закрывающуюся пробкой с куском ваты. На вату капают эфир, закрывают морилку и ждут засыпания. Время ожидания зависит от объёма морилки и количества мух. Оно больше, чем у *D. melanogaster*, и составляет 50-60 секунд для нескольких десятков мух в 15 мл морилке.

После усыпления мухи встряхиваются на рабочую зону бинокуляра, а после определения пола пинцетом переносятся в свежие пробирки, которые оставляют на боку до момента восстановления мух (5-10 мин). В пробирку объёмом 15 мл с 2 мл среды стоит помещать не больше 5 мух. Используя большие пробирки, нужно исходить из расчёта отношения количество мух/площадь поверхности среды. Перетряхивание на новую среду, как и в случае с *D. melanogaster*, достаточно проводить два раза в неделю с промежутками не больше трёх дней.

При проведении опыта на продолжительность жизни мы рекомендуем заносить в табличный редактор столбец данных с датами начала опыта и смертей/потерь мух. Из этих данных легко получить времена жизни мух. Напротив этого столбца данных следует иметь столбец с индикаторами цензурирования: обычно это «1» для смерти и «0» для потери. Цензурирование позволяет учитывать потерянных мух для уточнения расчётов, а также позволяет прекратить опыт до смерти всех мух. В последнем случае рекомендуется установить одну продолжительность опыта для всех линий и всех серий. Тем не менее лучшим вариантом является продолжение опыта до гибели последней особи.

Анализ данных мы проводим в бесплатной программе Past 3.16 (рис. 2). Для построения кривой выживаемости Каплана-Мейера [8] эта программа требует на вход массив данных из двух столбцов: времена жизни и индикаторы цензурирования. Выделив эти два столбца или больше для большего количества линий, можно построить график, как на рисунке 2.

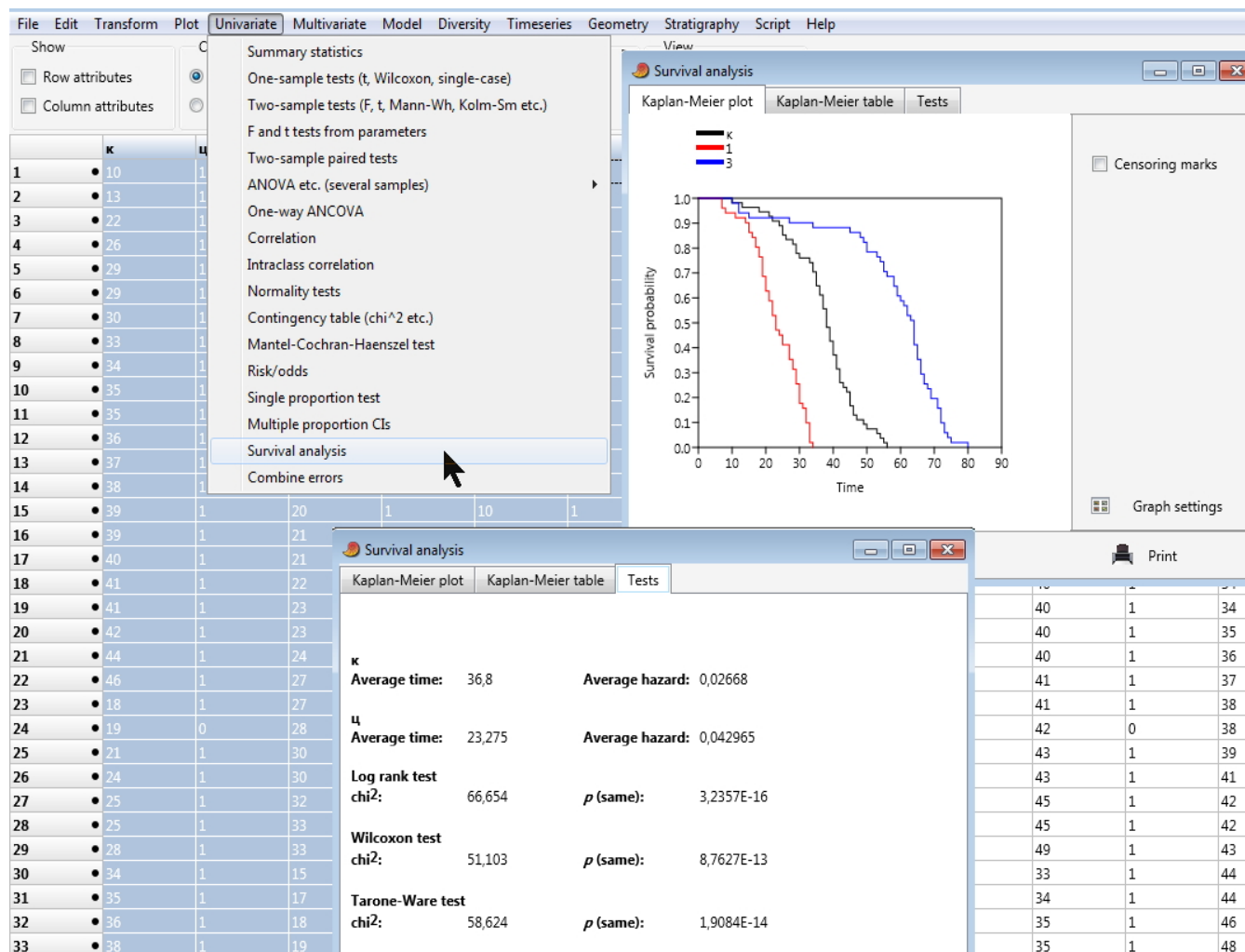


Рис. 2 – Построение кривых выживаемости в Past

Для определения статистической значимости различий между кривыми рекомендуют использовать лог-ранговый тест, так как другие два завышают значимость ранних смертей. Для более подробной информации по этому поводу можно обратиться к инструкции пользователя Past или к другой соответствующей литературе [9], [10].

Заключение

Опыт по определению продолжительности жизни *D. funebris* лёгок в понимании, но сложен в исполнении. Ключевыми факторами успешного эксперимента по измерению продолжительности жизни у *D. funebris* являются: 1) одномоментное получение достаточного количества одновозрастных мух; 2) оптимальные и постоянные температурные условия; 3) достаточное питание и влажность; 4) регулярная пересадка на свежую среду желательно без потерь; 5) продолжение опыта до гибели последней особи; 6) анализ полученных данных с применением подходящего статистического критерия. При соблюдении всех правил содержания *D. funebris* могут быть успешно использованы для опытов на продолжительность жизни и многих других.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Sturtevant A.H. The North American Species of *Drosophila* / A.H. Sturtevant // Nature. – 1921. – V. 107, №2702. – P. 743.
2. Perje A.M. Genetic and cytological studies of *Drosophila funebris*. Some sex-linked mutations and their standard order / A.-M. Perje // Acta zoological. – 1955. – V. 36, №1. – P. 51-66.
3. Stalker H.D. Four New Species of *Drosophila*, with Notes on the *Funebris* Group / H.D. Stalker, W.P. Spencer // Ann Entomol Soc Am. – 1939. – V. 32, №1. – P. 105-112.
4. Linford N.J. Measurement of Lifespan in *Drosophila melanogaster* / N.J. Linford, C. Bilgir, J. Ro [et al.] // J Vis Exp. – 2013. – №71. e50068, Doi: 10.3791/50068
5. Bauer J.H. Dominant-negative Dmp53 extends life span through the dTOR pathway in *D. melanogaster* / J.H. Bauer, C. Chang, G. Bae and others // Mech Ageing Dev. – 2010. – V. 131, №3. – P. 193-201.
6. Economos A.C. Developmental Temperature and Life Span in *Drosophila melanogaster* / A.C. Economos, F.A. Lints // Gerontology. – 1986. – V. 32, №1. – P. 18-27.
7. Lewis E.B. A new standard food medium / E.B. Lewis // Drosophila Information Service. – 1960. – №34. – P. 117-118.
8. Kaplan, E.L. Nonparametric Estimation from Incomplete Observations / E.L. Kaplan, P. Meier // Journal of the American Statistical Association. 1958. – №53. – P. 457-481.
9. Cox D.R. Analysis of Survival Data / D.R. Cox, D. Oakes. New York: Chapman & Hall. 1984. 212 pp.
10. Petrie A. Medical Statistics at a Glance / A. Petrie, C. Sabin. Wiley-Blackwell. 2009. 183 pp.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.85.7.016>

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ РАЗНООБРАЗИЯ АВИФАУНЫ КЕРЧЕНСКОГО ПОЛУОСТРОВА В XX И XXI ВЕКАХ

Научная статья

Кривогуз Д.О.^{1,*}, Семенова А.Ю.², Малько С.В.³

¹ORCID: 0000-0002-7368-3303;

^{1, 2, 3} ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», Керчь, Россия

* Корреспондирующий автор (krivoguzdenis[at]gmail.com)

Аннотация

В статье рассматривается анализ изменения разнообразия представителей авифауны на Керченском полуострове в XX и XXI веках на основе многолетних данных. Анализ включал в себя статистическое сравнение разнообразия представителей отрядов, построение и анализ таксономических деревьев, и изучение пространственных особенностей расселения за исследуемый период. Проведенные исследования показали частичное снижение видового разнообразия авифауны на Керченском полуострове. Полученные данные указывают на переход к видовому доминированию плотоядных птиц в экосистемах полуострова. Выявлено увеличение пространственной дифференциации местообитаний у представителей авифауны полуострова.

Ключевые слова: Авифауна, Керченский полуострова, видовое разнообразие, таксономическое дерево, пространственный анализ.

ANALYSIS OF CHANGES IN THE DIVERSITY OF AVIFAUNA OF THE KERCH PENINSULA IN THE XX AND XXI CENTURIES

Research article

Krivoguz D.O.^{1,*}, Semenova A.Yu.², Malko S.V.³

¹ORCID: 0000-0002-7368-3303;

^{1, 2, 3} FSBEI HE "Kerch State Marine Technological University," Kerch, Russia

* Corresponding author (krivoguzdenis[at]gmail.com)

Abstract

The article discusses the analysis of changes in the diversity of representatives of avifauna on the Kerch Peninsula in the XX and XXI centuries based on long-term data. The analysis included statistical comparison of the diversity of the representatives, the construction and analysis of taxonomic trees, and the study of the spatial characteristics of the settlement during the period under study. Studies have shown a partial decrease in species diversity of avifauna on the Kerch Peninsula. The data obtained indicate a transition to the species dominance of carnivorous birds in the ecosystems of the peninsula. An increase in spatial differentiation of habitats among the representatives of the peninsula's avifauna is revealed.

Keywords: Avifauna, Kerch Peninsula, species diversity, taxonomic tree, spatial analysis.

Введение

Керченский полуостров на данный момент является важным звеном в транспортно-логистической цепи Российской Федерации, обладает благоприятным природно-климатическим и туристско-рекреационным потенциалами, что подразумевает под собой социо-эколого-экономическое развитие данного региона. Сам полуостров имеет сложное геологическое строение, что наряду с совокупностью таких специфических для него факторов, как сейсмичность, климат, гидрология, антропогенное воздействие и ландшафтный покров, обуславливает формирование на нем специфических условий для обитания различных представителей авифауны [4].

Целью исследования является анализ изменения разнообразия авифауны Керченского полуострова в XX и XXI веках.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Проанализировать разнообразие отрядов авифауны Керченского полуострова в XX и XXI веках.

2. Рассмотреть видовое разнообразие с использованием таксономических деревьев представителей авифауны Керченского полуострова за исследуемый период.

3. Провести пространственный анализ местообитаний авифауны в XX и XXI веках.

Материалы и методы

Для анализа изменения авифауны на Керченском полуострове был использован набор данных, предоставленный GBIF [9], в формировании которого участвовали Э. Никоненко, С. Голова, И. Карякин, В. Баранов, И. Горелов, В. Лузанов. Также участвовал коллектив Зоологического музея МГУ им. Ломоносова, предоставивший архивные данные. Общий объем наблюдений составил 243 шт. Период наблюдений находился в промежутке 1900-2016 гг.

Для проведения пространственного анализа плотности местообитаний авифауны, территория Керченского полуострова была разбита на квадраты в проекции WGS 84, шириной в 5 км, которые образовали сетку [6], [8]. В пределах каждой ячейки данной сетки были высчитаны общие значения регистрации местообитаний представителей авифауны полуострова, что позволило рассчитать приблизительную плотность, которая отображена на построенных картах (рис. 4) в проекции WGS 84 / UTM zone 37N.

Результаты и обсуждение

Данные авифауны Керченского полуострова начала 20 века представлены 18 отрядами, 43 семействами, 73 родами или 101 видом, в то время как данные на начало 21 века – 15 отрядами, 33 семействами, 52 родами и 70 видами (рис. 1).

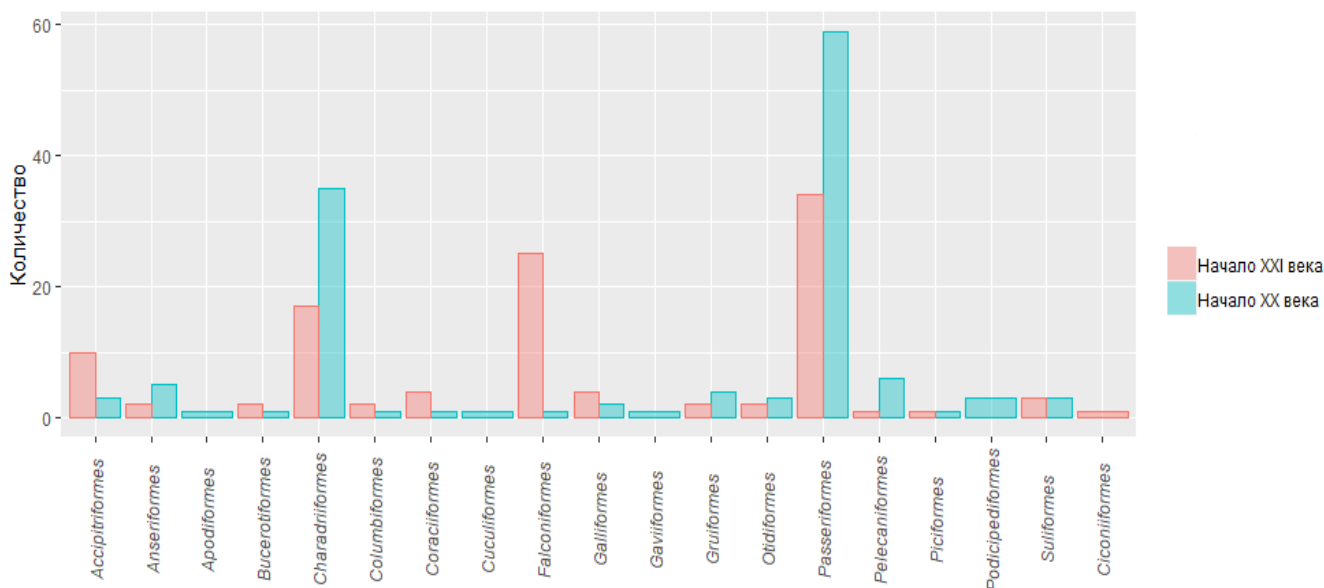


Рис. 1 – Сравнение разнообразия различных отрядов авифауны Керченского полуострова в XX и XXI веках (в шт.)

Разнообразие таксономических групп имеет отличия среди различных отрядов. Так, увеличение количества представителей отрядов произошло у ястребообразных (*Accipitriformes*), удообразных (*Bucerotiformes*), голубеобразных (*Columbiformes*), ракшеобразных (*Coraciiformes*), соколообразных (*Falconiformes*) и курообразных (*Galliformes*). Наибольший прирост различных представителей наблюдается у отряда соколообразных, количество видов которого увеличилось с нескольких видов до двадцати шести. Также наблюдается значительный прирост у отряда ястребообразных, количество представителей видов которого увеличилось более чем в 3 раза. В целом, следует отметить закономерность, что наиболее значителен рост видового разнообразия наблюдается у хищных птиц. Это может быть связано как с благоприятной трансформацией ландшафта полуострова, позволяющего им занять соответствующую экологическую нишу, так и с благоприятным количеством пищевых ресурсов, обуславливающих их присутствие [3].

Уменьшение видового разнообразия, по сравнению с началом 20 века, наблюдается у таких отрядов, как гусеобразные (*Anseriformes*), ржанкообразные (*Charadriiformes*), журавлеобразные (*Gruiformes*), дрофиные (*Otidiformes*), воробьинообразные (*Passeriformes*) и пеликанообразные (*Pelecaniformes*).

Представителей авифауны полуострова такого отряда как гагарообразные (*Gaviiformes*) встречены не были, а численность представителей отрядов стрижеобразные (*Apodiformes*), кукушкообразные (*Cuculiformes*), и поганкообразные (*Podicipediformes*) в XXI веке значительно снизилась.

Важно отметить появление в XXI веке представителя отряда аистообразных (*Ciconiiformes*) – белого аиста (*Ciconia ciconia*, Linnaeus, 1758). Одна из встреч была отмечена в мае 2011 года на территории природного заповедника «Казантипский». А так как миграция белого аиста с мест зимовки происходит в конце марта-апреле, то можно предполагать о его гнездовании на полуострове, учитывая факт присутствия вблизи мыса Казантип благоприятных для него условий как для питания, так и гнездования.

Построенная дендрограмма таксономических древ представителей авифауны Керченского полуострова позволяет более детально рассмотреть таксономическую структуру, в частности доминирующие группы среди различных таксонов и их изменение в связи с развитием полуострова (рис. 2). Так, из дендрограммы следует, что наибольшим видовым разнообразием в XX веке отличаются отряды воробьинообразных (*Passeriformes*), ржанкообразных (*Charadriiformes*) и гусеобразных (*Anseriformes*). Эти три отряда включают птиц как мелкого и среднего, так и крупного размера. Их широкое распространение может быть обусловлено благоприятной кормовой базой и близостью (наличием) к значительным территориям водно-болотных угодий [10].

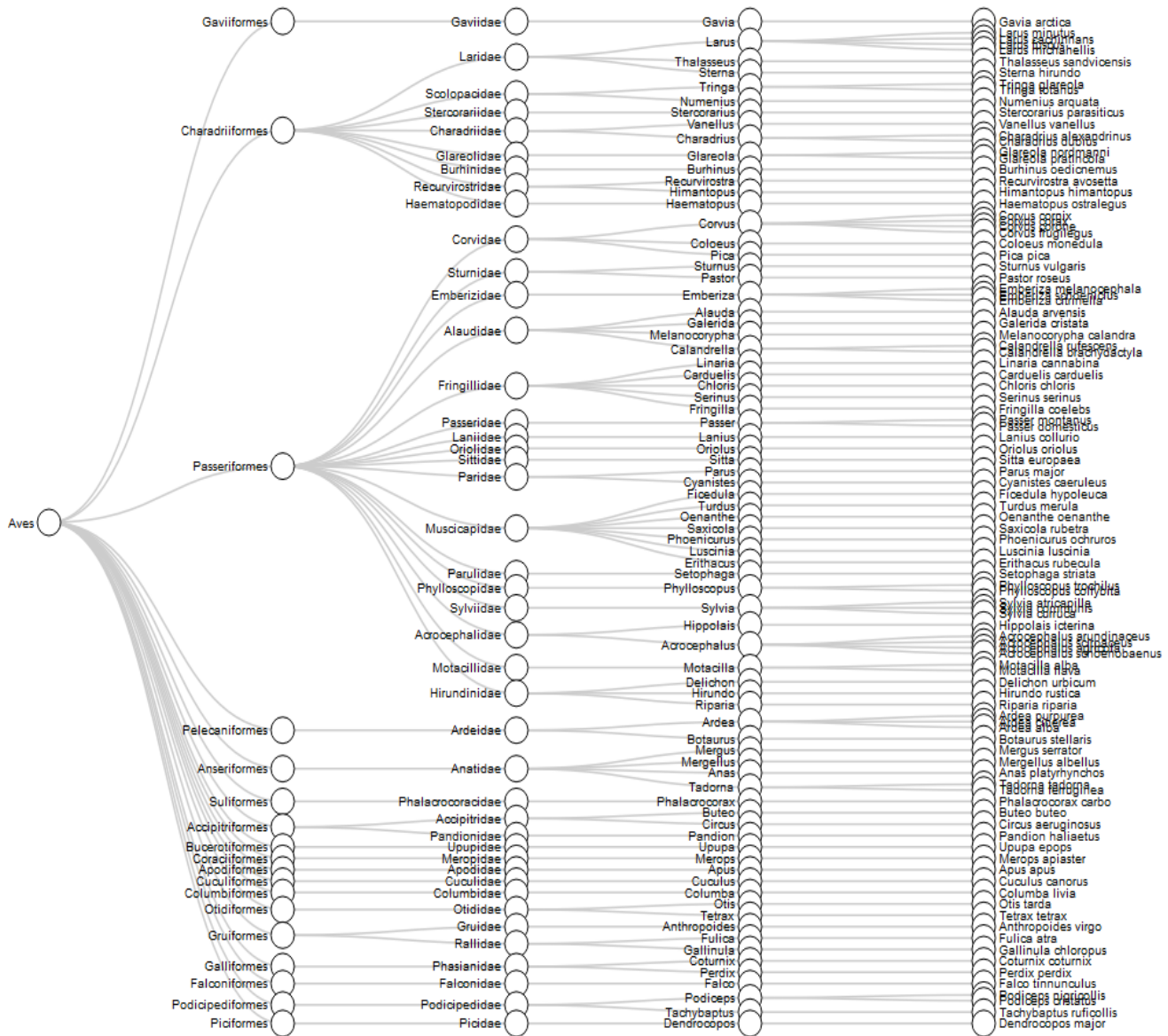


Рис. 2 – Таксономическое дерево представителей авифауны Керченского полуострова в XX веке

Среди этих отрядов наибольшим видовым разнообразием отличаются семейства чайковых (*Laridae*), врановых (*Corvidae*), вьюрковых (*Fringillidae*), мухоловок (*Muscicapidae*) и утиных (*Anatidae*).



Рис. 3 – Таксономическое дерево представителей авифауны Керченского полуострова в XXI веке

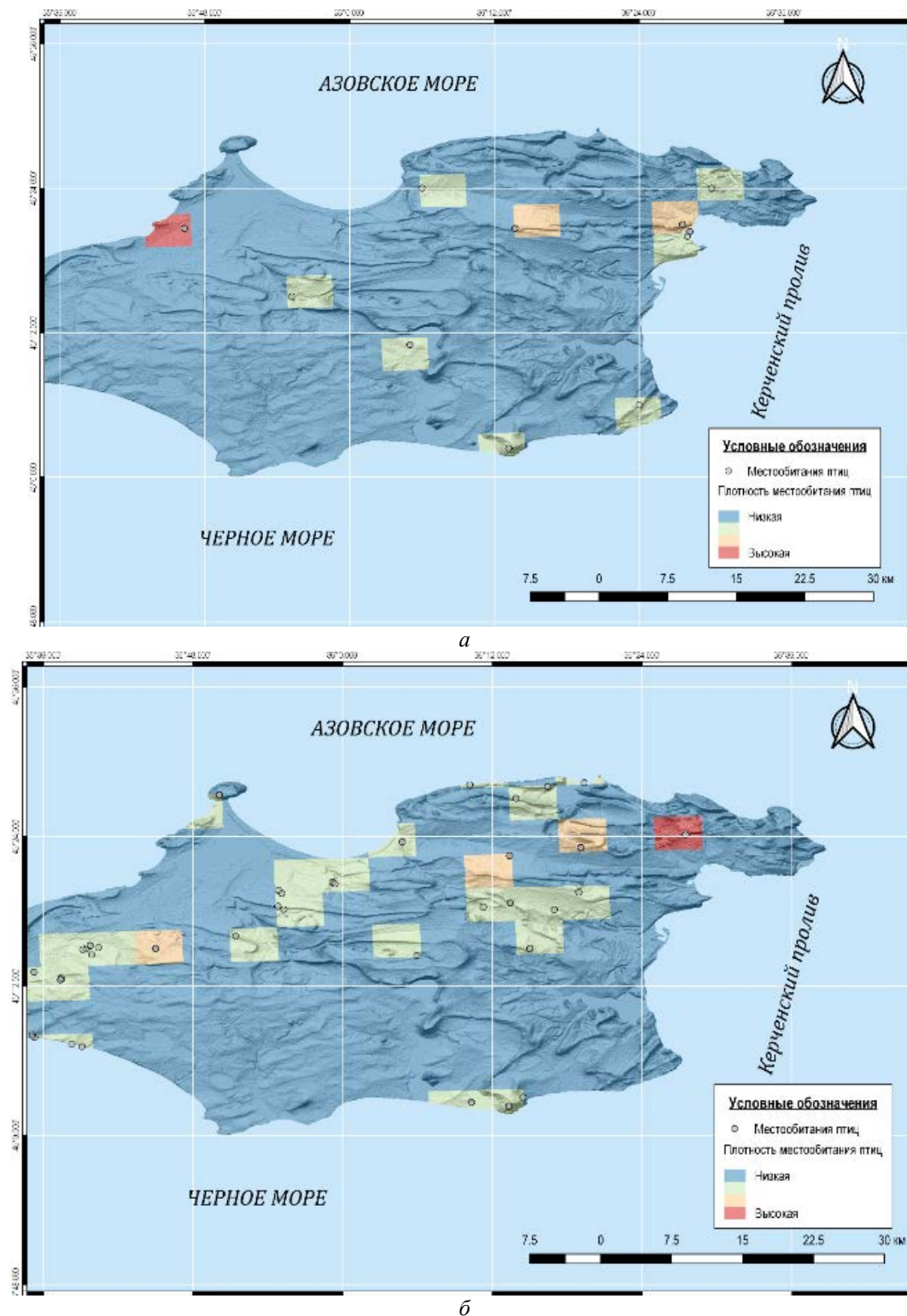


Рис. 4 – Пространственное распределение картируемых местообитаний представителей авифауны Керченского полуострова в XX (а) и XXI (б) веках

Пространственное распространение авифауны на Керченском полуострове неоднородно. Как видно на рисунке 4а наибольшее скопление различных видов в начале XX века было расположено вблизи села Мысовое, на северо-западе полуострова. Также стоит отметить присутствие местообитаний в районе населенных пунктов – пгт. Ленино, пгт. Багерово и севернее города Керчь. Также отдельные виды были отмечены в степных районах – мысе Такыль и горе Опук.

В XXI веке в отличие от XX века пространственное распространение различных видов авифауны более значительно. Наибольшая плотность биотопов была зафиксирована между городом Керчь и пгт. Курортное. По сравнению с XX веком происходило заселение запада полуострова, а также его северной части. По сравнению с XX веком произошло заселение запада полуострова, а также его север.

Выводы

Таким образом, видовое разнообразие за последние 100 лет претерпело значительное изменение. В первую очередь, сократилось количество обнаруженных таксономических групп представителей авифауны Керченского полуострова. Для начала XX века характерны мелко и средне-размерные представители авифауны полуострова, с

растительной или всеядной формой питания. В начале XXI века ситуация кардинально поменялась и преобладающими отрядами на Керченском полуострове стали плотоядные птицы преимущественно среднего размера.

В пространственном отношении также заметны кардинальные перемены. Если на начало XX века концентрация местообитаний и мест гнездования была лишь в отдельных территориальных участках полуострова, то по прошествии 100 лет произошло их значительное расселение на большие территории на значительной их части. В тоже время можно отметить неизменность предрасположенности их местообитаний к населенным пунктам и, в случае с рбоядными видами, водной среде.

Причинами столь сильных изменений может служить как значительные антропогенные трансформации территории полуострова, выраженные в значительном вовлечении территорий в сельскохозяйственный оборот и отсутствие конкурентных видов для плотоядных птиц.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Логунова Н.А. Концепция устойчивого развития социо-эколого-экономической системы Республики Крым / Логунова Н.А., Семенова А.Ю. // Экономика и предпринимательство. 2016. № 12–2 (77). С. 290–295.
2. Семенова А.Ю. Здоровье населения в системе социальных, экологических и экономических процессов развития общества // Экономика и предпринимательство. 2016. № 10–3 (75–3). С. 1161–1166.
3. Adedeji O.H. Spatial Pattern of Land Cover Change Using Remotely Sensed Imagery and GIS: A Case Study of Omo-Shasha-Oluwa Forest Reserve, SW Nigeria (1986-2002) / Adedeji O.H. // Journal of Geographic Information System Journal of Geo-graphic Information System. 1986. № 6 (6). С. 375–385.
4. Friggens M.M. Implications of Climate Change for Bird Conservation in the Southwestern U.S. under Three Alternative Futures / Friggens M.M., Finch D.M. // Plos One. 2015. № 12 (10). С. e0144089.
5. Krivoguz D. Methods of Evaluation for Region's Landslide Susceptibility. Short Overview / Krivoguz D. // Safety in Technosphere. 2017. № 3 (6). С. 57–60.
6. Krivoguz D. Spatial analysis of topography of Kerch peninsula using GIS and its impact on landslides / Krivoguz D., Bepalova L. // International Journal of Professional Science. 2017. № 6. С. 19–32.
7. Krivoguz D.O. Neural network modeling of changes in the land cover of the Kerch peninsula in the context of landslides occurrence / Krivoguz D.O., Burtinik D.N. // Nauchno-tekhnicheskii vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta. 2018. № 1 (4). С. 113–121.
8. Mishurova U. Risk analysis of the influence of the population of Mugil Cephalus population of Phalacrocorax Carbo with the Monte-Carlo method / Mishurova U., Krivoguz D. // International Journal of Professional Science. 2017. (4). С. 44–51.
9. Varela S. rAvis: An R-package for downloading information stored in proyecto AVIS, a citizen science bird project / Varela S. // PLoS ONE. 2014. № 3 (9). С. 1–5.
10. Xie H. Identifying Regional Key Eco-Space to Maintain Ecological Security Using GIS / Xie H. // Int. J. Environ. Res. Public Health International Journal of Environmental Research and Public Health Int. J. Environ. Res. Public Health. 2014. (11). С. 2550–2568.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Logunova N.A. Kontseptsiya ustoichivogo razvitiya sotsio-ekologo-ekonomicheskoi sistemy Respubliki Krym [Concept of Sustainable Development of the Socio-ecological and Economic System of the Republic of Crimea] / Logunova N.A., Semenova A.Yu. // Ekonomika i predprinimatelstvo [Economy and Entrepreneurship]. 2016. No. 12-2 (77). P. 290–295. [In Russian]
2. Semenova A.Yu. Zdorovye naseleniya v sisteme sotsialnykh, ekologicheskikh i ekonomicheskikh protsessov razvitiya obshchestva [Public Health in the System of Social, Environmental and Economic Development of Society] / Semenova A.Yu. // Ekonomika i predprinimatelstvo [Economy and Entrepreneurship]. 2016. No. 10–3 (75–3). P. 1161–1166. [In Russian]
3. Adedeji O.H. Spatial Pattern of Land Cover Change Using Remotely Sensed Imagery and GIS: A Case Study of Omo-Shasha-Oluwa Forest Reserve, SW Nigeria (1986-2002) / Adedeji O.H. // Journal of Geographic Information System Journal of Geo-graphic Information System. 1986. № 6 (6). С. 375–385.
4. Friggens M.M. Implications of Climate Change for Bird Conservation in the Southwestern U.S. under Three Alternative Futures / Friggens M.M., Finch D.M. // Plos One. 2015. № 12 (10). С. e0144089.
5. Krivoguz D. Methods of Evaluation for Region's Landslide Susceptibility. Short Overview / Krivoguz D. // Safety in Technosphere. 2017. № 3 (6). С. 57–60.
6. Krivoguz D. Spatial analysis of topography of Kerch peninsula using GIS and its impact on landslides / Krivoguz D., Bepalova L. // International Journal of Professional Science. 2017. № 6. С. 19–32.
7. Krivoguz D.O. Neural network modeling of changes in the land cover of the Kerch peninsula in the context of landslides occurrence / Krivoguz D.O., Burtinik D.N. // Nauchno-tekhnicheskii vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta. 2018. № 1 (4). С. 113–121.
8. Mishurova U. Risk analysis of the influence of the population of Mugil Cephalus population of Phalacrocorax Carbo with the Monte-Carlo method / Mishurova U., Krivoguz D. // International Journal of Professional Science. 2017. (4). С. 44–51.
9. Varela S. rAvis: An R-package for downloading information stored in proyecto AVIS, a citizen science bird project / Varela S. // PLoS ONE. 2014. № 3 (9). С. 1–5.
10. Xie H. Identifying Regional Key Eco-Space to Maintain Ecological Security Using GIS / Xie H. // Int. J. Environ. Res. Public Health Interna.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.85.7.017>**РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СВЕТЛОХВОЙНОГО ПОЯСА ХЭНТЭЙ – ЧИКОЙСКОГО НАГОРЬЯ
ФГБУ НП «ЧИКОЙ»**

Научная статья

Малых О.Ф.¹, Пак Л.Н.²*¹ ORCID: 0000-0002-0752-9391;² ORCID: 0000-0002-3635-8675;^{1,2} ФГБУН «Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН», Чита, Россия

* Корреспондирующий автор (pak_lar[at]bk.ru)

Аннотация

Полевые исследования горно-таежных лесов на территории ФГБУ НП «Чикой». Растительность Хэнтэй-Чикойского нагорья разделяется на горно-таежные пояса (оробиомы): гольцовый, темнохвойный, светлохвойный. Высотная дифференциация горно-таежных лесов Хэнтэй-Чикойского нагорья формировалась на восточном пределе урало-южносибирских групп типов поясности, поэтому в Забайкальском типе поясности широко представлена лиственничная тайга. Светлохвойный пояс северной части Хэнтэй-Чикойского нагорья характеризуется спектром растительных сообществ: от среднегорных редколесий до подтаежных парковых лесов с травянистым покровом. В результате маршрутных исследований из 76 пробных площадей (ПП) было описано 20 лиственничных сообществ и выделено 6 групп типов леса горно-таежных лиственничников.

Лиственничники и сосняки, формирующие светлохвойный горнотаежный пояс характеризуются наибольшим разнообразием сосудистых растений, что подтверждает их соответствие современным климатическим условиям.

Лесотипологические признаки лиственничной тайги, как особого класса высотно-природного комплекса, позволяют определить ее место в спектре поясности Хэнтэй-Чикойской горной области. Полученный материал дает представление о региональных особенностях высотной поясной структуры горной тайги национального парка «Чикой» в системе гор Южной Сибири.

Ключевые слова: байкало-джугдзурские ландшафты, высотный пояс (оробиом), лиственничники, типы леса, горы Южной Сибири.

**REGIONAL FEATURES OF LIGHT CONIFEROUS FOREST BELT OF KHENTII-CHIKOY HIGHLAND FSBI
SC "CHIKOY"**

Research article

Malykh O.F.¹, Pak L.N.²*¹ ORCID: 0000-0002-0752-9391;² ORCID: 0000-0002-3635-8675;^{1,2} FSBI "Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, SB of RAS," Chita, Russia

* Corresponding author (pak_lar[at]bk.ru)

Abstract

The authors conducted the field study of the mountain taiga forests in the territory of the FSBI SC "Chikoy." The flora of the Khentii-Chikoy Highlands is divided into mountain-taiga belts (orobioma): bald peak, dark-coniferous, and light coniferous. The high-altitude differentiation of the mountain-taiga forests of the Khentii-Chikoy Highland was formed at the eastern border of the Ural-South Siberian belt-type groups. Therefore, larch taiga is widely represented in the Transbaikalian type of zonality. The light coniferous belt of the northern part of the Khentii-Chikoy Highlands is characterized by a spectrum of plant communities: from middle mountain light forests to subtaiga park forests with grassy cover. As a result of route studies, 20 larch communities were described from 76 sample plots (PF), and six groups of forest types of mountain larch forests were identified.

The larch forests and pine forests forming the light coniferous mountain-taiga belt are characterized by the greatest diversity of vascular plants, which confirms their compliance with modern climatic conditions.

Forest-typological signs of larch taiga, as a special class of high-natural complex, make it possible to determine its place in the zoning spectrum of the Khentii-Chikoy mountain region. The material obtained gives an idea of the regional features of the high-altitudinal structure of the mountain taiga of the Chikoy National Park in the mountain system of Southern Siberia.

Keywords: Baikal-Dzhugdzhur landscapes, high-altitude belt (orobioma), larch forests, forest types, mountains of Southern Siberia.

Введение

В системе гор Южной Сибири в пределах природного округа Хэнтэй-Чикойское нагорья, входящего в Байкальскую природную территорию в 2014 г на юго-западе Забайкальского края был создан национальный природный парк «Чикой» общей площадью 666 467, 7 га (Рисунок.1).

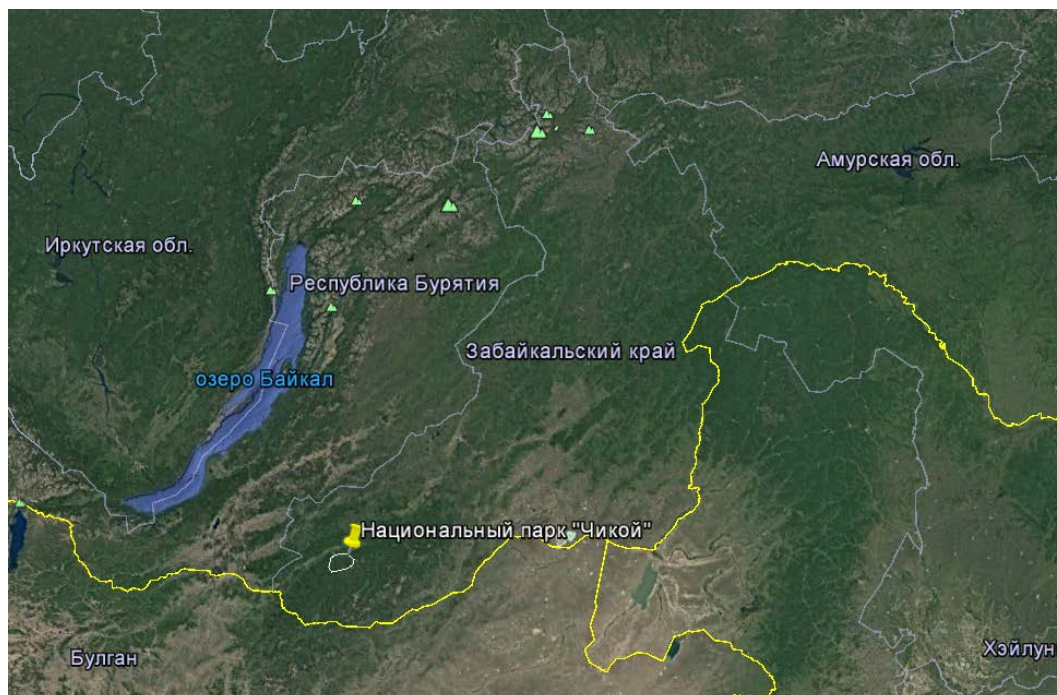


Рис. 1 – Географическое положение национального парка «Чикой»

Интегральное выражение широтных и высотно-поясных закономерностей распределения растительности связано с особенностями горных поднятий в системе биогеографических областей [11], [9].

Растительный покров бассейна оз. Байкал сформировался на стыке нескольких биогеографических областей Северной и Центральной Азии и характеризуется разнообразием и контрастностью сочетаний сообществ разных типов [1]. Это место наложения ареалов представителей различных зон соседствующих с ней регионов, что создает многоплановую картину с точки зрения высотно-поясной структуры горно-таежных лесов. Высотный пояс (оробиом) - является составной частью высотно-поясного спектра и в структуре биомной организации гор может рассматриваться в качестве составного элемента подразделений регионального уровня и их анализа в целях выявления региональных особенностей биоты.

Природной основой высотно-поясного спектра растительности рассматриваемой территории является Ацинский хребет, расположенный в северной части Хэнтэй-Чикойского нагорья, имеющий субширотное простирание. Общая протяженность более 90 км при средней ширине 25-30 км. Преобладающие высоты до 1600 м, максимальная 1870 м (г. Белая Грива). В рельефе преобладают средневысотные горы с врезанными в них долинами рек и их притоками. Местами встречаются черты альпинотипного рельефа и участки эрозионно-денудационных низких гор [4], [6].

Высота над уровнем моря и разнообразие типов рельефа обуславливает разнообразие лесорастительных и микроклиматических условий. В целом климат резко-континентальный с большими годовыми и суточными амплитудами температур обладает характерными особенностями – суровой, но малоснежной зимой, сухой, холодной весной и теплым летом с обильными осадками, приходящимися на вторую половину вегетационного сезона, интенсивностью освещения и большой суммой солнечной радиации. Почвы горные мерзлотно-таежные с длительным пребыванием в мерзлотном состоянии. Для нижних горизонтов почв на протяжении всего вегетационного периода, характерно глубокое промерзание, медленное оттаивание и относительно высокая влажность. Верхние и средние части горных хребтов отличаются более высокой зимней и низкой летней температурой воздуха, меньшими суточными и годовыми амплитудами температур. Характеризуются большей влажностью воздуха и скоростью ветра, повышенной метелевой деятельностью, меньшей термической контрастностью сезонов и испарением с поверхности снежного покрова и большей мощностью и плотностью снежного покрова, погодами меньшей степени морозности [2].

Основные факторы, обуславливающие зонально-секторно-высотные ареалы основных типов горных геосистем Хэнтэй-Чикойского нагорья и характерной для них растительности – степень континентальности и распространение разных типов мерзлоты.

Методы и принципы исследований

Геоботаническое описание растительного покрова района исследований проведено в июле и августе 2015 года методом пробных площадей. Пробные площади закладывались размером 400-625 м². В геоботанические описания включались также сведения о местообитании (характер рельефа, экспозиция и крутизна склонов, условия увлажнения, высота над уровнем моря, координаты пробных площадей по спутниковому навигатору, сведения о жизненном состоянии растительного покрова). Для характеристики лесных сообществ использованы также таксационные материалы Красночикойского лесничества 1998 г. Оценку обилия видов растений провели по шкале проективного покрытия Браун-Бланке. Идентификацию растений провели по [12].

Основные результаты

Типологическое разнообразие оробиемов регионального уровня раскрывается на основе анализа состава и структуры растительности в пределах фоновых групп формаций, которые носят региональный характер.

Согласно ландшафтной карте [5] основной фон растительности и наибольшие площади в районе исследования занимают среднегорные светлохвойные лиственнично-таёжные группы ландшафтов Байкало-Джугджурского типа оптимального развития (Рисунок. 2).

Лесотипологические исследования в этой группе ландшафтов начали проводиться в 60-х годах XX века в наиболее освоенных районах, примыкающих к Транссибирской магистрали. По результатам исследований были выделены и подробно описаны двенадцать групп лиственничных типов леса [10].

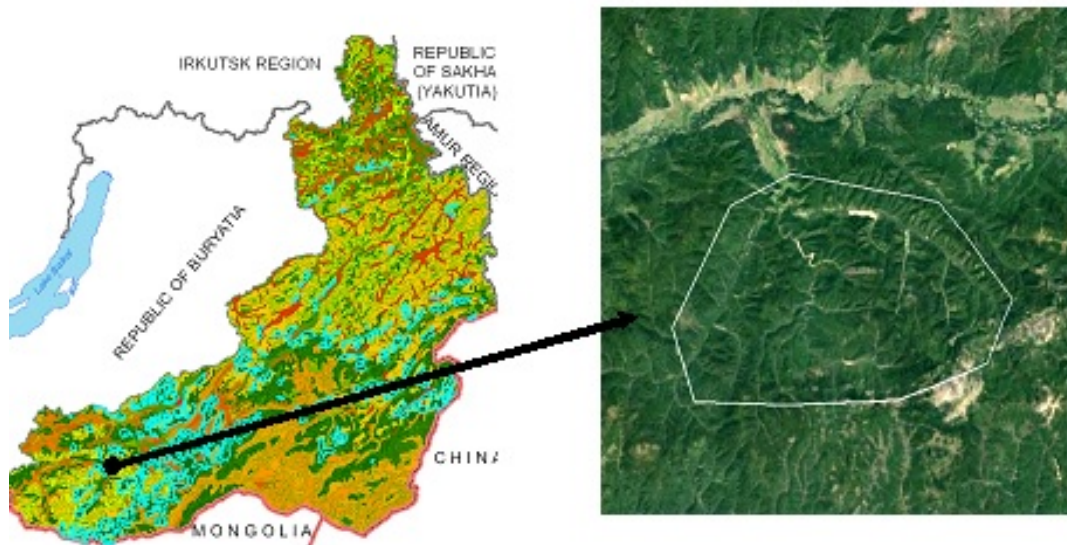


Рис. 2 – Лиственнично-таёжные группы ландшафтов Байкало-Джугджурского типа оптимального развития в Забайкальском крае и в районе исследования

Лесам юго-западной части края, как менее доступным и наиболее разнообразным придавалось природоохранное значение. Изучение этих лесов, как в прошлом, так и в настоящем, прежде всего, связано с созданием ООПТ.

Национальный природный парк создан с целью сохранения своеобразного природного комплекса, где в тесном взаимодействии представлены Байкало-Джугджурские и Южно-Сибирские горно-таежные ландшафты темнохвойной, светлохвойно-темнохвойной и светлохвойной тайги с элементами горных степей и альпийских лугов в верховьях реки Чикой.

Отличительной региональной особенностью темнохвойной тайги на юго-западе края является то, что все кедровые и елово-пихтовые массивы занимают высотные пояса с абсолютными высотами более 1200- 1400 м. Их появление связано с высотной дифференциацией климата Хэнтэй-Чикойского нагорья. Среднегорные и низкогорные пояса, как на юго-западе, так и в целом на всей территории края представлены светлохвойной тайгой с доминированием лиственницы. Высотная дифференциация горно-таежных лесов Хэнтэй-Чикойского нагорья формировалась на восточном пределе урало-южносибирских групп типов поясности и переходу к высотно-поясным спектрам ангаридского типа гор Байкало-Джугджурской природной области. Ангаридский тип отличает редуцированность собственно таёжных черт. В частности, в силу жестких гидротермических условий бореальный темнохвойный лес заменяют лиственничные леса и редколесья, а свойственные темнохвойной тайге почвы подзолистого ряда – мерзлотно-таёжными.

Во вновь созданном ФГБУ НП «Чикой» местность малодоступная и растительность парка ещё до конца не изучена, в настоящее время ведётся её инвентаризация. В задачи нашего исследования входило маршрутное описание растительных сообществ, в пределах высотных поясов хребта Ацинского в бассейне р. Аца. В результате маршрутных исследований из 76 пробных площадей (ПП) было описано 20 лиственничных сообществ.

По результатам исследований приводится описание 6 групп типов леса светлохвойного оробиома Ацинского хребта в северной части Хэнтэй-Чикойского нагорья.

Larix gmelinii* - *Ledum palustre

Лиственничники багульниковые исследованы на склонах различной экспозиции крутизной до 10–15°, на высотах в пределах 920–1000 м над ур. м. Первый древесный ярус образован *Larix gmelinii* Rupr.. Средняя высота лиственницы варьирует в пределах 15–35 м, диаметр 15–36 см. Сомкнутость крон находится в пределах от 10 и преимущественно до 60–70%. На ряде пробных площадей в составе первого древесного яруса находятся *Pinus sibirica* Du Tour or (Loudon) Mayr и *Abies sibirica* Ledeb. Во втором ярусе обычна *Betula pendula* Roth, средняя высота яруса 15–20 м. Кроме березы в составе древостоя встречаются редко *Picea obovata* Ledeb., *Pinus sylvestris* L. и *Populus tremula* L..

Степень развития кустарникового яруса на пробных площадях разная. Проективное покрытие варьирует в широких пределах, от 5 до 70%. Средняя высота – от 0,8 до 2,5 м. Характерными видами яруса являются *Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn и *Rosa acicularis* Lind., встречаются на 60–90% пробных площадей соответственно. *Pentaphylloides fruticosa* L. O. Schwarz, *Rhododendron dauricum* L., *Ribes procumbens* Pallas и *Spiraea media* Franz Schmidt встречаются реже.

Травяно-кустарничковый ярус хорошо развит. Проективное покрытие составляет в среднем 80–90%, средняя высота – 60–70 см. Доминантными видом является *Ledum palustre* L. s.str. и *Rhodococcum vitis-idaea* L. s.str.. В травостое обычно присутствуют: *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Vicia baicalensis* (Turcz., B.Fedtsch), *Vicia unijuga* A. Br., *Pyrola asarifolia* Michaux, *Linnaea borealis* L., *Maianthemum bifolium* (L.) F.W.Schmidt и *Trientalis europaea* L.. Другие растения встречаются реже. Моховой покров на большинстве пробных площадей багульниковых лиственничников хорошо развит, проективное покрытие до 80%.

В составе подроста обычно находятся *Pinus sylvestris* L., *Larix gmelinii* Rupr., *Betula pendula* и *Abies sibirica*; редко *Pinus sibirica* и *Picea obovata*. Число подроста *Pinus sibirica* обычно не более 1,0 тыс. шт./га, а на отдельных пробных площадях достигает 2,5 тыс. шт./га. Количество подроста *Larix gmelinii* Rupr. варьирует в пределах 0,1–0,6 тыс. шт./га, *Betula pendula* – 0,1–0,3; *Abies sibirica* – 0,2–1,3; *Pinus sylvestris* L. – 0,2; *Picea obovata* – 0,1 тыс. шт./га. Средняя высота подроста 2–3 м. Общее количество обнаруженных видов сосудистых растений – 62.

Larix gmelinii* – *Rhododendron dauricum

Рододендроновые лиственничники исследованы на склонах юго-западной и северо-западной экспозиции с крутизной склонов от 10 до 50°. Высота над уровнем моря 990–1050 м. В первом ярусе доминирует *Larix gmelinii* Rupr. высотой около 27 м. встречается *Pinus sylvestris* L., *Populus tremula* L.. Во втором древесном ярусе, высотой около 20 м, находятся *Betula pendula* Roth и реже *Pinus sibirica*. Средний диаметр *Larix gmelinii* Rupr. 36–44 см, *Betula pendula* Roth и *Populus tremula* L. 22–24 см, *Pinus sibirica* – 18 см.

Проективное покрытие подростка 30–40%, средняя высота 2,0 м. Кустарниковый ярус образует преимущественно *Rhododendron dauricum* L.. Встречается *Salix abscondita* Laksch., *Spiraea media* Franz Schmidt и *Rosa acicularis* Lind.

Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса от 30 до 80%, средняя высота 50–60 см. В травостое более обильно и чаще представлены *Ledum palustre* L. s.str., *Rhodococcum vitis-idaea* L. s.str., *Vicia unijuga* A. Br., *Pyrola asarifolia* Michaux, *Rubus humulifolius* C.A. Mey., *Maianthemum bifolium* (L.). Проективное покрытие мохово-лишайникового покрова от 10 до 80%.

В подросте встречаются обычно *Larix gmelinii* Rupr., *Pinus sibirica*, *Betula pendula* Roth, реже *Populus tremula*, *Abies sibirica* и *Picea obovata*. Количество подроста варьирует в пределах 0,1–0,4 тыс. шт./га. Средняя высота подроста 2–4 м. Общее количество обнаруженных видов сосудистых растений – 48.

Larix gmelinii* – *Betula fruticosa

Лиственничники ерниковые встречаются преимущественно на ровных хорошо увлажненных участках и в поймах рек. В древесном ярусе доминирует *Larix gmelinii* Rupr. сомкнутость крон различная, от 10 до 50%. Средняя высота от 12 до 28 м. Во втором древесном ярусе, высотой около 12 м, встречаются *Betula pendula* Roth и *Abies sibirica* Ledeb.. Средний диаметр *Larix gmelinii* Rupr. от 12 до 28 см, *Picea obovata* – 22 см, *Betula pendula* – 18 см.

Кустарниковый ярус, в котором преобладает *Betula fruticosa* Pallas и присутствуют *Salix kochiana* Trautv., *Salix pyrolifolia* Ledeb., *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz, *Spiraea alpina* Pall., *Spiraea salicifolia* L. хорошо развит. Проективное покрытие 70–80%, средняя высота от 0,9 до 1,5 м.

В травяно-кустарничковом ярусе проективное покрытие варьирует в пределах 30–70%, средняя высота – 60–90 см. В более влажных местах преобладают *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop и *Carex falcata* C.A.Meyer. В более сухих к ним присоединяются *Vicia baicalensis* (Turcz.) B.Fedtsch, *Vicia pseudorobus* Fisch. et Mey, *Vicia unijuga* A. Br. и другие растения. Мохово-лишайниковый покров развит по-разному по этой же причине, проективное покрытие его находится в пределах от 10 до 70%.

В подросте встречаются *Larix gmelinii* Rupr. и *Betula pendula* в количестве 0,1–0,3 тыс. шт./га, реже *Pinus sibirica*. Средняя высота подроста от 0,7 до 3 м. Общее количество обнаруженных видов сосудистых растений – 61.

Larix gmelinii* – *Laricetum vacciniosum

Лиственничники брусничные описаны на пологих восточных склонах, на высоте 985–1000 м. над ур. моря. В первом древесном ярусе доминирует *Larix gmelinii* Rupr., ей сопутствует *Pinus sylvestris* L.. Второй ярус образует *Betula pendula* Roth. Средняя высота древостоя 1 яруса – 28 м диаметр – 32 см, 2-го – 18 м и 20 соответственно. Сомкнутость крон 60%.

Проективное покрытие подростка 50%, средняя высота 0,6 м. В подросте встречаются *Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn, *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt, *Juniperus sibirica* Burghd., *Ribes spicatum* Robson и другие растения.

В травяно-кустарничковом ярусе доминирует *Rhodococcum vitis-idaea* L. s.str.. Кроме брусники травяной покров включает: *Valeriana alternifolia* Ledeb., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop, *Calamagrostis purpurea* (Trin.) Trin., *Vicia baicalensis* (Turcz.) , *Vicia cracca* L., *Pyrola asarifolia* Michaux и другие растения. Проективное покрытие яруса 60%, средняя высота 60 см. Проективное покрытие мхов 30%, лишайников около 10%.

В подросте находится преимущественно сосна сибирская в числе 0,8 тыс. шт./га. В меньшем количестве находятся лиственница, береза и ель – 0,2–0,3 тыс. шт./га. Средняя высота подроста 1,0–3,0 м. Общее количество обнаруженных видов сосудистых растений – 38.

Larix gmelinii* – *Carex falcata* + *Fragaria orientalis

Осоково-травяные лиственничники исследованы на пологих юго-восточных склонах, на высоте 950–1015 м над ур. моря. Сомкнутость крон древостоя 70–80%, средняя высота от 19 до 32 м. Первый древесный ярус составляет *Larix gmelinii* Rupr.. На ряде площадей в сложении яруса участвуют *Pinus sylvestris* L.. Второй ярус образует *Betula pendula* Roth, на ряде участков ей сопутствуют *Pinus sibirica*, *Picea obovata* Ledeb., и *Abies sibirica* Ledeb.

В кустарниковом ярусе часто встречается *Rosa acicularis* Lind., *Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn и *Spiraea media* Franz Schmidt, реже встречаются другие кустарники. Проективное покрытие подростка варьирует в широком пределе – от 5 до 40%, средняя высота – от 0,7 до 2,0 м.

Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса составляет 80–90%, средняя высота 50–60 см. Наиболее часто в растительном сообществе встречаются: *Rhodococcum vitis-idaea* L. s.str., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Fragaria orientalis* Losinsk, *Trientalis europaea* L., *Linnaea borealis* L., *Maianthemum bifolium* (L.), *Carex falcata* Turcz.,

Equisetum sylvaticum L., *Galium boreale* L.. Местами встречаются *Cypripedium macranthos* Sw., *Lilium pensylvanicum* Ker-Gawl. и *Lilium pumilum* Delile, включенные в список видов Красной книги Забайкальского края [3]. Проективное покрытие мохово-лишайникового покрова на большинстве пробных площадей составляет выше 80%.

В подросте находятся *Betula pendula* в количестве 0,1–0,2 тыс. шт./га.; *Picea obovata* – 0,1; *Pinus sibirica* – 0,1–1,0; *Abies sibirica* – 0,1 и *Larix gmelinii* 0,1–0,5 тыс. шт./га. Средняя высота подроста от 1,5 до 4,0 м. Общее количество обнаруженных видов сосудистых растений – 53.

Larix gmelinii* – *Equisetum sylvaticum

Лиственничники разнотравно-хвощевые характерны для пойменных участков р. Аца на высоте 940 м над ур. моря. Выделяются среди лесных сообществ обилием в травостое *Equisetum sylvaticum* L., который создает привлекательный светло-зеленый аспект. Первый древесный ярус образует *Larix gmelinii* Rupr.. Средняя высота древостоя 35 м, средний диаметр – 44 см, сомкнутость крон 60–70%. Во втором ярусе находится *Betula pendula* Roth. и *Abies sibirica* Ledeb высотой более 20 м., диаметром 15–32 см соответственно.

Подлесок слабо развит, проективное покрытие кустарников 5–10%, средняя высота 0,7–0,8 м. Встречаются: *Loniceria edulis* Turcz. ex Freyn, *Salix abscondita* Laksch., *Pentaphylloides fruticosa* (L.) .

Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса 80–90%, средняя высота 80 см. В нем доминирует *Equisetum sylvaticum* L., присутствует *Filipendula palmate* (Pallas) Maxim, *Aconitum septentrionale*, *Thalictrum appendiculatum* C.A.Meyer. Покрытие мохово-лишайникового покрова не превышает 5%.

В подросте обнаруживается примерно в равном количестве (0,2–0,3 тыс. шт./га) *Betula pendula*, *Picea obovata*, *Abies sibirica*, *Larix gmelinii* и *Abies sibirica*. Средняя высота подроста 1,5–5 м. Общее количество обнаруженных видов сосудистых растений – 30.

Заключение

Светлохвойный пояс горно-таежных лиственничных лесов северной части Хэнтэй-Чикойского нагорья представлен спектром растительных сообществ: от среднегорных редколесий до подтаежных парковых лесов с травянистым покровом. Наиболее часто встречались лиственничники, относящиеся к группам багульниковых, травяных, рододендроновых, ерниковых и брусничных. Во всех лиственничниках в той или иной степени присутствуют представители темнохвойной тайги, не встречающиеся в этих типах леса далее к востоку. Кедр, ель и даже пихта присутствуют в подросте во всех типах леса. Участие темнохвойных пород в светлохвойном поясе главным образом зависит от местоположения сообществ на различных высотах, на наветренных и подветренных склонах и их экспозиций, форм мезо и микрорельефа по степени увлажнения и теплообеспеченности местоположения. На разных склонах полоса контакта лиственница-кедр располагается от 200 до 500 м [7]. Для района исследования склоновые кедровые леса с елью и лиственницей ограниченного развития характерны на высотах 1200–1600 м. Устойчивость темнохвойных лесообразователей снижается в лесорастительных условиях более низкого пояса, а процесс возобновления их не доходит до конца [8]. Видовая насыщенность сосудистых растений в кедровых лесах 10–20 видов. Лиственничники и сосняки, формирующие светлохвойный горнотаежный пояс характеризуются наибольшим разнообразием сосудистых растений (50–60 видов) что подтверждает их соответствие современным климатическим условиям.

Региональной особенностью горно-таежных территорий Хэнтэй-Чикойского нагорья является широкое распространение лиственничных лесов, которые сформировали ценотическую и пространственно-географическую структуру растительности, адекватную сложившимся природно-ландшафтным условиям региона.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Географические исследования Сибири. Структура и динамика геосистем / Ю.М. Семенова, А.В. Белова. – Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2007 – Т. 1. – 413 с.
2. Дегтев А.В. Климат Восточного Забайкалья / А.В. Дегтева. – Чита: ЧГПУ им. Н.Г. Чернышевского, 1991. – 96 с.
3. Красная книга Забайкальского края. Растения / О.А. Полякова, О.А. Попова, О. М. Афонина и др. – Новосибирск: ООО «Дом мира», 2017. – 384 с.
4. Кулаков В.С., Кривенко В.А. Ацинский хребет // Малая энциклопедия Забайкалья: Природное наследие / Р. Ф. Гениатулин. – Новосибирск: Наука, 2009. – 698 с.
5. Ландшафты юга Восточной Сибири. Карта м-ба 1:1 500 000 / В.Б. Сочавы. – Москва: ГУГК, 1977.
6. Макаров В.П. Сосновые леса Национального парка «Чикой» в бассейне реки Аца / В.П. Макаров, Л.Н. Пак, О.Ф. Малых // Международный журнал научных и прикладных исследований, 2018. – № 11-1 (77). – С. 123–128.
7. Малых О.Ф. Горные хвойные леса на Малханском хребте / Малых О.Ф., Захаров А.А. // Малая энциклопедия Забайкалья: Природное наследие / Р. Ф. Гениатулин. – Новосибирск: Наука, 2009. – С.137–139.
8. Назимова Д.И. Концепция лесорастительной зоны как структурной части биогеографического покрова / Назимова Д.И., Андреева Н.М., Поликарпов Н.П. // Лесоведение, 2006. – № 1. – С.3–13.
9. Огуреева Г.Н. Оробиомы, как базовые единицы региональной оценки биоразнообразия горных территорий / Огуреева Г.Н., Бочарников М.В. // Экосистемы: экология и динамика, 2017. – № 2 – С. 51–81.
10. Панарин И.И. Типы лиственничных лесов Читинской области / И.И. Панарин. – Москва: Изд-во «Наука», 1965. – 103 с.
11. Сочава В.Б. Географические аспекты Сибирской тайги / Сочава В.Б. Новосибирск, Наука. Сиб. отд-ние, 1980. 254 с.
12. Флора Сибири – Новосибирск: Наука, Сибирская издательская фирма РАН, 1988. – 2003 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Semenova Yu.M. Geograficheskie issledovaniya Sibiri. Struktura i dinamika geosistem [Geographical studies of Siberia. Structure and dynamics of geosystems] / Yu.M. Semenova, A.V. Belova. – Novosibirsk: Akademicheskoe publishing house «Geo», 2007 – Vol. 1. – 413 p. [in Russian]
2. Degtev A. V. Klimat Vostochnogo Zabajkal'ya [The Climate of East Transbaikalia] / A. V. Degtev. – Chita, Chelyabinsk state pedagogical University them. N. G. Chernyshevskogo, 1991. – 96 p. [in Russian]
3. Krasnaya kniga Zabajkal'skogo kraja. Rasteniya [Red book of TRANS-Baikal territory. Plants] / edited by O.A. Polyakov. – Novosibirsk: OOO «Dom mira», 2017. – 384 p. [in Russian]
4. Kulakov V. S. Acinskij hrebet [Atinsky ridge] / Malaya enciklopediya Zabajkal'ya: Prirodnoe nasledie [Small encyclopedia of Transbaikalia: Natural heritage] / Kulakov V. S., Krivenko V. A. // edited by R. F. Geniatulin. – Novosibirsk: Nauka, 2009. – 698 p. [in Russian]
5. Landshafty yuga Vostochnoj Sibiri. Karta m-ba 1:1 500 000 [Landscapes of the South of Eastern Siberia. Map of m-BA] / edited by V.B. Sochavy. – Moskva: GUGK. – 1977 p. [in Russian]
6. Makarov V. P. Sosnovye lesa Nacional'nogo parka «CHikoj» v bassejne reki Aca [Pine forests Of the national Park "Chikoi" in the basin of the river AssA] / V. P. Makarov, L.N. Pak, O. F. Malykh // Mezhdunarodnyj zhurnal nauchnyh i prikladnyh issledovanij [international journal of scientific and applied research]. - 2018. - N11-1 (77). - P. 123-128. [in Russian]
7. Malykh O. F. Gornye hvojnye lesa na Malhanskom hrebte [Mountain coniferous forests on the Malkhan ridge] // Malaya enciklopediya Zabajkal'ya: Prirodnoe nasledie [Small encyclopedia of Transbaikalia: Natural heritage]/ Malykh O. F., Zakharov A. A. // edited by R. F. Geniatulin. – Novosibirsk: Nauka, 2009. – P. 137–139. [in Russian]
8. Nazimova D. I. Konceptiya lesorastitel'noj zony kak strukturnoj chasti biogeograficheskogo pokrova [Concept of forest area as a structural part of biogeographic cover] / Nazimova D. I., Andreeva N. M, Polikarpov N. P. // forest science, 2006. – No 1. – P. 3–13. [in Russian]
9. Ogureeva G. N. Orobiomy, kak bazovye edinicy regional'noj ocenki bioraznoobraziya gornyh territorij [Robiony, as the basic unit of the regional assessment of biodiversity of mountain territories] / Ogureeva G. N., Bocharnikov M. V. // Ecosystems: ecology and dynamics, 2017. – No. 2 – P. 51-81. [in Russian]
10. Panarin I.I. Tipy listvennichnyh lesov CHitinskoj oblasti [Types of larch forests of Chita region] / I. I. Panarin. – Moscow: Publishing house "Science", 1965. – 103 p. [in Russian]
11. Sochava V. B. Geograficheskie aspekty Sibirskoj tajgi. [Geographical aspects of the Siberian taiga] / V. B. Sochava. – Novosibirsk, Nauka. Sib. otd-nie, 1980. – 254 p. [in Russian]
12. Flora Sibiri [Flora of Siberia] v 14 t. – Novosibirsk: Nauka, Sibirskaya izdatel'skaya firma RAN, 1988. – 2003 p. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.85.7.018>**ВЛИЯНИЕ 1-ГИДРОКСИ-1,1-ЭТИЛИДЕНДИФОСФОНОВОЙ КИСЛОТЫ И БИС(2-ПИРИДИЛ-1,2,4-ТРИАЗОЛИЛ-3)ПРОПАНА НА БОЛЕВУЮ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ САМОК КРЫС**

Научная статья

Черетаев И.В.^{1,*}, Чуян Е.Н.², Раваева М.Ю.³, Шульгин В.Ф.⁴¹ ORCID: 0000-0003-1852-4323;² ORCID: 0000-0001-6240-2732;³ ORCID: 0000-0001-9629-9726;⁴ ORCID: 0000-0002-1750-3697;^{1, 2, 3, 4} Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», Симферополь, Россия

* Корреспондирующий автор (5612178[at]ukr.net)

Аннотация

В статье представлены результаты изучения влияния 1-гидрокси-1,1-этилидендифосфоновой кислоты и бис(2-пиридил-1,2,4-триазолил-3)пропана в дозах 5, 50, 100 и 200 мг/кг на болевую чувствительность самок крыс. Эксперименты проведены на 100 крысах-самках линии Вистар в тест-моделях острой термической («tail-flick», «hot plate») и механической боли (тест Рэндалла-Селитто). Показано, что 1-гидрокси-1,1-этилидендифосфоновая кислота обладает выраженным противоболевым эффектом при термическом воздействии в дозах 5 и 200 мг/кг, а при механическом болевом воздействии – в дозе 50 мг/кг; бис(2-пиридил-1,2,4-триазолил-3)пропан – в тесте «tail-flick» в дозах 5 и 50 мг/кг, в тесте «hot plate» – в дозе 50 мг/кг, в тесте Рэндалла-Селитто – в дозе 50 мг/кг.

Ключевые слова: 1-гидрокси-1,1-этилидендифосфоновая кислота, бис(2-пиридил-1,2,4-триазолил-3)пропан, крысы, боль.

INFLUENCE OF 1-HYDROXY-1,1-ETHYLIDENDIPHOSPHONE ACID AND BIS (2-PYRIDYL-1,2,4-TRIAZOLYL-3) PROPANE ON PAIN SENSITIVITY OF RAT FEMALES

Research article

Cheretaev I.V.^{1,*}, Chuyan E.N.², Ravaeva M.Yu.³, Shulgin V.F.⁴¹ ORCID: 0000-0003-1852-4323;² ORCID: 0000-0001-6240-2732;³ ORCID: 0000-0001-9629-9726;⁴ ORCID: 0000-0002-1750-3697;^{1, 2, 3, 4} Tavrida Academy (structural unit) FSAEI of HE, V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Simferopol, Russia

* Corresponding author (5612178[at]ukr.net)

Abstract

The paper presents the results of studying the effect of 1-hydroxy-1,1-ethylidene diphosphonic acid and bis(2-pyridyl-1,2,4-triazolyl-3) propane with doses of 5, 50, 100 and 200 mg/kg on the pain sensitivity of rat females. The experiments were conducted on 100 Wistar female rats on acute thermal ("tail-flick," "hot plate") and mechanical pain test models (Randall-Selitto test). It was found that 1-hydroxy-1,1-ethylidene diphosphonic acid has a clear analgesic effect with thermal effects in doses of 5 and 200 mg/kg, and mechanical pain effects with a dose of 50 mg/kg; bis (2-pyridyl-1,2,4-triazolyl-3) propane in the "tail-flick" test with doses of 5 and 50 mg/kg, in the "hot plate" test, with the dose of 50 mg/kg, in the Randall-Selitto test, with a dose of 50 mg/kg.

Keywords: 1-hydroxy-1,1-ethylidene diphosphonic acid, bis (2-pyridyl-1,2,4-triazolyl-3) propane, rats, pain.

Введение

Известно, что более 90 % всех патологических состояний и процессов сопровождается болью, а пятая часть людей на земном шаре испытывает симптомы хронических болевых синдромов [1, С. 5], поэтому поиск новых анальгетиков актуален для практической медицины.

Сейчас существует множество химических соединений, обладающих высоким потенциалом с точки зрения возможной противоболевой активности. К таким веществам относят бисфосфонаты и 1,2,4-триазолы. Так, 1-гидроксиэтилиден-1,1-дифосфоновая кислота существенно влияет на обмен кальция и снижает энергетический обмен в клетке, встраиваясь в молекулы аденозинтрифосфата (АТФ) и преобразуя её в негидролизуемые соединения. Это ингибирует АТФ-зависимые клеточные процессы, вызывая апоптоз остеокластов в костной ткани [2, С. 1255-1262], [3, С. 2201-2210]. Как известно, кальций и АТФ являются основными вторичными посредниками в нервных клетках [4, С. 659-797], [5, С. 1261-1296], [6, С. 644-651], поэтому влияние на их уровень теоретически способно существенно изменить функциональное состояние нейронов и синапсов, и, следовательно, болевую чувствительность. У некоторых перспективных производных 1,2,4-триазола известны анестезирующие, противовоспалительные, антипирогенные и психоактивные эффекты.

Несмотря на представленные выше сведения, непосредственные данные об анальгетических эффектах 1-гидрокси-1,1-этилидендифосфоновой кислоты и бис(2-пиридил-1,2,4-триазолил-3)пропана отсутствуют.

Цель работы – изучить влияние 1-гидрокси-1,1-этилидендифосфоновой кислоты и бис(2-пиридил-1,2,4-триазолил-3)пропана на болевую чувствительность самок крыс.

Методы и принципы исследования

Предварительно в тесте «открытое поле» [12, С. 175-192] было отобрано 100 лабораторных крыс-самок линии Вистар («ФГУП «Питомник лабораторных животных «Рапполово») одинакового возраста массой 180-200 г со средним уровнем двигательной активности и низким уровнем эмоциональности. Для этого использовали специализированную рабочую станцию размером 45 x 45 см с прозрачными полипропиленовыми стенками высотой 20 см, представляющую собой актиметр (IR Actimeter, Pan Lab Harvard Apparatus Испания) с двумя инфракрасными рамками, выполняющих роль датчиков движений. Для управления рабочей станцией и сбора данных использовали программное обеспечение Actitrack 2.0 (Pan Lab Harvard Apparatus, Испания).

Животных, участвующих в эксперименте, содержали в стандартных условиях вивария (ГОСТ 33215-2014 «Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными. Правила оборудования помещений и организации процедур») с естественным 12-часовым свето-темновым циклом при температуре 18–22 °C на подстилке «Рехофикс МК 2000» со свободным доступом к воде и полноценному гранулированному корму ГОСТ Р-50258-92. Исследование проведено в соответствии с ГОСТ Р-53434-2009 «Принципы надлежащей лабораторной практики» и правилами Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и иных научных целей. Экспериментальная часть работы выполнена в центре коллективного пользования научным оборудованием «Экспериментальная физиология и биофизика» кафедры физиологии человека и животных и биофизики Таврической академии (структурное подразделение ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского).

В эксперименте с каждым веществом принимали участие 50 самок крыс, которые были разделены на 5 групп по 10 особей. На момент начала эксперимента эстральный цикл самок был синхронизирован. Всего было проведено 2 экспериментальных серии с однократным внутрибрюшинным введением вещества. В каждой серии эксперимента самки одной группы являлись контрольными и получали внутрибрюшинно инъекции по 0,2 мл физиологического раствора и находились в стандартных условиях вивария, остальные экспериментальные группы получали по 0,2 мл внутрибрюшинных инъекций тестируемого вещества в дозах 5, 50, 100 и 200 мг/кг соответственно. Тестирование параметров болевой чувствительности животных проводили через 1 час после инъекций в моделях острого болевого стресса «tail-flick», Рэндалла-Селитто («щипцы») и «hot plate». Перед проведением тестов «tail-flick» и Рэндалла-Селитто после инъекций животных помещали в прозрачные фиксаторы для крыс (AE1001-R0, НПК «Открытая Наука», Россия).

В тесте «tail-flick» оценивали перцептуальный компонент боли, основным показателем данного теста служил латентный период реакции отведения хвоста (ЛПРОХ) в ответ на свето-термальное раздражение, который определяли по времени (с) проявления реакции отдергивания хвоста. Измерения проводили на приборе LE7106 Tail-flick Meter (Pan Lab Panlab Harvard Apparatus, Испания). На хвост каждой крысы, сидящей в фиксаторе, осуществляли 3 предъявления свето-термального раздражителя с последующим расчетом среднего значения ЛПРОХ в секундах у каждого животного. Данный тест основан на спинальном флексорном рефлекс, возникающем в ответ на локальное воздействие на хвост высокой температуры и позволяет судить о болевой чувствительности животных преимущественно на спинальном уровне [12, С. 200-201].

В тесте Рэндалла-Селитто (экспериментальная установка BIO-RP-R Rodent pincher - analgesia meter, Bioseb, Франция) измеряли приложенную силу в граммах – болевой порог (БП) механической болевой чувствительности, при котором происходила ответная реакция животного на постепенно увеличивающееся по силе сдавливание хвоста щипцами [12, С. 203], [13, С. 409-419]. Осуществляли по 3 механических сжатия хвоста каждой крысы, помещённой в фиксатор, щипцами с последующим расчетом среднего значения БП в граммах у каждого животного.

В тесте «hot plate» (экспериментальная установка Cold and hot plate CNP, Bioseb, Франция) регистрировали ЛПБР животного, который определяли по значению времени (с) проявления реакции отдергивания и лизания конечностей и (или) вокализации. Тест позволяет судить о болевой чувствительности животных на супраспинальном уровне [12, С. 202], [14, С. 300-307], [15, С. 44-49].

Данные представлены в виде медианы и межквартильного диапазона (25 и 75 %), их статистический анализ и графическое представление выполнены в программном пакете Graph Pad Prism 7.0. Достоверность различий между группами определяли с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с апостериорным тестом Тьюки и непараметрическим критерием множественных сравнений Данна [12, С. 903-906].

Основные результаты и обсуждение

Результаты проведённого анализа влияния 1-гидрокси-1,1-этилидендифосфоновой кислоты на болевую чувствительность самок крыс (ГДК) представлены на рис. 1.

В тесте «tail-flick», являющимся термической моделью острой боли [12, С. 200-201] был выявлен анальгетический эффект ГДК в дозе 5 мг/кг (см. рис. 1, а), проявлявшийся у самок в достоверном увеличении ЛПРОХ на 21 % ($p \leq 0.01$), что свидетельствует об участии перцептуального компонента и спинального механизма в регуляции болевой чувствительности под влиянием указанной дозы ГДК. При этом у самок крыс в диапазоне доз от 5 до 200 мг/кг обнаружена обратно пропорциональная зависимость анальгетического эффекта ГДК от дозы с максимумом в дозе 5 мг/кг.

В тесте Рэндалла-Селитто (см. рис. 1, б), служащем для определения порогов механической болевой чувствительности [12, С. 203], обнаружен анальгетический эффект ГДК только в дозе 50 мг/кг, проявлявшийся у самок в достоверном увеличении БП в ответ на механическое сжатие хвоста щипцами на 33,3 % ($p \leq 0.001$). Остальные дозы в диапазоне от 5 до 200 мг/кг оказались не эффективны в данном тесте.

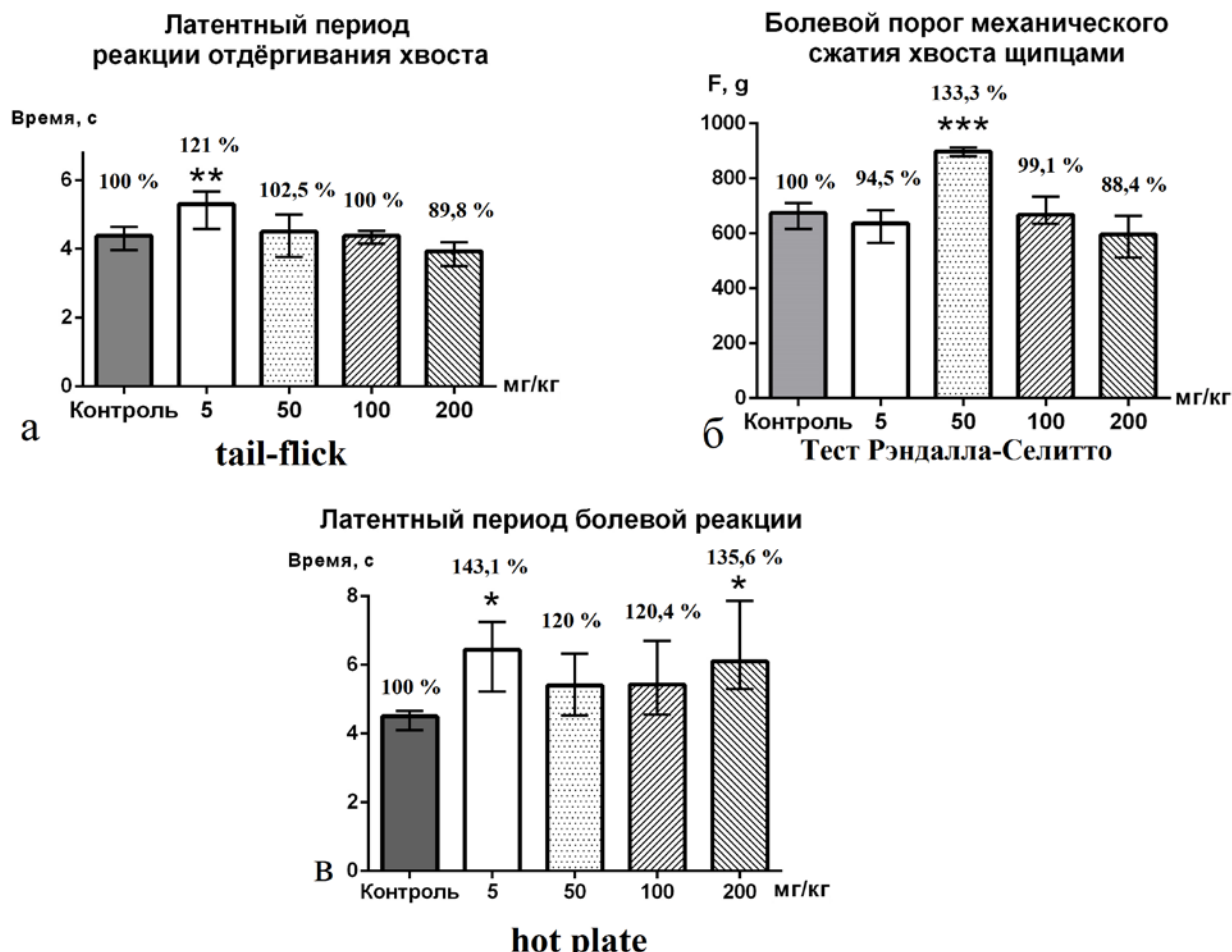


Рис. 1 – Влияние 1-гидрокси-1,1-этилендифосфоновой кислоты на пороги болевой чувствительности самок крыс в тестах «tail-flick», Рэндалла-Селитто и «hot plate»:

а – латентный период отведения хвоста в тесте «tail-flick»,
 б – латентный период болевой реакции крыс в тесте Рэндалла-Селитто,
 в – болевой порог крыс в тесте «hot plate»

Примечание: * – $p \leq 0.05$; ** – $p \leq 0.01$ – достоверность отличий показателя по сравнению с контролем (принят за 100 %)

В тесте «hot plate» (см. рис. 1, в) у самок крыс обнаружен анальгетический эффект в дозах 5 и 200 мг/кг, поскольку повышался ЛПБР на 43.1 ($p \leq 0.01$, $n=10$) и 35.6 % ($p \leq 0.01$, $n=10$), что согласно классической интерпретации теста [12, С. 202] свидетельствует об участии супраспинальных механизмов в регуляции болевой чувствительности тестируемой кислотой в указанных дозах. При этом в диапазоне доз от 5 до 200 мг/кг установлена U-образная зависимость анальгетического эффекта ГДК от дозы с максимумами в дозах 5 и 200 мг/кг.

Таким образом, по данным различных моделей острой боли ГДК проявляет анальгезирующее действие, при этом при термическом воздействии наиболее выраженным противоболевым эффектом обладают дозы 5 и 200 мг/кг, а при механическом болевом воздействии – 50 мг/кг.

Данные по оценке влияния бис(2-пиридил-1,2,4-триазолил-3)пропана (БТП) на болевую чувствительность самок крыс представлены на рис. 2.

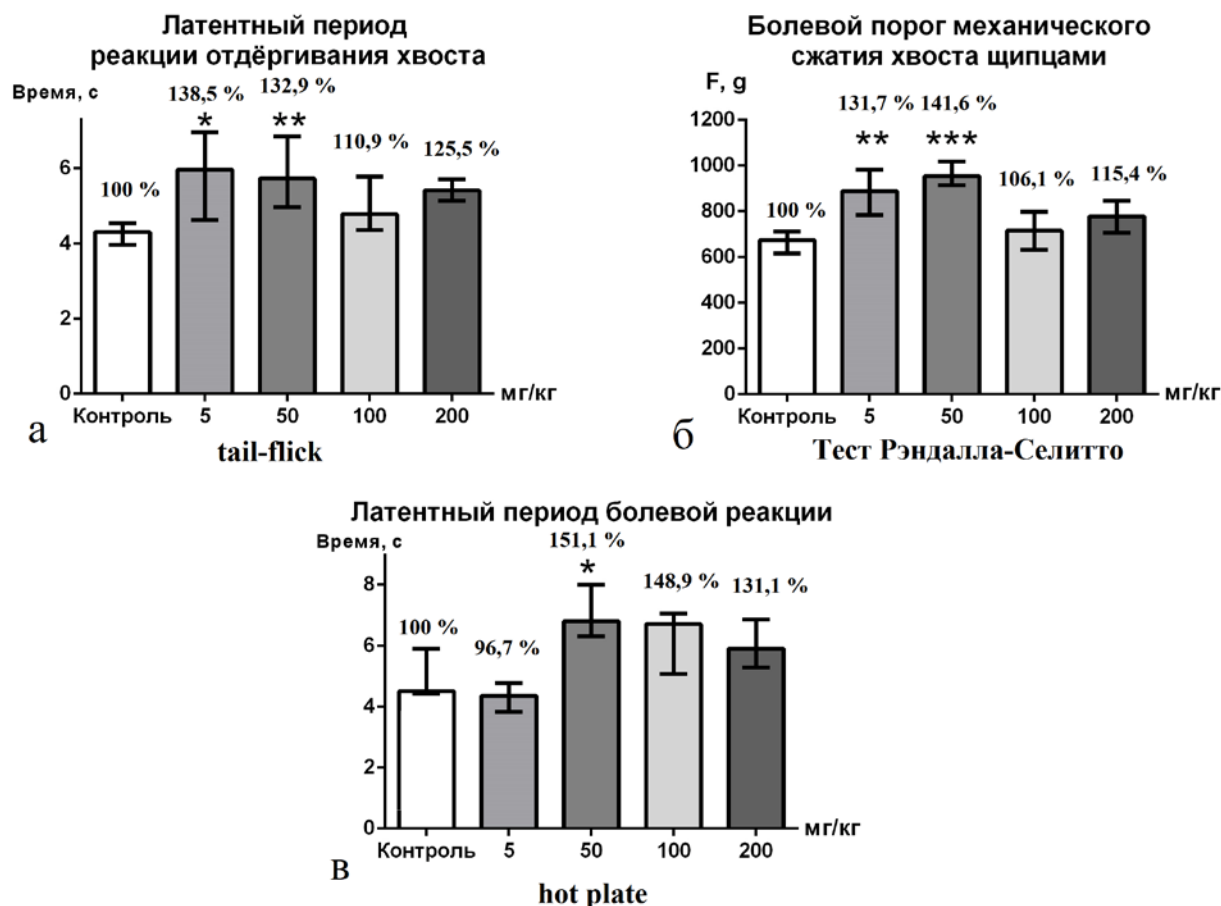


Рис. 2 – Влияние бис(2-пиридил-1,2,4-триазилил-3)пропана на пороги болевой чувствительности крыс-самцов в тестах «tail-flick», Рэндалла-Селитто и «hot plate»:

а – латентный период отведения хвоста в тесте «tail-flick»,
 б – латентный период болевой реакции крыс в тесте Рэндалла-Селитто,
 в – болевой порог крыс в тесте «hot plate»;

Примечание: * – $p \leq 0.05$; ** – $p \leq 0.01$; *** – $p \leq 0.001$ – достоверность отличий показателя по сравнению с контролем (принят за 100 %)

В тесте «tail-flick» (см. рис. 2, а) выявлен анальгетический эффект БТП в дозах 5 и 50 мг, выражавшийся в достоверном увеличении ЛПРОХ у самок крыс на 38,5 ($p \leq 0.05$, $n=10$) и 32,9 % ($p \leq 0.01$, $n=10$) соответственно. Выраженная эффективность в данном тесте свидетельствует об участии перцептуального компонента ноцицепции и спинального механизма регуляции болевой чувствительности под влиянием указанных доз БТП.

В тесте Рэндалла-Селитто (см. рис. 2, б) обнаружен анальгетический эффект БТП у самок крыс в дозах 5 и 50 мг/кг, который проявлялся в достоверном увеличении БП на 31,7 ($p \leq 0.01$, $n=10$) и 41,6 % ($p \leq 0.001$, $n=10$) соответственно в ответ на механическое сжатие хвоста щипцами. При этом зависимость «доза-эффект» приобретала куполообразный вид, а максимум эффекта наблюдался в дозе 50 мг/кг.

В тесте «hot plate» анальгетический эффект у самок крыс БТП был обнаружен в только дозе 50 мг/кг (см. рис 2, в), который проявлялся в увеличении ЛПБР на 51,1 % ($p \leq 0.001$, $n=10$). Это свидетельствует об участии супраспинальных механизмов в регуляции болевой чувствительности данной дозой БТП.

Таким образом, по данным всех проведенных тестов, анальгетическое действие БТП проявляется в дозах 5 и 50 мг/кг, а максимально выраженный эффект этого соединения наблюдается в дозе 50 мг/кг.

В целом, по результатам проведенной работы можно сказать, что ГДК и БТП обладают анальгетическими эффектами в различных дозах, повышая пороги болевой чувствительности в моделях острой термической и механической боли, оказывая влияние на перцептуальный и механический компоненты боли, спинальный и супраспинальный механизмы её регуляции.

Заключение

Обнаружено, что 1-гидрокси-1,1-этилидендифосфоновая кислота и бис(2-пиридил-1,2,4-триазилил-3)пропан в диапазоне доз от 5 до 200 мг/кг существенно изменяют болевую чувствительность самок крыс, повышая её пороги, оказывая анальгетический эффект с участием различных механизмов регуляции боли:

1. 1-гидрокси-1,1-этилидендифосфоновая кислота в дозе 5 мг/кг проявляет анальгетический эффект с участием перцептуального компонента и спинального механизма боли, повышая латентный период отведения хвоста на 21 % ($p \leq 0.05$) в тесте «tail-flick». Также данная кислота проявляет анальгетический эффект в дозе 50 мг/кг, повышая болевой порог относительно контроля в тесте Рэндалла-Селитто, отражающем механическую болевую чувствительность, на 33,3 % ($p \leq 0.001$). В тесте «hot plate» 1-гидрокси-1,1-этилидендифосфоновая кислота в дозах 5 и 200 мг/кг проявляет анальгетический эффект с участием супраспинального механизма регуляции боли, повышая относительно контроля латентный период болевой реакции на 43,1 ($p \leq 0.05$) и 35,6 % ($p \leq 0.05$) соответственно.

2. Бис(2-пиридил-1,2,4-триазолил-3)пропан в тесте «tail-flick» проявляет противоболевую активность в дозах 5 и 50 мг/кг с участием перцептуального компонента и спинального механизма боли, увеличивая латентный период отведения хвоста на 38,5 ($p \leq 0.05$) и 32,9 % ($p \leq 0.01$). Это вещество также проявляет анальгетический эффект в дозах 5 и 50 мг/кг, повышая болевой порог механической болевой чувствительности относительно контроля в тесте Рэндалла-Селитто на 31,7 ($p \leq 0.01$) и 41,6 % ($p \leq 0.001$). В тесте «hot plate», показывающем участие супраспинальных механизмов в регуляции боли, бис(2-пиридил-1,2,4-триазолил-3)пропан проявлял анальгетический эффект только в дозе 50 мг/кг, увеличивая латентный период болевой реакции на 51,1 % ($p \leq 0.05$).

Финансирование

Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ в рамках научного проекта No 18-13-00024.

Funding

The study was financially supported by the Russian Science Foundation as the scientific project No. 18-13-00024.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Шостак Н. А. Боль как междисциплинарная проблема / Н. А. Шостак, Н. Г. Правдюк // Клиницист. – 2012. – № 2. – С. 5–8.
2. Lehenkari P. P. Further insight into mechanism of action of clodronate: inhibition of mitochondrial ADP/ATP translocase by a nonhydrolyzable, adenine-containing metabolite / P. P. Lehenkari, M. Kellinsalmi, J. P. Näpänkangas and others. // Mol. Pharm. – 2002. – V. 61, No 5. – P. 1255–1262. doi: 10.1124/mol.61.5.1255
3. Frith J. The molecular mechanism of action of the antiresorptive and antiinflammatory drug clodronate: evidence for the formation in vivo of a metabolite that inhibits bone resorption and causes osteoclast and macrophage apoptosis / J. Frith, J. Monkkonen, S. Auriola and others. // Arthritis Rheum. – 2001. – V. 44, No 9. – P. 2201–2210.
4. Burnstock G. Physiology and pathophysiology of purinergic neurotransmission / G. Burnstock // Physiol. Rev. – 2007. – V. 87, No 2. – P. 659–797. doi: 10.1152/physrev.00043.2006.
5. Berridge M. G. The Inositol Trisphosphate/Calcium Signaling Pathway in Health and Disease / M. G. Berridge // Physiol. Rev. – 2016. – Vol. 96, No 4. – P. 1261–1296. doi: 10.1152/physrev.00006.2016
6. Cheretaev I. V. ATP-Dependent and Calcium Mechanisms of the Effects of Salicylates on Electrical Potentials in Neurons in the Mollusk *Helix Albescentis* / I. V. Cheretaev, I. I. Korenyuk, D. R. Khusainov and others. // Neuroscience and Behavioral Physiology. – 2016. – V. 46, No 6. – P. 644–651. doi: 10.1007/s11055-016-0291-0
7. Almasirad A. Synthesis, analgesic and anti-inflammatory activities of new methyl-imidazolyl-1,3,4-oxadiazoles and 1,2,4-triazoles / A. Almasirad, Z. Mousavi, M. Tajik // Journal of Pharmaceutical Sciences. – 2014. – V. 22, No 22. – P. 22–29. doi: 10.1186/2008-2231-22-22
8. Plech T. Studies on the anticonvulsant activity of 4-alkyl-1,2,4-triazole-3-thiones and their effect on GABAergic system / T. Plech, B. Kaprona, J. J. Łuszczki and others. // European Journal of Medicinal Chemistry. – 2014. – V. 86C. – P. 690–699. doi: 10.1016/j.ejmech.2014.09.034
9. Sarigol D. Novel thiazolo[3,2-b]-1,2,4-triazoles derived from naproxen with analgesic/anti-inflammatory properties: Synthesis, biological evaluation and molecular modeling studies / D. Sarigol, A. Uzgoren-Baran, B. C. Tel and others. // Bioorg. Med. Chem. – 2015. – V. 23, No 10. – P. 2518–2528. doi: 10.1016/j.bmc.2015.03.049
10. Thakur A. 1,2,4-Triazole Scaffolds: Recent Advances and Pharmacological Applications / A. Thakur, P. S. Gupta, P. K. Shukla // Int. J. Curr. Res. Aca. Rev. – 2016. – V. 4, No 2. – P. 277–296. doi: 10.2174/1871524915666150209100533
11. Буреш Я. Методики и основные эксперименты по изучению мозга и поведения / Я. Буреш, О. Бурешова, Д. Хьюстон. – М. : Высшая школа, 1991. – 399 с.
12. Миронов А. Н. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств / А. Н. Миронов, Н. Д. Бунатян, А. Н. Васильев и др. – Ч. 1. – М. : Гриф и К, 2012. – 944 с.
13. Randall L. O. A method for measurement of analgesic activity on inflamed tissue / L. O. Randall, J. J. Selitto // Arch. Int. Pharmacodyn. Ther. – 1957. – V. 111, No 4. – P. 409–419.
14. Woolfe G. The evaluation of the analgesic action of pethidine hydrochloride (Demerol) / G. Woolfe, A. D. Macdonald // J. Pharmacol. Exp. Ther. – 1944. – Vol. 80, No 3. – P. 300–307.
15. Северьянова Л. А. Влияние L-аргинина на электрокожную и температурную болевую чувствительность у крыс / Л. А. Северьянова, И. И. Бобынцева, Н. А. Кирьянова и др. // Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье». – 2005. – № 2. – С. 44–49.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Shostak N. A. Bol kak mezhdisciplinarnaja problema [Pain as an interdisciplinary problem] / N. A. Shostak, N. G. Pravdyuk // Klinicist [Clinician]. – 2012. – № 2. – С. 5–8. [in Russian]
2. Lehenkari P. P. Further insight into mechanism of action of clodronate: inhibition of mitochondrial ADP/ATP translocase by a nonhydrolyzable, adenine-containing metabolite / P. P. Lehenkari, M. Kellinsalmi, J. P. Näpänkangas and others. // Mol. Pharm. – 2002. – V. 61, No 5. – P. 1255–1262. doi: 10.1124/mol.61.5.1255
3. Frith J. The molecular mechanism of action of the antiresorptive and antiinflammatory drug clodronate: evidence for the formation in vivo of a metabolite that inhibits bone resorption and causes osteoclast and macrophage apoptosis / J. Frith, J. Monkkonen, S. Auriola and others. // Arthritis Rheum. – 2001. – V. 44, No 9. – P. 2201–2210.
4. Burnstock G. Physiology and pathophysiology of purinergic neurotransmission / G. Burnstock // Physiol. Rev. – 2007. – V. 87, No 2. – P. 659–797. doi: 10.1152/physrev.00043.2006.
5. Berridge M. G. The Inositol Trisphosphate/Calcium Signaling Pathway in Health and Disease / M. G. Berridge // Physiol. Rev. – 2016. – V. 96, No 4. – P. 1261–1296. doi: 10.1152/physrev.00006.2016

6. Cheretaev I. V. ATP-Dependent and Calcium Mechanisms of the Effects of Salicylates on Electrical Potentials in Neurons in the Mollusk *Helix Albescens* / I. V. Cheretaev, I. I. Korenyuk, D. R. Khusainov and others. // *Neuroscience and Behavioral Physiology*. – 2016. – V. 46, No 6. – P. 644–651. doi: 10.1007/s11055-016-0291-0
7. Almasirad A. Synthesis, analgesic and anti-inflammatory activities of new methyl-imidazolyl-1,3,4-oxadiazoles and 1,2,4-triazoles / A. Almasirad, Z. Mousavi, M. Tajik // *Journal of Pharmaceutical Sciences*. – 2014. – V. 22, No 22. – P. 22–29. doi: 10.1186/2008-2231-22-22
8. Plech T. Studies on the anticonvulsant activity of 4-alkyl-1,2,4-triazole-3-thiones and their effect on GABAergic system / T. Plech, B. Kaprona, J. J. Łuszczki [et al.]. // *European Journal of Medicinal Chemistry*. – 2014. – V. 86C. – P. 690–699. doi: 10.1016/j.ejmech.2014.09.034
9. Sarigol D. Novel thiazolo[3,2-b]-1,2,4-triazoles derived from naproxen with analgesic/anti-inflammatory properties: Synthesis, biological evaluation and molecular modeling studies / D. Sarigol, A. Uzgoren-Baran, B. C. Tel and others. // *Bioorg. Med. Chem.* – 2015. – V. 23, No 10. – P. 2518–2528. doi: 10.1016/j.bmc.2015.03.049
10. Thakur A. 1,2,4-Triazole Scaffolds: Recent Advances and Pharmacological Applications / A. Thakur, P. S. Gupta, P. K. Shukla // *Int. J. Curr. Res. Aca. Rev.* – 2016. – V. 4, No 2. – P. 277–296. doi: 10.2174/1871524915666150209100533
11. Buresh Ja. Metodiki i osnovnye jeksperimenty po izucheniju mozga i povedenija [Methods and basic experiments in the study of brain and behavior] / Ja. Buresh, O. Bureshova, D. Hjuston. – M. : Vysshaja shkola, 1991. – 399 p.
12. Mironov A. N. Rukovodstvo po provedeniju doklinicheskikh issledovanij lekarstvennyh sredstv [Guidelines for pre-clinical trials of medicines] / A. N. Mironov, N. D. Bunatjan, A. N. Vasil'ev and others. – Ch. 1. – M. : Grif i K, 2012. – 944 p.
13. Randall L. O. A method for measurement of analgesic activity on inflamed tissue / L. O. Randall, J. J. Selitto // *Arch. Int. Pharmacodyn. Ther.* – 1957. – V. 111, No 4. – P. 409–419.
14. Woolfe G. The evaluation of the analgesic action of pethidine hydrochloride (Demerol) / G. Woolfe, A. D. Macdonald // *J. Pharmacol. Exp. Ther.* – 1944. – Vol. 80, No 3. – P. 300–307.
15. Severjanova L. A. Vlijanie L-arginina na jelektrokozhnuju i temperaturnuju bolevuju chuvstvitel'nost' u krysa [The effect of L-arginine on thermal and electrocutaneous pain sensitivity in rats] / L. A. Severjanova, I. I. Bobynceva, N. A. Kir'janova [i dr.]. // *Kurskij nauchno-prakticheskij vestnik «Chelovek i ego zdorov'e»* [Kursk scientific and practical Bulletin «Man and his health»]. – 2005. – № 2. – С. 44–49.

ТЕОРИЯ ИГР КАК ОДИН ИЗ ЭФФЕКТИВНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ СТРАТЕГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ
МЕНЕДЖЕРОВ

Научная статья

Бабакина Е.П.^{1,*}, Обиремко С.И.²^{1,2} ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», Барнаул, Россия

* Корреспондирующий автор (narnia551[at]mail.ru)

Аннотация

Настоящая статья посвящена определению способов внедрения теории игр в процесс принятия стратегических решений экономического и социального характера предприятиями и организациями. Авторами рассмотрено понятие «стратегический менеджмент». Задача составления стратегии включает в себя разработку плана действий или намеченной стратегии и их адаптирование к изменяющейся ситуации. При изучении разработки способов внедрения теории игр, стратегию лучше всего рассматривать как комбинацию из запланированных действий и быстрых решений по адаптации к событиям как внутри, так и за пределами предприятия.

Ключевые слова: теория игр, стратегический менеджмент, сотрудничество, скрининг, сигнализирование.

GAME THEORY AS ONE OF THE EFFECTIVE TOOLS OF STRATEGIC THINKING OF MANAGERS

Research article

Babakina E.P.^{1,*}, Obiremko S.I.²^{1,2} FSBEI of HE "Altai State University," Barnaul, Russia

* Corresponding author (narnia551[at]mail.ru)

Abstract

The article is devoted to the definition of ways of introducing game theory into the process of making strategic decisions of economic and social nature by enterprises and organizations. The authors consider the concept of "strategic management." The task of drafting a strategy encompasses the development of an action plan or an intended strategy and adapting it to a changing situation. When studying the development of methods for introducing game theory, strategy is best seen as a combination of planned actions and quick decisions concerning adaptation to events both inside and outside an enterprise.

Keywords: game theory, strategic management, collaboration, screening, signaling.

Введение

Современный индивид играет множество социально-экономических ролей, выступая на рынке потребителем или производителем. В зависимости от социальной роли индивид принимает самые различные экономические решения и, как правило, такие решения приходится принимать в условиях неопределенности. Если результат зависит от двух или более сторон, то могут возникнуть ситуации, в которых участники преследуют различные интересы, т.е. возникает конфликтная ситуация. Поэтому каждый из партнеров будет стремиться принять оптимальное с его точки зрения решение, которое наиболее полно реализует поставленные им цели. Теория игр, разработанная в 40-е годы прошлого века, была призвана обеспечить научное обоснование действий каждого отдельного субъекта.

На современном этапе развития теории и практики управления предприятиями и организациями экономическая наука успела накопить большой массив знаний на эту тему. Однако современные исследователи недостаточное внимание уделяют разработке новых идей в области теории игр. В том числе и на обеспечение практики стратегического управления отечественными фирмами.

Что касается стратегического менеджмента, который используют при принятии решений менеджеры, то многие современные исследователи считают, что данное понятие представляет собой долгосрочный план по созданию, производству и реализации продукции совершенно конкретного, отдельно взятого предприятия.

Стратегия – инструмент менеджера для выполнения определенных задач, как стратегических, так и финансовых [1, С.19].

Однако, как показывает практика, многие российские предприятия не стремятся внедрять экономическую стратегию, поскольку заинтересованы в получении прибыли в краткосрочном, а не долгосрочном периоде.

Также в российской экономике практически отсутствует экономическая стратегия, предназначенная для малого бизнеса, поскольку производственный процесс для таких предприятий не требует долгосрочного планирования, к примеру, на 5 лет. Отсутствие стратегии может привести к краху малого бизнеса, так как любое непредвиденное обстоятельство или экономическая неустойчивость, инфляция, санкции, напряженная конкуренция и т.д. могут пошатнуть финансовую стабильность предприятия, организации.

Прежде всего определимся с основными понятиями теории игр.

Большинство исследователей сходятся во мнении, что теория игр – это раздел общественных наук, который изучает принятие стратегических решений [2, С.15].

Теория игр — раздел прикладной математики, с помощью которого ученые (в первую очередь экономисты и политологи) моделируют поведение нескольких субъектов, когда критерий принятия решения каждого зависит от решений, принимаемых остальными [3, С.12].

Термином «игра» обозначают процесс, в котором участвуют более двух сторон, соревнующихся за реализацию своих интересов. Игра представляет собой попросту совокупность описывающих ее правил [4, с. 74]. Спектр таких игр очень широк к ним могут относиться как спорт, так и различные азартные игры, бизнес, образование, карьера, семейные и дружеские отношения, следовательно, и область применения теории игр весьма диверсифицирована.

Суть стратегической игры заключается в зависимости целесообразного выбора действий каждого участника от ожиданий того, что сделает другой [5, С.199].

Стратегические игры особенно ярко проявляются в случаях прямого противостояния двух участников игры [6, С. 38].

Когда теория игр была представлена широкой научной общественности она приблизилась к разрешению загадок существования монополий, слияний организаций и т.д. Несмотря на очевидные положительные качества теории, существуют отрицательные ее стороны и невозможность применения в некоторых ситуациях.

К примеру, теория игр сложна для понимания индивидов с нематематическим образованием, т.е. без знаний высшей алгебры, математического анализа будет трудно уловить смысл расчетов и выводов, которые нередко оказываются весьма тонкими для понимания непрофессионалами.

В частности, крайне трудно рассчитать равновесие Нэша в том случае, когда у игроков сложились разные представления об условиях игры, в которой они участвуют, т.е., недостаточно информированы о возможностях друг друга (игры с неполной информацией). Асимметричная информация может привести к тому, что игроки могут выбрать заведомо проигрышный вариант решения проблемы.

Все вышеуказанное требует основательной научной проработки и является стимулом для исследователей.

Как правило, менеджеры для принятия рационально-обоснованных решений используют стратегический менеджмент. Существуют различные виды стратегического менеджмента.

Базовая стратегия – это стратегия, описывающая общее направление развития организации в области производственной и сбытовой деятельности. Базовую стратегию также называют базисной, или эталонной [7, С. 203].

Портфельная стратегия – стратегия, описывающая общий вектор развития организации с разными направлениями деятельности и обеспечивающая сбалансированный портфель товаров и услуг [7, С. 225].

Ценовая стратегия — это линия, проводимая предприятием в отношении установления цены предложения для достижения поставленной цели [8, С. 30].

Положительным примером применения стратегического менеджмента является деятельность компании «Samsung Electronics». Компания «Samsung Electronics» придерживается корпоративной социальной ответственности, создает инновационные продукты и услуги, заботится об окружающей среде. Благодаря рациональному стратегическому менеджменту «Samsung Electronics» является всемирным брендом, а также новаторской и успешной корпорацией.

Наряду с положительными аспектами стратегический менеджмент имеет ряд недостатков и ограничений, например, таких, как негативные последствия ошибок стратегического предвидения; превалирование стратегического планирования над реализацией; большие временные и ресурсные затраты для организации процесса стратегического управления.

В связи с этим актуальность обретает внедрение теории игр в процесс принятия стратегических решений экономического и социального характера предприятиями и организациями.

Теория игр позволяет менеджеру применять стратегическое мышление, анализ и управление, позволяющие преодолеть отрицательные стороны стратегического менеджмента.

По мнению большинства исследователей стратегическое мышление — это ментальный процесс, применяемый индивидом в контексте достижения успеха в игре.

Стратегический анализ представляет собой управленческую деятельность, связанную с постановкой и реализацией долгосрочных целей, поддержанием эффективных взаимоотношений организации с ее окружением при соответствии поставленных целей ее внутренним возможностям [9, С. 15].

Стратегическое управление идет от глобального представления организации, ее целей и способов их достижения, которые в дальнейшем конкретизируются, детализируются и воплощаются в виде планов и заданий [10, С. 28].

Существуют различные способы стратегического мышления, анализа и управления в разрезе теории игр. В статье будут рассмотрены следующие их виды: 1) сотрудничество или коалиционные игры; 2) скрининг; 3) сигнализирование.

Далее приведем определения и примеры некоторых типов экономических игр.

Типы игр весьма различны и многогранны: 1) кооперативные и некооперативные; 2) с нулевой и ненулевой суммой и т.д.

Кооперативные или коалиционные игры — это такие ситуации, в которых соглашение между игроками подлежит исполнению, следовательно, некооперативные – реализация такого сговора невозможна.

Примером кооперативной игры может служить объединение в 2007 году следующих книжных брендов «Новый книжный», «Читай-город», «Буквоед» в состав Объединенной розничной сети «Читай-город – Буквоед». В 2009 году компания провела ребрендинг, направленный на изменение, модернизацию и объединение всех магазинов сети, которые теперь представлены под единым брендом «Читай-город». Все магазины этой сети имеют единую вывеску и концепцию, широкий не только книжный ассортимент. Такая стратегия позволила компании стать самой крупной и узнаваемой российской федеральной сетью книжных магазинов.

Игрой с нулевой суммой называется такой исход игры, который определяет, что выигрыш одного игрока в точности равен проигрышу другого, т.е., другими словами, общий итог игры равен нулю.

Кроме сотрудничества у теории игр есть и другие инструменты эффективного стратегического мышления, анализа и управления: скрининг и сигнализирование.

Для того, чтобы менее осведомленному игроку получить информацию от более осведомленного полезно использовать инструменты скрининга. Деятельность, достоверно раскрывающая информацию на основе косвенных

действий называется скринингом. Например, к скринингу можно отнести изучение компаниями мнений, вкусов и предпочтений индивидов. Но делать это можно не только в ходе исследований своей целевой аудитории (различные опросы напрямую в магазинах и в социальных сетях), но и косвенно, изучая и анализируя отзывы клиентов о деятельности конкурентной компании, тем самым выясняя ценную информацию.

Скрининг противоположен получению информации на основе сигналов, другими словами сигнализирование – это действия индивида, обладающего частной информацией, и предполагающие доведение этой информации до нужных игроков. Например, компания сделала выдающееся открытие в сфере исследований и разработок и хотела бы использовать результаты своей инновационной деятельности. Весьма рационально было бы сообщить об этом потенциальным инвесторам в расчете на будущее финансирование проекта.

Заключение

Таким образом, на основании вышесказанного можно сделать вывод о том, что теория игр является эффективным инструментом стратегического мышления менеджеров, и при рациональном применении позволит российским предприятиям и организациям заполнить пробелы в управлении. Поэтому существует необходимость внедрения теории игр предприятиями, организациями наряду со стратегическим менеджментом.

В связи с этим необходимо: 1) разработать способы внедрения теории игр с учетом адаптации к событиям как внутри, так и за пределами предприятия; 2) организовать перевод зарубежных учебников, посвященных теории игр и стратегическому мышлению, анализу и управлению; 3) начать осуществлять подготовку кадров, владеющих не только теоретическими, но и практическими навыками и умениями; 4) развивать теорию с помощью экспериментальных работ, проведенных в научных лабораториях; 5) научиться применять полученную информацию для принятия стратегических решений.

За последние 30–40 лет значение теории игр в мировом научном сообществе растет, и многие экономические, социальные, политические науки уже не смогут развиваться дальше без этого математически-теоретического аппарата. В связи с этим необходим прогресс и усовершенствование, а также устранение тех противоречий, которые мешают эволюции теории игр на данном этапе развития.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Томпсон, А.А. Стратегический менеджмент: искусство разработки и реализации стратегии: учебник / А.А. Томпсон, А.Д. Стрикленд; ред. М.И. Соколова и др. - Москва: Юнити-Дана, 2015. – С. 577.
2. Диксит А. К. Теория игр. Искусство стратегического мышления в бизнесе и жизни / Диксит А. К., Нейлбафф Б. Дж. // (пер. с англ.) Н. Яцюк. – 4-е изд. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2018. – С. 464.
3. Захаров, А. В. Теория игр в общественных науках [Текст]: учебник для вузов / А. В. Захаров; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2015. — (Учебники Высшей школы экономики) — С. 304.
4. Нейман Дж. Фон, Теория игр и экономическое поведение / Нейман Дж. Фон, Моргенштерн О. // (пер. с англ.) под ред. и с доб. Н.Н. Воробьева / Изд-во «Наука», 1970. – С. 707.
5. Шеллинг Т.К. Стратегия конфликта; (пер. с англ.) Т. Даниловой по ред. Ю. Кузнецова, К. Сониной. – М.: ИРИСЭН, 2007 - (Серия «Международные отношения» - С. 366.
6. Диксит А. К. Стратегические игры. Доступный учебник по теории игр / Диксит А. К., Скит Сьюзан, Рейли-младший Дэвид. // (пер. с англ.) Н. Яцюк; [науч. ред. А. Минько]. – М. Манн, Иванов и Фербер, 2017. – С. 880.
7. Михненко П.А. Стратегический менеджмент: учебник под ред. П.А. Михненко / Михненко П.А., Волкова Т.А. - Москва: Университет «Синергия», 2017. – С. 305.
8. Тарасевич В.М. Ценовая политика предприятия / Тарасевич В.М. // Учебник для вузов. 3-е изд. — СПб.: Питер, 2010: ил. — (Серия «Учебник для вузов») — С. 320.
9. Казакова Н. А. Современный стратегический анализ: учебник и практикум для магистратуры / Казакова Н. А. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт — Серия: Магистр. — С. 386.
10. Гончарова Е. В. Управленческие решения в современных организациях: теория и практика / Гончарова Е.В., Старовойтов М.К., Медведева Л.Н., и др.: ВПИ (филиал) ВолГТУ // Учебные пособия: сб. Вып. 5. – 1 электрон. отп. Диск (CD-ROM). – Волгоград, 2014. – С. 278.

Список литературы на английском языке/ References in English

1. Tompson A.A. Strategicheskij menedzhment: iskusstvo razrabotki i realizacii strategii: uchebnik [Strategic management: the art of developing and implementing strategies: a textbook] / A.A. Tompson, A.D. Striklend; red. M.I. Sokolova, L.G. Zajcev. - Moskva: Yuniti-Dana, 2015. – 577 p. [In Russian]
2. Diksit A.K., Nejlbaff B. Dzh. Teoriya igr. Iskusstvo strategicheskogo myshleniya v biznese i zhizni [The Art of Strategy: a game Theorist's Guide to Success in Business and Life] /; (per. s angl.) N. YAcyuk. – 4-e edition. – M.: Mann, Ivanov i Ferber, 2018. – 464 p. [In Russian]
3. Zaharov A.V. Teoriya igr v obshchestvennyh naukah [Tekst]: uchebnik dlya vuzov [Game Theory in Social Sciences [Text]: a textbook for high schools] / A. V. Zaharov; Nac. issled. un-t «Vysshaya shkola ekonomiki». [National Research University Higher School of Economics]— M.: publishing house Vysshej shkoly ekonomiki, 2015/ [Publishing House of the Higher School of Economics, 2015] — (Uchebniki Vysshej shkoly ekonomiki) / [Textbooks of the Higher School of Economics]— 304 p. [In Russian]
4. Nejman Dzh. Fon Teoriya igr i ekonomicheskoe povedenie [Game Theory and Economic Behavior] / Nejman Dzh. Fon, Morgenshtern O. // (per. s angl.) edited by i s dob. N.N. Vorob'eva / publishing house «Nauka» [Publishing house «Science»], 1970. – 707 p. [In Russian]

5. Shelling T.K. Strategiya konflikta [Conflict strategy] / Shelling T.K. /// (per. s angl.) T. Danilovoj po red. YU. Kuznecova, K. Sonina. – M.: IRISEN, 2007 - (Seriya «Mezhdunarodnye otnosheniya» [Series «International Relations»] - 366 p. [In Russian])
6. Diksit A.K. Strategicheskie igry. Dostupnyj uchebnik po teorii igr [Strategic games. Available textbook on game theory] / Diksit A.K., Skit S'yuzan, Rejli-mladshij Devid. // (per. s angl.) N. YAcyuk; [nauch. red. A. Min'ko]. – M. Mann, Ivanov i Ferber, 2017. – 880 p. [In Russian]
7. Mihnenko P.A. / Strategicheskij menedzhment [Strategic management] / Mihnenko P.A., Volkova T.A.: uchebnik edited by. P.A. Mihnenko. - Moskva: Universitet «Sinergiya», 2017 [Moscow: Synergy University, 2017] – 305 p. [In Russian]
8. Tarasevich V.M. Cenovaya politika predpriyatiya: Uchebnik dlya vuzov [Pricing policy of the enterprise: Textbook for universities] / Tarasevich V.M. // 3-e edition. — SPb.: Piter, 2010: il. — (Seriya «Uchebnik dlya vuzov») [Series «Textbook for universities»]— 320 p. [In Russian]
9. Kazakova N.A. Sovremennyy strategicheskij analiz: uchebnik i praktikum dlya magistratury [Modern strategic analysis: textbook and workshop for graduate] / Kazakova N.A. — 2-e edition., pererab. i dop. — M.: publishing house YUrajt — Seriya: Magistr [A series of: Master] — 386 p. [In Russian]
10. Goncharova E. V. Upravlencheskie resheniya v sovremennyh organizatsiyah: teoriya i praktika [Management decisions in modern organizations: theory and practice] / Goncharova E.V., Starovojtov M.K., Medvedeva L.N. and others: VPI (filial) VolGTU // Uchebnye posobiya: sb. Vyp. 5. – 1 elektron. otp. Disk (SD-ROM). [VPI (branch) VolSTU // Tutorials: Sat. Issue 5. - 1 electron. off Disk (CD-ROM).] – Volgograd, 2014. – 278 p. [In Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.85.7.020>

ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ НА НЕСТАНДАРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Научная статья

Казанцев А.А. *

ООО "Центр Точного Литья", Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

* Корреспондирующий автор (alecsandrK96[at]mail.ru)

Аннотация

Найти универсальную математическую модель для выбора портально-фрезерного станка с ЧПУ. Рассмотрен метод построения многофакторной регрессионной модели. Изучены связи между независимыми и зависимой переменными. В статье представлены актуальные данные характеристик оборудования, что позволяет построить математическую модель и выявить значимые факторы. Рассмотрен затратный механизм ценообразования. По результатам исследования определен множественный коэффициент корреляции, найдены значимые переменные.

Ключевые слова: множественный коэффициент корреляции, многомерная регрессия, критерий Фишера-Снедекора, цена, спрос.

PRICING FOR NON-STANDARD EQUIPMENT

Research article

Kazantsev A.A. *

ООО "Centre for Precision Casting", Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

* Corresponding author (alecsandrK96[at]mail.ru)

Abstract

The study aims to find a universal mathematical model for selecting a portal milling machine with CNC. The method of constructing a multifactor regression model is considered. The relationships between independent and dependent variables are studied. The article presents relevant data characteristics of the equipment, which allows building a mathematical model and identifying significant factors. A costly pricing mechanism is considered. According to the results of the study, a multiple correlation coefficient is determined. Significant variables are found.

Keywords: multiple correlation coefficient, multidimensional regression, Fisher-Snedecor criterion, price, demand.

Введение

Научно-исследовательская работа направлена на развитие и закрепление компетенций в рамках организационно-управленческой и научно-исследовательской деятельности.

Целью работы являлось выявление факторов (издержек), влияющих на итоговую цену станков с ЧПУ на основании российского и зарубежного оборудования. Разработать рекомендации по выбору оборудования для малого и среднего бизнеса, у которых есть потребность в выпуске продукции из цветных металлов и пластмасс, в небольших габаритах оборудования.

Поставленная цель определила задачи исследования:

1. Сбор и анализ статистических данных по станкам с ЧПУ среднеценового сегмента;
2. Обобщение научных подходов;
3. Разработка математической модели и оптимальный выбор оборудования.

Объектом исследования являлось предприятие, занимающееся разработкой специализированного оборудования любой сложности и на разные ниши рынка. Работа над заказом начиналась от чертежей и заканчивалась конечной сборкой на территории заказчика с последующей технической поддержкой по эксплуатации.

Предмет исследования – являются вопросы в снижении издержек на производстве, повышения качества выпускаемых механизмов, а также проработка взаимозаменяемости компонентов.

1. Актуальность темы исследования

Ценообразование на станки диктуется зарубежными лидерами рынка, тем самым сложно отследить действительную стоимость данного оборудования.

К мировому финансовому кризису в 2015 году российский рынок в долларовом выражении упал из-за санкций и двукратного роста курса валют, что привело к тяжелым последствиям для бизнеса поставщиков станков с ЧПУ.

Также это негативно сказывается на платежеспособности российских покупателей. Компании будут стремиться находить аналоги на рынке, схожие по характеристикам и ниже по цене.

Производители, в свою очередь, будут стремиться снижать стоимость своих продуктов. Для этого может быть снижено качество самих комплектующих и время на проектирование и доработку. Это может сказаться на качестве оборудования, его ресурсе работы и удобстве эксплуатации.

Благодаря этому у отечественных компаний появится возможность занять свою нишу на данном рынке, предлагая подобное оборудование по цене, уступающей зарубежным аналогам.

Учет в цене

При наличии прайс-листов по всем станкам с ЧПУ одного типа не так просто сделать сравнение их стоимости. Это связано с тем, что у разных производителей разные издержки. От размера самой компании, выпускающей оборудование, зависит его стоимость, ведь на старте продаж конкурентоспособен тот, у кого качество и цена на приемлемом уровне на том сегменте рынка, на который направлены продажи. На фазе зрелости компания повышает цены на продукт из-за роста издержек.

На стоимость влияет и местоположение рынка, также она варьируется под воздействием тех или иных факторов.

Степень универсальности

Компании, где производство автоматическое или полуавтоматическое, заинтересованы в приобретении соответствующего оборудования – станков с дополнительными «опциями», что приводит к удорожанию узлов машины и последующего ремонта. Приобретая дополнительную оснастку, также можно расширить функционал оборудования.

Стоимость технического обслуживания

В связи с общей тенденцией роста цен на топливо и энергию покупателю так же важна величина эксплуатационных расходов. В связи с этим возрастает роль технического обслуживания, т.е. расходы, которые он должен постоянно нести для поддержания машины в эксплуатационном состоянии. Таким образом, для покупателя определяющим становится не цена самого оборудования, а стоимость его расходных материалов.

1.1 Уровень изученности

Правильное ценообразование позволяет определить грамотную конкурентную политику компании и повысить доходы предпринимателя.

Разберем два подхода к формированию цены:

1. Рыночный;
2. Производственный или затратный.

Рыночный механизм ценообразования

В условиях рыночной экономики основным механизмом ценообразования является взаимодействие спроса и предложения.

Категория спроса определяется как обратная зависимость между ценой и количеством потребляемого товара или услуги. Спрос представляет собой платежеспособную потребность, а именно желание иметь благо и возможность за него заплатить.

На рыночное ценообразование влияют:

- Спрос и предложение;
- Уровень эластичности спроса;
- Конкуренция;
- Финансово кредитная сфера;
- Потребители;
- Государственное регулирование цен;
- Изменения капитализации естественных монополий.

Затратный механизм ценообразования

В основе данного метода лежит калькулирование издержек производства и сбыта продукции, поэтому цена, сформированная затратными методами, имеет надежное обоснование.

Рассмотрим преимущества и недостатки:

Преимущества методов затратного ценообразования:

1. Простота в сборе информации и расчетов, так как информация об издержках производства более определена и известна производителю, чем информация о спросе, следовательно, нет необходимости корректировать цену при нестабильном спросе;
2. Справедливость отношение и к покупателям, и к продавцам, так как при высоком спросе продавцы не наживаются за счет покупателей, вместе с тем имеют возможность приобрести доход в инвестированный основной капитал, традиционную в этой сфере деятельность.

Недостатки затратных методов:

1. Цена может не совпасть с ценой, которые покупатели готовы заплатить за данный товар, так как при обосновании цены не принимаются во внимание внешние по отношению к продавцу факторы, в первую очередь, спрос на товар, конкуренция, потребительные свойства товара и его заменителей;
2. Метод не заинтересовывает в уменьшении затрат, особенно при обосновании регулируемых государством цен.

В итоге, цена представляет собой определенную денежную сумму, за которую продавец готов продать товар, а покупатель готов его приобрести, особый частный случай проявления экономической ценности в определённых, исторически конкретных условиях.

1.2 Мои предложения

Создать единую математическую модель ценообразования для подхода к определению цен на новое и уже выпускаемое оборудование. Также это поможет определяться с выбором оборудования, которое представлено на рынке. До совершения нужно проанализировать узлы и механизмы агрегата, отдельные его составляющие детали, рабочую область. Таким образом взвесить цену и качество предлагаемого оборудования.

Для создания модели был взят портально-фрезерный станок с ЧПУ со следующими характеристиками:

Таблица 1 – Характеристики станка

Рабочее поле, мм			ШД	Шпиндель				Габариты станка, мм			Масса, кг
X	Y	Z		Мощность, кВт.	Мощность, кВт.	Охлаждение	Частота вращения, об/мин	Типоразмер цанги	X	Y	Z
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
800	1200	300	0,8	3,2	0,72	24 000	ER20	1460	2160	2100	210

1.3 Чем помогут мои предложения

У компаний будет прозрачное ценообразование, что позволит убрать большой разброс цены у продукции по сравнению с конкурентами. Модели выпускаемых станков будут более сбалансированными по критерию "цена - качество". Будет возможность выпускать оборудование, необходимое покупателю, под индивидуальные требования, что позволит расширить рынок станков по моделям.

2. Математическая модель

Необходимо найти детали и узлы агрегата сильно, влияющие на итоговую стоимость оборудования, для последующего снижения цены, ремонта, расходных материалов.

Проведем многомерную регрессию (т.е. используем несколько независимых переменных), для этого используем множественный коэффициент корреляции R (множественное R - это положительный квадратный корень из R-квадрата). Данный коэффициент корреляции характеризует тесноту связи между зависимой переменной и предиктором. Он изменяется в пределах от 0 до 1.

Для построения многофакторной модели были выбраны функции (параметры), которые являются наиболее значимыми для клиента при выборе оборудования. Перечень данных, перечисленных в таблице 2, производитель предоставляет в открытом доступе.

Входной интервал (Y) – цена, которую предоставляет производитель (колонок J), поле (X) - характеристики (поле A1:I11).

Где охлаждение:

- водяное – 0,72
- воздушное – 0,58.

Таблица 2 – Данные комплектующих станков с ЧПУ

	Рабочее поле, мм		ШД	Шпиндель			Габариты станка, мм		Масса, кг	Цена
	X	Y		Мощность, кВт.	Охлаждение	Частота вращения, об/мин	X	Y		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	900	1200	1,32	2,20	0,72	24000	1560	2020	500	408000
2	1200	1200	0,40	3,50	0,58	18000	1920	1920	600	620964
3	1300	2500	0,80	4,50	0,58	18000	3100	2100	1200	548298
4	1300	1300	0,99	3,00	0,72	24000	2160	1770	650	442000
5	900	1200	1,32	3,00	0,72	24000	2165	1694	650	506000
6	1000	700	0,80	2,00	0,72	24000	1400	1000	590	790000
7	1220	1220	0,80	3,50	0,58	18000	1820	1700	570	386300
8	1200	1200	0,45	2,20	0,58	24000	1550	1370	340	306860
9	665	1025	0,66	1,05	0,50	25000	1343	943,5	102	309366
10	1200	1200	0,80	2,20	0,72	24000	1630	1920	450	302400
11	800	1200	0,80	3,20	0,72	24000	1461	2162	210	157625

После регрессии были получены следующие результаты:

Таблица 3 – Регрессионная статистика

Множественный R	0,995775
R-квадрат	0,991567
Нормированный R-квадрат	0,91567
Стандартная ошибка	50993,64
Наблюдения	11

Таблица 4 – Дисперсионный анализ

	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	9	$3,06 \cdot 10^{11}$	$3,4 \cdot 10^{10}$	13,06461	0,211713
Остаток	1	$2,6 \cdot 10^9$	$2,6 \cdot 10^9$		
Итого	10	$3,08 \cdot 10^{11}$			

Множественный коэффициент корреляции считается значительным если выполняется следующее условие:

$$F_{\text{факт}} > F_{\text{кр}}$$

Данное условие не соблюдается, а значит множественный коэффициент корреляции не является значимым, так же его величина завышается это как правило возникает при небольшом числе наблюдений.

Таблица 5 – Основные параметры репрезентативности корреляционно-регрессионной модели

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение
Y-пересечение	929503,7	393979,1	2,359271	0,255224
Переменная X 1	-430,871	131,1234	-3,28599	0,188068
Переменная X 2	-638,643	183,8577	-3,47357	0,17845
Переменная X 3	-299548	107284,8	-2,79208	0,218947
Переменная X 4	-12528,7	84684,56	-0,14795	0,906493
Переменная X 5	-1278439	1220963	-1,04707	0,485363
Переменная X 6	35,37696	38,95304	0,908195	0,530605
Переменная X 7	-54,5533	193,4814	-0,28196	0,825043
Переменная X 8	197,1726	160,7304	1,226728	0,435401
Переменная X 9	1608,864	432,5108	3,719823	0,16719
	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	-4076476	5935483	-4076476	5935483
Переменная X 1	-2096,95	1235,211	-2096,95	1235,211
Переменная X 2	-2974,78	1697,49	-2974,78	1697,49
Переменная X 3	-1662731	1063634	-1662731	1063634
Переменная X 4	-1088548	1063491	-1088548	1063491
Переменная X 5	$-1,7 \cdot 10^7$	14235370	$-1,7 \cdot 10^7$	14235370
Переменная X 6	-459,568	530,3223	-459,568	530,3223
Переменная X 7	-2512,97	2403,861	-2512,97	2403,861
Переменная X 8	-1845,1	2239,447	-1845,1	2239,447
Переменная X 9	-3886,71	7104,435	-3886,71	7104,435

Из таблицы 5 можно сделать вывод, что более значимыми переменными являются 1,2 и 9, соответственно: рабочее поле по оси X, Y и масса станка.

2.1 Выводы

В ходе выполнения работы было определено, что больше всего на итоговую стоимость влияют не столько комплектующие станка, сколько сторонние факторы, которые сложно определить на данном этапе.

Отталкиваясь от результатов математической модели можно, сделать предположение, что на цену оборудования может влиять сама компания (её «популярность» на рынке), а также политические взаимодействия между странами (санкции).

Кроме всего вышеперечисленного влияние оказывает сложность в изготовлении некоторых узлов станка, сложность в сборке. Также в модели не учитывалось ремонтпригодность оборудования.

Для компаний, занимающихся производством станков с ЧПУ, важно удерживать свои позиции на стремительно развивающемся рынке. Нужно заинтересовать потребителя в приобретении оборудования именно у них и поддерживать контакт для последующих новых заказов. Разработав математическую модель станка можно проследить, куда уходит большая часть средств.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Альтернативные подходы к ценообразованию [Электронный ресурс] – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_15262796_99845864.pdf (дата обращения: 28.01.2019).
2. Анализ зависимости конечной стоимости продукции от исходного сырья на основе линейного и нелинейных моделей парной регрессии [Электронный ресурс] – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_32645728_91883523.pdf (дата обращения: 20.02.2019)
3. Затратный метод ценообразования [Электронный ресурс] – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_32351511_81375100.pdf (дата обращения: 02.10.2019)
4. Обзор российского рынка CAM за 2016 год [Электронный ресурс] – URL: http://planetacam.ru/articles/market/obzor_rossiyskogo_rynka_cam_za_2016_god/ (дата обращения: 02.02.2019)
5. Понятие цены и ценовая политика предприятия [Электронный ресурс] – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_35447589_79300057.pdf (дата обращения: 07.02.2019)
6. Рыночный механизм ценообразования [Электронный ресурс] – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2014/09/37463> (дата обращения: 10.02.2019)
7. Роль машиностроения в России в формировании рынков техники и оборудования [Электронный ресурс] – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_9554028_22068154.pdf (дата обращения: 15.02.2019)
8. Ценообразование на машины и оборудование во внешней торговле [Электронный ресурс] – URL: https://studme.org/53083/marketing/tsenoobrazovanie_mashiny_oborudovanie_vneshney_torgovle (дата обращения: 07.02.2019)
9. Ценовой механизм [Электронный ресурс] – UR: https://studopedia.ru/10_198419_zatratniy-i-rinocniy-mehanizmi-tsenoobrazovaniya.html (дата обращения: 28.02.2019)
10. Ценообразование на инновационный продукт [Электронный ресурс] – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_35233312_42017953.pdf (дата обращения: 29.01.2019)

Список литературы на английском языке / References in English

1. Alternativnye podkhody k tsenoobrazovaniyu [Alternative Pricing Approaches] [Electronic resource] – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_15262796_99845864.pdf (accessed: 28.01.2019).
2. Analiz zavisimosti konechnoy stoimosti produktsii ot iskhodnogo syrya na osnove lineynogo i nelineynykh modeley parnoi regressii [Analysis of the Dependence of the Final Cost of Production from the Source of Raw Materials on the Basis of Linear and Nonlinear Models of Steam Regression] [Electronic resource] – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_32645728_91883523.pdf (accessed: 20.02.2019)
3. Zatratnyi metod tsenoobrazovaniya [Costly Pricing Method] [Electronic resource] – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_32351511_81375100.pdf (accessed: 02.10.2019)
4. Obzor rossiyskogo rynka SAM za 2016 god [Overview of the Russian CAM Market for 2016] [Electronic resource] – URL: http://planetacam.ru/articles/market/obzor_rossiyskogo_rynka_cam_za_2016_god/ (accessed: 02.02.2019)
5. Ponyatie tseny i tsenovaya politika predpryatiya [Concept of Prices and Pricing Policy of an Enterprise] [Electronic resource] – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_35447589_79300057.pdf (accessed: 07.02.2019)
6. Rynochnyi mekhanizm tsenoobrazovaniya [Market Pricing Mechanism] [Electronic resource] – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2014/09/37463> (accessed: 10.02.2019)
7. Rol mashinostroeniya v Rossii v formirovanii rynkov tekhniki i oborudovaniya [Role of Mechanical Engineering in Russia in Shaping the Markets for Machinery and Equipment] [Electronic resource] – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_9554028_22068154.pdf (accessed: 15.02.2019)
8. Tsenoobrazovanie na mashiny i oborudovanie vo vneshnei trgovle [Pricing for Machinery and Equipment in Foreign Trade] [Electronic resource] – URL: https://studme.org/53083/marketing/tsenoobrazovanie_mashiny_oborudovanie_vneshney_torgovle (accessed: 07.02.2019)
9. Tsenovoi mekhanizm [Price Mechanism] [Electronic resource] – URL: https://studopedia.ru/10_198419_zatratniy-i-rinocniy-mekhanizmi-tsenoobrazovaniya.html (accessed: 28.02.2019)
10. Tsenoobrazovanie na innovatsionnyi produkt [Pricing for an Innovative Product] [Electronic resource] – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_35233312_42017953.pdf (accessed: 29.01.2019)

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.85.7.021>**АСПЕКТЫ СОХРАНЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА В РАМКАХ
ВЫЯВЛЕНИЯ УГРОЗ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОМУ РАЗВИТИЮ РЕГИОНОВ РОССИИ**

Научная статья

Кривенко Н.В.^{1,*}, Кривенцова Л.А.², Епанешникова Д.С.³^{1, 2, 3} Институт экономики УрО РАН, Екатеринбург, Россия

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

Аннотация

В статье рассмотрены тенденции развития мировой экономики на современном этапе. В условиях демографических изменений определена целесообразность повышения качества человеческого капитала для осуществления инновационных преобразований в экономике. Применительно к российской экономике систематизированы внешние и внутренние угрозы. Отмечаются отставания страны в области инноватики, структурно-технологическое неравновесие экономики. Рассмотрены угрозы социальной устойчивости страны: старение населения, снижение доли трудоспособного населения, диспропорции на рынке труда. Обоснована актуальность сохранения качественного человеческого потенциала. Выявлено взаимовлияние макроэкономических показателей, государственного участия в финансировании системы здравоохранения, результативности деятельности отрасли как на состояние здоровья населения, в том числе трудоспособного, так и на экономические показатели страны (на макроуровне) и региона (на мезоуровне).

Ключевые слова: развитие мировой экономики, демографические изменения, человеческий потенциал, внешние и внутренние угрозы, показатели деятельности здравоохранения.

**ASPECTS OF PRESERVING QUALITY HUMAN POTENTIAL WITHIN THE FRAMEWORK OF IDENTIFYING
THREATS TO SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF RUSSIAN REGIONS**

Research article

Krivenko N.V.^{1,*}, Kriventsova L.A.², Epaneshnikova D.S.³^{1, 2, 3} Institute of Economics, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia

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

Abstract

The article considers contemporary development trends of the world economy. The feasibility of improving the quality of human capital for the implementation of innovative changes in the economy in the context of demographic changes is determined. As for the Russian economy, external and internal threats are systematized. There are certain lags in the field of innovation, certain structural and technological imbalance of the economy. Threats to social sustainability of the country are considered: aging of the population, reduction in the share of the working-age population, disproportions at the labour market. The relevance of maintaining high-quality human potential is justified. The interaction of macroeconomic indicators, state participation in health system financing, the performance of the industry both on the state of health of the population, including the able-bodied, and on the economic indicators of the country (at the macro level) and the region (at the meso level) is identified.

Keywords: global economic development, demographic changes, human potential, external and internal threats, health care performance indicators.

Главной особенностью новой модели роста мировой экономики является ярко выраженный реванш ресурсов и технологий в структуре факторов, ответственных за ускорение процессов глобального развития [1]:

– Изменение глобальной демографической ситуации – старение населения в экономически развитых странах и сокращение притока дешевой рабочей силы на рынки развивающихся стран.

– Рост конкуренции за сырьевые ресурсы в мировой экономике, стимулирующий инвестиции в разработку новых видов и источников сырья, ресурсосберегающих технологий и технологий альтернативной энергетики.

Последствием глобальных демографических изменений будет радикальное снижение роли дешевой рабочей силы как сравнительного преимущества стран в конкуренции на глобальных рынках. Поддержание устойчиво высоких темпов роста потребует активного замещения труда капиталом и внедрения новых технологий для повышения совокупной факторной производительности. Для достижения этой цели необходимы глубокие структурные реформы, включая изменение состава экспорта, реориентацию инвестиций в пользу высокотехнологичных отраслей экономики и формирование национальной системы накопления человеческого капитала с опорой на высокие образовательные стандарты [1].

Как показывает анализ, в условиях сложной геополитической обстановки перед российской экономикой стоят серьезные вызовы. В связи с этим особую актуальность приобретает научная проблематика эффективного выявления угроз социально-экономическому развитию страны и регионов,

что нашло отражение в принятии документов на государственном уровне: Стратегии национальной экономической, экологической безопасности РФ, Стратегии научно-технологического развития РФ.

Проведенные авторами исследования позволили систематизировать следующие угрозы.

I. Внешние угрозы:

- Высокая зависимость России от импорта важнейших видов продукции.
- Экономические санкции.

– Отток капитала за границу и др.

Внешние системные угрозы зависят как от внешнеполитической обстановки, так и от конкуренции на мировом рынке. Особый «вклад» вносят экономические санкции ЕС и США по отношению к России, включающие ограничения в сфере финансов, промышленности и торговли, в области экономического сотрудничества (включая двустороннее и региональное). Последствия санкций негативно сказываются на состоянии экономики всех участников данного процесса, в условиях глобализации стремление к изоляции губительно для любой хозяйственной системы. Для России введение экономических санкций и падение цен на нефть в 2 раза в 2014 году привело к *мультипликативному эффекту* – кризису экспортно-сырьевой модели, накоплению структурных проблем в экономике, что увеличило разрыв между ЕС и РФ в объеме ВВП с показателя в 8 раз в 2013 году до превышения этого соотношения в 2014 году в 12 раз. В дальнейшем ухудшение делового климата привело в 2015 году по сравнению с 2013 годом к снижению притока прямых иностранных инвестиций более чем в 5 раз, продолжение противодействия проекту газопровода «Северный поток-2» негативно сказалось на реализации трубопроводных проектов.

II. Внутренние системные угрозы (общероссийский уровень):

1) Отсутствие институционального обеспечения долгосрочного развития экономики на основе стратегического планирования, реализации структурно-инвестиционной, инновационной политики на государственном уровне при сокращении фундаментальных и прикладных исследований приводит к технологическому отставанию; угрозе медленного экономического роста из-за «проедания» долгосрочного экономического потенциала, недостаточной инвестиционной активности; территориальным диспропорциям, низкой активности региональных венчурных фондов, что не способствует инновационному развитию отдельных регионов и т.д.

Для повышения конкурентных преимуществ национальных экономик в последние годы развитые страны наращивают вложения в научные исследования, инновации и разработки (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Доля основных регионов в мировых затратах на научные исследования и разработки

Регион/страна	2017	2018
Северная Америка	27,72%	27,29
Азия	42,67%	43,53%
Европа	20,98%	20,64%
Россия	2,87%	2,87%

Примечание: составлено по: [2]

Таким образом, отмечаются отставания РФ в развитии инновационной сферы.

2) Структурно-технологическое неравновесие экономики: непропорциональное распределение факторов производства и финансовых ресурсов. Российская экономика развивается согласно потребительской модели: соотношение сектора средств производства 30- 35% и предметов потребления 65-70% (для периодов индустриализации и 70-80-х гг. прошлого столетия характерно обратное соотношение), по важнейшим социально-экономическим показателям за 25 лет (1990-2015гг.) не достигнут уровень 1990 года, что свидетельствует о необходимости определения рациональных пропорций для гармоничного развития экономической системы хозяйствования.

3) Угрозы социальной устойчивости страны. Изучение *внутренних системных угроз* необходимо рассматривать комплексно: как производственной, так и социальной сфер экономики, взаимовлияние и взаимозависимость которых сказываются в целом на уровне социально-экономического развития России и благосостояния граждан.

3.1. Социально-демографические угрозы: снижение рождаемости, старение и депопуляция населения, небольшая продолжительность жизни по сравнению с развитыми странами. Согласно шкале ООН, если удельный вес лиц в возрасте 65 лет и старше ниже 4%, то население такой страны считается молодым; в интервале от 4 до 7% – население на пороге старости; выше 7% – старое население. В соответствии с указанной шкалой (более 7% населения в возрасте 65 лет и старше) Россия имеет старое население [3].

3.2. Наша страна попадает в группу стран с наиболее высоким уровнем неравенства в распределении доходов (0,412) [4]. В то же время отмечается известный феномен «работающие бедные», отток из страны высококвалифицированных специалистов. В глобальном рейтинге привлечения талантов Россия находится в шестом десятке стран, выступая в роли «донора человеческого капитала» для мировой науки.

3.3. Угроза «кадрового голода», ключевыми причинами которого являются: снижение численности и старение населения (особенно стремительно в трудоспособных возрастах); рост двойной структурной деформации рынка труда: по уровню образования и в профессионально-квалификационном разрезе; сохранение в экономике высокой доли ручного труда [5]. В соответствии с прогнозом к 2030 году в России ожидается падение численности экономически активного местного населения почти на 9%. В условиях негативных демографических тенденций Россия вынуждена удовлетворять дефицит рабочей силы миграционным приростом, ожидается прирост численности иностранной рабочей силы к 2030г. на 34%. При этом ожидается снижение численности высококвалифицированных занятых на 10%. Прогнозируемый дисбаланс спроса и предложения высококвалифицированной рабочей силы будет негативно влиять на уровень и темпы производительности труда, приводя к серьезным экономическим потерям, в т.ч. к снижению к 2030 году ВРП в целом по РФ на 3,2% [5].

3.4. Проблема прекариата у выпускников вузов: при наличии образования отсутствие возможности его реализовать на практике (в западной литературе трактуется как «избыточное» образование, «избыточные» знания) [6].

3.5. Диспропорции на рынке труда в условиях трансформационных процессов современной экономики:

- резкое сокращение численности сельского населения России, с одной стороны, с другой – безработица среди сельского населения;
- интенсивная реструктуризация отраслевой занятости молодежи: рост большинства рабочих мест в сфере услуг: государственном управлении, финансовой сфере, торговле при одновременном уменьшении числа занятых в промышленности, сельском хозяйстве, строительстве, на транспорте [6], что к 2030 году может привести к дисбалансу в обеспечении трудовым потенциалом экономики страны в отраслевом разрезе.

III. Внутренние системные угрозы (региональный уровень):

- структурные диспропорции в экономике;
- дефицит собственных финансовых средств регионов;
- недостаточная инвестиционная и инновационная активность;
- недостаточный уровень развития импортозамещения;
- социально-демографические вызовы и др.

Только системное выявление внешних и внутренних угроз, предотвращение их воздействия на экономику страны позволит рассматривать ее как *независимую социально-экономическую систему*.

В сложившихся социально-экономических условиях требуется инновационный социально – ориентированный тип развития экономики страны как на макроуровне, так и на региональном (мезоуровне). Проведенные исследования позволяют акцентировать внимание на аспектах сохранения качественного человеческого потенциала для нейтрализации выявленных угроз социально-экономическому развитию регионов и в целом страны, а также как основного драйвера в поступательном движении к высокотехнологичной экономике.

Качество человеческих ресурсов выражается в совокупности характеристик, отражающих уровень развития физической, интеллектуальной, социальной составляющих, определяющих объем участия индивидуума в обеспечении социально-экономического развития и реализации инновационных преобразований в экономике. Основные элементы механизма взаимного влияния здоровья населения и экономического роста: производительность труда (рост физической и умственной активности прямо повышает производительность труда); предложение на рынке труда (падение производительности труда при снижении уровня здоровья приводит к снижению заработной платы и негативно влияет на предложение труда); образование (чем выше уровень образования, тем выше производительность труда), накопление сбережений и инвестиций [7].

В рамках исследования представляет научный интерес выявление взаимовлияния макроэкономических показателей, государственного участия в финансировании системы здравоохранения, результативности деятельности данной важнейшей отрасли социальной сферы не только на состояние здоровья населения, в том числе трудоспособного, но и на экономические показатели страны (на макроуровне) и региона (на мезоуровне).

Согласно данным Всемирной организации интеллектуальной собственности и Всемирного банка, Швейцария, США и Австралия входят в число лидеров по инновационному развитию, выделяя при этом высокую долю расходов на здравоохранение.

В таблице 2 представлены международные сравнения динамики расходов на здравоохранение, макроэкономических и медико-демографических показателей за период 2000-2017гг. на примере США, Швейцарии и Российской Федерации.

Таблица 2 – Международные сравнения динамики расходов на здравоохранение, макроэкономических и медико-демографических показателей за период 2000- 2017гг.

Страна/ годы	ВВП на душу населения, дол. США	Расходы на здравоохра- ние, % ВВП (общие)	Расходы на здравоохра- ние, % ВВП (государствен- ные)	Общие расходы на здравоохра- ние на душу населения, дол. США	Продолжи- тельность жизни, лет	ИРЧП
США						
2000	36449,8	13	6	4562	78	0,884
2017	59927,9	17	8	9536	80	0,924
К-т (2017/2000)	1,6	1,3	1,33	2,09	1,02	1,04
Швейцария						
2000	37868,3	9	5	3541	79,7	0,888
2017	80342,8	12	9	9818	84	0,944
К-т (2017/2000)	2,1	1,33	1,8	2,77	1,05	1,06
РФ						
2000	1771,6	5	3	95	66,1	0,771
2017	10749,1	6	3	524	71	0,816
К-т (2017/2000)	6,1	1,2	1,0	5,51	1,07	1,05

Источник: Human Development Reports. URL: <http://hdr.undp.org>; World Bank. URL: <http://data.worldbank.org>; World Health Organisation/ URL: <http://apps.who.int/nha/database>

Анализ выявил, что в долгосрочном периоде (сравнение показателей 2000 и 2017 гг.) ВВП на душу населения (дол. США) увеличились в США в 1,6, в Швейцарии – в 2,1 раз, в России – в 6,1 раза. Положительная динамика макроэкономических показателей сопровождалась увеличением расходов на здравоохранение, в первую очередь в развитых странах, повышением продолжительности жизни, значения индекса развития человеческого потенциала.

Акиндинова Н.В. с соавторами [8] отмечают выявление на международном уровне положительной связи в долгосрочном периоде между уровнем расходов на здравоохранение и ключевыми показателями национального здоровья (младенческая смертность, продолжительность жизни), в первую очередь установлена прямая связь между уровнем финансирования отрасли и первым показателем [8]. Учитывая, что на продолжительность жизни оказывает влияние множество факторов, данный показатель наиболее чувствительно реагирует на рост расходов на здравоохранение в менее развитых странах [8].

В российской сфере здравоохранения на сегодняшний день отмечаются следующие проблемы:

- увеличение продолжительности жизни населения требует увеличения расходов на оказание медицинской помощи, что является проблематичным в условиях недофинансирования;
- ухудшение уровня доступности и качества медицинской помощи в сельской местности в результате оптимизации, значительного сокращения организаций здравоохранения;
- проблемы импортозамещения высокотехнологичного оборудования и запасных частей отечественного производства;
- дефицит медицинских кадров и др.

В России доля расходов ВВП на здравоохранение в рассматриваемый период не достигла рекомендуемых ВОЗ значений 5-6%. В то же время улучшение макроэкономических показателей, рост общих расходов на здравоохранение на душу населения в 5,5 раз в 2017 году по сравнению с 2000 годом, а также реализация национального проекта «Здоровье» в 2006-2016 гг. в целом способствовали увеличению продолжительности жизни в 1,07 раза и индекса развития человеческого потенциала в 1,05 раз.

В таблице 3 представлено изменение показателей деятельности здравоохранения в целом по РФ (на макроуровне) и по Свердловской области (на мезоуровне).

Таблица 3 – Динамика показателей здравоохранения на макро- и мезоуровне за период 2000-2017 гг.

Показатели	2000г.	2017г.	Изменение показателя (2017-2000), абс.	Изменение показателя (2017/2000), %
РФ				
рождаемость	8,7	11,5	+2,8	1,32
смертность	15,3	12,4	-2,9	0,81
естественный прирост	-6,6	-0,9		
младенческая смертность	15,3	5,6	-9,7	0,36
материнская смертность	39,7	8,8	-30,9	0,22
Свердловская область				
рождаемость	8	12,4	+4,4	1,55
смертность	16,4	13,3	- 3,1	0,81
естественный прирост	-8,4	-0,9		
младенческая смертность	15	4,8	-10,2	0,32
материнская смертность	42,1	10,0	-32,1	0,23

Источники: Стат. сборники РФ за 2000-2017гг., [9]

Отмечается положительная динамика за период с 2000 по 2017 гг.:

- в целом по России (на макроуровне): снижение показателей общей смертности на 19%, материнской смертности на 78%, младенческой смертности на 64%; увеличение рождаемости на 32%;
- по Свердловской области (на мезоуровне): снижение показателей общей смертности на 19%, материнской смертности на 77%, младенческой смертности на 68%; увеличение рождаемости на 55%.

Проведенный анализ свидетельствует, что на фоне улучшения макроэкономических показателей, увеличения вклада государства в финансирование здравоохранения создаются благоприятные условия для широкого применения высокотехнологичной медицинской помощи. Кроме этого, на улучшение медико-демографических показателей в этот период значительное влияние оказали повышение результативности отрасли в результате активного внедрения организационных, информационных, медицинских инноваций, телемедицины. Министр здравоохранения РФ Скворцова В.И. отмечает необходимость дальнейшего инновационного развития отрасли, «перехода к «Медицине – 4П»: предиктивной, профилактической, персонализированной и партисипативной» [10].

Заключение

Проведенные исследования показывают необходимость развития и сохранения качественного человеческого потенциала в стране для нейтрализации угроз социально-экономическому развитию, преодоления отставаний в высокотехнологичных отраслях. Международные сравнения, а также показатели на макро- и мезоуровне свидетельствуют о многосторонних процессах: улучшение макроэкономических показателей положительно влияет на повышение качества и уровня жизни населения; усиление государственного участия в финансировании здравоохранения, результативности отрасли способствуют увеличению рождаемости и сокращению смертности населения, росту вклада человеческого капитала в экономический рост страны.

Благодарности

Статья выполнена в соответствии с планом НИР ФГБУН Института экономики УрО РАН на 2019-2021 гг.

Acknowledgement

The article is written in accordance with the R & D plan of FPFIS of the Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences for 2019-2021.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Афонцев С. Новые тенденции в развитии мировой экономики / Афонцев С. // Мировая экономика и международные отношения. – 2019. – №5 (Том 63) – С.36-46.
2. Иванова Н. Наука и инновации: конкуренция нарастает / Иванова Н., Мамедьяров З. // Мировая экономика и международные отношения. – 2019. – №5 (Том 63) – С.47-55.
3. О демографической ситуации в странах СНГ в 2017 году. Материалы Статкомитета СНГ // Общество и экономика. – 2019. – №2. – С.104-123.
4. Бикеева М.В. Статистический анализ дифференциации доходов и уровня бедности населения Российской Федерации // Экономические исследования и разработки / Бикеева М.В. [Электронный ресурс] URL: <http://edrj.ru/article/08-02-2018> (дата обращения: 24.05.2019).
5. Вызовы социально-экономическому развитию регионов России / Ку克林 А.А., Чичканов В.П., Чистова Е.В., Иванов В.М., Коробков И.В., Васильева А.В., Быков Д.С. и др.; под ред. А.А.Куклиной и В.П.Чичканова. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2018. – 324 с.
6. Демиденко С.Ю. Молодежь на рынке труда (по материалам круглого стола) / Демиденко С.Ю. // Социс. – 2018. – №4. – С.164-166.
7. Мальцев А.А. Медицинская услуга в системе управления качеством человеческих ресурсов / Мальцев А.А., Фечина А.О. // Управление. – 2019. – №2 (Том 10) – С.62-71.
8. Акиндинова Н.В. Межстрановой анализ структуры и эффективности бюджетных расходов / Акиндинова Н.В., Чернявский А.В., Чепель А.А. // Вопросы экономики. – 2018. – №12. – С.5-27.
9. Сборники статистических материалов «Состояние здоровья населения и показатели деятельности системы здравоохранения Свердловской области» за 2000-2017 годы. [Электронный ресурс] URL: <https://miacso.ru/index.php/937-sbornik-statisticheskikh-materialov> (дата обращения: 17.06.2019).
10. Выступление Министра Вероники Скворцовой на итоговой коллегии Минздрава России 30 марта 2018 года. [Электронный ресурс] URL: <https://www.rosminzdrav.ru/news/2018/03/30/7544-vystuplenie-ministra-veroniki-skvortsovoy-na-itogovoy-kollegii-minzdrava-rossii> (дата обращения: 15.06.2018).

Список литературы на английском языке / References in English

1. Afontsev S. Novye tendentsii v razvitii mirovoy ekonomiki [New trends in the development of the world economy] // Afontsev S. // Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya [World economy and international relations]. – 2019. – №5 (Том 63) – p.36-46. [in Russian]
2. Ivanova N. Nauka i innovatsii: konkurentsiya narastaet [Science and innovation: competition is growing] / Ivanova N., Mamed'yarov Z. // Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya [World economy and international relations]. – 2019. – №5 (Том 63) – p.47-55. [in Russian]
3. O demograficheskoy situatsii v stranah SNG v 2017 godu. Materialy Statkomiteta SNG [On the demographic situation in the CIS countries in 2017. Materials of the CIS Statistical Committee] // Obschestvo i ekonomika [Society and Economy]. – 2019. – №2. – p.104-123. [in Russian]
4. Bikeeva M.V. Statisticheskii analiz differentsiatsii dohodov i urovnya bednosti n naseleniya Rossiyskoy Federatsii [Statistical analysis of the differentiation of income and poverty level n of the population of the Russian Federation] / Bikeeva M.V. // Ekonomicheskie issledovaniya i razrabotki [Economic research and development] [Electronic resource] URL: <http://edrj.ru/article/08-02-2018> (accessed: 24.05.2019). [in Russian]
5. Vyzovy sotsial'no-ekonomicheskomu razvitiyu regionov Rossii [Challenges to the socio-economic development of the Russian regions] / Kuklin A.A., Chichkanov V.P., Chistova E.V. and others; ed. A.A.Kuklin and V.P.Chichkanova. – Ekaterinburg: Institut ekonomiki UrO RAN, 2018. – 324 p. [in Russian]
6. Demidenko S.Y. Molodezh' na rynke truda (po materialam kruglogo stola) [Young people in the labor market (on the materials of the round table)] / Demidenko S.Y. // Sotsis [Socis]. – 2018. – №4. – p.164-166. [in Russian]
7. Mal'tsev A.A., Fechina A.O. Meditsinskaya usluga v sisteme upravleniya kachestvom chelovecheskih resursov [Medical service in the system of quality management of human resources] / Mal'tsev A.A., Fechina A.O. // Upravlenets [The manager]. – 2019. – №2 (Том 10) – p.62-71. [in Russian]
8. Akindinova N.V. Mezhsranovoy analiz struktury i effektivnosti byudzhetykh raskhodov [Cross-country analysis of the structure and efficiency of budget expenditures] / Akindinova N.V., Chernyavskiy A.V., Chepel' A.A. // Voprosy ekonomiki [Voprosy ekonomiki]. – 2018. – №12. – p.5-27. [in Russian]
9. Sborniki statisticheskikh materialov «Sostoyanie zdorov'ya naseleniya i pokazateli deyatel'nosti sistemy zdavoohraneniya Sverdlovskoy oblasti» za 2000-2017 gody [Statistics collection "The health status of the population and the performance of the health system of the Sverdlovsk region" for 2000-2017.]. [Electronic resource] URL: <https://miacso.ru/index.php/937-sbornik-statisticheskikh-materialov> (accessed: 17.06.2019).
11. Vystuplenie Ministra Veroniki Skvortsovoy na itogovoy kollegii Minzdrava Rossii 30 marta 2018 goda [Speech by the Minister Veronika Skvortsova at the final board of the Ministry of Health of Russia on March 30, 2018]. [Electronic resource] URL: <https://www.rosminzdrav.ru/news/2018/03/30/7544-vystuplenie-ministra-veroniki-skvortsovoy-na-itogovoy-kollegii-minzdrava-rossii> (accessed: 15.06.2018).

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.85.7.022>

**СТАРТАП БИЗНЕСА ДОСТАВКИ ЕДЫ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ: ТИП УСЛУГИ,
ОРГАНИЗАЦИОННО-УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ (НА ОСНОВЕ кейс-стади ООО «ЯНДЕКС.ЕДА»,
ООО «Delivery Club»)**

Научная статья

Пестов А.А. *

Казанский инновационный университет им. В.Г. Тимирязова, Казань, Россия

* Корреспондирующий автор (ap199[at]mail.ru)

Аннотация

Объектом настоящего исследования является бизнес доставки еды, предметом – понятие «стартапа бизнеса доставки еды». В исследовании изучены работы ученых в области понятия «стартапа» как основы бизнеса в цифровой экономике, типа услуги как основы развития стартапа бизнеса доставки еды. В исследовании сформированы этапы развития бизнеса доставки еды в мировом масштабе на основе трехэтапной модели инновационного процесса. В исследовании показано формирование стартапа как субъекта инновационного предпринимательства для развития бизнеса доставки еды, сформировано понятие «стартапа бизнеса доставки еды», что определяет теоретическую и практическую значимость работы.

Ключевые слова: цифровая экономика, стартап бизнеса, информационно-коммуникационные технологии.

**START-UP BUSINESS OF FOOD DELIVERY IN DIGITAL ECONOMY: TYPE OF SERVICE,
ORGANIZATIONAL AND MANAGEMENT ASPECTS (BASED ON CASE-STUDY OF ООО YANDEX.EDA, ООО
Delivery Club)**

Research article

Pestov A.A. *

Kazan Innovative University named after V.G. Timiryasov, Kazan, Russia

* Corresponding author (ap199[at]mail.ru)

Abstract

The object of this study is the business of food delivery, while its subject is the concept of a “start-up business of food delivery.” The study examines the work of scientists in the field of the concept of “start-up” as the basis of business in the digital economy and services as the basis for the development of a food delivery start-up business. The study formed the stages of development of the food delivery business on a global scale based on a three-stage division of the innovation process. The study shows the formation of a start-up as a subject of innovative entrepreneurship for the development of a food delivery business, the concept of a “food delivery business start-up” is formed, which determines the theoretical and practical significance of the work.

Keywords: digital economy, start-up business, information and communication technologies.

Развитие бизнес-платформ на основе информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) является основой цифровой трансформации [21], менеджмента цифровой экономики [22]. Традиционные виды бизнеса приобретают кардинально иные темпы развития, опираясь на ИКТ. Бизнес доставки еды в российских городах с численностью жителей более 1 млн. человек является объектом настоящего исследования, предметом – понятие «стартап бизнеса доставки еды».

1. Изучение исследований ученых в области понятия «стартапа» как основы бизнеса в цифровой экономике

Согласно Люшенко Л. А., Струцинский А. А. «...понятие стартап ассоциируется с первичной фазой развития компании, когда компания представляет собой небольшой проект, нуждающийся в инвестировании» [12]. В данной работе изучается бизнес-модель наукоемкого стартапа с использованием методологии «НТР Business Canvas». В работах Харченко А. А., Запорожченко К.С. понятие «стартапа» приравнивается к понятию «малое инновационное предприятие», в том числе, в сфере молодежного предпринимательства. [20], [10]. В работе Глухих П. Л. и др. отмечены следующие характеристики стартапа: экономический субъект; высокий рост за короткий период; внесение в существующий рынок качественной новизны; действие в условиях повышенного риска и высокой неопределенности [1].

Глухих П. Л. и др. также отмечают связь стартапа с молодежным предпринимательством, изучают взаимосвязь экспортного потенциала региона и стартап-движения молодежи [1]. Кроме того, в работе отмечено значение стартапа для развития российской цифровой экономики: «...В государственной программе «Цифровая экономика», утвержденной 28 июля 2017 г., данное явление становится задачей: «Одной из важнейших задач системы управления является поддержка „стартапов“ и субъектов малого и среднего предпринимательства в области разработки и внедрения цифровых технологий путем их информационной акселерации (популяризации, обучения новым бизнес-моделям, навигации в системе управления, координации с другими участниками и ряд других мер) и инвестиционной акселерации (финансовой поддержки, создания специальных правовых и налоговых условий, переориентации институтов развития, создания новых способов поддержки и др.)» [1], [16]. Значимым для настоящего исследования является вывод в работе Глухих П.Л. и др «...научная значимость результатов исследования заключается в доказательстве авторской гипотезы: развитость технологического экспорта региона имеет прямую связь с количеством существующих в регионе стартапов, в том числе молодежных» [1].

Для уточнения понятия «стартапа» в цифровой экономике необходимо: изучить тип услуги, который находится в основе развития наукоемкого бизнеса в цифровой экономике, уточнить взаимосвязь с виртуальной организацией [19].

1.1 Изучение типа услуги как основа стартапа

В работах Гумеровой Г.И., Шаймиевой Э.Ш. изучаются различные аспекты услуг как вида экономической деятельности [2], [3].

Исследователи выделяют сектор связанных и несвязанных услуг. Связанные услуги осуществляются непосредственно между собственником услуги и ее получателем (напр., оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования, гостиницы и рестораны), Несвязанные услуги реализуются посредством информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), в составе объектов интеллектуальной собственности [4], [5], [23]. В практике предприятий услуги оказываются в виде инжинирингового консультирования [6], консультирования в рамках прямого иностранного инвестирования [26], модели знания на предприятии [8]. Значение несвязанных услуг в развитии экономик ведущих стран отмечены в работах. Преобладание несвязанных услуг как основы радикальных инноваций в цифровой экономике отмечено в исследованиях авторов, посвященных менеджменту цифровой экономики [22].

Согласно Гумеровой Г.И., Шаймиевой Э.Ш. понятие виртуальной организации разработано в широком и узком смысле слова. «...виртуальная организация ...– это экономическая форма организации бизнес-процессов в кратко-, среднесрочных периодах для выпуска продукции (товара, услуги) в материальной и/или виртуальной форме независимых и географически разрозненных агентов [реализующих в.у. бизнес-процессы] с виртуализацией активов и/или управления, создаваемые на базе или без участия материальной организации с целью максимизации прибыли в виртуальном пространстве цифровой экономики на основе капитализации знания процессов менеджмента людей, управляющих технологиями.... В узком значении понятия под «виртуальной организацией» понимается экономическая форма организации бизнес-процессов в кратко-, среднесрочных периодах цифровой экономики с виртуализацией активов и/или управления, создаваемые на базе или без участия материальной организации на основе капитализации знания процессов менеджмента.».[9]

2. Развитие бизнеса доставки еды на основе трехэтапной модели инновационного процесса

Развитие бизнеса доставки еды представлено в таб. 1

Таблица 6 – Трехэтапная модель инновационного процесса развития бизнеса доставки еды в России

Наименование этапа	Сущность этапа	Проводимые работы	Тип услуги
1 этап. (1889 - 1891 гг.). Рождение идеи доставки еды в Италии.	Идея доставки еды была шеф-повара неапольской пиццерии Р. Эспозито. Свою пиццу он доставил итальянскому королю и королеве, которые не желали к нему ехать в пиццерию	1891 г. попытка вывести доставки именно пиццы на постоянной основе, поиск средств доставки	Связанная услуга
2 этап. (1950 – 1960 гг.). Внедрение системы доставки еды в узких, экспериментальных масштабах.	Достижение практической применимости системы доставки еды различными предприятиями с целью повышения эффективности и прибыльности ресторанов, а также привлечение новых клиентов.	1. 1951 г.: осуществление доставки еды на велосипедах 2. 1953 г : Т.Манаган из Мичигана придумал для своей доставки пиццы коробки из картона. 3. 1955 г.: специальная сумка для своей пиццы с электрическим подогревом 4. 1955 г.: для конкуренции введена бесплатной доставки	Связанная услуга
3 этап. (2006 г. – наст. время). Диффузия системы доставки еды в современной России	Массовое распространение системы доставки еды в новых местах и условиях. Внедрение приложения, а также увеличение ассортимента доставки еды, не только физическим лицам, но и организациям. Обязательный контроль и стандарты доставки еды, регулирующие отношения. Создание инновационного подхода (по опыту зарубежных стран).	Внедрение улучшающих инновации в разных областях деятельности системы доставки еды. Использование приложения для удобства заказа еды. Создание стартапов бизнеса яндекса еды в различных странах. Создание отличительной формы для сотрудников (отличаться от конкурентов) Разделение территории города на районы для удобства доставки (нет перегрузки курьерам в одном регионе)	Несвязанная услуга

Примечание: составлено автором

Согласно таб. 1 стартап бизнеса яндекса еды появился ориентировочно с 2006 н., то есть с третьего этапа инновационного процесса «Массового распространения системы доставки еды». Условиями для развития стартапа бизнеса доставки еды является: разработка электронного приложения, который представляет собой набор электронных образовательных ресурсов, предназначенных для совместного использования пользователей.

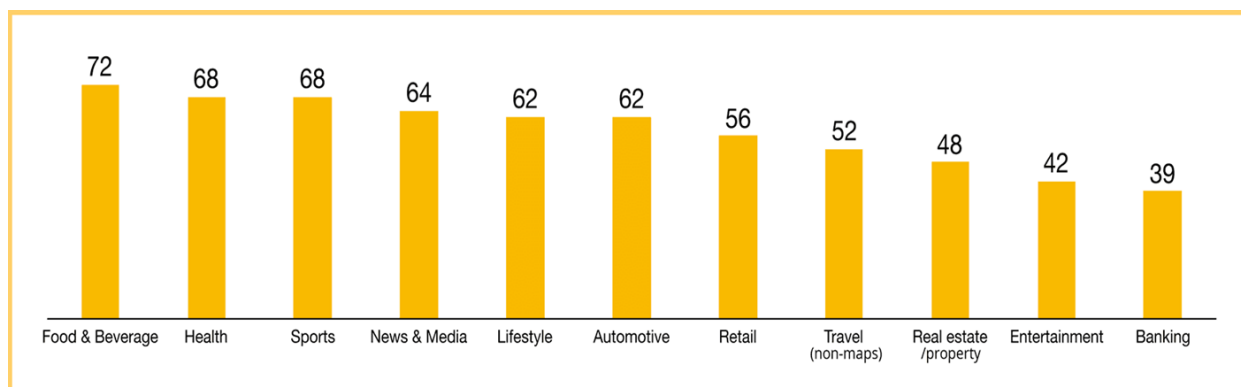


Рисунок 1 – Результаты исследования компании Hitwise «Популярный мобильный поиск» в США, 2016 г.

Источник: [11]. Необходимо отметить, что достоверность данного источника не является высокой из-за того, что не показана методика изучения распространения системы доставки еды в мире, а также мы можем предположить единицу измерения (%)

Компания Hitwise опубликовала отчет, в котором категория «Еда и напитки» — самая популярная категория мобильного поиска в США. Данные получены на основании исследования сотен миллионов запросов в 11 категориях в период с 10 апреля по 7 мая 2016 года (рис. 1).

1.1 Стартап как субъект инновационного предпринимательства для развития бизнеса доставки еды

Третий этап распространения бизнеса доставки еды посредством организации стартапов как субъекта инновационного предпринимательства характеризуется созданием компаний конкурентов. Напр., в России действуют два конкурента ООО «Delivery Club» и ООО «Яндекс еда». По данным с официальных сайтов двух прямых конкурентов в сфере доставки еды, появилась возможность сравнить по нескольким ключевым показателям по Казани.

Таблица 7 – Экономические показатели сравнения ООО «Delivery Club» и ООО «Яндекс еда», г. Казань, РТ

Критерий	ООО «Delivery Club»	ООО «Яндекс еда»
Средний чек	1490.5 руб	1210.7руб
Численность сотрудников (курьеров)	470 чел	820 чел.
Зарплата курьера	80+50 руб в час	70+ 40\50 руб в час
Особенности доставки	Несколько курьеров привязываются только к одной точке и на протяжении дня работают только с одним рестораном, (KfC, Бургер кинг и др.)	Происходит зонирование всей территории и распределение курьеров по районам (все рестораны)

Примечание: составлено автором на основе [14], [15]

Численность сотрудников превышает допустимые значения отнесения предприятия к числу малого и среднего предпринимательства (таб. 2) [18]. Но курьеры, возможно, работают не в штате предприятия, отсюда штат сотрудников компаний ООО «Delivery Club» и ООО «Яндекс еда» может быть значительно меньше.



ООО «Delivery Club» и ООО «Яндекс еда» обладают логотипами, опирающиеся на смысловые образы – ценности для покупателей. Логотип ООО «Яндекс еда» опирается на три образа.

1. Интернациональная литера «е». «Яндекс» изначально про текст, отсюда важно найти подходящие слова.

2. Движение по спирали. Другими словами — замешивание, скручивание, слоистость, что играет важную роль при приготовлении еды.

3. Окружность, которая рифмует логотип с мисками, тарелками, чашками и кастрюлями (таб. 3). В логотипе ООО «Delivery Club» заложены смыслы скорости, тренда цветовых решений, лаконичности в доступе к покупателю.

Таблица 8 – Логотипы ООО «Delivery Club» и ООО «Яндекс еда»

ООО «Delivery Club»	ООО «Яндекс еда»
	

Примечание: составлено автором на основе [14], [15]

Нормативно-правовыми документами, регламентирующими деятельность бизнеса-доставки еды, являются: Постановление Правительства РФ от 27.09.2007 N 612 "Об утверждении Правил продажи товаров дистанционным способом" [17], Закон РФ от 07.02.1992 N 2300-1 (ред. от 18.03.2019) "О защите прав потребителей" [13].

2. Результаты исследования

В завершении можно выделить характеристики понятия «стартапа бизнеса доставки еды», который:

- является виртуальной организации с виртуальным управлением из головного офиса и материальными активами в локальных размещениях бизнеса (напр., в городах развития бизнеса доставки еды);
- связан с головным офисом на основе несвязанной услуги (ИКТ-платформы), оказывает в локальных регионах связанную услугу (доставку еды). Но масштабирование бизнеса осуществляется благодаря ИКТ-платформе-электронному приложению;

Таким образом, «стартап бизнеса доставки еды» - это экономический субъект инновационного предпринимательства, составная часть виртуальной организации с виртуализацией управления компанией на этапе диффузии данной комплексной инновации (Под «комплексной инновацией» здесь понимается комплекс продуктовой, маркетинговой, организационной инноваций. Прим. автора.), с виртуальным управлением из головного офиса и материальными активами в локальных размещениях бизнеса, с масштабированием бизнеса (идеи) благодаря несвязанной услуге и оказанию в регионах связанной услуги. Оказание комплекса несвязанных, связанных услуг в регионах осуществляется по примеру традиционных организаций, то есть: с формированием организационно-правовых форм, продвижением компаний на основе управления ее брендом, формированием конкурентной среды, наличием нормативно-правовой базы деятельности компаний (Подтвердить вывод Глухих П. Л. и др. о взаимосвязи стартапа бизнеса доставки еды с малым или средним предпринимательством, с молодежным предпринимательством на основе проведенного исследования невозможно. [1] (Подтвердить вывод Глухих П. Л. и др. о взаимосвязи стартапа бизнеса доставки еды с малым или средним предпринимательством, с молодежным предпринимательством на основе проведенного исследования невозможно. [1] Подтвердить вывод Глухих П. Л. и др. о взаимосвязи стартапа бизнеса доставки еды с малым или средним предпринимательством, с молодежным предпринимательством на основе проведенного исследования невозможно).

Благодарности

Автор настоящего исследования выражает благодарность научному руководителю Шаймиевой Эльмире Шамилевне, д.э.н., профессору кафедры менеджмента, заведующему научно-исследовательской лабораторией менеджмента знаний факультета менеджмента и инженерного бизнеса Казанского инновационного университета им. В.Г.Тимирязова (ИЭУП)» (г. Казань, Россия), научному руководителю (консультанту), Гумеровой Гюзель Исаевне, профессору, д.э.н. Департамента менеджмента Финансового университета при Правительстве РФ за выбор темы исследования, научное руководство в процессе работы над настоящим исследованием.

Конфликт интересов

Не указан.

Acknowledgement

The author of this study expresses gratitude for choosing a research topic, as well as for scientific supervision in the process of working on the research to Elmira Shamilevna Shaimieva, PhD in Economy, Professor of the Department of Management, Head of the Research and Development Laboratory of Knowledge Management at the Faculty of Management and Engineering, Kazan Innovative University named after V.G.Timiryasov (IEML) (Kazan, Russia), supervisor (consultant), Gumerova Guzel Isaevna, Professor, PhD in Economy, Department of Management of the Financial University under the Government of the Russian Federation.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Глухих П. Л. Взаимосвязь экспортного потенциала региона и стартап-движения молодежи / П. Л. Глухих., Ю. Г. Мыслякова., Малышева Е. В. и др. // Экономика региона. — 2018. — Т. 14, вып. 4. — С. 1512-1525 doi 10.17059/2018-4-35
2. Гумерова Г.И. Прямые иностранные инвестиции и технологические инновации в экономике России / Г.И.Гумерова, Э.Ш. Шаймиева // Инвестиции в России. - 2008. - №3 (158). - С. 41-48.
3. Гумерова Г.И. Актуальные аспекты технологических инноваций на российских предприятиях / Г.И.Гумерова, Э.Ш. Шаймиева // Инвестиции в России. - 2008.- №11. - (166). - С. 37-46.
4. Гумерова Г.И. Управление интеллектуальной собственностью / Г.И.Гумерова, Э.Ш. Шаймиева // Казань: Познание. - 2018. - (2-е издание, переработанное и дополненное). - 216 с.
5. Гумерова Г.И. Управление интеллектуальной собственностью / Г.И.Гумерова, Э.Ш. Шаймиева Казань: Познание. - 2014. - 132 с.
6. Гумерова Г.И. Управление технологическими инновациями в процессе модернизации промышленности региона: анализ, формирование рекомендаций / Г.И.Гумерова, Э.Ш. Шаймиева // Вестник Казанского технологического университета.- Казань. - 2012. - №10. - Т. 15. - С. 376-385
7. Григорьев В.М. Российские регионы: экономический кризис и проблемы модернизации / В.М. Григорьев, Н.В. Зубаревич., Г.Р. Хасаева // М.- ТЕИС.- 2011. - С. 340-343.
8. Гумерова Г.И. Формирование концептуальных положений модели управления знаниями в организации: теоретико-методический подход (на основе эмпирического исследования) / Г.И.Гумерова, Э.Ш. Шаймиева // Актуальные проблемы экономики и права. - Казань. - 2013. - №3 (27). - С. 71-82
9. Гумерова Г.И. Виртуальная организация как объект исследования и учета в российском экономическом пространстве цифровой экономики / Г.И.Гумерова, Э.Ш. Шаймиева // Национальные интересы: приоритеты и безопасность». - 2018 - №4. - Том. 14. - С. 616-640
10. Запорожченко К.С. Актуальные проблемы стартап-компаний в Красноярском крае / К.С. Запорожченко // Инновационное развитие. - 2018.- № 8 (25).- С. 50-52.
11. Ковалева С. Как развить службу доставки еды [Электронный ресурс] / С. Ковалева // Официальный сайт компании Colibri. - 26.06.2017. - URL: <https://blog.callibri.ru/ekspertiza-rynka-servisy-dostavki-edu> (дата последнего обращения 29.06.2019)
12. Люшенко Л. А. Построение бизнес-модели наукоемких стартап компаний / Л. А. Люшенко, А. А. Струцинский // International Scientific and Practical Conference World science. - 2018. - Т. 4.- № 1 (29) . - С. 24-28
13. Закон РФ от 07.02.1992 N 2300-1 (ред. от 18.03.2019) "О защите прав потребителей" - [Электронный ресурс] - URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_305/ (дата обращения 05.05.2019)
14. Официальный сайт ООО «Delivery Club» - [Электронный ресурс] - URL: <https://www.delivery-club.ru/contacts/> (дата обращения 05.05.2019)
15. Официальный сайт ООО «Яндекс еда» - [Электронный ресурс] - <https://eda.yandex/kazan> (дата обращения 05.05.2019)
16. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации». Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р // [Электронный ресурс]. - URL:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_221756/2369d7266adb33244e178738f67f181600cac9f2/ (дата обращения 05.05.2019)
17. Постановление Правительства РФ от 27.09.2007 N 612 (ред. от 04.10.2012) "Об утверждении Правил продажи товаров дистанционным способом" - [Электронный ресурс] - URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_71418/ (дата обращения 05.05.2019)
18. ФЗ "О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации" от 24.07.2007 N 209-ФЗ - [Электронный ресурс] - URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_52144/08b3ecbcdc9a360ad1dc314150a6328886703356/ (дата обращения 05.05.2019)
19. Хашева З.М. Виртуальные организации в современной экономике: предпосылки становления и особенности управления/ З.М. Хашева, Е.Н. Ткачева // Вопросы экономики и права. - 2012.- № 44. - С. 61-68.
20. Харченко А. А. Акселерационная программа стартап-школа «Байкал», направленная на развитие малого и среднего предпринимательства на территории Иркутской области / А. А. Харченко // Бизнес-образование в экономике знаний. - 2018. - № 3 (11). - С. 83-85.
21. Цифровая трансформация экономики и промышленности: проблемы и перспективы / под ред. д-ра экон. наук, проф. А. В. Бабкина. СПб. : Изд-во Политехн. ун-та. - 2017. - 807 с.
22. Шеде Г. Менеджмент цифровой экономики. Менеджмент 4.0. Монография / Г. Шеде Г., С. Хюсиг, Г. Гумерова Г. и др. // М.- КНОРУС. 2019 - 232 с.
23. Счеве Г. Менеджмент цифровой экономики. Менеджмент 4.0. Монография / Г. Счеве . С. Хуесиг. Г. Гумерова М. - 2019.- КНОРУС. - 232 с
24. Шаймиева Э.Ш. Методология формирования, развития и управления технологическими инновациями в процессе модернизации промышленности мезосистем / Э.Ш. Шаймиева // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора экономических наук. - 2012. - Казань.- 56 с.
25. Bullinger H.J. Neue Organisationsform im Unternehmen. Ein Handbuch für das moderne Management / H.-J. Bullinger, H.-J. Warnecke // - Berlin: Springer. - 1996. - С. 1359-1462.
26. Beise-Zee R. Nachfrageorientierte Technologiepolitik und internationaler Exporterfolg, в: Meran G., Schäfer D., Zimmermann K. Vierteljahreshefte zur Wirtschaftsforschung / R. Beise-Zee // Nationale Innovationssysteme in Vergleich. - Verlag Duncker&Humboldt GmbH. - Berlin. - 2008. - С. 35-37

27. Gumerova G. Ausländische Investitionen in der Republik Tatarstan in dem Zeitraum von 1995 bis 2001: Entwicklungen und Determinanten / G., Gumerova G., E. Schaimieva E., J. Jasper // Osteuropa. - 2003. - T. 53.- № 2. - С. 161-181.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Gluhii P. L. Vzaimosvjaz' jeksportnogo potencijala regiona i startap-dvizhenija molodezhi [The Relationship of export potential of the region and the start-up movement of young people] / P. L. Gluhii., Ju. G. Mysljakova., E. V. Malysheva and others // Economy of the region [Jekonomika regiona. Vol. 14, vyp. 4. S. 1512-1525 doi 10.17059/2018-4-35]. — 2018. — Vol. 14, vol. 4. — Pp. 1512-1525 doi 10.17059/2018-4-35 [in Russian]
2. Gumerova G. I. Prjamye inostrannye investicii i tehnologicheskii innovacii v jekonomike Rossii [Foreign direct investment and technological innovation in the Russian economy] / G. I. Gumerova, E.Sh. Shaimieva // Investments in Russia, 2008. №3 (158). P. 41-48. [in Russian]
3. Gumerova G. I. Aktual'nye aspekty tehnologicheskikh innovacij na rossijskikh predpriyatijah [Relevant aspects of technological innovation in Russian companies] / G. I. Gumerova, E.Sh. Shaimieva // Investicii v Rossii. [Investment in Russia]. №11 (166). P. 37-46. [in Russian]
4. Gumerova G. I. Upravlenie intellektual'noj sobstvennost'ju [Intellectual property Management] / G. I. Gumerova, E.Sh. Shaimieva // Kazan: Cognition, 2018. (2nd edition, revised and expanded). - 216 p. [in Russian]
5. Gumerova G. I. Upravlenie intellektual'noj sobstvennost'ju [Intellectual property Management] / G. I. Gumerova, E.Sh. Shaimieva // Kazan: Cognition, 2014. 132 p. [in Russian]
6. Gumerova G. I. Upravlenie tehnologicheskimi innovacijami v processe modernizacii promyshlennosti regiona: analiz, formirovanie rekomendacij [Management of technological innovations in the process of modernization of industry in the region: analysis, formation of recommendations]. Bulletin of Kazan technological University. / G. I. Gumerova, E.Sh. Shaimieva // - Kazan, 2012. No. 10. Vol. 15. p. 376-385[in Russian]
7. Grigoriev V. M. Rossijskie regiony: jekonomicheskij krizis i problemy modernizacii [Russian regions: economic crisis and modernization problems] //M., TEIs, 2011. P. 340 [in Russian]
8. Gumerova G. I. Formirovanie konceptual'nyh polozhenij modeli upravlenija znanijami v organizacii: teoretiko-metodicheskij podhod (na osnove jempiricheskogo issledovanija) [Formation of conceptual provisions of the model of knowledge management in the organization: theoretical and methodological approach (based on empirical research)] / G. I. Gumerova, E.Sh. Shaimieva // Actual problems of Economics and law. - Kazan, 2013 №3 (27). P. 71-82 [in Russian]
9. Gumerova G. I. Virtual'naja organizacija kak ob'ekt issledovanija i ucheta v rossijskom jekonomicheskom prostranstve cifrovoj jekonomiki [Virtual organization as an object of research and accounting in the Russian economic space of the digital economy] / G. I. Gumerova, E.Sh. Shaimieva National interests: priorities and security", №4. Thom. 14. 2018. P. 616-640. [in Russian]
10. Zaporozhchenko K. S. Aktual'nye problemy startap-kompanij v Krasnojarskom krae [Actual problems of start-up companies in Krasnojarsk Krai] / Zaporozhchenko K. S. // Innovacionnoe razvitie [Innovative development]. 2018. № 8 (25) P. 50-52.
12. Kovalev S. Kak razvit' sluzhbu dostavki edy [How to develop the meal delivery service] / Kovalev S. - URL: [Electronic resource] - <https://blog.callibri.ru/ekspertiza-rynka-servisy-dostavki-edy> (date last accessed 29.06.2019) [in Russian]
13. Lysenko L. A. Postroenie biznes-modeli naukoemkikh startap kompanij [Construction business models high-tech startup companies] / Lysenko L. A., Strutinsky A. A. // International Scientific and Practical Conference World science. 2018. Vol. 4. № 1 (29) P. 24-28 [in Russian]
14. Zakon RF ot 07.02.1992 N 2300-1 (red. ot 18.03.2019) "O zashhite prav potrebitelej" [The law of the Russian Federation from 07.02.1992 N 2300-1 (as amended from 18.03.2019) "On protection of consumer rights"] - [Electronic resource] - http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_305/(accessed 05.05.2019) [in Russian]
15. Official site ООО "Delivery Club" - [Electronic resource] - URL: <https://www.delivery-club.ru/contacts/>(accessed: 05.05.2009) [in Russian]
16. Official site ООО "Yandex food" - [Electronic resource] - <https://eda.ahhh!yandex/kazan> (accessed: 05.05.2009) [in Russian]
17. Programma «Cifrovaja jekonomika Rossijskoj Federacii». Utverzhdena rasporjazheniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 28 ijulja 2017 g. № 1632-r [Program "Digital economy of the Russian Federation". Approved by the order of the Government of the Russian Federation of July 28, 2017 № 1632-p] // [Electronic resource]. – Mode of access: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_221756/2369d7266adb33244e178738f67f181600cac9f2/ (accessed: 05.05.2019) [in Russian]
18. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 27.09.2007 N 612 (red. ot 04.10.2012) "Ob utverzhdenii Pravil prodazhi tovarov distancionnym sposobom" [The order of the Government of the Russian Federation of 27.09.2007 N 612 (edition of 04.10.2012) "About the approval of Rules of sale of goods by remote way"] - [Electronic resource] - http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_71418/ (accessed: 05.05.2009) [in Russian]
19. FZ "O razvitii malogo i srednego predprinimatel'stva v Rossijskoj Federacii" ot 24.07.2007 N 209-FZ ["About development of small and medium business in the Russian Federation" of 24.07.2007 N 209-FZ] - [Electronic resource] - http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_52144/08b3ecbcdc9a360ad1dc314150a6328886703356/ (accessed: 05.05.2009) [in Russian]
20. Hasheva Z.M.Virtual'nye organizacii v sovremennoj jekonomike: predposylki stanovlenija i osobennosti upravlenija [Virtual organizations in modern economy: prerequisites of formation and features of management] / Z.M. Hasheva, E.N. Tkacheva // Voprosy jekonomiki i prava [Voprosy jekonomiki i prava]. – 2012.- № 44. - P. 61-68 [in Russian]
21. Kharchenko A. A. Akseleracionnaja programma startap-shkola «Bajkal», napravlennaja na razvitie malogo i srednego predprinimatel'stva na territorii Irkutskoj oblasti [Acceleration program startup school "Baikal", aimed at the development of

small and medium-sized businesses in the Irkutsk region] / Kharchenko A. A. // *Biznes-obrazovanie v jekonomike znaniy* [Business education in the knowledge economy]. - 2018.- № 3 (11). - P. 83-85. [in Russian]

22. Cifrovaja transformacija jekonomiki i promyshlennosti: problemy i perspektivy / edited by. d-ra jekon. nauk, prof. A. V. Babkina [Digital transformation of the economy and industry: problems and prospects] / under the editorship of Dr. Econ. Sciences, Professor A. V. Babkin. SPb. : Publishing house of Polytechnical Institute. UN-TA, - 2017. - 807 p. [in Russian]

23. Schewe G. Menedzhment cifrovoj jekonomiki. Menedzhment 4.0. Monografija [Management of the digital economy. Management 4.0.] Monograph / G. Schewe, S. Huesig, G. Gumerova and others // M. - 2019.- KNORUS. - 232 p. [in Russian]

24. Shaimieva E. Sh. Metodologija formirovanija, razvitija i upravljenja tehnologicheskimi innovacijami v processe modernizacii promyshlennosti mezosistem [Methodology of formation, development and management of technological innovations in the process of modernization of the industry of mesosystems] / Shaimieva E. Sh. // *Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni doktora jekonomicheskikh nauk.* - Kazan, 2012. - 56 p. [in Russian]

25. Bullinger H.J. Organizational form in the company. A manual for modern management [Neue Organisationsform im Unternehmen. Ein Handbuch für das moderne Management] / Bullinger H.J., Warnecke H.J. - Berlin: Springer. - 1996. P. 1359 [in German]

26. Beise-Zee R. Nachfrageorientierte Technologiepolitik und internationaler Exporterfolg [Demand-oriented technology policy and international export success] / Beise-Zee R. at: Meran G., Schäfer D., Zimmermann K. Vierteljahreshefte zur Wirtschaftsforschung. - 2008. - Nationale Innovationssysteme in Vergleich//Verlag Duncker&Humboldt GmbH, Berlin, - P. 35-37 [in German]

27. Gumerova G. Ausländische Investitionen in der Republik Tatarstan in dem Zeitraum von 1995 bis 2001 [Foreign investment in the Republic of Tatarstan from 1995 to 2001] / Gumerova G., Schaimijeva E., Jasper J.: *Entwicklungen und Determinanten* / Osteuropa. 2003. Vol. 53. - No. 2.- P. 161-181. [in German]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.85.7.023>

ГОСУДАРСТВЕННЫЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СИСТЕМЫ ЛЕКАРСТВЕННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Научная статья

Широкоряд М.Г. *

КУ «Центр лекарственного мониторинга», Сургут, Россия

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

Аннотация

Обеспечение отдельных категорий граждан необходимыми лекарственными препаратами является важной составной частью государственной политики в сфере охраны здоровья. Этому вопросу уделено внимание в Стратегии развития здравоохранения на период до 2025 года, определяющей одним из приоритетных направлений совершенствование механизмов лекарственного обеспечения граждан. Очевидно, что для разработки новых решений необходимо проанализировать реализованные меры, оказавшие влияние на лекарственное обеспечение граждан. В настоящей статье рассмотрены мероприятия, реализация которых к настоящему моменту оказали наибольшее влияние на состояние лекарственного обеспечения.

Ключевые слова: государственная политика, управление лекарственным обеспечением, здравоохранение.

PUBLIC ADMINISTRATIVE DECISIONS ON IMPROVING THE SYSTEM OF DRUG PROVISION

Research article

Shirokoryad M.G. *

Public Establishment "Centre for Drug Monitoring," Surgut, Russia

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

Abstract

Providing certain categories of citizens with essential medicines is an important part of the state health policy. This issue is given attention in the Strategy for the Development of Health Care for the Period up to 2025, which determines one of the priority areas for the improvement of the mechanisms of drug provision for citizens. It is obvious that to develop new solutions, it is necessary to analyze already implemented measures that have an impact on drug provision of citizens. This article describes the activities, the implementation of which has so far had the greatest impact on the state of drug supply.

Keywords: state policy, drug management, health care.

Право на охрану здоровья и медицинскую помощь закреплено Конституцией Российской Федерации [1], определяя его особый статус среди гарантий, предоставляемых государством гражданам.

Взятые на себя обязательства государство исполняет посредством разработки и реализации государственной политики в сфере здравоохранения.

Обеспечение граждан необходимыми лекарственными препаратами является одним из инструментов этой политики, без эффективного использования которого достичь амбициозные цели, поставленные перед системой здравоохранения (увеличить до 2024 года ожидаемую продолжительность жизни до 78 лет, а к 2030 году — до 80 лет[5]) будет затруднительно.

Министр здравоохранения Российской Федерации В. И. Скворцова в своем выступлении на заседании итоговой коллегии Минздрава России, состоявшемся 24 апреля 2019 года, отметила, что бесперебойное обеспечение лекарственными препаратами является необходимым элементом качества и доступности медицинской помощи [10].

Приоритетами государственной политики в сфере лекарственного обеспечения являются: всеобщность; рациональность; качество, эффективность и безопасность; сбалансированность; открытость и информированность [6]. Именно нацеленность на соблюдение таких принципов лежит в основе построения системы управления лекарственным обеспечением.

Система нормативных актов Российской Федерации включает в себя обширный перечень документов, регламентирующих вопросы организации лекарственного обеспечения, начиная с основного документа, определяющего права и обязанности граждан, медицинских работников, медицинских организаций, органов власти в сфере здравоохранения - федерального закона от 21.11.2011 г. № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации», определяющего, среди прочего, полномочия федерального и региональных органов по лекарственному обеспечению отдельных категорий граждан. Помимо документов, непосредственно регламентирующих организацию лекарственного обеспечения, на управление данным процессом оказывают влияние иные нормативные акты, например, федеральный закон от 05.04.2013 г. № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» и принятые в соответствии с ним документы, Федеральный закон от 12.04.2010 № 61-ФЗ «Об обращении лекарственных средств» и иные нормативно-правовые акты федеральных органов власти.

В последние годы на федеральном уровне был принят ряд управленческих решений, закрепленных федеральными нормативными актами, которые оказали влияние на функционирование системы лекарственного обеспечения:

1. в 2018 в федеральный закон от 21.11.2011 г. № 323-ФЗ были внесены изменения, в соответствии с которыми лица, страдающие гемолитико-уремическим синдромом, мукополисахаридозом I, II и VI типов, юношеским артритом с системным началом, стали обеспечиваться Минздравом России в рамках проведения централизованных закупок. Ранее эти заболевания входили в перечень «орфанных», и обязанности по приобретению лекарственных препаратов

для таких граждан возлагались на субъекты федерации. Учитывая тяжелое финансовое состояние многих регионов, зачастую медикаменты предоставлялись несвоевременно либо не в полном объеме, что крайне негативно сказывалось на качестве жизни пациентов. Такое управленческое решение позволило перераспределить финансовую нагрузку с региональных бюджетов на федеральный уровень и благодаря тому, что закупки проводятся одновременно для льготополучателей, проживающих во всех субъектах, повысить эффективность медицинской помощи пациентам, страдающим указанными заболеваниями, в стране в целом;

2. в сфере лекарственного обеспечения активно реализуется политика импортозамещения. Государство принимает меры по поддержке отечественных производителей медикаментов, с 2014 года реализуется государственная программа Российской Федерации «Развитие фармацевтической и медицинской промышленности», целью которой является создание инновационной фармацевтической промышленности. Это позволило в период с 2012 по 2018 годы увеличить долю отечественных лекарств в перечне жизненно необходимых и важнейших лекарственных препаратов с 61% до 84%. [9]. Положительный эффект от проведенных мер выразился не только в снижении расходов на медикаменты, но и в обеспечении безопасности пациентов от перебоев в поставках медикаментов, вызванных неблагоприятной внешнеполитической ситуацией. Нельзя не отметить, что проведение политики импортозамещения лекарственных средств не всегда положительно оценивается гражданами, повышение доверия потребителей к отечественным медикаментам может стать одним из мероприятий, направленных на совершенствование лекарственного обеспечения;

3. совершенствование нормативно-правовой базы, регламентирующей вопросы обращения лекарственных средств, позволило значительно ускорить вывод на рынок новых лекарственных препаратов. Так, экспертиза лекарственного препарата в России занимает около 5 месяцев, в то время как в США около 10 месяцев, в Японии — 1,5 года, при этом для отдельных препаратов предусмотрена ускоренная процедура регистрации (до 60 дней) [9]. Облегчение допуска лекарственных препаратов к обороту на территории страны, не являясь буквальным элементом системы организации медицинской помощи, в то же время позволяет органам власти, осуществляющим управление процессами льготного лекарственного обеспечения, оперативнее и эффективнее исполнять возложенные на них функции;

4. значительные изменения в прошедшие годы претерпела система нормативных актов, регулирующих вопросы закупочной деятельности. Целями таких изменений были поддержка политики импортозамещения, предотвращение коррупционных рисков и повышение эффективности использования бюджетных средств. В части лекарственного обеспечения это, в первую очередь выразилось в создании сквозного справочника-каталога лекарственных препаратов на основе Государственных реестров зарегистрированных лекарственных средств и предельных отпускных цен. Данный справочник-каталог интегрирован в Единую информационную систему в сфере закупок с целью обеспечения унифицированного подхода к описанию объектов закупки и повысить конкуренцию при проведении торговых процедур. В настоящее время функционирование системы закупок в обновленном варианте вызывает множество нареканий со стороны заказчиков, поскольку содержащаяся в ней информация не всегда корректна, но работа по устранению неточностей в справочнике продолжается и его совершенствование окажет положительное влияние на состояние лекарственного обеспечения в стране.

Подводя итог, следует отметить, что управление лекарственным обеспечением не ограничивается распределением полномочий между участниками реализации государственной политики в сфере здравоохранения и определением источников финансирования. Зачастую государственные управленческие решения, принимаемые для достижения иных целей (поддержка отечественной промышленности, обеспечение принципа прозрачности закупок) оказывают влияние и на этот раздел государственной политики в сфере охраны здоровья. Именно воздействие на смежные области деятельности можно определить как объект управления при проведении мероприятий по совершенствованию лекарственного обеспечения.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Российская Федерация. Конституция. [Электронный ресурс] — URL: <http://www.constitution.ru/> (дата обращения 20.06.2019 г.)
2. Федеральный закон от 21.11.2011 г. № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» [Электронный ресурс] – URL: <http://base.garant.ru/12191967/> (дата обращения 20.06.2019 г.)
1. Федеральный закон от 12.04.2010 № 61-ФЗ «Об обращении лекарственных средств» [Электронный ресурс] – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_99350/ (дата обращения 20.06.2019 г.)
3. Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 305 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие фармацевтической и медицинской промышленности» [Электронный ресурс] – URL: <http://base.garant.ru/70644070/> (дата обращения 20.06.2019 г.)
4. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [Электронный ресурс] – URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/43027> (дата обращения 20.06.2019 г.)
5. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 13 февраля 2013 г. № 66 «Об утверждении Стратегии лекарственного обеспечения населения Российской Федерации на период до 2025 года и плана ее реализации» [Электронный ресурс] – URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70217532/> (дата обращения 20.06.2019 г.)

6. Паспорт Единого справочника-каталога лекарственных препаратов (ЕСКЛП) (утв. Минздравом России 27 ноября 2017 г.) [Электронный ресурс] – URL: <http://base.garant.ru/71920072/#ixzz5rPkFRaM> / (дата обращения 20.06.2019 г.)

7. Полная стенограмма прямой линии с Владимиром Путиным — 2019 [Электронный ресурс] – URL: <https://www.ugra.kp.ru/daily/26992/4052814/> / (дата обращения 20.06.2019 г.)

8. Стенограмма выступления министра здравоохранения Российской Федерации В. И. Скворцовой в Государственной Думе Российской Федерации [Электронный ресурс] – URL: <https://www.rosminzdrav.ru/news/2018/07/03/8424-ministr-veronika-skvortsova-vystupila-s-dokladom-v-gosudarstvennoy-dume/> / (дата обращения 20.06.2019 г.)

9. Стенограмма выступления министра здравоохранения Российской Федерации В. И. Скворцовой на заседании итоговой коллегии Минздрава РФ [Электронный ресурс] – URL: <https://www.rosminzdrav.ru/news/2019/04/24/11389-vystuplenie-ministra-veroniki-skvortsovoy-na-zasedanii-itogovoy-kollegii-minzdrava-rossii/> / (дата обращения 20.06.2019 г.)

Список литературы на английском языке / References in English

1. Konstitucija Rossijskoj Federacii [Constitution of Russian Federation] [Electronic Resource] — URL: <http://www.constitution.ru/> (accessed: 20.06.2019) [in Russian]

2. Federalnyi zakon ot 21.11.2011 . № 323-ФЗ «Ob osnovah ohrany zdorov'ya grazhdan v Rossijskoj Federacii» [Federal law of 21.11.2011 . No 323-ФЗ “On the Basis of the Protection of the Health of Citizens in the Russian Federation”] [Electronic Resource] – URL: <http://base.garant.ru/12191967/> (accessed: 20.06.2019) [in Russian]

1. Federalnyi zakon ot 12.04.2010 № 61-FZ «Ob obrashchenii lekarstvennykh sredstv» [Federal Law of 12.04.2010 No. 61-FZ (as amended on 04.06.2018) “On Circulation of Medicines”] [Electronic resource]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_99350/ (accessed: 20.06.2019) [in Russian]

3. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 15.04.2014 . № 305 «Ob utverzhdenii gosudarstvennoj programmy Rossijskoj Federacii «Razvitie farmacevticheskoy i medicinskoj promyshlennosti» [Resolution of the Government of the Russian Federation of 15.04.2014 No 305 “On approving state program of Russian Federation “Development of the pharmaceutical and medical industry”] [Electronic resource] – URL: <http://base.garant.ru/70644070/> (accessed: 20.06.2019) [in Russian]

4. Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 07.05.2018 g. № 204 «O nacional'nyh celyah i strategicheskikh zadachah razvitiya Rossijskoj Federacii na period do 2024 goda» [Decree of the President of the Russian Federation of 07.05.2018 No 204 “On the nation aims and strategic objectives of development of Russian Federation until 2024”] [Electronic resource] – URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/43027> (accessed: 20.06.2019) [in Russian]

5. Prikaz Ministerstva zdravoohraneniya RF ot 13 fevralya 2013 g. № 66 «Ob utverzhdenii Strategii lekarstvennogo obespecheniya naseleniya Rossijskoj Federacii na period do 2025 goda i plana ee realizacii» [Order of the Ministry of Health of Russia of 13 February 2013 No 66 “On approving Strategy of the drug provision of people until 2025 and plan of its implementation”] [Electronic resource] – URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70217532/> (accessed: 20.06.2019) [in Russian]

6. Passport Edinogo spravochnika-kataloga lekarstvennykh preparatov (ESKLP) (utv. Minzdravom Rossii 27 noyabrya 2017 g.) [Passport of Single directory-catalog of the medications] [Electronic resource] – URL: <http://base.garant.ru/71920072/#ixzz5rPkFRaM> / (accessed: 20.06.2019) [in Russian]

7. Stenogramma pryamoj linii s Vladimirom Putinyom — 2019 [Transcript of the direct line with Vladimir Putin - 2019] [Electronic resource]– URL: <https://www.ugra.kp.ru/daily/26992/4052814/> (accessed: 20.06.2019) [in Russian]

8. Stenogramma vystupleniya ministra zdravoohraneniya Rossijskoj Federacii V. I. Skvorcovej v Gosudarstvennoj Dume Rossijskoj Federacii [Transcript of the speech of the Minister of Health of Russia V. I. Skvorcova in State Duma of Russian Federation] [Electronic resource] – URL: <https://www.rosminzdrav.ru/news/2018/07/03/8424-ministr-veronika-skvortsova-vystupila-s-dokladom-v-gosudarstvennoy-dume/> / (accessed: 20.06.2019) [in Russian]

9. Stenogramma vystupleniya ministra zdravoohraneniya Rossijskoj Federacii V. I. Skvorcovej na zasedanii itogovoj kollegii Minzdrava RF [Transcript of the speech of the Minister of Health of Russia V. I. Skvorcova at the session of the resulting board of the Ministry of Health of Russian Federation] [Electronic resource] – URL: <https://www.rosminzdrav.ru/news/2019/04/24/11389-vystuplenie-ministra-veroniki-skvortsovoy-na-zasedanii-itogovoy-kollegii-minzdrava-rossii/> / (accessed: 20.06.2019) [in Russian]