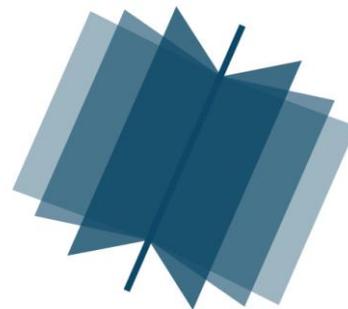


**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЖУРНАЛ**

INTERNATIONAL RESEARCH JOURNAL

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

Екатеринбург
2017



Периодический теоретический и научно-практический журнал.
Выходит 12 раз в год.
Учредитель журнала: ИП Соколова М.В.
Главный редактор: Миллер А.В.
Адрес редакции: 620075, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская,
д. 4, корп. А, оф. 17.
Электронная почта: editors@research-journal.org
Сайт: www.research-journal.org

**№ 08 (62) 2017
Часть 2
Август**

Подписано в печать 18.08.2017.
Тираж 900 экз.
Заказ 26195.
Отпечатано с готового оригинал-макета.
Отпечатано в типографии ООО "Компания ПОЛИГРАФИСТ",
623701, г. Березовский, ул. Театральная, дом № 1, оф. 88.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

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 СС поддерживаемый журналом: Attribution 4.0 International (CC BY 4.0). Журнал входит в международную базу научного цитирования **Agris**.

Номер свидетельства о регистрации в Федеральной Службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций: **ПИ № ФС 77 – 51217**.

Члены редколлегии:

Филологические науки: Растягаев А.В. д-р филол. наук, Сложеникина Ю.В. д-р филол. наук, Штрекер Н.Ю. к.филол.н., Вербицкая О.М. к.филол.н.

Технические науки: Пачурин Г.В. д-р техн. наук, проф., Федорова Е.А. д-р техн. наук, проф., Герасимова Л.Г., д-р техн. наук, Курасов В.С., д-р техн. наук, проф., Оськин С.В., д-р техн. наук, проф.

Педагогические науки: Куликовская И.Э. д-р пед. наук, Сайкина Е.Г. д-р пед. наук, Лукьянова М.И. д-р пед. наук, Ходакова Н.П., д-р пед. наук, проф.

Психологические науки: Розенова М.И., д-р психол. наук, проф., Ивков Н.Н. д-р психол. наук, Каменская В.Г., д-р психол. наук, к. биол. наук

Физико-математические науки: Шамолин М.В. д-р физ.-мат. наук, Глезер А.М. д-р физ.-мат. наук, Свистунов Ю.А., д-р физ.-мат. наук, проф.

Географические науки: Умывакин В.М. д-р геогр. наук, к.техн.н. проф., Брылев В.А. д-р геогр. наук, проф., Огуреева Г.Н., д-р геогр. наук, проф.

Биологические науки: Буланый Ю.П. д-р биол. наук, Аникин В.В., д-р биол. наук, проф., Еськов Е.К., д-р биол. наук, проф., Шеуджен А.Х., д-р биол. наук, проф.

Архитектура: Янковская Ю.С., д-р архитектуры, проф.

Ветеринарные науки: Алиев А.С., д-р ветеринар. наук, проф., Татарникова Н.А., д-р ветеринар. наук, проф.

Медицинские науки: Ураков А.Л., д-р мед. наук, Никольский В.И., д-р мед. наук, проф.

Исторические науки: Меерович М.Г. д-р ист. наук, к.архитектуры, проф., Бакулин В.И., д-р ист. наук, проф., Бердинских В.А., д-р ист. наук, Лёвочкина Н.А., к.ист.наук, к.экон.н.

Культурология: Куценков П.А., д-р культурологии, к.искусствоведения.

Искусствоведение: Куценков П.А., д-р культурологии, к.искусствоведения.

Философские науки: Петров М.А., д-р филос. наук, Бессонов А.В., д-р филос. наук, проф.

Юридические науки: Костенко Р.В., д-р юрид. наук, проф., Мазуренко А.П. д-р юрид. наук, Мещерякова О.М. д-р юрид. наук, Ергашев Е.Р., д-р юрид. наук, проф.

Сельскохозяйственные науки: Важов В.М., д-р с.-х. наук, проф., Раков А.Ю., д-р с.-х. наук, Комлацкий В.И., д-р с.-х. наук, проф., Никитин В.В. д-р с.-х. наук, Наумкин В.П., д-р с.-х. наук, проф.

Социологические науки: Замараева З.П., д-р социол. наук, проф., Солодова Г.С., д-р социол. наук, проф., Кораблева Г.Б., д-р социол. наук.

Химические науки: Абдиев К.Ж., д-р хим. наук, проф., Мельдешов А. д-р хим. наук, Скачилова С.Я., д-р хим. наук

Науки о Земле: Горяинов П.М., д-р геол.-минерал. наук, проф.

Экономические науки: Бурда А.Г., д-р экон. наук, проф., Лёвочкина Н.А., д-р экон. наук, к.ист.н., Ламоттке М.Н., к.экон.н.

Политические науки: Завершинский К.Ф., д-р полит. наук, проф.

Фармацевтические науки: Тринева О.В. к.фарм.н., Кайшева Н.Ш., д-р фарм. наук, Ерофеева Л.Н., д-р фарм. наук, проф.

ОГЛАВЛЕНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / BIOLOGY

ИЗУЧЕНИЕ ИММУНОГЕННОСТИ ХИМЕРНОГО БЕЛКА, ВКЛЮЧАЮЩЕГО ЭПИТОПЫ АНТИТЕЛ, НЕЙТРАЛИЗУЮЩИХ ШИРОКИЙ СПЕКТР ПЕРВИЧНЫХ ИЗОЛЯТОВ ВИЧ-1	6
ОПТИМИЗАЦИЯ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ КУЛЬТУРЫ <i>SCENEDESMUS SP.</i>	10
ВЛИЯНИЕ КОМПОНЕНТОВ ШИПОВНИКА НА МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ КЛЕТОК ДРОЖЖЕЙ.....	16
ФАУНА ПАУКОВ (ARACHNIDA: ARANEI) ШЛАКОВЫХ И ЛАВОВЫХ ПОЛЕЙ АВАЧИНСКО-КОРЯКСКОЙ ГРУППЫ ВУЛКАНОВ (ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА).....	21
РАЗРАБОТКА ПАНЕЛИ ПСЕВДОВИРУСНЫХ ЧАСТИЦ, ЭКСПОНИРУЮЩИХ ГЛИКОПРОТЕИН ВИРУСА МАРБУРГ	27

ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ / VETERINARY SCIENCE

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СПОСОБОВ ЛЕЧЕНИЯ ЖИВОТНЫХ С ТЕРМИЧЕСКИМИ ОЖОГАМИ	30
---	----

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / GEOLOGY AND MINERALOGY

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА НЕФТЕ-ГАЗОНОСНОГО КОМПЛЕКСА САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ.....	35
ОПЫТ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ОПЫТНО-ФИЛЬТРАЦИОННЫХ РАБОТ В ТРЕЩИНОВАТЫХ ПОРОДАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНАЛИТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ И ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	43

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ / AGRICULTURAL SCIENCES

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ АДАПТИВНЫМИ РЕАКЦИЯМИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НА ПРИМЕРЕ ЗЕРНОВКИ.....	48
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ КАРТОФЕЛЕВОДСТВА В БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ	53
ПРИМЕНЕНИЕ АЗОТИСТА И КОМПОСТА МНОГОЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПОД КАРТОФЕЛЬ ПРИ ДВУСТОРОННЕМ РЕГУЛИРОВАНИИ ВОДНОГО РЕЖИМА ПОЧВЫ.....	56
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ.....	59
ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ УДОБРЕНИЯ – ОСНОВА РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ	63
МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОСУШЕННЫХ ТОРФОЗЕМОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ.....	67
МЕТОДЫ АНАЛИЗА И ОЦЕНКИ РИСКОВ МЕЛИОРАТИВНЫХ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ.....	72

НАУКИ О ЗЕМЛЕ / SCIENCE ABOUT THE EARTH

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ С УЧЕТОМ ПОЧВЕННО-МЕЛИОРАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ.....	77
ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ. ВОДОНАСЫЩЕННЫЕ РАЗЛОМЫ: РАСЧЁТ ВЕЛИЧИН ТЕХНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ.....	80
ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА НЕФТЕЙ НА УЧАСТКАХ ПЕРЕФОРМИРОВАНИЯ НЕФТЯНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ, НАХОДЯЩИХСЯ НА ЗАВЕРШАЮЩЕЙ СТАДИИ РАЗРАБОТКИ (НА ПРИМЕРЕ МИННИБАЕВСКОЙ ПЛОЩАДИ РОМАШКИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)	84
К ВОПРОСУ О СОВРЕМЕННЫХ ПРОЦЕССАХ ПЕРЕФОРМИРОВАНИЯ УЧАСТКОВ НЕФТЯНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ НА ПОЗДНЕЙ СТАДИИ РАЗРАБОТКИ	92
РАСЧЕТ КРИТИЧЕСКИХ ЗНАЧЕНИЙ СКОРОСТИ ВЕТРА И РАСХОДА ВОДЫ ПРИ МАКСИМАЛЬНОЙ АККУМУЛЯЦИИ ВЗВЕШАННЫХ ВЕЩЕСТВ В РУКАВАХ НИЖНЕГО ДОНА	96

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / PSYCHOLOGY

THE RELATIONSHIP BETWEEN SOME PERSONALITY TRAITS AND LATE LIFE DEPRESSION.....	103
К ВОПРОСУ О ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ ПСИХОЛОГОВ	107
ВЛИЯНИЕ СТИЛЯ СЕМЕЙНОГО ВОСПИТАНИЯ НА РАЗВИТИЕ ЛИЧНОСТИ ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА	111

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ИНДУЦИРОВНИЕ В ФОРМИРОВАНИИ ЦЕННОСТЕЙ ШКОЛЬНИКОВ	114
ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ САМООЦЕНКИ И УРОВНЯ ПРИТЯЗАНИЙ ПОДРОСТКОВ	118
ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ СФЕРЫ У УМСТВЕННО ОТСТАЛЫХ ДЕТЕЙ, НАХОДЯЩИХСЯ ПОД ОПЕКОЙ: ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ	121
ЭКСПРЕСС-МЕТОД ОЦЕНКИ ПРИВЕРЖЕННОСТИ СОТРУДНИКОВ КОМПАНИИ	124
<u>ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ НАУКИ / PHARMACEUTICS</u>	
ОСНОВА УСПЕХА В РАБОТЕ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОМ БИЗНЕСЕ - СИЛА МОБИЛИЗАЦИИ И МОТИВАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ-ПРОВИЗОРОВ	128
МАРКЕТИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ И КОСМЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ, ПРЕДОТВРАЩАЮЩИХ ВЫПАДЕНИЕ И СТИМУЛИРУЮЩИХ РОСТ ВОЛОС	132
<u>ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ / PHYSICS AND MATHEMATICS</u>	
ПОСТРОЕНИЕ УСЛОВНО-ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ ЛЯПУНОВА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ПОВЕДЕНИЯ ТРАЕКТОРИЙ НЕПРЕРЫВНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ПЛОСКОСТИ	135
ПРИМЕНЕНИЕ КВАДРАТИЧНЫХ ФУНКЦИЙ ЛЯПУНОВА ПРИ РЕШЕНИИ ПРИКЛАДНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ	142
ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМООБРАБОТКИ НА КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КВАРЦЕВОГО СТЕКЛА	147
ЭЖЕКЦИЯ И ИНЖЕКЦИЯ РЕАГЕНТОВ В ТЕХНОЛОГИЯХ ВОДОПОДГОТОВКИ	151
INFLUENCE OF CALCINATION REGIMES ON PHASE FORMATION AND MAGNETIC PROPERTY OF NANOPOWDERS BiFeO ₃ SYNTHESIZED BY SOL-GEL METHOD USING CITRIC ACID	156

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / BIOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.008>

Андреева Н.Б.¹, Рудометов А.П.², Бакулина А.Ю.³, Щербakov Д.Н.⁴

¹ORCID: 0000-0002-1684-9071, аспирант, Федеральное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Кольцово

²ORCID: 0000-0003-2808-4309, аспирант, Федеральное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Кольцово

³ORCID: 0000-0002-4723-9225, Кандидат биологических наук, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», Новосибирск

⁴ORCID: 0000-0001-8023-4453, Кандидат биологических наук, Федеральное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Кольцово

ИЗУЧЕНИЕ ИММУНОГЕННОСТИ ХИМЕРНОГО БЕЛКА, ВКЛЮЧАЮЩЕГО ЭПИТОПЫ АНТИТЕЛ, НЕЙТРАЛИЗУЮЩИХ ШИРОКИЙ СПЕКТР ПЕРВИЧНЫХ ИЗОЛЯТОВ ВИЧ-1

Аннотация

*Одним из интенсивно развивающихся направлений в области разработки вакцин является конструирование искусственных или химерных белков содержащих фрагменты антигенов, вызывающих образование протективного иммунного ответа. В области разработки вакцины против ВИЧ-инфекции приоритетным считается направление по созданию иммуногенов, способных обеспечить индукцию антител, нейтрализующих широкий спектр первичных изолятов ВИЧ-1. Первым этапом оценки любого иммуногена является изучение его безвредности для организма и иммунохимических свойств. В данной работе приведены результаты исследования иммунохимических и иммуногенных свойств химерного белка включающего фрагмент полипептида *B. subtilis* и участок gp41 ВИЧ-1 MPER. Было показано, что эпитопы широконейтрализующих антител, входящих в этот регион, распознаются соответствующими моноклональными антителами. Иммунизация лабораторных животных очищенным химерным белком показала, что он не токсичен для животных и обладает высокой иммуногенностью. Полученный иммуноген будет использован в дальнейших исследованиях, направленных на индукцию широконейтрализующих антител.*

Ключевые слова: ВИЧ-1, иммуноген, эпитоп, MPER, широконейтрализующие антитела.

Andreeva N.B.¹, Rudometov A.P.², Bakulina A.Yu.³, Shcherbakov D.N.⁴

¹ORCID: 0000-0002-1684-9071, Postgraduate student, Federal Budgetary Institution of Science State Research Center of Virology and Biotechnology VECTOR of the Federal Service for Surveillance in Consumer Rights Protection and Human Well-being, Koltsovo

²ORCID: 0000-0003-2808-4309, Postgraduate student, Federal Budgetary Institution of Science State Research Center of Virology and Biotechnology VECTOR of the Federal Service for Surveillance in Consumer Rights Protection and Human Well-being, Koltsovo

³ORCID: 0000-0002-4723-9225, PhD in Biology, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Novosibirsk National Research University", Novosibirsk

⁴ORCID: 0000-0001-8023-4453, PhD in Biology, Federal Budgetary Institution of Science State Research Center of Virology and Biotechnology VECTOR of the Federal Service for Surveillance in Consumer Rights Protection and Human Well-being, Koltsovo

STUDY OF THE IMMUNOGENICITY OF CHIMERIC PROTEIN COMPRISING EPITOPES OF ANTIBODIES NEUTRALIZING A WIDE RANGE OF PRIMARY ISOLATES OF HIV-1

Abstract

*One of the intensively developing areas in the field of vaccine development is the construction of artificial or chimeric proteins containing fragments of antigens that cause the formation of protective immune response. In the field of developing a vaccine against HIV infection, the priority is to develop immunogens capable to provide induction of antibodies neutralizing a wide range of primary HIV-1 isolates. The first step in evaluating any immunogen is to study its harmlessness to the body and its immunochemical properties. In this paper, we present the results of a study of the immunochemical and immunogenic properties of a chimeric protein comprising a *B. subtilis* polypeptide fragment and an HIV-1 MPER gp41 site. It has been shown that the epitopes of broadly neutralizing antibodies included into this region are recognized by the corresponding monoclonal antibodies. Immunization of laboratory animals with purified chimeric protein showed that it is not toxic to animals and has high immunogenicity. The resulting immunogen will be used in further studies aimed at the induction of broadly neutralizing antibodies.*

Keywords: HIV-1, immunogen, epitope, MPER, broadly neutralizing antibodies.

Общее число носителей ВИЧ-инфекции в мире на данный момент составляет 36,7 млн. Россия – одна из стран в мире, где число новых заражений ВИЧ-инфекцией и число смертей, связанных с ВИЧ/СПИД, продолжают возрастать. На 31 декабря 2016 года в России официально зарегистрировано 1 114 815 ВИЧ-инфицированных [1].

Вакцины, считаются одним из самых эффективных средств борьбы с инфекционными заболеваниями. Классическим примером может служить вакцина против натуральной оспы человека, которая позволила элиминировать данный вирус из популяции человека. В случае вируса иммунного дефицита человека классические

подходы по созданию вакцины, такие как использование аттенуированного или инактивированного вируса оказались не эффективны. В связи с этим, разрабатываются альтернативные технологии создания вакцин. Так, в настоящее время основной концепцией эффективной вакцины против ВИЧ-1 считается создание иммуногена или комбинации иммуногенов, направленных на индукцию в организме антител, способных обеспечить защиту от широкого спектра вариантов первичных изолятов ВИЧ-1 [2, С. 635].

На сегодняшний день на основе репертуара антител ВИЧ-инфицированных пациентов были получены десятки человеческих моноклональных антител (monoclonal antibodies, mAbs), которые могут нейтрализовать широкое разнообразие генетических вариантов ВИЧ-1 [3, С. 138], [4, С. 1097]. Данные широко нейтрализующие антитела (broadly neutralizing antibodies, bnAbs) нацелены на несколько консервативных сайтов уязвимости на поверхности гликопротеина вирусной оболочки [5, С. 382], [6, С. 3]. Одной из таких мишеней является мембрано-проксимальная наружная область (membrane proximal external region, MPER), представляющая собой высококонсервативную область, состоящую из 22 аминокислотных остатков, расположенных на С-конце эктодомена gp41. Считается, что MPER играет решающую роль при слиянии вирусной и клеточной мембран [7, С. 6089], [8, С. 2469]. На MPER нацелены такие bnAbs, как 2F5, Z13e1, 4E10 и 10E8 [9, С. 406], [10, С. 1651]. Среди этих антител, наибольший интерес представляют 4E10 и 10E8, из-за их способности нейтрализовать ~ 98% тестируемых штаммов ВИЧ-1. Структура эпитопов этих антител была точно определена на основе данных рентгеноструктурного анализа и включает аминокислотные остатки (671NWFDTNWLWYIK683) [9, С. 406], [11, С. 1533].

Несмотря на то, что эти эпитопы имеют линейную структуру, попытки разработать вакцину, которая смогла бы индуцировать 4E10/10E8-подобные bnAbs, оказались безуспешными [12, С. 17], [13 С. 187].

Одной из проблем в индукции нейтрализующих антител к MPER является то, что структура субъединицы gp41 является подвижной, так как данный участок претерпевает структурные изменения при слиянии вирусной и клеточной мембран [14, С. 111]. Таким образом, главной проблемой при разработке вакцины на основе MPER является разработка иммуногенов и/или разработка стратегий вакцинации, которые «заставят» иммунную систему концентрировать гуморальный ответ на область MPER, и также направлять созревание антител таким образом, чтобы зрелые антитела в большей степени связывались с регионами уязвимости.

Нами было решено сконструировать молекулу, на основе белка, позволяющего включать эпитопы MPER при сохранении их структуры в составе белка-носителя (белка-каркаса). Для этого был использован глобулярный белок *B. subtilis* YkuJ (номер PDB 2FFG.), с известной структурой, конформационная структура концевых участков которого наиболее близка к конформации нативного MPER ВИЧ-1 и позволяет включить одновременно два таких региона. Далее, была спроектирована нуклеотидная последовательность гена, кодирующая химерный рекомбинантный белок YkuJ-MPER. В состав гена YkuJ-MPER были заложены две нуклеотидные консенсусные последовательности MPER ВИЧ-1 субтипа В по N- и С концам. Последовательности MPER были фланкированы уникальными сайтами рестрикции для клонирования гена в составе плазмиды и возможности изменения нуклеотидной последовательности MPER на последовательности других субтипов. Помимо этого, в конструкцию YkuJ-MPER была введена полигистидиновая метка bHis, для возможности очищать белок с помощью металл-хелатной хроматографии.

Ген, кодирующий химерный белок YkuJ-MPER, был химически синтезирован и клонирован в составе плазмидного экспрессионного вектора pET21a (Novagen). Полученной плазмидой были трансформированы клетки *E. coli* штамма BL21 для наработки рекомбинантного белка.

Экспрессию гена, кодирующего белок-иммуноген, оценивали с помощью электрофоретического разделения лизата клеток *E. coli* BL21/ pYkuJ-MPER в 15% полиакриламидном геле (ПААГ) по стандартной методике, описанной Лэммли [15, С. 680]. Анализ электрофореграммы показал наличие полосы, по подвижности соответствующей теоретически рассчитанной молекулярной массе рекомбинантного белка YkuJ-MPER.

Очистку рекомбинантного белка YkuJ-MPER проводили с помощью металл-хелатной хроматографии. Было установлено, что белок находится в нерастворимой фракции, поэтому его выделяли и очищали из дебриса (осадок, формируемый в результате центрифугирования суспензии гомогенизированных клеток и содержащий полуразрушенные клетки). Для этого биомассу бактериальных клеток *E. coli* BL21/pYkuJ-MPER после индукции 1М ИПТГ дезинтегрировали с помощью ультразвукового дезинтегратора, клеточный дебрис отделяли от растворимой фракции с помощью центрифугирования. Полученный дебрис растворяли в 8 М мочеvine, после чего наносили на хроматографическую колонку, содержащую Ni-агарозу, отмывали от не связавшихся примесных белков и элюировали с помощью буфера, содержащего 0.5 М имидазол. Рефолдинг белка, связавшегося с металл-хелатным сорбентом, проводили диализом против физиологического раствора.

Для подтверждения связывания белка YkuJ-MPER с моноклональными антителами, такими как 2F5, 4E10 и 10E8, проводили вестерн-блот анализ. Он подтвердил, что эпитопы в составе химерного белка YkuJ-MPER распознаются МКА 2F5, 4E10 и 10E8.

Для анализа иммуногенности химерного белка, очищенным препаратом YkuJ-MPER были иммунизированы мыши линии BALB/c и беспородные кролики. Степень очистки YkuJ-MPER используемого для иммунизации контролировали с помощью электрофореза в 15 % ПААГ. В конечном препарате чистота белка составляла более 98% (рис. 1).

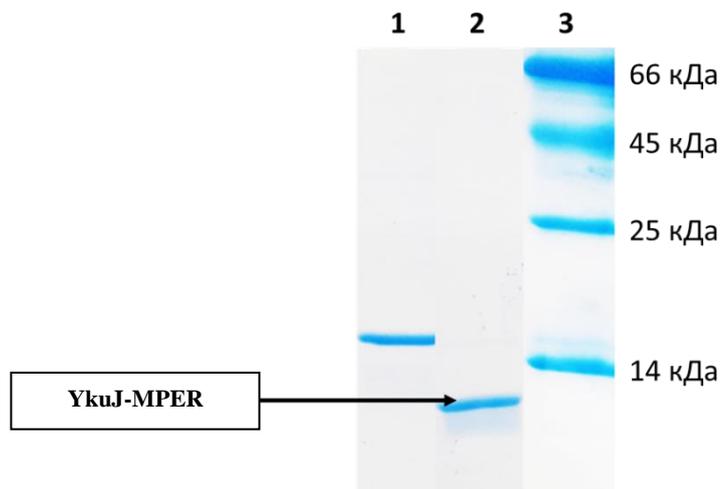


Рис.1 – Очищенный препарат белка YkuJ-MPER для иммунизации.

1 – Компонент вакцины КомбиВИЧвак белок ТВИ. 2 – Препарат белка YkuJ-MPER, 3 – маркер молекулярной массы (14, 25, 45 и 66 кДа)

Для иммунизации были отобраны 20 мышей линии BALB/c – 10 из которых были трехкратно иммунизированы внутримышечно по схеме: первая иммунизация – 50 мкг препарата (на одну мышь) с полным адъювантом Фрейнда, вторая иммунизация – 50 мкг препарата с неполным адъювантом Фрейнда, третья иммунизация – 100 мкг чистым белком. Иммунизация проводилась с интервалом 2 недели. Второй группе мышей в количестве 10 особей служащей в качестве отрицательного контроля – вводился физиологический раствор, по той же схеме. По этой же схеме были иммунизированы два беспородных кролика, количество вводимого иммуногена было увеличено до 500 мкг на особь, в качестве отрицательного контроля служила сыворотка этих же кроликов взятая перед иммунизацией. Все животные содержались в питомнике согласно правилам лабораторной практики и получали должный уход.

Полученные сыворотки лабораторных животных после иммунизации были протестированы в иммуноферментном анализе для оценки иммуногенности химерного белка YkuJ-MPER [16, С. 134]. Было показано, что антитела из сывороток иммунизированных животных специфически взаимодействуют с рекомбинантным белком YkuJ-MPER. Титр сывороток иммунизированных животных в обоих случаях составил более 1:3 миллионов (рис. 2).

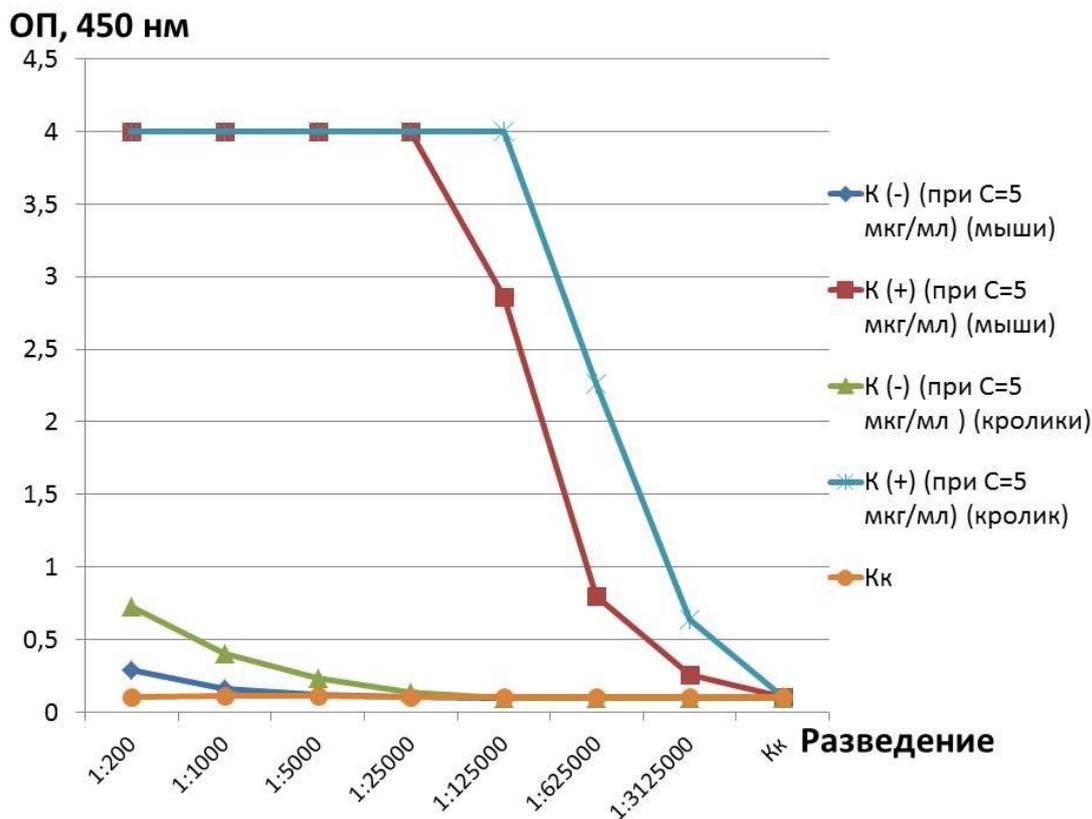


Рис. 2 – Результаты иммуноферментного анализа

В качестве антигена был сорбирован белок YkuJ-MPER. Синяя линия – отрицательный контроль (сыворотки мышей, иммунизированных физиологическим раствором); красная линия – сыворотки мышей, иммунизированных белком-иммуногеном YkuJ-MPER; зеленая линия – отрицательный контроль (сыворотки кроликов, взятые до

иммунизации); голубая линия – сыворотки кроликов, иммунизированных белком-иммуногеном YkuJ-MPER; оранжевая линия – контроль конъюгата.

Таким образом, в ходе данного исследования проведен теоретический дизайн химерного белка-иммуногена, на основе белка *B. subtilis* YkuJ, и участка MPER gp41 ВИЧ-1. Получена генетическая конструкция, кодирующая химерный белок YkuJ-MPER, и рекомбинантный штамм *E. coli* BL21/pYkuJ-MPER, продуцирующий белок-иммуноген YkuJ-MPER. Проанализированы биохимические и иммуногенные свойства химерного белка YkuJ-MPER. С помощью иммуноблоттинга было показано, что эпитопы широконейтрализующих антител в составе YkuJ-MPER распознаются соответствующими МКА. Проведена оценка иммуногенности рекомбинантного белка YkuJ-MPER путем иммунизации лабораторных животных и оценка специфической активности полученных сывороток в ИФА. Показано, что химерный белок YkuJ-MPER не токсичен для животных и что антитела из сывороток иммунизированных животных специфически взаимодействуют с рекомбинантным белком YkuJ-MPER.

Список литературы / References

1. Федеральный научно-методический Центр по профилактике и борьбе со СПИДом [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.hivrussia.ru/> (дата обращения: 20.07.2017).
2. Burton D. R. Broadly neutralizing antibodies to HIV and their role in vaccine design / Burton D. R., Hangartner L. // Annual review of immunology. – 2016. – V. 34. – P.635–659. doi: 10.1146/annurev-immunol-041015-055515.
3. Huang J. Broad and potent HIV-1 neutralization by a human antibody that binds the gp41–gp120 interface / Huang J., Kang B.H., Pancera M. et al. // Nature. – 2014. – V. 515. – P. 138–142. doi: 10.1038/nature13601.
4. Pejchal R. A potent and broad neutralizing antibody recognizes and penetrates the HIV glycan shield / Pejchal R., Doores K.J., Walker L.M. et al. // Science. – 2011. – V. 334. – P. 1097–1103. doi: 10.1126/science.1213256.
5. Georgiev I.S. Elicitation of HIV-1- neutralizing antibodies against the CD4-binding site / Georgiev I.S., Gordon Joyce M., Zhou T., Kwong P.D. // Current Opinion in HIV and AIDS. – 2013. – V. 8. – P. 382–392. doi: 10.1097/COH.0b013e328363a90e.
6. Haynes B.F. Progress in HIV-1 vaccine development / Haynes B.F., Moody M.A., Alam M. et al. // Journal of Allergy and Clinical Immunology. – 2014. – V. 134. – P. 3–10. doi: 10.1016/j.jaci.2014.04.025.
7. Muñoz-Barroso I. Role of the membrane-proximal domain in the initial stages of human immunodeficiency virus type 1 envelope glycoprotein-mediated membrane fusion / Muñoz-Barroso I., Salzwedel K., Hunter E., Blumenthal R. // Journal of Virology. – 1999. – V. 73. – P. 6089–6092.
8. Salzwedel K. A conserved tryptophan-rich motif in the membrane-proximal region of the human immunodeficiency virus type 1 gp41 ectodomain is important for Env-mediated fusion and virus infectivity / Salzwedel K., West J.T., Hunter E. // Journal of Virology. – 1999. – V. 73. – P. 2469–2480.
9. Huang J. Broad and potent neutralization of HIV-1 by a gp41-specific human antibody / Huang J., Ofek G., Laub L., Louder M.K. et al. // Nature. – 2012. – V. 491. – № 7424. – P. 406–412. doi: 10.1038/nature11544.
10. Purtscher M. A broadly neutralizing human monoclonal antibody against gp41 of human immunodeficiency virus type 1 / Purtscher M., Trkola A., Gruber G. et al. // AIDS Research and Human Retroviruses. – 1994. – V. 10. – P. 1651–1658. doi: 10.1089/aid.1994.10.1651.
11. Cardoso R.M.F. Structural basis of enhanced binding of extended and helically constrained peptide epitopes of the broadly neutralizing HIV-1 antibody 4E10 / Cardoso R.M.F., Brunel F.M., Ferguson S. et al. // Journal of Molecular Biology. – 2007. – V. 365. – P. 1533–1544. doi:10.1016/j.jmb.2006.10.088.
12. Banerjee S. Modulating immunogenic properties of HIV-1 gp41 membrane-proximal external region by destabilizing sixhelix bundle structure / Banerjee S., Shi H., Habte H.H., Qin Y., Cho M.W. // Virology. – 2016. – V. 490. – P. 17–26. doi: 10.1016/j.virol.2016.01.002.
13. Habte H.H. Immunogenic properties of a trimeric gp41-based immunogen containing an exposed membrane-proximal external region / Habte H.H., Banerjee S., Shi H., Qin Y., Cho M.W. // Virology. – 2015. – V. 486. – P. 187–197. doi: 10.1016/j.virol.2015.09.010.
14. Melikyan G.B. Common principles and intermediates of viral protein-mediated fusion: the HIV-1 paradigm / Melikyan G.B. // Retrovirology. – 2015. V. 5. – P. 111. doi: 10.1186/1742-4690-5-111.
15. Laemmli U.K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4 / Laemmli U.K. // Nature. – 1970. – V. 227. – P. 680–685. doi: 10.1038/227680a0.
16. Егоров А.М. Теория и практика иммуноферментного анализа / А.М. Егоров. – М.: Высшая школа, 1991. – 288 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Federal'nyj nauchno-metodicheskij Centr po profilaktike i bor'be so SPIDom [Federal scientific and methodological center for AIDS prevention and control] [Electronic resource]. – URL: <http://www.hivrussia.ru/> (accessed: 20.07.2017). [in Russian]
2. Burton D. R. Broadly neutralizing antibodies to HIV and their role in vaccine design / Burton D. R., Hangartner L. // Annual review of immunology. – 2016. – V. 34. – P.635–659. doi: 10.1146/annurev-immunol-041015-055515.
3. Huang J. Broad and potent HIV-1 neutralization by a human antibody that binds the gp41–gp120 interface / Huang J., Kang B.H., Pancera M. et al. // Nature. – 2014. – V. 515. – P. 138–142. doi: 10.1038/nature13601.
4. Pejchal R. A potent and broad neutralizing antibody recognizes and penetrates the HIV glycan shield / Pejchal R., Doores K.J., Walker L.M. et al. // Science. – 2011. – V. 334. – P. 1097–1103. doi: 10.1126/science.1213256.
5. Georgiev I.S. Elicitation of HIV-1- neutralizing antibodies against the CD4-binding site / Georgiev I.S., Gordon Joyce M., Zhou T., Kwong P.D. // Current Opinion in HIV and AIDS. – 2013. – V. 8. – P. 382–392. doi: 10.1097/COH.0b013e328363a90e.
6. Haynes B.F. Progress in HIV-1 vaccine development / Haynes B.F., Moody M.A., Alam M. et al. // Journal of Allergy and Clinical Immunology. – 2014. – V. 134. – P. 3–10. doi: 10.1016/j.jaci.2014.04.025.

7. Muñoz-Barroso I. Role of the membrane-proximal domain in the initial stages of human immunodeficiency virus type 1 envelope glycoprotein-mediated membrane fusion / Muñoz-Barroso I., Salzwedel K., Hunter E., Blumenthal R. // Journal of Virology. – 1999. – V. 73. – P. 6089–6092.
8. Salzwedel K. A conserved tryptophan-rich motif in the membrane-proximal region of the human immunodeficiency virus type 1 gp41 ectodomain is important for Env-mediated fusion and virus infectivity / Salzwedel K., West J.T., Hunter E. // Journal of Virology. – 1999. – V. 73. – P. 2469–2480.
9. Huang J. Broad and potent neutralization of HIV-1 by a gp41-specific human antibody / Huang J., Ofek G., Laub L., Louder M.K. et al. // Nature. – 2012. – V. 491. – № 7424. – P. 406–412. doi: 10.1038/nature11544.
10. Purtscher M. A broadly neutralizing human monoclonal antibody against gp41 of human immunodeficiency virus type 1 / Purtscher M., Trkola A., Gruber G. et al. // AIDS Research and Human Retroviruses. – 1994. – V. 10. – P. 1651–1658. doi: 10.1089/aid.1994.10.1651.
11. Cardoso R.M.F. Structural basis of enhanced binding of extended and helically constrained peptide epitopes of the broadly neutralizing HIV-1 antibody 4E10 / Cardoso R.M.F., Brunel F.M., Ferguson S. et al. // Journal of Molecular Biology. – 2007. – V. 365. – P. 1533–1544. doi:10.1016/j.jmb.2006.10.088.
12. Banerjee S. Modulating immunogenic properties of HIV-1 gp41 membrane-proximal external region by destabilizing sixhelix bundle structure / Banerjee S., Shi H., Habte H.H., Qin Y., Cho M.W. // Virology. – 2016. – V. 490. – P. 17–26. doi: 10.1016/j.virol.2016.01.002.
13. Habte H.H. Immunogenic properties of a trimeric gp41-based immunogen containing an exposed membrane-proximal external region / Habte H.H., Banerjee S., Shi H., Qin Y., Cho M.W. // Virology. – 2015. – V. 486. – P. 187–197. doi: 10.1016/j.virol.2015.09.010.
14. Melikyan G.B. Common principles and intermediates of viral protein-mediated fusion: the HIV-1 paradigm / Melikyan G.B. // Retrovirology. – 2015. V. 5. – P. 111. doi: 10.1186/1742-4690-5-111.
15. Laemmli U.K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4 / Laemmli U.K. // Nature. – 1970. – V. 227. – P. 680–685. doi: 10.1038/227680a0.
16. Egorov A.M. Теория и практика иммуноферментного анализа [Theory and practice of enzyme immunoassay] / A.M. Egorov. – М.: Высшая школа, 1991. – 288 p. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.081>

Карякин Д.О.¹, Мальцевская Н.В.², Новичева М.В.³, Кулабухов В.Ю.⁴

¹ORCID: 0000-0001-9645-7256, аспирант,

ФГБОУ Московский политехнический университет, Москва

²Кандидат технических наук,

ГБПОУ «Воробьевы горы», Москва

³Научный сотрудник,

ФГБУН Институт биомедицинской химии имени В. Н. Ореховича РАН, Москва

⁴Магистр, ФГБОУ Московский политехнический университет, Москва

ОПТИМИЗАЦИЯ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ КУЛЬТУРЫ *SCENEDESMUS SP.*

Аннотация

Исследовано влияние состава питательных сред для культивирования микроводорослей на примере микроводоросли *Scenedesmus sp.* На примере основных составляющих элементов питательной среды Сетлик показано, что изменение концентрации компонентов позволяет получить более высокие показатели прироста биомассы, чем в контрольном варианте.

Исследуемым параметром являлись концентрации минеральных солей питательной среды Сетлик - KNO_3 , KH_2PO_4 , $MgSO_4$. Показателем оптимизации являлся прирост биомассы микроводорослей *Scenedesmus sp.*

Для обработки результатов использованы ротатбельные композиционные планы.

Ключевые слова: *Scenedesmus sp.*, оптимизация питательной среды, ротатбельные композиционные планы.

Karyakin D.O.¹, Maltsevskaya N.V.², Novicheva M.V.³, Kulabukhov V.Yu.⁴

¹ORCID: 0000-0001-9645-7256, Postgraduate Student,

Moscow State Polytechnical University, Moscow

²PhD in Engineering,

State Budget Professional Educational Institution “Vorobyovy Gory,” Moscow

³Research Associate,

Federal Publicly Funded Institution of Science “Orkhovich Institute of Biomedical Chemistry of the Russian Academy of Medical Sciences”

⁴Graduate Student, Federal Publicly Funded Institution of Science “Moscow Polytechnic University,” Moscow

OPTIMIZATION OF NUTRIENT SOLUTION FOR *SCENEDESMUS SP.*

Abstract

The article studies the effect of nutrient solution composition on the cultivation of microalgae on the example of microalgae *Scenedesmus sp.* Based on the example of the main constituents of the Setlik nutrient solution elements, it has been shown that a change in the concentration of components allows obtaining higher biomass growth rates than in the control variant.

The parameter under study include the concentrations of mineral salts of the nutrient solution Setlik- KNO_3 , KH_2PO_4 , $MgSO_4$. The increase in the biomass of microalgae *Scenedesmus sp.* was the main optimization index.

Rotatable compositional plans were used to process the results.

Keywords: *Scenedesmus sp.*, nutrient solution optimization, rotatable compositional plans.

В настоящее время биомасса микроводорослей представляет большой интерес как один из ценных источников возобновляемого сырья для получения различных коммерчески значимых продуктов, используемых в химической, нефтехимической и пищевой промышленности. Наиболее важным аспектом применения фототрофных микроводорослей является биоутилизация углекислого газа.

Также внимание исследователей все больше привлекают микроводоросли как источник белков, углеводов, жиров, витаминов и других физиологически активных веществ. Особенно большой интерес представляют протококковые водоросли, такие как хлорелла и сценедесмус. Эти водоросли обладают способностью изменять качественное и количественное содержание органических соединений в клетках в зависимости от условий выращивания, в том числе и общий прирост биомассы. Сценедесмус представляет большой интерес вследствие того, что данный род может выдерживать значительно более высокие концентрации углекислого газа, чем другие микроводоросли, а, следовательно, более перспективный для задач его биоутилизации.

Химический состав интенсивно размножающихся культур сценедесмуса достаточно стабилен. Вместе с тем, обращает на себя внимание чрезвычайно высокая пластичность метаболизма сценедесмуса и его способность радикально менять направленность биосинтеза в зависимости от условий культивирования при различных воздействиях внешних факторов.

Элементы питания — материальная и жизненная основа существования водорослей. При массовом культивировании микроводоросли сценедесмус обычно используются те же соли, что и при выращивании высших растений. Однако протококковые водоросли, в отличие от высших растений, способны расти при различных концентрациях солей в питательном растворе.

Состав питательных сред всегда известен, однако концентрацию её компонентов в ходе эксперимента можно варьировать.

Для культивирования микроводорослей обычно используют минеральные питательные среды. Подбор основных компонентов, которых является достаточно сложным и долгим процессом. Основные компоненты среды – источники углерода, азота, фосфора, серы, микроэлементов, ростовых факторов и витаминов для начала роста биомассы. Но даже когда основной выбор сделан, и уже известен состав среды, важно определить именно соотношение данных элементов. Это соотношение как раз и надо искать при оптимизации состава сред. Математические модели позволяют сократить время и снизить затраты затрачиваемые на подбор оптимального диапазона концентраций компонентов питательной среды, а также повысить качество полученных результатов [1, С.99-103].

Целью данной работы является изучение влияния различных концентраций солей KNO_3 , KH_2PO_4 , $MgSO_4$ на рост культуры микроводоросли *Scenedesmus sp.* на среде Сетлик [3]

Материалы и методы

В качестве объекта исследований (тест-культуры) использовалась культура фототрофных микроводорослей *Scenedesmus sp.*

Для исследования была выбрана среда Сетлик 2.02 г/л KNO_3 , 0.34 г/л KH_2PO_4 , 0.99 г/л $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 0.0185 г/л Fe-EDTA, 0.01 г/л $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$, 0.00309 г/л H_3BO_3 , 0.0012 г/л $MnSO_4 \cdot 4H_2O$, 0.0014 г/л $CoSO_4$, 0.00124 г/л $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, 0.00143 г/л $ZnSO_4$, и 0.00184 г/л $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$ [6, С. 1-16] Варьировали содержание следующих компонентов: KNO_3 (S1), KH_2PO_4 (S2), $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (S3).

Варьировали значения концентраций компонентов по данным, приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Варьируемые компоненты, уровни варьирования

Факторы	Наименование Компонента	Основные уровни, г/л	Макс уровни, г/л	Интервал варьирования, г/л	Минимальный уровень
	Среды				
S1	KNO_3	2,02	4,02	0,5	0
S2	KH_2PO_4	0,34	0,74	0,1	0
S3	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0,99	1,69	0,3	0

Культивирование осуществляли в колбах Эрленмейера (250 мл) с объемом культуральной жидкости 100 мл на многоканальной установке для культивирования микроорганизмов с нижней подсветкой (освещенность -10 клк) в которую входят: культиваторы (колбы); источник освещения – светоизлучающие диоды; шейке. Прирост биомассы определяли по оптической плотности с применением калибровочных графиков.

Прирост биомассы микроводорослей определяли по оптической плотности фотоэлектроколориметрически на ФЭК КФК 2 УХЛ 4.2, длина волны 750 нм.

Стерилизацию среды осуществляли в автоклаве, режим 0,8 ати, 40 минут.

Каждый опыт по культивированию проводили в течение трех недель, при температуре 25° С, освещенность 10 клк, рН среды 7,0 -8,5.

При обработке результатов использовали ротатабельные композиционные планы, позволяющие более точно описать процесс и позволяют наиболее точно приблизиться к оптимальным искомым характеристикам. Результаты

опытов подвергали статистической обработке: считали коэффициенты регрессии, а также проверяли его адекватность с использованием критериев Фишера.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для оптимизации питательных сред существуют различные методы - тотальный перебор на прямоугольной сетке, метод Гаусса-Зейделя, метод Бокса-Уилсона и т.д. Тотальный перебор на прямоугольной сетке требует довольно большого числа экспериментов, соответственно высоких временных и материальных затрат. Метод Гаусса - Зейделя (последовательное изучение каждого фактора) требует поочередного выполнения серий экспериментов, так как изменение «фона» требует анализа результатов каждой серии – требует много времени и достаточно дорог. В методе Бокса-Уилсона планируемые опыты не приводят сразу к «тотальному» опыту.

В настоящей работе использовали метод математического планирования экспериментов – ротатбельные композиционные планы. Данный метод был выбран, так как позволяет одновременно изучить действие нескольких факторов и их взаимодействие, а также количественно оценить степень этого влияния. Также к ядру плана добавляли дополнительные опыты – звездные точки. Для исследования влияния измененной питательной среды на культуру было произведено культивирование микроводорослей.

Ядром плана являются опыты под номером 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 и 8, которые представляют собой ПФЭ (полный факторный эксперимент) вида 2^k

К точкам ПФЭ плана первого порядка были добавлены 2k звездных точек, расположенных на осях факторного пространства на одинаковых расстояниях от центра плана- звездное плечо, которое имеет радиус $r_3=2^{3/4}=1,682$. Далее к точкам ПФЭ первого порядка добавляли несколько параллельных опытов в центре плана, чтобы сравнить показания относительно него (контрольная область).

В таблице 1 в строках с 9 по 14 приведены «звездные» точки, в строках с 15 по 20 – центр плана.

Таблица 2 – Схема планирования эксперимента №1 в натуральных величинах и экспериментальные данные выходных параметров (показатели прироста биомассы) в повторностях (опыт 1.1)

№	Значения факторов в натуральных величинах			Значения факторов в кодированных величинах			Значения показателей в натуральных величинах (прирост биомассы микроводорослей)			Среднее значение	Суммарное среднее квадратичное отклонение
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	P1	P2	P3		
1	1,52	0,24	0,69	-1	-1	-1	0,09	0,12	0,17	0,1267	0,0033
2	2,52	0,24	0,69	1	-1	-1	0,075	0,11	0,14	0,1083	0,0021
3	1,52	0,44	0,69	-1	1	-1	0,075	0,09	0,13	0,1000	0,0016
4	2,52	0,44	0,69	1	1	-1	0,07	0,08	0,12	0,0900	0,0014
5	1,52	0,24	1,29	-1	-1	1	0,09	0,11	0,16	0,1217	0,0025
6	2,52	0,24	1,29	1	-1	1	0,075	0,08	0,12	0,0917	0,0012
7	1,52	0,44	1,29	-1	1	1	0,05	0,07	0,12	0,0833	0,0029
8	2,52	0,44	1,29	1	1	1	0,07	0,13	0,17	0,1233	0,0051
9	1,17	0,34	0,99	-1,6	0	0	0,065	0,1	0,14	0,1017	0,0028
10	2,86	0,34	0,99	1,6	0	0	0,065	0,08	0,11	0,0867	0,0010
11	2,02	0,1718	0,99	0	-1,682	0	0,06	0,09	0,13	0,0967	0,0028
12	2,02	0,5082	0,99	0	1,682	0	0,06	0,08	0,12	0,0900	0,0022
13	2,02	0,34	0,48	0	0	-1,682	0,04	0,07	0,12	0,0783	0,0032
14	2,02	0,34	1,49	0	0	1,682	0,075	0,09	0,13	0,0983	0,0016
15	2,02	0,34	0,99	0	0	0	0,085	0,09	0,15	0,1083	0,0026
16	2,02	0,34	0,99	0	0	0	0,07	0,12	0,2	0,1317	0,0085
17	2,02	0,34	0,99	0	0	0	0,07	0,12	0,2	0,1317	0,0085
18	2,02	0,34	0,99	0	0	0	0,05	0,07	0,07	0,0650	0,0004
19	2,02	0,34	0,99	0	0	0	0,065	0,07	0,11	0,0833	0,0011
20	2,02	0,34	0,99	0	0	0	0,055	0,05	0,08	0,0617	0,0005

Показано, что наиболее удачным соотношением концентраций исследуемых компонентов являются среды под номерами 17, 8, 1 (выделены курсивом). Опыты по номером 20 и 18 показали низкие результаты.

После обработки результатов концентраций были проведены расчеты и подобраны новые концентрации питательных солей (табл. 2, где Si(i) – значения шагов в крутом восхождении), проведен новый опыт по культивированию и получены следующие результаты, представленный в виде диаграммы (табл. 3).

Таблица 3 – Условия и результаты опыта по исследованию рассчитанных оптимальных концентраций (опыт 1.2)

№ опыта	S1	S2	S3	P1	P2	P3
Si0 (контроль)	3,03	0,374	1,287	0,31	0,56	0,725
Si(1)	2,912	0,367	1,259	0,335	0,5	0,7375
Si(2)	2,74	0,360	1,243	0,245	0,65	0,45
Si(3)	2,566	0,354	1,217	0,45	0,72	0,8375
Si(4)	2,391	0,347	1,187	0,545	1	1,4
Si(5)	2,217	0,340	1,155	0,34	0,3	0,6

Сравнивая полученные данные оптических плотностей со значениями оптических плотностей в начале опыта можно сделать вывод, что оптимизация питательной среды прошла успешно, так как полученные значения во много раз превышают значения в начале опыта (в таблице значения выделены курсивом).

На основе полученных в первом эксперименте значений оптической плотности (прирост биомассы микроводорослей), была проведена оптимизация значений.

Условия и результаты опыта 2.1 приведены в таблице 4

Таблица 4 – Схема планирования эксперимента в натуральных величинах и экспериментальные данные выходных параметров в повторностях

№	Значения факторов в натуральных величинах			Значения показателей в натуральных величинах (прирост биомассы микроводорослей)			Среднее значение
	S1	S2	S3	P1	P2	P3	
1	1,52	0,24	0,69	0,32	0,8	1,08	0,73
2	2,52	0,24	0,69	0,25	0,85	1,72	0,94
3	1,52	0,44	0,69	0,29	0,79	2,32	1,13
4	2,52	0,44	0,69	0,25	0,7	2,24	1,063
5	1,52	0,24	1,29	0,325	0,95	2,4	1,225
6	2,52	0,24	1,29	0,22	0,76	1,84	0,94
7	1,52	0,44	1,29	0,32	0,8	2,4	1,173
8	2,52	0,44	1,29	0,08	0,49	1,92	0,83
9	1,179	0,34	0,99	0,32	0,76	2,24	1,107
10	2,861	0,34	0,99	0,325	0,55	1,56	0,812
11	2,02	0,1718	0,99	0,34	0,8	2	1,047
12	2,02	0,5082	0,99	0,39	0,9	2,2	1,163
13	2,02	0,34	0,4854	0,31	0,5	1,56	0,79
14	2,02	0,34	1,4946	0,285	0,8	2	1,028
15	2,02	0,34	0,99	0,25	0,75	2,32	1,107
16	2,02	0,34	0,99	0,27	0,76	2,36	1,13
17	2,02	0,34	0,99	0,265	0,83	2,32	1,138
18	2,02	0,34	0,99	0,27	0,75	2,8	1,273
19	2,02	0,34	0,99	0,255	0,46	1,76	0,825
20	2,02	0,34	0,99	0,185	0,63	2,12	0,978

По итогам второго эксперимента (проведенного по той же схеме, что и описанный выше эксперимент) было получены значения в опыте 2.2 (табл. 5), превышающие предыдущие, что показывает эффективность оптимизации.

Таблица 5 – Условия и результаты повторного эксперимента (опыт 2.2)

№ опыта	S1	S2	S3	P1	P2	P3
Si0 (контроль)	3,03	0,374	1,287	1,05	1,2	1,55
Si(1)	2,865	0,3778	1,329	0,8	1,91	3,16
Si(2)	3,177	0,384	1,371	0,57	0,92	1,2
Si(3)	3,016	0,383	1,329	0,45	0,9	1,55
Si(4)	3,03	0,386	1,371	0,8	1,04	1,425
Si(5)	3,231	0,39	1,413	0,585	0,74	0,8

По результатам серии экспериментов подтверждена возможность использования ротатбельных композиционных планов для расчета культивирования, установлен оптимальный состав питательной среды Сетлик – (1'). Далее было проведено сравнение прироста биомассы на питательной среде Сетлик с различными модификациями, (рис. 1). Данные сравнения показали эффективность полученной на этапе 2.2 модификации питательной среды Сетлик для процесса накопления биомассы водорослей *Scenedesmus sp.*

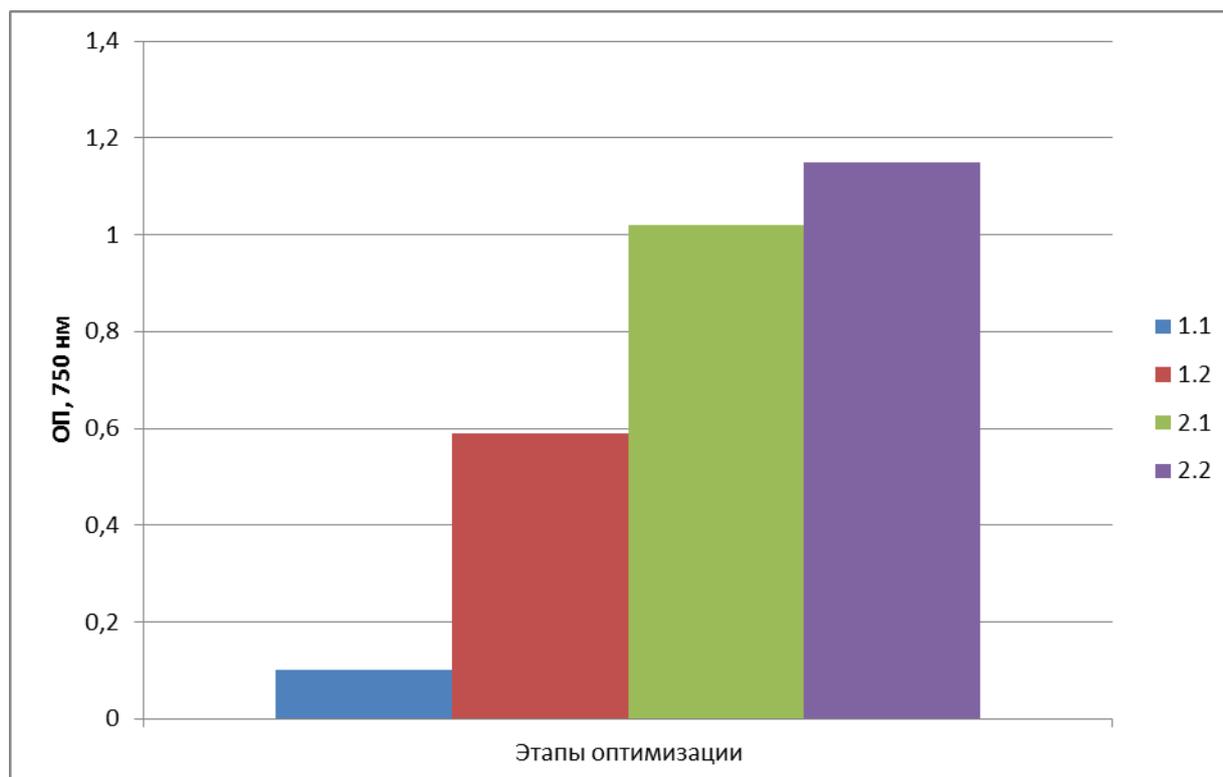


Рис. 1 – Сравнительные поэтапные (1.1, 1.2, 2.1, 2.2) показатели результатов культивирования на питательной среде Сетлик с различным составом

Сравнивая полученные данные прироста биомассы микроводорослей можно сделать вывод, что оптимизация питательной среды прошла успешно, так как полученные значения во много раз превышают значения в начале опыта.

Выводы

1. Проведен эксперимент, в ходе которого был определен оптимальный состав питательной среды Сетлик для культивирования микроводорослей *Scenedesmus sp.* При обработке результатов использовали ротатбельные композиционные планы второго порядка, которые позволили более точно описать процесс.

2. Показано, что применение оптимизированной питательной среды увеличивает прирост биомассы в два раза.

Список литературы / References

1. Бирюков В. В. и др. Основы промышленной биотехнологии. – Москва: КолосС, 2004.
2. Музафаров А. М., Таубаев Т. Т. Культивирование и применение микроводорослей //Ташкент: Фан УзССР. – 1984.
3. Об утверждении методических указаний по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: ПП от 04.08.2009, N 695// 2009.
4. Saikia M. K., Kalita S., Sarma G. C. An experimental investigation on growth stimulation (+) and inhibition (-) of algae (*Oscillatoria chlorina* and *Scenedesmus quadricauda*) treated with pulp and paper mill effluents. *Int. J. Appl. Biol. and Pharmaceut. Technol., IJABPT*, 2 (4), 2011, 87-94.
5. Kaewkannetra P., Enmak P., Chiu T. Y. The effect of CO₂ and salinity on the cultivation of *Scenedesmus obliquus* for biodiesel production //Biotechnology and bioprocess engineering. – 2012. – Т. 17. – №. 3. – С. 591-597.

6. S. Hielscher-Michael, C.Griehl, M. Buchholz, H.-U. Demuth, Norbert Arnold, Ludger A. Wessjohann. Natural Products from Microalgae with Potential against Alzheimer's Disease: Sulfolipids Are Potent Glutaminyl Cyclase Inhibitors. *Mar. Drugs* 2016, 14(11), 203; doi:10.3390/md14110203.
7. De Morais M. G., Costa J. A. V. Isolation and selection of microalgae from coal fired thermoelectric power plant for biofixation of carbon dioxide // *Energy Conversion and Management*. – 2007. – Т. 48. – №. 7. – С. 2169-2173.
8. Bonenfant D., Mimeault M., Hausler R. Determination of the structural features of distinct amines important for the absorption of CO₂ and regeneration in aqueous solution // *Industrial & engineering chemistry research*. – 2003. – Т. 42. – №. 14. – С. 3179-3184.
9. Кулабухов В., Карякин Д., Мальцевская Н. Перспективы использования микроводорослей для поглощения CO₂ из дымовых газов промышленных предприятий. *Экология и промышленность России*. 2016;20(9):4-8. DOI:10.18412/1816-0395-2016-9-4-8.
10. Систер В.Г., Иванникова Е.М., Плотников С.П., Чирков В.Г., Росс М.Ю. Использование адаптивных свойств микроводорослей при производстве фитомассы биотопливного назначения. *Экология и промышленность России*. 2012;(7):18-21. DOI:10.18412/1816-0395-2012-7-18-21

Список литературы на английском языке / References in English

1. Biryukov V. V. i dr. *Osnovy promyshlennoy biotekhnologii*. [Fundamentals of Industrial Biotechnology] / V. V. Biryukov // – Moskva: KolosS, 2004. [In Russian]
2. Muzafarov A. M., Taubaev T. T. *Kul'tivirovanie i primeneniye mikrovodorosley* [Cultivation and application of microalgae]/A.M. Muzafarov //Tashkent: Fan UzSSR. – 1984. [In Russian]
3. Ob utverzhenii metodicheskikh ukazaniy po razrabotke normativov kachestva vody vodnyh ob"ektov rybohozyaystvennogo znacheniya, v tom chisle normativov predel'no dopustimyh koncentraciy vrednykh veshchestv v vodah vodnyh ob"ektov rybohozyaystvennogo znacheniya [About approval of methodological guidelines for development of water quality standards for fishery importance water objects, including standards for threshold limit value of harmful substances in the waters of fishery importance water objects] Order of Rosrybolovstvo from 04.08.2009, N 695// 2009.
4. Saikia M. K., Kalita S., Sarma G. C. An experimental investigation on growth stimulation (+) and inhibition (-) of algae (*Oscillatoria chlorina* and *Scenedesmus quadricauda*) treated with pulp and paper mill effluents. *Int. J. Appl. Biol. and Pharmaceut. Technol., IJABPT*, 2 (4), 2011, P. 87-94.
5. Kaewkannetra P., Enmak P., Chiu T. Y. The effect of CO₂ and salinity on the cultivation of *Scenedesmus obliquus* for biodiesel production // *Biotechnology and bioprocess engineering*. – 2012. – Т. 17. – №. 3. – P. 591-597.
6. S. Hielscher-Michael, C.Griehl, M. Buchholz, H.-U. Demuth, Norbert Arnold, Ludger A. Wessjohann. Natural Products from Microalgae with Potential against Alzheimer's Disease: Sulfolipids Are Potent Glutaminyl Cyclase Inhibitors. *Mar. Drugs* 2016, 14(11), 203; doi:10.3390/md14110203.
7. De Morais M. G., Costa J. A. V. Isolation and selection of microalgae from coal fired thermoelectric power plant for biofixation of carbon dioxide // *Energy Conversion and Management*. – 2007. – Т. 48. – №. 7. – P. 2169-2173.
8. Bonenfant D., Mimeault M., Hausler R. Determination of the structural features of distinct amines important for the absorption of CO₂ and regeneration in aqueous solution // *Industrial & engineering chemistry research*. – 2003. – Т. 42. – №. 14. – P. 3179-3184.
9. Kulabukhov V., Karyakin D., Mal'tsevckaya N. Perspektivy ispol'zovaniya mikrovodorosley dlya pogloshcheniya CO₂ iz dymovykh gazov promyshlennykh predpriyatiy [Prospects for the Use of Microalgae to Absorb CO₂ from the Flue Gases of Industrial Enterprises]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii* [Ecology and Industry of Russia]. 2016;20(9):4-8. DOI:10.18412/1816-0395-2016-9-4-8. [In Russian].
10. Sister V.G., Ivannikova E.M., Plotnikov S.P., Chirkov V.G., Ross M.Y. Ispol'zovanie adaptivnykh svoystv mikrovodorosley pri proizvodstve fitomassy biotoplivnogo naznacheniya [Using the Adaptive Properties of Microalgae in Production of Bio-Fuel-Destination Phytomass]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii* [Ecology and Industry of Russia]. 2012;(7):18-21. DOI:10.18412/1816-0395-2012-7-18-21. [In Russian].

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.065>Кузнецова Т.А.¹, Иванченко О.Б.², Калинин Н.С.³¹ORCID: 0000-0003-0162-0896, Кандидат биологических наук, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»²ORCID: 0000-0002-1311-1258, Кандидат биологических наук, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»³ORCID: 0000-0003-3394-2152, студент, ФГАОУ ВО

«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

ВЛИЯНИЕ КОМПОНЕНТОВ ШИПОВНИКА НА МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ КЛЕТОК ДРОЖЖЕЙ**Аннотация**

Проведено морфофизиологическое исследование дрожжевых клеток при влиянии компонентов шиповника, который вносили в питательную среду в составе сиропа шиповника или сока замороженных плодов шиповника морщинистого (*Rosa rugosa* Thunb.). Изучено влияние компонентов шиповника на интенсивность брожения, почкование, а также на размеры и форму дрожжевых клеток в разных физиологических состояниях. Наибольшее влияние оказывает сок плодов шиповника. Определено влияние исследуемых факторов на форму молодых и материнских клеток. Показано увеличение размеров молодых клеток, имеющих более вытянутую - эллипсоидную форму.

Ключевые слова: дрожжи, морфологическая характеристика, бродительная активность.

Kuznetsova T.A.¹, Ivanchenko O.B.², Kalinkin N.S.³¹ORCID: 0000-0003-0162-0896, PhD in Biology, FSAEI "Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University"²ORCID: 0000-0002-1311-1258, PhD in Biology, FSAEI "Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University"³ORCID: 0000-0003-3394-2152, Student, FSAEI "Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University"**INFLUENCE OF THE ROSE HIPS COMPONENTS ON THE MORPHO-PHYSIOLOGICAL STATE OF YEAST CELLS****Abstract**

A morpho-physiological study of yeast cells was carried out with the influence of the rose hips components, which were introduced into the nutrient medium in the composition of rose hips syrup or the juice of frozen fruit of rose hips wrinkled (*Rosa rugosa* Thunb.). The influence of the rose hip components on the intensity of fermentation, budding, and on the size and shape of yeast cells in different physiological states was studied. The juice of rose hips turned out to be the most influential. The influence of the studied factors on the shape of young and maternal cells is determined. An increase in the size of young cells having a more elongated ellipsoidal shape is shown.

Keywords: yeast, morphological characteristics, fermentation activity.

Введение. В настоящее время в России всё более востребованными становятся продукты питания на основе натурального растительного сырья или обогащенные полезными компонентами. При разработке таких продуктов, большое внимание уделяется доступности растительной добавки. В Северо-Западном регионе роза морщинистая наиболее адаптирована среди различных видов рода *Rosa* и рекомендуется для выращивания в Санкт-Петербурге и Ленинградской области [1, С. 365]. Плоды *R. rugosa* богаты не только аскорбиновой кислотой (от 500 до 1352 мг% на сухой вес плодов) и каротиноидами (2,5 мг%), но и другими биоактивными веществами: витамин Р (рутин), В1, К. Кроме того, в плодах содержатся флавоновые гликозиды – кемпферол и кверцетин, сахара – до 18%, дубильные вещества – до 4,5%, пектины – до 3,7%, органические кислоты: лимонная – до 2 %, яблочная – до 1,8% и др.; ликопин, рубиксантин, эфирное масло, значительное количество солей калия и микроэлементов – железо, марганец, фосфор, кальций, магний. Плоды шиповника обладают фитонцидным и мощным бактерицидным свойством, содержат большое количество антиоксидантов [2, С. 309]. Они служат сырьевой базой для фармацевтической и пищевой промышленности.

Использование сиропов и плодов шиповника в технологии напитков получило широкое распространение. И это связано не только с расширением ассортимента продукции, но, в первую очередь, с их обогащением. Показано, что в концентрациях 20, 25, 35% сироп шиповника не влияет на жизнедеятельность клеток штамма *S. cerevisiae*, *Safale S-04* (Франция), используемых в технологии пивных напитков [3, С. 15]. Данных о влиянии компонентов сиропа или сока плодов шиповника на хлебопекарные дрожжи нами не встречено, вместе с тем, именно хлебопекарные дрожжи чаще всего используются в технологии кваса.

Сегодня на производствах о состоянии дрожжей, используемых в технологическом процессе, судят по количеству живых и мертвых клеток, хотя морфологические показатели играют немаловажную роль в оценке их физиологического состояния [4, С. 98]. Размер, форма дрожжевых клеток имеют свои диапазоны, которые записаны в паспортах штаммов. Однако этот диапазон предполагает варьирование в зависимости от их физиологического состояния и влияния стрессовых факторов. Известно, что под действием стрессовых факторов клетка стремится снизить это воздействие изменением формы – в более округлую [5, С. 35].

Отличительной особенностью популяции растущих дрожжевых клеток является наличие почек. Дочерняя и материнская клетки вскоре после деления могут разойтись, однако, часто еще до их расхождения начинаются новые циклы клеточного деления, в результате чего образуются группы клеток. Размер клеток также зависит от наличия источников углерода и азота в среде, а также от интенсивности аэрации [6, С.13].

Таким образом, целью данной работы являлось изучение морфологического состояния дрожжевых клеток под действием компонентов плодов шиповника, содержащихся в соке замороженных плодов *R. rugosa* и сиропе шиповника.

Методика. В работе использовали сухие хлебопекарные дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* (производство ООО «САФ-НЕВА», г. СПб).

Эффективность процесса брожения определяли по интенсивности образования CO_2 модифицированным экспресс-методом [7, С. 26-30]. Определение накопления спирта проводили анализатором «Колос-2», витамина С по ГОСТ 24556-89 [8]. Количество живых и мертвых дрожжевых клеток в 1 см^3 суспензии определяли путем окрашивания клеток метиленовым синим и подсчитывания их в камере Горяева [4, С. 100]. Все эксперименты проводили в трехкратной повторности.

Микрофотографии прижизненных препаратов делали с помощью камеры IS-500 и компьютерной программы MS-Photo. Обработку фотографий, измерения проводили с помощью компьютерной программы Levenhuk. Ранжировали клетки из дрожжевой популяции на: «основные», подвергшиеся репликации (по форме более округлые); «молодые» клетки, которые достигли площади проекции основных, но имели более вытянутую форму; «мертвые», окрашенные метиленовым синим (рис. 1). Дрожжевая клетка имеет эллипсоидную форму. Определяли площадь проекции дрожжевой клетки, ее большую и малую ось с помощью программы Levenhuk в 100-кратной повторности для каждого ранга клеток, вычисляли коэффициент удлиненности:

$$K_y = \frac{a}{b},$$

где a – длина большой оси, b – длина малой оси.

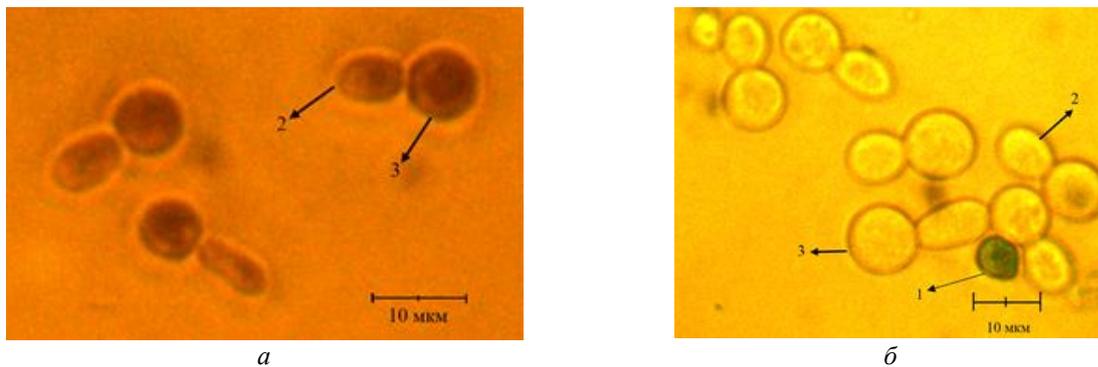


Рис. 1 – Микроскопическая картина дрожжевых клеток, окрашенных раствором Люголя (а), окрашенных метиленовым синим (б)

Примечание: 1 – мертвая клетка, 2 – молодая клетка, 3 – материнская (основная) дрожжевая клетка

Исследовали дрожжевые клетки при сбраживании солодового сусле, полученного из концентрата квасного сусле (контрольный вариант). Опытные варианты отличались внесением в сусло сиропа шиповника или сока замороженных плодов шиповника (табл. 1).

Таблица 1 – Состав и кислотность питательных сред

Вариант опыта	Состав питательной среды				рН
	Квасное сусло, мл	Сироп шиповника, г	Сок плодов шиповника, г	Сахароза, г	
Контроль	100	0	0	6	4,44
1	80	20	0	0	4,02
2	90	0	10	5,9	4,21

В работе использовали коммерческий препарат сиропа шиповника [9]. Сок плодов шиповника получали путем размораживания ягод, их растирания в ступке и фильтрации сока через стерильную марлю. В сусло вводили сахарозу, учитывая содержание сахаров в сиропе и соке шиповника таким образом, чтобы содержание сахаров в питательной среде было одинаковым. Экспериментально определяли содержание аскорбиновой кислоты: в сиропе шиповника $218,24 \pm 2,10 \text{ мг}\%$, а в соке замороженных плодов *R. rugosa* – $950,0 \pm 85,2 \text{ мг}\%$.

Измерение рН сред показало, что значения находятся в пределах оптимальных значений для роста хлебопекарных дрожжей и это не являются для них лимитирующим фактором [10, С. 19]. Различия значений, вероятнее всего, связаны с разным количеством компонентов шиповника (в том числе органических кислот), влияния которых в совокупности на морфологические параметры мы исследовали, поэтому мы не компенсировали различия в значениях активной кислотности. Сбраживание проводили при температуре 32°C в течение 24 ч.

При анализе полученных данных определяли среднее арифметическое значение и доверительный интервал общепринятыми методами [11, С. 14-15].

Результаты и обсуждение. Известно, что чем более вытянута форма клетки, тем больше площадь ее поверхности и тем более высокой бродильной активностью она обладает. Способность менять форму клетки тесно связана с эластичностью клеточной стенки. У молодых клеток она более тонкая и эластичная, а старые клетки обычно характеризуются «репликативным старением», которое сопровождается образованием рубцов на клеточной стенке и ухудшением обмена веществ [12, С. 17].

Так как концентрация дрожжевых клеток в начале брожения была одинакова – 500×10^3 клеток на 1 см^3 питательной среды, об интенсивности размножения клеток судили по количеству клеток в процессе культивирования. Исходя из полученных результатов видно, что сироп и сок плодов шиповника оказали стимулирующее влияние на размножение клеток, причем в образцах с добавлением сока плодов шиповника, этот эффект более выражен (рис. 2).

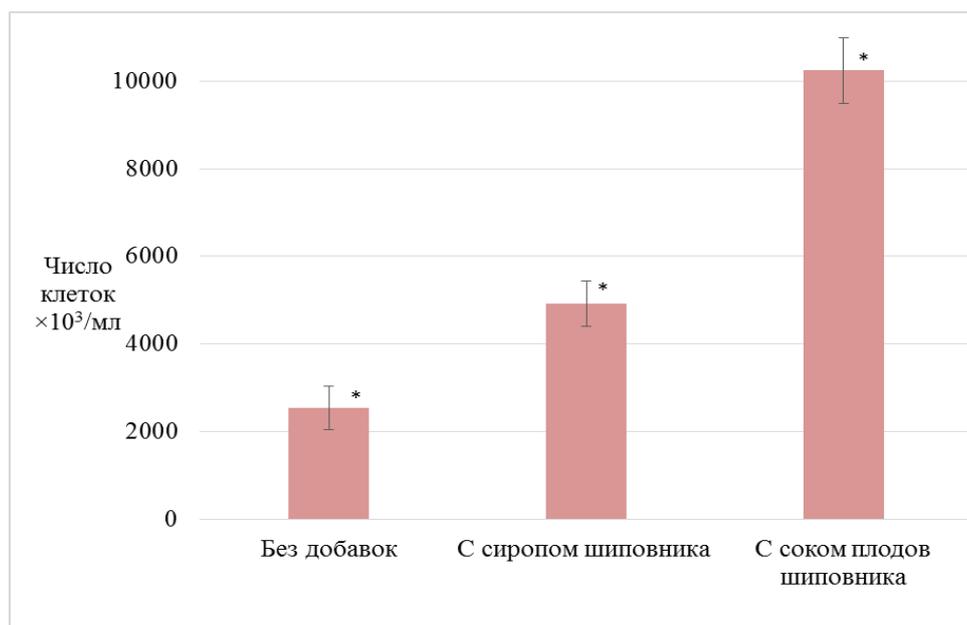


Рис. 2 – Количество дрожжевых клеток после 24 ч. Культивирования
Примечание: * – доверительный интервал

Интенсивность синтеза CO_2 в вариантах с добавлением сиропа и сока шиповника увеличивается по сравнению с контролем, в 1,6 и в 2,1 раза, соответственно.

Объемная доля спирта после 24 ч. брожения в опытных образцах имеет тенденцию к увеличению (с соком плодов шиповника – $2,58 \pm 0,42\%$, с сиропом – $1,88 \pm 0,40\%$) по сравнению с контролем ($1,77 \pm 0,30\%$), различия в пределах ошибки.

Как показали наши исследования, во всех вариантах опыта накопление спирта способствовало повышению доли мертвых клеток. В контрольном образце количество мертвых клеток возросло до $23,01 \pm 2,24\%$, в то время как в опытных вариантах это количество составляло $11,83 \pm 2,22\%$ (с сиропом шиповника) и $11,16 \pm 3,50\%$ (с соком шиповника).

Материнские (основные) клетки в популяции дрожжей по форме и размерам в разных условиях брожения не имели однозначных закономерных изменений. Эти клетки интенсивно окрашивались раствором Люголя, что свидетельствует о накоплении в них гликогена (рис. 1А). Молодые (дочерние) клетки были более удлинённые (рис. 3), раствором Люголя окрашивались слабо (рис. 1А). Самые удлинённые молодые клетки были в контрольном образце. В образцах с компонентами шиповника они имели тенденцию к уменьшению коэффициента удлинённости (рис. 3).

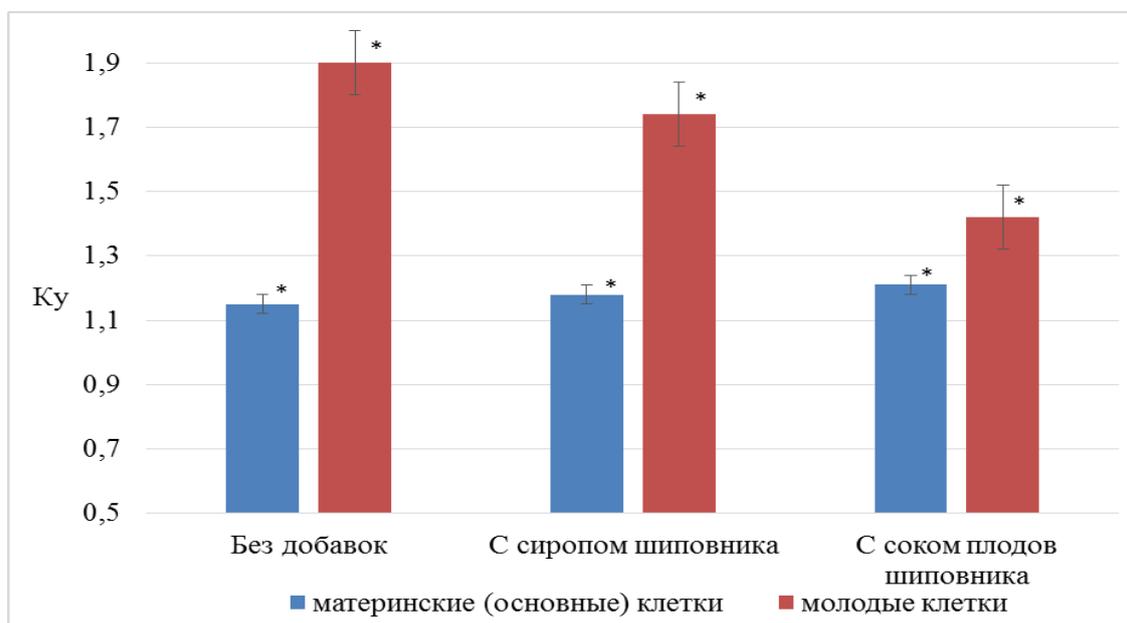


Рис. 3 – Коэффициент удлинённости дрожжевых клеток после 24 ч. культивирования
Примечание: * – доверительный интервал

Кроме этого, нами замечено, что дочерние клетки часто не отделялись от материнской. Площадь проекций таких клеток превышала площадь проекций материнских клеток (рис. 4). Молодые клетки удлинненной формы имели большую площадь поверхности, чем округлые материнские клетки, эта особенность связана с более эластичной и тонкой клеточной стенкой у молодых клеток [5, С. 14-15]. Вероятно, удлинненные клетки обладают большей интенсивностью обмена веществ, а увеличение доли молодых клеток способствовало увеличению интенсивности брожения.

В образцах с компонентами шиповника наблюдалась тенденция к уменьшению коэффициента удлиненности молодых клеток по сравнению с контролем (рис. 3). Предположительно, компоненты шиповника (в том числе витамины как факторы роста) увеличивали скорость клеточного цикла, в таких питательных средах молодые клетки быстрее росли, старели (округлялись). В этих популяциях, в отличие от контрольной, встречались молодые клетки, почкующиеся не успев отделиться от материнской.

Необходимо отметить, что в контроле и опыте с сиропом шиповника площадь проекций молодых клеток не изменялась (рис.4).

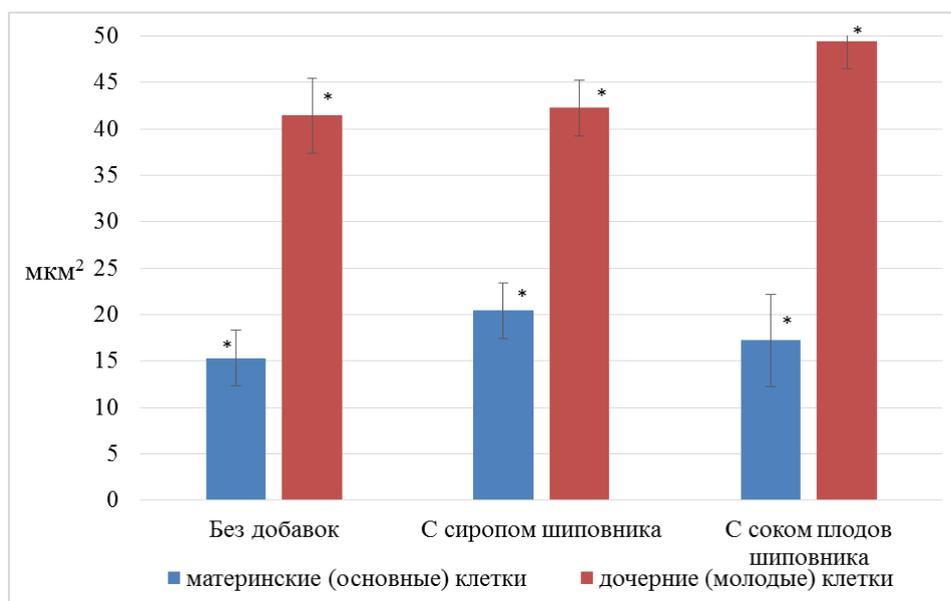


Рис. 4 – Площадь проекции дрожжевых клеток после 24 ч. культивирования.

Примечание: * – доверительный интервал

В образцах же с соком плодов шиповника площадь этих клеток достоверно возрастала, поэтому можно предположить, что биологически активные вещества сока плодов шиповника стимулировали рост молодых дрожжевых клеток.

Вполне закономерно, что на разных этапах брожения молодые клетки изменяли свою форму от удлинненной к более округлой (рис. 5). Вероятно, в образце с соком плодов шиповника этот процесс был более быстрый под действием БАВ, т.е. клеточный цикл происходил за более короткий срок и наблюдалась стимуляция роста клеток.

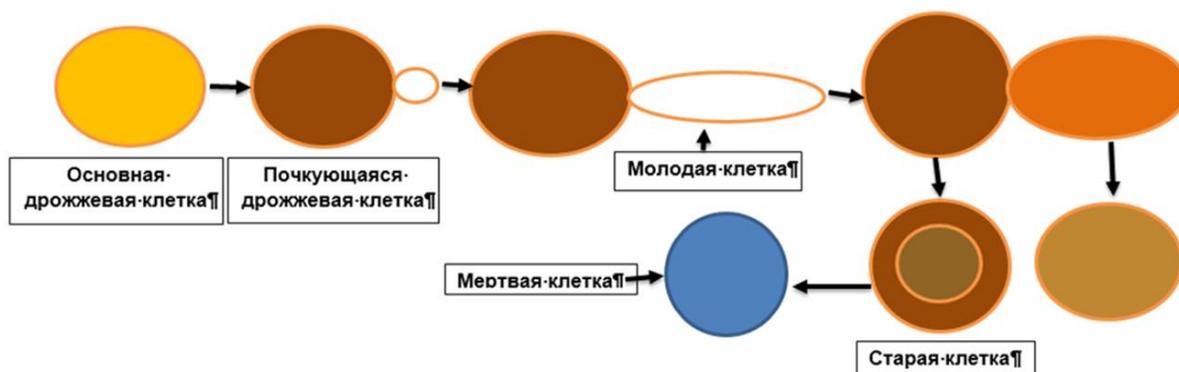


Рис. 5 – Ранжирование клеток по физиологическому состоянию

Вывод. На основании проведенных исследований можно заключить, что компоненты шиповника оказывают стимулирующее влияние на жизнедеятельность клеток дрожжей. Добавка сока шиповника способствовала увеличению площади проекции молодых клеток, их форма становилась более округлой, интенсивность размножения клеток также возрастала. Сок замороженных плодов шиповника *R. rugosa* (в исследуемой концентрации) имеет большее стимулирующее влияние, чем сироп шиповника. Таким образом, доказано влияние добавок сока плодов *R. rugosa* (в концентрации 10 г/100 мл суслу) и сиропа шиповника (20 г/100 мл суслу) на процесс брожения, что необходимо учитывать в технологии производства кваса при разработке напитка, обогащенного исследуемыми добавками.

Список литературы / References

1. Капилян А.И. Сезонный ритм развития интродуцированных видов рода *Rosa* (Rosaceae) в парке Ботанического сада БИН РАН (г. Санкт-Петербург) / А.Н. Капилян // Растительные ресурсы. – 2015. – Т. 51., № 3, – С. 357-365.
2. Резанова Т.А. Адаптация видов рода *Rosa* L. в условиях Белгородской области / Т.А. Резанова, В.Н. Сорокопудов, Е.Н. Свиначев, М.В. Евтухова, О.А. Сорокопудова, Н.Н. Нетребенко // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 11. – С. 309-312.
3. Иванченко О.Б. Применение плодов шиповника в технологии пивных напитков / О.Б. Иванченко, М.М. Данина // Пиво и напитки. 2015– № 2. – С. 12-15.
4. Качмазов К.С. Дрожжи бродильных производств. Практическое руководство / Г.С. Качмазов. – СПб: Лань, 2012. – 224 с.
5. Берри Д. Биология дрожжей: Пер с англ. / Д. Берри. – М.: Мир, 1985. – 96 с.
6. Котенко С.Ц. Ферментативная активность и морфологические особенности дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* Y-503 при культивировании в аэробных и анаэробных условиях / С.Ц. Котенко, Э.А. Исламмагомедова, Э.А. Халилова // Юг России: экология, развитие. – 2010. – №1. – С. 12-16.
7. Давыденко С.Г. Новый экспресс-метод оценки физиологического влияния слабоалкогольных и безалкогольных напитков / С.Г. Давыденко, А.Т. Дедегкаев, Т.В. Меледина // Пиво и напитки. – 2014. – № 5 – С. 58-63.
8. ГОСТ 24556-89. Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения витамина С. – Введ. 1990-01-01. – М: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 12 с.
9. ГОСТ 28499-2014. Сиропы. Общие технические условия. – Введ. 2016-01-01. – М: Стандартинформ, 2015. – 6 с.
10. Новаковская С.С. Справочник по производству хлебопекарных дрожжей. – М.: «Пищевая промышленность», 1980. – 378 с.
11. Джермен М. Количественная биология в задачах и примерах / М. Джермен; пер с англ. А.Д. Базыкина. – М.: Вузовская книга, 2012. – 136 с.
12. Бабьева И.П. Биология дрожжей / И.П. Бабьева, И.Ю. Чернов. – М.: Т-во науч. изд. КМК, 2004. – 239 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Kapiljan A.I. Sezonnij ritm razvitija introducirovannyh vidov roda *Rosa* (Rosaceae) v parke Botanicheskogo sada BIN RAN (g. Sankt-Peterburg) [Seasonal rhythm of the development of introduced species of the genus *Rosa* (Rosaceae) in the park of the Botanical Garden of the BIN RAS (St. Petersburg)] / A.N. Kapiljan // Rastitel'nye resursy [Vegetable resources]. – 2015. – Т. 51, № 3, – P. 357-365. [in Russian]
2. Rezanova T.A. Adaptacija vidov roda *Rosa* L. v uslovijah Belgorodskoj oblasti [Adaptation of species of the genus *Rosa* L. in the conditions of the Belgorod region] / T.A. Rezanova, V.N. Sorokopudov, E.N. Svinarev, M.V. Evtuhova, O.A. Sorokopudova, N.N. Ntrebenko // Fundamental'nye issledovanija [Basic research]. – 2012. – № 11. – P. 309-312. [in Russian]
3. Ivanchenko O.B. Primenenie plodov shipovnika v tehnologii pivnyh napitkov [The use of hips in the technology of beer beverages] / O.B. Ivanchenko, M.M. Danina // Pivo i napitki [Beer and Beverages]. 2015– № 2. – P. 12-15. [in Russian]
4. Kachmazov K.S. Drozhzhi brodil'nyh proizvodstv. Prakticheskoe rukovodstvo [Yeast fermentation productions. A Practical Guide] / G.S. Kachmazov. – SPb: Lan', 2012. – 224 p. [in Russian]
5. Berri D. Biologija drozhzhej: Per s angl. [Biology of yeast] / D. Berri. – М.: Mir, 1985. – 96 p. [in Russian]
6. Kotenko S.C. Fermentativnaja aktivnost' i morfologicheskie osobennosti drozhzhej *Saccharomyces cerevisiae* Y-503 pri kultivirovanii v ajerounyh i anajerobnyh uslovijah [Enzymatic activity and morphological features of yeast *Saccharomyces cerevisiae* Y-503 in cultivation in airborne and anaerobic conditions] / S.C. Kotenko, Je.A. Islammagomedova, Je.A. Halilova // Jug Rossii: jekologija, razvitie [South of Russia: ecology, development] – 2010. – №1. – P. 12-16. [in Russian]
7. Davydenko S.G. Novyj jekspress-metod ocenki fiziologicheskogo vlijanija slaboalkogol'nyh i bezalkogol'nyh napitkov [A new express method for assessing the physiological effects of low-alcohol and non-alcoholic beverages] / S.G. Davydenko, A.T. Dedegkaev, T.V. Meledina // Pivo i napitki [Beer and Beverages] – 2014. – № 5 – P. 58-63. [in Russian]
8. GOST 24556-89. Produkty pererabotki plodov i ovoshhej. Metod opredelenija vitamina S [Products processing fruits and vegetables. Method for the determination of vitamin C] – Vved. 1990-01-01. – М: ИПК Izdatel'stvo standartov, 2001. – 12 p. [in Russian]
9. GOST 28499-2014. Siropy. Obshhie tehicheskie uslovija [Syrups. General specifications]. – Vved. 2016-01-01. – М: Standartinform, 2015. – 6 p. [in Russian]
10. Novakovskaja S.S. Spravochnik po proizvodstvu hlebopekarnyh drozhzhej [Directory for the production of baker's yeast]. – М.: «Pishhevaja promyshlennost'», 1980. – 378 p. [in Russian]
11. Dzhermen M. Kolichestvennaja biologija v zadachah i primerah [Quantitative biology in problems and examples] / M. Dzhermen; per s angl. A.D. Bazykina. – М.: Vuzovskaja kniga, 2012. – 136 p. [in Russian]
12. Bab'eva I.P. Biologija drozhzhej [Biology of yeast] / I.P. Bab'eva, I.Ju. Chernov. – М.: Т-во науч. изд. КМК, 2004. – 239 p. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.030>

Ненашева Е.М.

ORCID: 0000-0001-8729-5451,

аспирант кафедры экологии и природопользования,

ФГБОУ ВО «Камчатский государственный технический университет», г. Петропавловск-Камчатский

**ФАУНА ПАУКОВ (ARACHNIDA: ARANEI) ШЛАКОВЫХ И ЛАВОВЫХ ПОЛЕЙ
АВАЧИНСКО-КОРЯКСКОЙ ГРУППЫ ВУЛКАНОВ (ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА)**

Аннотация

Фауна пауков (*Arachnida: Aranei*), биотопически приуроченных к экосистемам шлаковых и лавовых полей вулканических высокогорий Камчатки в высотных градиентах 850-1300 м над у. м., изучались автором с 2011 по 2016 гг. В настоящей работе приведены данные по видовому составу и ландшафтно-зональному распространению фауны пауков в районе шлаковых и лавовых полей модельной площадки «Авачинский перевал» (Авачинско-Корякская группа вулканов, восточная Камчатка). На обследованном участке выявлено 50 видов пауков, относящихся к 11 семействам.

Ключевые слова: Восточная Камчатка, пауки, шлаковые и лавовые поля, ландшафтно-зональные группы видов.

Nenasheva E.M.

ORCID: 0000-0001-8729-5451,

Postgraduate student of the department of ecology and natural management,

FSBEI HPE Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky

**SPIDERS FAUNA (ARACHNIDA: ARANEI) IN SLAG AND LAVA FIELDS OF AVACHA-KORYAK GROUP
OF VOLCANS (EASTERN KAMCHATKA)**

Abstract

Spiders fauna (*Arachnida: Aranei*), biotopically confined to the ecosystems of slag and lava fields of volcanic highlands of Kamchatka in high-altitude gradients 850-1300 m above sea level was studied by the author during the period from 2011 to 2016. The work presents information on the species composition and landscape-zonal distribution of the spider fauna in the slag and lava fields of the Avacha Pass area (Avacha-Koryak group of volcanoes, eastern Kamchatka). 50 species of spider belonging to 11 families were identified in the surveyed area

Keywords: Eastern Kamchatka, spiders, slag and lava fields, landscape-zonal groups of species.

Значение активного вулканизма в формировании среды обитания живых организмов трудно переоценить. Современная вулканическая деятельность является мощным экологическим фактором, в региональном аспекте это проявляется во влиянии физических факторов и биологически активных соединений на среду обитания [1, С. 13]. Арахнологические исследования на территории Авачинско-Корякской группы вулканов были начаты нами в 2011 г. Необходимо отметить, что специальных публикаций по фауне пауков шлаковых и лавовых полей региона нет. В работах, которые содержат предварительные данные об аранеофауне вулканических высокогорий Камчатки [4], [5], [10], информация представлена в общем виде и не дает возможности для детального анализа состава локальных фаун пауков отдельных модельных площадок. Между тем, шлаковые осыпи и лавовые поля представляют собой широко распространенный тип местообитаний в районах вулканических высокогорий Камчатки. Это специфическая по условиям среда обитания пауков; их фауна на данный момент изучена недостаточно, что и определило цель нашего исследования.

Описание района исследований

Вулканами Авачинской группы на юго-востоке полуострова Камчатка начинается Восточный вулканический пояс. Авачинский (абс. Высота 2741 м) и Корякский (абс. Высота 3500 м) вулканы являются фрагментами обширного вулканического ареала, включающего, помимо стратовулканов, многочисленные мелкие вулканические образования. Структурная позиция Авачинской группы вулканов определяется общим строением Налычевского вулканического центра. Наиболее существенные его особенности отражаются в поверхности мел-палеогенового складчатого фундамента [2, С. 247]. Многочисленные потоки пирокластических и взрывных образований слагают нижние склоны и подножие Авачинского вулкана в юго-западном секторе и на севере. Ими в значительной степени образованы шлаковые и туфовые равнины [2, С. 249].

Вулкан Корякский входит в состав Авачинской группы, располагается в 25 км к северу от г. Петропавловска-Камчатского. На его склонах и у подножия вулкана хорошо просматриваются многочисленные шлаковые и лавовые конусы, сформированные побочными извержениями. В результате голоценовой активности у юго-западного подножия вулкана сформировались обширные лавовые поля, частично покрытые горно-тундровой растительностью (*deschampsia borealis*, *salix arctica*, *dianthus repens*, *saxifrage merkii*, *saxifraga purpurascens*, *dryas punctata*, *potentilla vulcanicola*, *oxytropis kamschatica*, *empertum nigrum*, *rhododendron camtschaticum* и др.) (рис. 1).

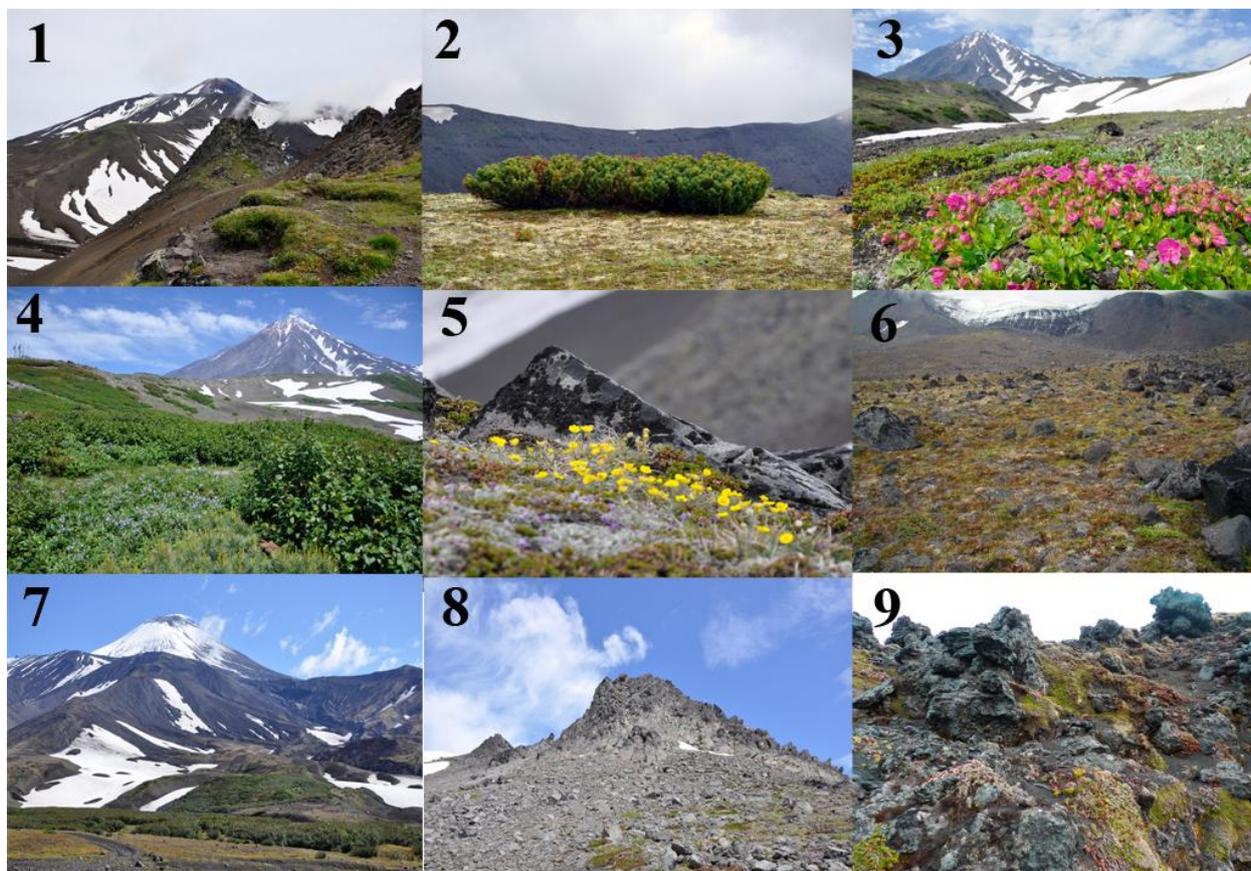


Рис. 1 – основные биотопы исследованной территории, в которых осуществлялся сбор биологического материала (1 – шлаковые осыпи и частично задернованные склоны; 2 – отдельные куртины зарослей кедрового стланика; 3 – горные тундры с эдификатором *rhododendron camtschaticum*; 4 – заросли ольхового стланика; 5 – частично покрытые лишайниками старые андезитовые лавы; 6 – горная тундра, сформировавшаяся на старых андезитовых лавках; 7 – общий вид сменяющих друг друга биотопов в районе вулкана Авачинский; 8 – каменная осыпь; 9 – старая андезитовая лава)

Материал и методика

Материалом для работы послужили полевые сборы автора в 2011-2016 гг с применением стандартных фаунистических методик (ручной сбор, почвенные ловушки Барбера). В общей сложности было собрано около 1500 половозрелых экземпляров пауков. Определение видов проводилось по В. П. Тыщенко [6], С. D. Dondale [9], S. Almquist [7; 8], названия таксонов приведены по К. Г. Михайлову [3]. Сбор пауков осуществлялся в высотных градиентах 850-1300 м над у.м. в следующих выделенных нами биотопах: 1 – стланиковые заросли *Pinus pumila* и *Alnus fruticosa*; 2 – андезитовые лавы, частично покрытые лишайниками; 3 – шлаковые и каменные осыпи; 4 – горные тундры. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – виды пауков, встречающиеся на шлаковых и лавовых полях Авачинско-Корякской группы вулканов

вид	распространение	Биотоп*			
		1	2	3	4
Сем. Araneidae					
<i>Araneus diadematus</i> Clerck, 1758	Циркумголарктический неморальный	+	-	-	-
<i>Araneus marmoreus</i> Clerck, 1758	Циркумголарктический бореально-неморальный	+	-	-	-
<i>Araneus quadratus</i> Clerck, 1758	Транспалеарктический полизональный	+	-	-	-
<i>Larinioides cornutus</i> Clerck, 1758	Циркумголарктический полизональный	+	-	-	-
Сем. Clubionidae					
<i>Clubiona riparia</i> L. Koch, 1866	Восточнопалеарктическо-неарктический бореальный	-	-	-	+
Сем. Dictynidae					
<i>Dictyna major</i> Menge, 1869	Циркумголарктический аркто-бореальный	-	-	-	+
Сем. Gnaphosidae					
<i>Gnaphosa nigerrima</i> (L. Koch, 1878)	Транспалеарктический аркто-бореальный	-	+	+	+

Продолжение табл. 1 – виды пауков, встречающиеся на шлаковых и лавовых полях Авачинско-Коряжской группы вулканов

вид	распространение	Биотоп*			
		1	2	3	4
<i>Gnaphosa sticta</i> Kulczynski, 1908	Транспалеарктический бореально-монтанный	-	+	-	+
<i>Micaria subopaca</i> Westring, 1861	Транспалеарктический бореально-монтанный	-	+	+	+
Сем. Hahniidae					
<i>Hahnia glacialis</i> Soerensen, 1898	Восточнопалеарктическо-неарктический аркто-бореальный	-	-	-	+
Сем. Linyphiidae					
<i>Allomengea dentisetis</i> (Grube, 1861)	Восточнопалеарктическо-неарктический бореально-монтанный	-	-	-	+
<i>Bathilinyphia maior</i> (Kulczynski, 1885)	Палеарктический полизональный	+	-	-	+
<i>Bathyphantes gracilis</i> (Blackwall, 1841)	Циркумголарктический полизональный	-	-	-	+
<i>Bathyphantes pogonias</i> Kulczynski, 1885	Западнобернигийский гипоарктомонтанный	-	-	-	+
<i>Bolyphantes alticeps</i> (Sundevall, 1832)	Транспалеарктический неморальный	-	+	-	+
<i>Centromerus sylvaticus</i> (Blackwall, 1841)	Циркумголарктический бореально-неморальный	+	-	-	+
<i>Collinsia holmgreni</i> (Thorell, 1872)	Циркумголарктический аркто-альпийский	+	+	-	+
<i>Collinsia submissa</i> (L. Koch, 1879)	Транспалеарктический бореально-монтанный	+	+	-	+
<i>Diplocephalus subrostratus</i> (O. Pickard-Cambridge, 1873)	Восточнопалеарктическо-неарктический бореальный	-	-	-	+
<i>Entelicaria erythropus</i> (Westring, 1851)	Транспалеарктический бореально-неморальный	-	-	-	+
<i>Erigone arctica</i> (White, 1852)	Транспалеарктическо-аляскинский аркто-альпийский	+	+	-	+
<i>Erigone atra</i> Blackwall, 1833	Циркумголарктический полизональный	+	-	-	+
<i>Gnathonarium taczanowskii</i> (O. Pickard-Cambridge, 1873)	Восточнопалеарктическо-неарктический полизональный	-	-	-	+
<i>Hilaria canaliculata</i> (Emerton, 1915)	Западноберингийский аркто-альпийский	-	+	-	+
<i>Hilaria frigida</i> (Thorell, 1872)	Циркумголарктический аркто-альпийский	-	+	+	+
<i>Hypomma affinis</i> Schenkel, 1930	Западноберингийский аркто-альпийский	-	+	-	+
<i>Lepthyphantes alacris</i> (Blackwall, 1835)	Транспалеарктический полизональный	+	-	-	+
<i>Scotinotylus alienus</i> (Kulczynski, 1885)	Восточнопалеарктическо-неарктический аркто-альпийский	-	-	-	+
<i>Tiso aestivus</i> (L. Koch, 1872)	Циркумголарктический гипоарктобореальный	+	-	-	+
<i>Tmeticus tolli</i> Kulczynski, 1908	Сибирский гипоарктонеморальный	+	+	-	+
<i>Walckenaeria cuspidata</i> Blackwall, 1833	Циркумголарктический бореально-неморальный	-	-	-	+
Сем. Lycosidae					
<i>Pardosa algens</i> (Kulczynski, 1908)	Неарктический гипоарктобореальный	-	+	+	+
<i>Pardosa atrata</i> (Thorell, 1873)	Транспалеарктический бореальный	-	+	+	+
<i>Pardosa groenlandica</i> (Thorell, 1872)	Транспалеарктический аркто-альпийский	-	+	+	-
<i>Pardosa lapponica</i> (Thorell, 1872)	Циркумголарктический аркто-бореальный	-	+	-	+
<i>Pardosa palustris</i> (Linnaeus, 1758)	Транспалеарктическо-аляскинский аркто-бореальный	+	+	+	+

Окончание табл. 1 – виды пауков, встречающиеся на шлаковых и лавовых полях Авачинско-Коряжской группы вулканов

вид	распространение	Биотоп*			
		1	2	3	4
<i>Pardosa schenkeli</i> Lessert, 1904	Транспалеарктический бореальный	-	-	+	+
<i>Pardosa tesquorum</i> (Odenvall, 1901)	Восточнопалеарктическо-неарктический аркто-бореальный	-	+	+	+
<i>Trochosa terricola</i> Thorell, 1856	Циркумголарктический неморальный	-	-	+	+
<i>Xerolycosa nemoralis</i> (Westring, 1861)	Транспалеарктический неморальный	+	+	-	+
Сем. Philodromidae					
<i>Thanatus formicinus</i> (Clerck, 1758)	Циркумголарктический бореально-неморальный	-	+	-	+
<i>Tibellus oblongus</i> (Walckenaer, 1802)	Циркумголарктический полизональный	+	-	-	+
Сем. Tetragnathidae					
<i>Tetragnatha extensa</i> (Linnaeus, 1758)	Транспалеарктический полизональный	+	-	-	+
<i>Zygiella dispar</i> (Kulczynski, 1885)	Западноберингийский бореально-монтанный	-	-	-	+
Сем. Theridiidae					
<i>Achaeranea lunata</i> (Clerck, 1758)	Транспалеарктический неморальный	+	-	-	-
<i>Theridion impressum</i> L. Koch, 1881	Циркумголарктический полизональный	+	-	-	+
Сем. Thomisidae					
<i>Ozyptila rauda</i> Simon, 1875	Транспалеарктический бореально-монтанный	+	-	-	-
<i>Xysticus emertoni</i> Keyserling, 1880	Восточнопалеарктическо-неарктический бореально-неморальный	+	-	-	-
<i>Xysticus obscurus</i> Collett, 1877	Циркумголарктический неморальный	+	-	-	+
Сем. Salticidae					
<i>Marpissa potatia</i> (Walckenaer, 1802)	Транспалеарктический неморальный	-	-	-	+

Примечание: Знаком +/- отмечено наличие/отсутствие вида в указанном биотопе.

Результаты и обсуждение

Фауна пауков Авачинско-Коряжской группы вулканов представлена 50 видами пауков, что представляет примерно 1/6 часть от всей известной к настоящему времени аранеофауны региона [4, с. 81], причем доминирующими семействами, как и в целом по Палеарктике, являются пауки семейств Linyphiidae (42%) и Lycosidae (18%); аранеофауна исследованной территории в целом представлена 11 семействами из 16 (рис. 2).

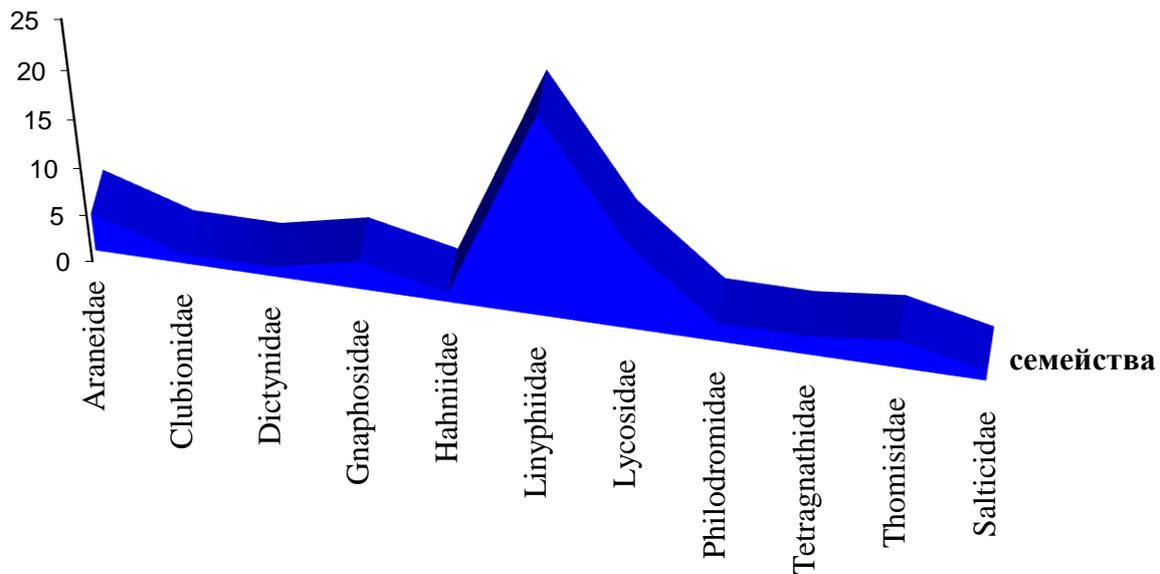


Рис. 2 – таксономическая структура фауны пауков Авачинско-Корякской группы вулканов

Ареалогический анализ показывает, что больше половины исследуемой фауны составляют циркумглолярктические (34%) и транспалеарктические (32%) виды; однако своеобразие состава фауны подчеркивается наличием восточнопалеарктическо-неарктических (16%), западноберингийских (8%), транспалеарктическо-аляскинских (4%) видов. Очень слабо представлены палеарктические (2%), сбирские (2%) и неарктические (1%) виды.

Анализ видового состава пауков, собранных в биотопах, значительно отличающихся друг от друга по составу растительности и почвенного покрытия, показывает они населены разным числом видов. Наибольшее количество (40 видов) найдено в горных тундрах, за ними следуют стланиковые заросли (22 вида) и старые андезитовые лавы (19 видов). Наименьшее количество видов (11) отмечено на шлаковых осыпях, что, возможно, связано с сейсмической активностью района.

Анализ биотопической приуроченности встречающихся на шлаковых и лавовых полях Авачинско-Корякской группы вулканов говорит о том, что большинство из них не имеет жесткой связи с вулканическим конгломератом и могут населять также другие местообитания.

Таким образом, локальная фауна пауков Авачинско-Корякской группы вулканов представляет собой обедненный вариант высокогорной фауны Камчатки, сформированный видами, обладающими резистентностью к условиям активного вулканизма, причём ряд видов имеет распространение как в Палеарктике, так и в Неарктике, что дает основание сделать вывод о её уникальности и необходимости дальнейшего изучения.

Список литературы / References

1. Лобков Е. Г. Вулканы и живые организмы (Экологические проблемы в биовулканологии) / Е. Г. Лобков. – М.: Знание, 1988. – 64 с.
2. Масуренков Ю. П. Вулкан Авачинский / Ю. П. Масуренков, И. А. Егорова, М. Ю. Пузанков, С. Т. Балеста, М. И. Зубин // Действующие вулканы Камчатки: в 2-х т. Т. 2. – М.: Наука, 1991. – С. 246-275.
3. Михайлов К. Г. Каталог пауков (Arachnida, Aranei) территорий бывшего Советского Союза. – М.: Зоологический музей МГУ, 1997. – 416 с.
4. Ненашева Е. М. Обзор фауны и биологии пауков (Arachnida: Aranei) Камчатки на примере экосистем природного парка «Вулканы Камчатки» / Е. М. Ненашева, В. В. Зыков // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: доклады XIV международной научной конференции. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2014. – С. 79-95.
5. Ненашева Е. М. Пауки (Arachnida: Aranei) вулканических высокогорий Камчатки: механизмы адаптации к обитанию в условиях активного вулканизма / Е. М. Ненашева // Адаптация биологических систем к естественным и экстремальным факторам среды: материалы VI Международной научно-практической конференции. – Челябинск, 2016. – С. 127-137.
6. Тыщенко В. П. Определитель пауков европейской части СССР / В. П. Тыщенко. – Л.: Наука, Ленинградское отделение, 1971. – 281 с.
7. Almquist S. Swedish Araneae, part 1, families Atypidae to Hahniidae / S. Almquist // Insect Systematics and Evolution. Suppl. 62. – 2005. – P. 1-284.
8. Almquist S. Swedish Araneae, part 2, families Dictynidae to Salticidae / S. Almquist // Insect Systematics and Evolution. Suppl. 63. – 2006. – P. 285-603.
9. Dondale C. D. Spiders (Araneae) of the Yukon / C. D. Dondale, J. H. Redner, Yu. M. Marusik // Insects of the Yukon. Biological survey of Canada (Terrestrial arthropods). – Ottawa, 1997. – P. 73-113.

10. Nenasheva E. M. The influence of volcanogenic factors on the formation of the basic complex of spiders (Arachnida: Aranei) fauna of Kamchatka during primary successions after volcanic eruptions / E. M. Nenasheva // Proceedings of the 13th International Conference of Eurasian scientific development. – Austria, Vienna, 2017. – P. 3-6.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Lobkov E.G. Vulkany i zhivnye organizmy (Ekologicheskiye problemy v biovulkanologii) [Volcanoes and living organisms] (Ecological problems in bio-volcanology) / E.G. Lobkov. - M.: Znaniye, 1988. - 64 p. [In Russian]
2. Masurenkov Yu. P. Vulkan Avachinsky [Avachinsky volcano] / Yu. P. Masurenkov, I.A. Egorova, M. Yu. Puzankov, S.T. Balesta, M.I. Zubin // Deystvuyushchiye vulkany Kamchatki v 2-kh t. T.2 [Active volcanoes of Kamchatka: in 2 volumes V.2.] - Moscow: Nauka, 1991. - P. 246-275. [In Russian]
3. Mikhailov K.G. Katalog paukov (Arachnida, Aranei) territoriy byvshego Sovetskogo Soyuza [Catalog of spiders (Arachnida, Aranei) of the territories of the former Soviet Union.] - M: Zoologicheskiy muzey MGU [Zoological Museum of Moscow State University,] 1997. - 416 p. [In Russian]
4. Nenasheva E.M. Obzor fauny i biologii paukov (Arachnida: Aranei) Kamchatki na primere ekosistem prirodnogo parka «Vulkany Kamchatki» [Review of fauna and biology of spiders (Arachnida: Aranei) of Kamchatka on the example of the ecosystems of the natural park "Volcanoes of Kamchatka"] / E.M. Nenasheva, V.V. Zykov // Sokhraneniye bioraznoobraziya Kamchatki i prilegayushchikh morey: doklady XIV mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii. [Conservation of biodiversity of Kamchatka and adjacent seas: Reports of the XIV International scientific conference.] - Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2014. - P. 79-95. [In Russian]
5. Nenasheva E.M. Pauki (Arachnida: Aranei) vulkanicheskikh vysokogoriy Kamchatki: mekhanizmy adaptatsii k obitaniyu v usloviyakh aktivnogo vulkanizma [Spiders (Arachnida: Aranei) of volcanic highlands of Kamchatka: adaptation mechanisms of inhabitation in conditions of active volcanism] / E.M. Nenasheva // Adaptatsiya biologicheskikh sistem k estestvennim i ekstremalnim faktoram sredy: materialy VI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Adaptation of biological systems to natural and extreme environmental factors: proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference]. - Chelyabinsk, 2016. - P. 127-137. [In Russian]
6. Tyshchenko V.P. Opredelitel paukov evropeyskoy chasti SSSR [Identifier of spiders of the European part of the USSR] / V.P. Tyshchenko. - L.: Nauka, Leningrad Branch, 1971. - 281 p. [In Russian]
7. Almquist S. Swedish Araneae, part 1, families Atypidae to Hahniidae / S. Almquist // Insect Systematics and Evolution. Suppl. 62. – 2005. – P. 1-284.
8. Almquist S. Swedish Araneae, part 2, families Dictynidae to Salticidae / S. Almquist // Insect Systematics and Evolution. Suppl. 63. – 2006. – P. 285-603.
9. Dondale C. D. Spiders (Araneae) of the Yukon / C. D. Dondale, J. H. Redner, Yu. M. Marusik // Insects of the Yukon. Biological survey of Canada (Terrestrial arthropods). – Ottawa, 1997. – P. 73-113.
10. Nenasheva E. M. The influence of volcanogenic factors on the formation of the basic complex of spiders (Arachnida: Aranei) fauna of Kamchatka during primary successions after volcanic eruptions / E. M. Nenasheva // Proceedings of the 13th International Conference of Eurasian scientific development. – Austria, Vienna, 2017. – P. 3-6.



ПРИМЕР DOI:
10.18454/IRJ.2015.0001

Начиная с ноябрьского выпуска 2015 года /10 (41) Ноябрь 2015/, каждой статье, опубликованной в Международном научно-исследовательском журнале, редакция издания будет присваивать идентификатор цифрового объекта DOI:

- DOI облегчает процедуры цитирования, поиска и локализации научной публикации;
- DOI повышает авторитет журнала, а также свидетельствует о технологическом качестве издания;
- DOI является неотъемлемым атрибутом системы научной коммуникации за счет эффективного обеспечения процессов обмена научной информацией.

(Digital Object Identifier) — идентификатор цифрового объекта, стандарт обозначения представленной в сети информации.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.018>

Полежаева О.А.¹, Щербаков Д.Н.²

¹ORCID: 0000-0002-4256-5064, аспирантка,

ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора в р.п. Кольцово,

²ORCID: 0000-0001-8023-4453, Кандидат биологических наук,

ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора в р.п. Кольцово

РАЗРАБОТКА ПАНЕЛИ ПСЕВДОВИРУСНЫХ ЧАСТИЦ, ЭКСПОНИРУЮЩИХ ГЛИКОПРОТЕИН ВИРУСА МАРБУРГ

Аннотация

В этой статье рассматривается научно-исследовательская работа по созданию панели псевдовиральных частиц, экспонирующих на поверхности гликопротеин трех штаммов вируса Марбург. Каждый представлен в двух вариантах – полноразмерный и с делецией муциноподобного домена, муциноподобный домен был удален для повышения точности выявления мишеней гуморального ответа. В результате была получена полная панель, составленная из шести вариантов вируса Марбург. В ходе работы была показана высокая инфекционность полученных псевдовиральных частиц на культуре чувствительных клетках TZM-bl.

Ключевые слова: вирус Марбург, псевдовиралы, гликопротеин, плазмиды.

Polezhaeva O.A.¹, Shcherbakov D.N.²

¹ORCID: 0000-0002-4256-5064, Postgraduate student,

FBIS SSC VB "Vector" of Federal Service on Surveillance for Consumer rights protection and human well-being in Koltsovo

²ORCID: 0000-0001-8023-4453, PhD in Biology,

FBIS SSC VB "Vector" of Federal Service on Surveillance for Consumer rights protection and human well-being in Koltsovo

DEVELOPMENT OF THE PANEL OF PSEUDOVIRUS PARTICLES EXPOSING GLYCOPROTEIN OF MARBURG VIRUS

Abstract

This paper presents the results on the research work on the development of a panel of pseudovirus particles that expose three strains of the Marburg virus on the glycoprotein surface. Each of them is presented in two versions – full-length and with a deletion of the mucin-like domain, the mucin-like domain was removed to improve the accuracy of detection of humoral response targets. As a result, a complete panel is prepared, composed of six options of the Marburg virus. During the work, high infectivity of the obtained pseudovirus particles on the culture of sensitive TZM-bl cells was demonstrated.

Keywords: Marburg virus, pseudoviruses, glycoprotein, plasmids.

Согласно международной классификации, вирус Марбург (ВМ) относится к семейству филовиралов отряд Mononegavirales [4]. Вирус Марбург вызывает тяжелую геморрагическую лихорадку у людей. Уровень смертности в очагах лихорадки Марбург варьируется от 24 до 88% [5]. Лихорадка Марбург была впервые обнаружена в 1967 году, после одновременных вспышек заболевания в Марбурге, от названия которого болезнь берет свое название, Франкфурте в Германии и в Белграде, Сербии [3]. Вспышка была связана с лабораторной работой с африканскими зелеными мартышками (*Cercopithecus aethiops*), вывезенными из Уганды [2]. Впоследствии, вспышки и спорадические случаи лихорадки были зарегистрированы в Анголе, Демократической Республике Конго, Кении [1], Южной Африке и Уганде. В 2008 году были зарегистрированы два независимых случая заражения путешественников, посетивших пещеру, населенную рукокрыльями в Уганде. Развитие международной торговли и туризма, импорт животных для проведения биомедицинских исследований и в зоопарки, высокая патогенность – создают реальную угрозу контакта человека с этим возбудителем. Вирус Марбург передается людям от летучих мышей и распространяется от человека к человеку [6]. В настоящее время нет клинически одобренных препаратов против вируса Марбург для человека [9]. Разработку препаратов задерживают, в том числе и строгие правила работы с натуральным вирусом. Однако, в последнее время разработан ряд методов, позволяющих изучать особенности гуморального иммунного ответа с использованием псевдотипированных вирусов одного цикла. Эта технология безопасна и показывает высокую эффективность. С использованием этой методики получают псевдовиральные частицы, имитирующие молекулярные особенности поверхности натурального вируса. Однако подобные частицы не способны к репликации, что обеспечивает высокую степень безопасности работы. На сегодняшний день подобные системы разработаны для ВИЧ-1 [1], гриппа [7], клещевого энцефалита [8] и других вирусов.

Цель работы – создание панели псевдовиралов Марбург.

Работа направлена на получение функциональных лентивирусных вирусоподобных частиц (ВПЧ) псевдотипированных поверхностным гликопротеином (GP) вируса Марбург. На первом этапе был проведен анализ доступных геномов вируса, представленных на сайте GenBank, и были выбраны последовательности, кодирующие поверхностный гликопротеин трех штаммов: Popp, Musoke и MARV/H.sapience-tc/COD/2000/22DRC. Синтез нуклеотидных последовательностей осуществлен коммерческой фирмой (ДНК-синтез, Москва). Соответствие нуклеотидной последовательности заданной было подтверждено секвенированием. Полученные последовательности были клонированы в составе коммерчески доступного вектора pHMGFP. После трансформации компетентных клеток *E. coli* было проведено секвенирование рекомбинантных векторов, для подтверждения вставки последовательности, кодирующей GP. Следующим шагом стало получение вариантов GP вируса Марбург с делецией муциноподобного домена. Поскольку муциноподобный домен играет роль в уходе от иммунных реакций организма, его наличие мешает

точному выявлению мишеней гуморального ответа. Последовательность, соответствующая муциноподобному домену была удалена при помощи сайт-направленного мутагенеза.

Лентивирусные псевдовirusы Марбург представляют собой вирусные частицы, включающие капсидные белки лентивирусного происхождения псевдотипированные GP вируса Марбург. Такие псевдовirusы содержат дефектный лентивирусный геном, который не способен обеспечить формирование инфекционных дочерних вирионов. Для получения таких вирусных частиц проводят котрансфекции эукариотических клеток двумя плазмидами, в том числе плазмиды, содержащей ген поверхностного белка GP, и пакующей плазмиды (рис. 1). Последняя, кодирует все белки лентивируса, за исключением поверхностного гликопротеина. В работе, была использована пакующая плаزمида pSG3ΔEnv, на основе дефектного генома ВИЧ-1. Для получения псевдовirusов нами была проведена магнитная котрансфекция эукариотических клеток 293Т плазмидами содержащими ген, кодирующий либо полноразмерный белок GP, либо GP с делецией муциноподобного домена трех штаммов Popr, Musoke, MARV/H.sapience-ts/COD/2000/22DRC и пакующей плазмидой pSG3ΔEnv. Спустя двое суток после котрансфекции производили сбор урожая псевдовirusов.

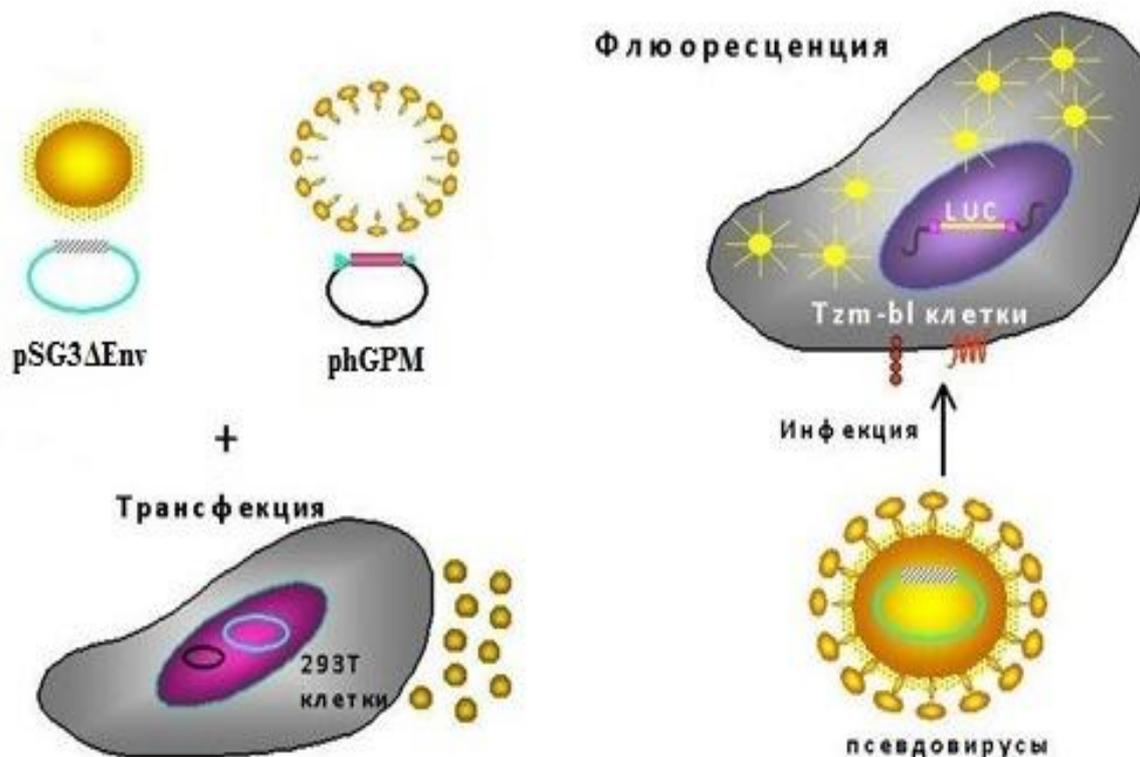


Рис. 1 – Схема трансфекции и функционального анализа

Функциональную активность псевдовirusных частиц определяли на чувствительных клетках Tzm-bl – генетически модифицированной клеточной линии HeLa, которая презентует на своей поверхности большое число рецепторов с которыми способен связываться гликопротеин вируса Марбург и содержит репортерные гены люциферазы светлячка под контролем Tat-индуцируемого промотора (рис. 1). Уровень вирусной инфекции определяется по величине сигнала люминесценции вследствие экспрессии Tat-индуцируемого гена люциферазы в клетках. После, в лунки с монослоем клеток Tzm-bl добавляют псевдовirusы и помещают планшет в термостат на три дня. Затем проводят лизис клеток и регистрацию значений люминесценции. Сигнал свечения прямо пропорционален количеству зараженных клеток и определяется в относительных люциферазных единицах. В качестве отрицательного контроля выступали неинфицированные клетки, а в качестве положительного псевдовirus ВИЧ-1, SF162.LS (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты функционального анализа полученных вариантов псевдовирюсов (голубым – отмечены варианты ВПЧ вошедшие в финальную версию панели)

Плазмида	Расшифровка	Среднее значение показателя люминесценции, RLU
phGPM 2	Полноразмерный GP MARV Musoke	246 ± 328
phGPM 5		97837 ± 18667
phGPM 6		201717 ± 12168
phGPMΔMD 1		128262 ± 8512
phGPMΔMD 2	GP MARV Musoke с делецией муциноподобного домена	109230 ± 2748
phGPMΔMD 10		41172 ± 5048
phGPP 7		0
phGPP 9	Полноразмерный GP MARV Popp	65309 ± 4222
phGPP 15		224404 ± 9636
phGPPΔMD 3.1		230474 ± 19059
phGPPΔMD 4.1		280711 ± 11301
phGPPΔMD 7.1	GP MARV Popp с делецией муциноподобного домена	178106 ± 17044
phGPD 2.1		100 ± 149
phGPD 3.1	Полноразмерный GP MARV/H.sapience-tc/COD/2000/22DRC	255094 ± 13268
phGPD 4		2322 ± 410
phGPDΔMD 2		163570 ± 8092
phGPDΔMD 3	GP MARV/H.sapience-tc/COD/2000/22DRC с делецией муциноподобного домена	279182 ± 8456
phGPDΔMD 4		283585 ± 12704
phGPDΔMD 6		262996 ± 11939
SF162.LS	Положительный контроль	275289 ± 7449
Cell	Отрицательный контроль	0

Таким образом, в результате проделанной работы нами была получена панель псевдовирюсных частиц, экспонирующих на своей поверхности GP, принадлежащих к трем штаммам вируса Марбург. Также были получены варианты псевдовирюсов, содержащие GP с делецией муциноподобного домена. Введение такого варианта в панель позволяет точнее выявлять мишени гуморального иммунного ответа. Для получения псевдовирюсов использовалась лентивирусная система первого поколения. Способность псевдовирюсов проникать в клетки мишени была подтверждена при помощи функционального анализа. Варианты псевдовирюсов псевдотипированные GP с делецией муциноподобного домена показывают, в среднем, более высокий уровень трансдукции. Полученная панель псевдовирюсов Марбург может быть использована для изучения особенностей гуморального иммунного ответа в ходе разработки новых иммунотерапевтических и профилактических препаратов, а также поиска антивирюсных соединений способных блокировать проникновение вируса в клетку.

Список литературы / References

1. Brauburger K. et al. Forty-five years of Marburg virus research /K. Brauburger, A. J. Hume, E. Muhlberger, et al. // Viruses. – 2012. – Т. 4. – №. 10. – P. 1878-1927.
2. D'Aoust M. A. The production of hemagglutinin-based virus-like particles in plants: a rapid, efficient and safe response to pandemic influenza / M. A. D'Aoust, M. M.-J. Couture, N. Charland, et al. // Plant biotechnology journal. – 2010. – Т. 8. – №. 5. – P. 607-619.
3. Feldmann H, et al. Marburg virus, a filovirus: messenger RNAs, gene order, and regulatory elements of the replication cycle / H. Feldmann, E. Mühlberger, A. Randolph, et al. // Virus Res – 1992. – vol. 24. – P. 1-19.
4. Kissling R.E., et al. Agent of disease contracted from green monkeys / R. E. Kissling, R. Q. Robinson, F. A. Murphy, et al. // Science – 1968. – vol. 160. – P. 888-890.
5. Kunz C. et al. Biologische und morphologische Charakteristika des Virus des in Deutschland aufgetretenen "Hämorrhagischen Fiebers" / C. Kunz, H. Hofmann, W. Kovac, et al. // Wien Klin Wochenschr. – 1968. – Т. 80. – P. 161-162.
6. Рудометов А. П. Создание env псевдовирюсов на основе штаммов ВИЧ-1, циркулирующих в Новосибирской области / А. П. Рудометов, Н. С. Щербаква // Научно-Исследовательский журнал. – 2015. – № 2 (33). – С. 19-21.
7. Smith D. H. et al. Marburg-virus disease in Kenya / D.H. Smith, M. Isaacson, K.M. Johnson, et al. // The Lancet. – 1982. – Т. 319. – №. 8276. – P. 816-820.
8. Slenczka W., Klenk H. D. Forty years of Marburg virus / W. Slenczka, H. D. Klenk // The Journal of infectious diseases. – 2007. – Т. 196. – №. Supplement 2. – P. S131-S135.
9. Siegert R. et al. The aetiology of an unknown human infection transmitted by monkeys (preliminary communication) / R. Siegert, H.L. Slenczka, D. Peters, et al. // German medical monthly. – 1968. – Т. 13. – №. 1. – P. 1-2.
10. Yoshii K. et al. Establishment of a neutralization test involving reporter gene-expressing virus-like particles of tick-borne encephalitis virus / K. Yoshii, A. Ikawa, Y. Chiba, et al. // Journal of virological methods. – 2009. – Т. 161. – №. 1. – P. 173-176.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Brauburger K. et al. Forty-five years of Marburg virus research /K. Brauburger, A. J. Hume, E. Muhlberger, et al. // Viruses. – 2012. – Т. 4. – №. 10. – P. 1878-1927.

2. D'Aoust M. A. The production of hemagglutinin-based virus-like particles in plants: a rapid, efficient and safe response to pandemic influenza / M. A. D'Aoust, M. M.-J. Couture, N. Charland, et al. // Plant biotechnology journal. – 2010. – Т. 8. – №. 5. – P. 607-619.
3. Feldmann H, et al. Marburg virus, a filovirus: messenger RNAs, gene order, and regulatory elements of the replication cycle / H. Feldmann, E. Mühlberger, A. Randolph, et al. // Virus Res – 1992. – vol. 24. – P. 1-19.
4. Kissling R.E., et al. Agent of disease contracted from green monkeys / R. E. Kissling, R. Q. Robinson, F. A. Murphy, et al. // Science – 1968. – vol. 160. – P. 888-890.
5. Kunz C. et al. Biologische und morphologische Charakteristika des Virus des in Deutschland aufgetretenen ‘‘Hämorrhagischen Fiebers’’ / C. Kunz, H. Hofmann, W. Kovac, et al. // Wien Klin Wochenschr. – 1968. – Т. 80. – P. 161-162.
6. Rudometov A. P. Cozdanie env psevdovirusov na osnove shtammov VICH-1, cirkulirujushhih v Novosibirskoj oblasti [Production of env pseudoviruses based on HIV-1 strains circulating in the Novosibirsk region] / A. P. Rudometov, N. S. Shherbakova // Nauchno-Issledovatel'skij zhurnal [Science-research journal]. – 2015. – № 2 (33). – S. 19-21. [in Russian]
7. Smith D. H. et al. Marburg-virus disease in Kenya / D.H. Smith, M. Isaacson, K.M. Johnson, et al. // The Lancet. – 1982. – Т. 319. – №. 8276. – P. 816-820.
8. Slenczka W., Klenk H. D. Forty years of Marburg virus / W. Slenczka, H. D. Klenk // The Journal of infectious diseases. – 2007. – Т. 196. – №. Supplement_2. – P. S131-S135.
9. Siegert R. et al. The aetiology of an unknown human infection transmitted by monkeys (preliminary communication) / R. Siegert, H.L. Slenczka, D. Peters, et al. // German medical monthly. – 1968. – Т. 13. – №. 1. – P. 1-2.
10. Yoshii K. et al. Establishment of a neutralization test involving reporter gene-expressing virus-like particles of tick-borne encephalitis virus / K. Yoshii, A. Ikawa, Y. Chiba, et al. // Journal of virological methods. – 2009. – Т. 161. – №. 1. – P. 173-176.

ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ / VETERINARY SCIENCE

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.080>

Сидельская У.Ю.

Аспирант кафедры диагностики, внутренних незаразных болезней, фармакологии, хирургии и акушерства

Институт ветеринарной медицины и биотехнологии

Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СПОСОБОВ ЛЕЧЕНИЯ ЖИВОТНЫХ С ТЕРМИЧЕСКИМИ ОЖОГАМИ

Аннотация

На данный момент времени термические ожоги являются одним из часто встречающихся видов травм, как для мелких непродуктивных животных, так и для крупных сельскохозяйственных. Актуальность представленной работы состоит в том, что в ней систематизированы и обобщены имеющиеся сведения о терапии ожоговой болезни, способах оказания первой помощи и современных нововведениях по данному вопросу. Наиболее частой причиной возникновения ожогов является попадание на кожу горячих жидкостей. Реже животные получают ожоги во время пожаров или вследствие преднамеренных действий людей.

Ключевые слова: ожог, рана, терапия, повреждение тканей, регенерация, гемосорбция, Глутоксим, антибиотики.

Sidelskaya U. Yu.

Postgraduate Student of the Department of Diagnostics, Internal Non-Communicable Diseases,

Pharmacology, Surgery and Obstetrics

Institute of Veterinary Medicine and Biotechnology in Omsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF TREATMENT METHODS OF ANIMALS WITH THERMAL BURNS

Abstract

Thermal burns are still one of the most common types of injuries, both for small unproductive animals and for large agricultural ones. The relevance of the presented work is that it systematizes and summarizes available information on the therapy of burn disease, the ways of providing first aid and modern innovations on this issue. The most common cause of burns is the effect of hot liquids onto the skin. Less often, animals get burned during fires or as a result of deliberate people's actions.

Keywords: burn, injury, therapy, tissue damage, regeneration, hemosorption, Glutoxim, antibiotics.

Состояние современной ветеринарной медицины таково, что помимо обслуживания аграрного комплекса, возможно применение знаний и умений ветеринарных врачей для обслуживания городского населения. Подавляющее большинство граждан, проживающих на территории нашей страны, содержат в своем жилище домашних животных. Поэтому дальнейшее развитие ветеринарии, освоение и всестороннее исследование способов лечения животных имеет огромное значение.

На данный момент времени термические ожоги являются одним из часто встречающихся видов травм, как для мелких непродуктивных животных, так и для крупных сельскохозяйственных.

Актуальность представленной работы состоит в том, что в ней систематизированы и обобщены имеющиеся сведения о терапии ожоговой болезни, способах оказания первой ветеринарной помощи и современных нововведениях по данному вопросу.

Термическими ожогами называют повреждения, вызванные воздействием высокой температуры на кожные покровы или слизистые оболочки.

Наиболее частой причиной возникновения ожогов является попадание на кожу горячих жидкостей. Реже животные получают ожоги во время пожаров или вследствие преднамеренных действий людей [5, С. 35].

Ожоги классифицируются по степени повреждения тканей следующим образом:

- первая степень - поражение верхнего слоя эпителия. Характеризуется появлением участка гиперемии, небольшим отеком, болезненностью. Выздоровление происходит через 3 - 5 дней за счет самостоятельной регенерации тканей. Происходит слущивание отмершего эпителия. После ожогов первой степени не остается рубцов;

- вторая степень - верхний слой эпителия повреждается вплоть до росткового слоя. Образуются пузыри небольшого размера, наполненные серозным содержимым. Выздоровление происходит через 10 - 12 дней за счет собственной регенерации тканей;

- третья степень - происходит поражение всех слоев эпидермиса, затрагивающее дерму. Третья степень тяжести, в свою очередь, подразделяется на две:

- третья А степень - дерма поражается частично. Непосредственно после образования ожога место поражения характеризуется образованием черного либо темно-коричневого струпа. Могут образовываться крупные пузыри. Они заполнены серозно-геморрагическим содержимым и имеют склонность к слиянию. Наблюдается понижение болевой чувствительности. В случае нормального хода регенеративного процесса (ожог не осложняется какой-либо раневой инфекцией, не происходит вторичное углубление раны) возможно самостоятельное заживление;

- третья Б степень - происходит полная гибель дермы вплоть до подкожной жировой клетчатки;

- четвертая степень - происходит гибель глуболежащих тканей, обугливание подкожной жировой клетчатки, мышц, костей [8, С. 184].

Прогноз при лечении ожога зависит от его степени, площади поражения, наличия осложнений процесса, общей реактивности организма.

Ожоги, занимающие тридцать и более процентов поверхности тела животного, считаются смертельными. Если речь идет о продуктивных животных - лечение такого ожога экономически не эффективно. Однако ожоги, занимающие до 10% процентов поверхности тела, хорошо поддаются терапевтическому лечению [4, С. 342].

Огромное значение при лечении ожогов имеет своевременное оказание первой помощи. При оказании первой помощи необходимо:

- предупредить шок. С целью предупреждения шока проводят паранефральную блокаду или внутривенную инъекцию новокаина (0,25% или 0,5% раствора 1 мл/1 кг живой массы). Помимо того, что новокаиновая инъекция имеет ощутимое преимущество перед паранефральной блокадой за счет снижения потерь плазмы крови (новокаин уменьшает порозность капилляров), следует отметить, что, исходя из данных практики, 0,5% раствор новокаина имеет больший противошоковый эффект.

- произвести действия, нацеленные на борьбу с обезвоживанием организма. Существует несколько способов борьбы с обезвоживанием: обильное введение жидкости в организм (перорально, подкожно, ректально), переливание крови в больших дозах, введение изотонического раствора натрия внутривенно. С точки зрения практики наиболее эффективным является последний способ. Высокий терапевтический эффект достигается, помимо прочего, удобством, простотой и доступностью применения.

- произвести действия, нацеленные на борьбу со сгущением крови. В качестве терапевтического средства на этом этапе лечения широко применяют 5% раствор гидрокарбоната натрия;

- произвести действия, нацеленные на борьбу с интоксикацией организма. В целом, применяются те же средства, что и при борьбе с обезвоживанием, но ряд авторов рекомендует применять сыворотку от животных, ранее перенесших ожог. Следует отметить, что данный способ недостаточно прост и удобен в применении. Сравнительно новым методом борьбы с интоксикацией при ожогах является гемосорбция. Суть метода состоит в удалении токсинов из циркулирующей крови. В качестве сорбента при таком методе терапии используется активированный уголь. Перед началом процедуры необходимо провести пермедикацию (используются внутримышечные инъекции дроперидола) и гепаринизацию (необходимо тщательно подбирать дозу гепарина в зависимости от возраста, массы тела, состояния здоровья и общей реактивности организма животного). После проведения такого рода подготовки производится непосредственно сорбция. Первоначально необходимо заполнить экстракорпоральную периферическую систему 5% раствором альбумина (данная процедура необходима для вытеснения крови из колонки в сосудистую систему пострадавшего животного после окончания процедуры). Затем наступает самый важный этап - осуществляется перфузия через одну (центральная или периферическая) или две (центральная и периферическая) вены. Завершающим этапом гемосорбции обязательно является введение препаратов кальция и витаминов группы В качестве поддерживающей терапии. Несмотря на значительную трудоемкость данной процедуры, необходимо отметить ее крайнюю эффективность. Применение гемосорбции на начальном этапе лечения обширного термического ожога позволяет избежать таких последствий, как ознобы, гипертермия. Отмечается нормализация периферического кровотока;

- провести первичную обработку пораженного участка тела. На данном этапе следует определиться с выбором способа лечения ожога. На сегодняшний день применяются три способа: открытый, закрытый и смешанный. Наиболее распространен в ветеринарной практике открытый способ. Как правило, его сочетают с применением коагулирующих, дубящих или фиксирующих средств (3% раствор перманганата калия, 2% раствор бриллиантового зеленого, 10% раствор нитрата серебра, 5% раствор йода и ряд других средств). При применении этих растворов поврежденная поверхность покрывается сплошной коркой, препятствующей потере плазмы и инфицированию ожоговой раны. При закрытом способе лечения на место ожога накладывают повязку с синтомициновой, стрептомициновой мазями или эмульсией Вишневого. На сегодняшний день для лечения ожогов широко применяются фибринные либо пластмассовые пленки, выполняющие функции повязки. Они защищают место ожога от воздействия окружающей

среды и обсеменения патогенной микрофлорой. Однако следует отметить узкую доступность таких средств в сравнении с традиционно применяемыми;

- профилактировать инфекционный процесс. Данный этап лечения ожога необходимо производить как можно раньше. Для этого помимо местных антисептических средств рекомендуется проведение антибиотикотерапии общего характера [6, С. 231].

Дальнейшие лечебные мероприятия сводятся к следующему:

- лечение инфицированных ожоговых ран прямо аналогично лечению обычных ран, обсемененных гноеродной микрофлорой. Средства и методы лечения применяются те же. Однако применение антибиотиков имеет эффект только на протяжении первой декады. В более поздние периоды применение антибиотиков практически не дает терапевтического эффекта. Это связано с тем, что микрофлора ожоговой раны адаптируется к применяемым антибиотикам;

- при проведении терапии во время лечения ожога огромное значение приобретают методы стимуляции регенеративных процессов в эпидермисе. Для стимуляции процессов тканевой регенерации и укрепления иммунитета пациента в последнее время широко применяется препарат Глутоксим. Действующим веществом данного лекарственного препарата является бис-(гамма-L-глутамил)-L-цистеинил-бис-глицин динатриевая соль. В качестве вспомогательных веществ используются ацетат натрия, уксусная кислота и вода для инъекций. Таким образом, препарат представляет собой смесь динатриевых солей трёх аминокислот – глицина, цистеина и глутамина, помещенная в ацетатный буфер для стабилизации. Глутоксим оказывает на организм иммуномодулирующее действие. Он предназначен для укрепления иммунной системы организма больного. При применении данного средства для лечения ожогов происходит восстановление клеточных рецепторов и их чувствительности, происходит ускорение регенерации всех видов поврежденных клеток и процесса кроветворения в красном костном мозге. В крови отмечается увеличение количества лимфоцитов, ингибируется выработка цитокинов (тканевые гормоны), интерферона, эритропоэтина. Таким образом, применение Глутоксима способствует скорейшей регенерации клеток поврежденных тканей. Соответственно, при применении данного препарата для лечения ожогового повреждения эффект лечения наступает ощутимо быстрее. Однако необходимо помнить, что при большой площади ожога единственным эффективным способом лечения является пересадка лоскутов здоровой кожи [6, С. 159];

- необходимо обеспечить больное животное полноценными сбалансированными кормами для компенсации послеожоговой анемии и общей потери белка. Также необходимо применять переливание плазмы крови, гидролизата или непосредственно крови от здоровых животных.

Кроме того, большое значение для разработки схемы лечения ожога имеет определение его степени. Лечение ожогов первой и второй степени в большинстве случаев сводится к применению местных обезболивающих препаратов, местных антисептических средств и препаратов, способствующих увеличению скорости регенерации тканей.

Однако при наличии крупных пузырей может возникнуть необходимость их прокола с дальнейшей аспирацией экссудата и введением анестезирующих и антибиотических средств в полость пузырей. При проведении данных медицинских манипуляций необходимо соблюдение крайней осторожности во избежание инфицирования ожоговой раны [7, С. 454].

При ожогах третьей и четвертой степени производят регулярную плановую очистку места поражения. В ряде случаев необходимо хирургическое удаление некротизированных тканей и трансплантация кожных лоскутов. Возможно применение специализированных биологических пленок, производимых на основе коллагена. Они способствуют лучшему протеканию восстановительных процессов и снижению риска развития вторичного инфекционного процесса. В этот период возможно применение ферментных лекарственных препаратов для предупреждения образования рубцов.

Именно для лечения ожогов третьей и четвертой степени, как правило, и применяется системная терапия. Это связано с сильной интоксикацией организма и, соответственно, нарушением функции множества органов и систем. Назначаются анальгезирующие препараты, антибактериальные, антигистаминные [10, С. 618].

Собственные исследования

Нами проведены исследования, связанные с терапией термических ожогов у мелких непродуктивных животных. Исследования проводились в ветеринарных клиниках города. Происследовано 12 собак и 18 кошек с термическими ожогами 2 и 3 степени. Наиболее наглядно эта информация представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Количество животных с ожогами разной степени тяжести (гол.)

Вид животного	Собаки	Кошки
Степень ожога		
2 степень	5	8
3 степень	7	4

При этом необходимо отметить, что во время исследования не учитывались породные, половозрастные и некоторые фенотипические данные (окрас, конституция, упитанность и др.).

При исследовании проанализированы результаты лечения различными методами. Нами предлагались различные схемы лечения, которые реализовывались с согласия владельцев животных. Анализируя результаты лечения, мы пришли к определенным выводам, заключающимся в определении процентного уровня эффективности лечения. Кроме того, особенностью лечения термических ожогов является отсутствие различия результатов в зависимости от вида животного. Полученные нами данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты применения лекарственных веществ при лечении термических ожогов (%)

Способ лечения	Эффективность
Предупреждение шока	
Паранефральная блокада	30
Внутривенная инъекция новокаина 0,25%	25
Внутривенная инъекция новокаина 0,5%	45
Борьба с обезвоживанием организма	
Пероральное введение жидкости в организм	15
Подкожное введение жидкости в организм	10
Ректальное введение жидкости в организм	10
Переливание крови	20
Внутривенное введение изотонического раствора натрия	45
Борьба со сгущением крови	
Внутривенное введение тиосульфата натрия	20
Внутривенное введение раствора гидрокарбоната натрия 5%	80
Борьба с интоксикацией	
Сыворотка крови от животных, ранее перенесших ожог	10
Гемосорбция	55
Переливание крови	35
Обработка пораженного участка тела	
Лечение открытым способом - 2% раствор бриллиантового зеленого	15
Лечение открытым способом - 10% раствор нитрата серебра	20
Лечение закрытым способом - стрептомициновая мазь	25
Лечение закрытым способом - фибринная пленка	40
Профилактика инфекционного процесса	
Стрептомицин	20
Синтомицин	17
Стрептомицин в сочетании с сульфаниламидами и витаминами группы В	63
Стимуляция регенеративного процесса	
Глутоксим	59
Пелоидин	41

Таким образом, исходя из данных, представленных в таблице, нами разработаны 2 наиболее эффективные схемы лечения животных с термическими ожогами.

Первая схема является наиболее эффективной, однако подходит не всем владельцам животных, в связи с тем, что некоторые из представленных препаратов имеют ощутимо высокую стоимость.

- внутривенная инъекция новокаина 5%;
- внутривенное введение изотонического раствора натрия;
- внутривенное введение раствора гидрокарбоната натрия 5%;
- гемосорбция;
- лечение ожогов закрытым способом с применением фибринной пленки;
- стрептомицин в сочетании с сульфаниламидами и витаминами группы В;
- глутоксим.

Вторая схема лечения термических ожогов имеет несколько меньшую эффективность за счет отказа от гемосорбции и применения фибринной пленки, однако также хорошо себя зарекомендовала за время проведения исследования.

- внутривенная инъекция новокаина 5%;
- внутривенное введение изотонического раствора натрия;
- внутривенное введение раствора гидрокарбоната натрия 5%;
- переливание крови;
- лечение ожога открытым способом с применением 10% раствора нитрата серебра;
- стрептомицин в сочетании с сульфаниламидами и витаминами группы В;
- глутоксим.

Заключение

Резюмируя вышеизложенное, следует отметить, что современный уровень развития ветеринарной медицины позволяет оказывать своевременную помощь животным, пострадавшим в результате действия высокой температуры. При этом широко применяются актуальные современные средства и способы. При наличии у ветеринарного врача достаточной квалификации и материального обеспечения, лечение в большинстве случаев имеет положительный результат.

Кроме того, ориентируясь на результаты наших исследований, следует признать, то разработанные нами схемы лечения весьма эффективны.

Список литературы / References

1. Аксенов, В.П. Ожог / В.П. Аксенов. - М.: Книга по Требованию, 2014. - 701 с.
2. Алексеев, А. А. Местное консервативное лечение ожогов. Рекомендации для врачей / А.А. Алексеев, А.Э. Бобровников. - М.: Медицинское информационное агентство, 2015. - 142 с.
3. Бэнкс, М. Ожог / М. Бэнкс. - М.: Азбука-Аттикус, 2014. - 413 с.
4. Веремей, Э.И. Клиническая хирургия в ветеринарной медицине/ Э.И. Веремей, А.А. Стекольников. - Минск: ИВЦ Минфина, 2010. - 600 с.
5. Гинзбург, Р. Л. Ожоги / Р.Л. Гинзбург. - М.: Медицина, 1984. - 168 с.
6. Меньшаков, П.Г. Ветеринарная фармакология / П.Г. Меньшаков. - Л.: Сельхозгиз, 2014. - 344 с.
7. Поляков, А.А. Ветеринарная дезинфекция / А.А. Поляков. - М.: Колос, 2008. - 600 с.
8. Постников, Б. Н. Термические ожоги / Б.Н. Постников. - М.: Государственное издательство медицинской литературы, 1985. - 236 с.
9. Тимофеев, С.В., Общая хирургия животных/ С.В. Тимофеев, Ю.И. Филипов, С.Ю. Концевая. - М.: Зоомедлит, 2007. - 687 с.
10. Шакалов, К.И., Частная хирургия домашних животных/ К.И. Шакалов, И.Е. Поваженко.- М.: Айрис-пресс, 1952. - 706 с.
11. Lumenta DB, Kamolz LP, Keck M et al./ Skin expansion rates and its results by the use of mesh and micrografting techniques. - 43rd Annual Meeting of the American Burn Association, Chicago, J Burn Care Res, 32(2011). - S155

Список литературы на английском языке / References in English

1. Aksenov, V.P. Ozhog [Burn] / V.P. Aksenov. - М.: Книга по Требованию [Book on Demand], 2014. - 701 p. [in Russian]
2. Alekseev, A. A. Mestnoe konservativnoe lechenie ozhogov. Rekomendacii dlja vrachej [Local conservative treatment of burns. Recommendations for physicians] / A.A. Alekseev, A.Э. Bobrovnikov. - М.: Медицинское информационное агентство [Medical information Agency], 2015. - 142 p. [in Russian]
3. Bjenks, M. Ozhog [Burn] / M. Bjenks. - М.: [Azбука-Atticus], 2014. - 413 p. [in Russian]
4. Veremey, Je.I. Klinicheskaja hirurgija v veterinarnoj medicine [Clinical surgery in veterinary medicine] / Je.I. Veremey, A.A. Stekol'nikov. - Minsk: IVC Minfina, 2010. – P. 600. [in Russian]
5. Ginzburg, R. L. Ozhogi [Burns] / R.L. Ginzburg. - М.: Медицина, 1984. – P. 168. [in Russian]
6. Men'shakov, P.G. Veterinarnaja farmakologija [Veterinary pharmacology] / P.G. Men'shakov. - L.: Sel'hozgiz, 2014. – P. 344. [in Russian]
7. Poljakov, A.A. Veterinarnaja dezinfekcija [Veterinary disinfection] / A.A. Poljakov. - М.: Колос, 2008. – P. 600. [in Russian]
8. Postnikov, B. N. Termicheskie ozhogi [Thermal burns] / B.N. Postnikov. - М.: Gosudarstvennoe izdatel'stvo medicinskoj literatury [State publishing house of medical literature], 1985. – P. 236. [in Russian]
9. Timofeev, S.V., Obshhaja hirurgija zhivotnyh [General surgery animals] / S.V. Timofeev, Ju.I. Filipov, S.Ju. Koncevaja. - М.: Zoomedlit, 2007. – P. 687. [in Russian]
10. Shakalov, K.I., Chastnaja hirurgija domashnih zhivotnyh [Private surgery for Pets] / K.I. Shakalov, I.E. Povazhenko.- М.: Ajris-press, 1952. – P. 706. [in Russian]
11. Lumenta DB, Kamolz LP, Keck M et al./ Skin expansion rates and its results by the use of mesh and micrografting techniques. - 43rd Annual Meeting of the American Burn Association, Chicago, J Burn Care Res, 32(2011). – P.155

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / GEOLOGY AND MINERALOGY

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.077>

Давыдов А.А.¹, Плигин А.М.², Левин И.А.³, Истомова М.А.⁴

¹Студент, Самарский государственный технический университет и геофизик, ПАО «Самаранефтегеофизика»;

²геофизик, ПАО«Самаранефтегеофизика»;

³Студент, Самарский государственный технический университет;

⁴ORCID: 0000-0002-2210-2046, Кандидат химических наук, Доцент,

Самарский государственный технический университет

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА НЕФТЕ-ГАЗОНОСНОГО КОМПЛЕКСА САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация

Данная работа посвящена оценке точности динамического анализа в сложных геологических условиях Самарской области и его целесообразности на данной территории. Были проанализированы восемь участков сейсморазведочных работ методом общей глубинной точки 3D (МОГТ-3D), на которых проводился динамический анализ. Установлено, что величина ошибок прогноза для карбонатных и терригенных пластов несколько различается: в терригенных пластах лучше прогнозируется эффективная толщина, чем в карбонатных пластах, в карбонатных пластах лучше прогнозируется коэффициент пористости. После общей оценки установлено, что коэффициент пористости чуть лучше прогнозируется в Самарской области, нежели эффективная толщина.

Ключевые слова: динамический анализ, фильтрационные емкостные свойства (ФЕС), коэффициент пористости, толщина пласта, геофизическое исследование скважин (ГИС).

Davydov A.A.¹, Pligin A.M.², Levin I.A.³, Istomova M.A.⁴

¹Student, Samara State Technical University and Geophysicist, Samaraneftegeofizika;

²geophysicist, Samaraneftegeofizika;

³Student, Samara State Technical University;

⁴ORCID: 0000-0002-2210-2046, PhD in Chemistry, Associate Professor, Samara

ACCURACY ESTIMATION OF THE DYNAMIC ANALYSIS OF OIL AND GAS-BEARING COMPLEX IN SAMARA REGION

Abstract

The paper is devoted to the evaluation of the accuracy of dynamic analysis under the severe geological conditions in the Samara region and its feasibility on a given territory. Eight seismic survey areas were analyzed using common depth point 3D method (MOGT-3D), on which the dynamic analysis was performed. It was found that the magnitude of the forecast errors for carbonate and terrigenous layers varies: the effective thickness in terrigenous layers is predicted better, than in carbonate formations, and the porosity coefficient is better predicted in carbonate formations. After a general assessment, it was found that the porosity coefficient is predicted slightly better than the effective thickness in the Samara region.

Keywords: dynamic analysis, filtration storage capacity (FSC), porosity coefficient, thickness of formation, geophysical well logging (GWL).

Введение

Специалисты-геофизики нефтегазовой отрасли часто сталкиваются со сложностями проведения динамического анализа в геологических условиях Самарской области. В данной работе для определения точности динамического анализа были взяты материалы Самарской области по 8 участкам сейсморазведочных работ, проводимых в 2011-2015 гг. На этих участках после сейсморазведки методом МОГТ-3D были пробурены новые скважины.

Основные цели работы:

- показать, как вновь пробуренные скважины увязываются с результатами динамического анализа;
- оценить среднюю ошибку прогноза фильтрационных емкостных свойств (ФЕС) по продуктивным пластам исследуемых участков;
- сделать выводы о точности и качестве динамического анализа;
- определить экономическую эффективность проведения динамического анализа для Недропользователя и Подрядчика.

Основная ЧАСТЬ

Понятие о динамическом (атрибутном) анализе

Сейсмическое поле является носителем не только структурной информации, но и отображает физические и промысловые параметры резервуаров.

Целью динамического анализа в общем плане является извлечение полезной для разработки месторождения информации о строении пласта - эффективной толщины, коэффициента пористости, песчаности и проч. Доказано, что амплитуда/интенсивность, энергия, мгновенная амплитуда несут в себе информацию о толщине пласта. Все амплитудные атрибуты, так или иначе, связаны между собой (показывают изменение амплитуды по площади), а такие параметры, как частота, фаза являются независимыми от амплитуды параметрами, то есть дают дополнительную информацию [1].

В ходе динамического анализа обычно используются зависимости между сейсмическими атрибутами (фаза, частота, амплитуда, коэффициент отражения, время половинной энергии и др.) и данными по скважинам (коэффициент пористости, эффективные толщины и др.). По этим зависимостям впоследствии строятся карты фильтрационно-емкостных свойств.

Основой построения карт эффективных толщин является использование прямой зависимости между эффективными толщинами и сейсмическими атрибутами [2]. Для построения карт прогнозной пористости используется обратная зависимость между коэффициентами пористости и акустическим импедансом.

Под акустическим импедансом (или акустической жесткостью) понимается произведение скорости распространения волн на плотность пород, через которые проходит волна [3]. Связь импеданса с важнейшими петрофизическими характеристиками, такими как плотность и пористость, делает его незаменимым при моделировании этих характеристик резервуара.

Критерии и методика оценки динамического анализа

Для выполнения поставленных целей были проанализированы 8 лицензионных участков, на которых специалистами проводился динамический анализ.

Представленные участки находятся в разных геологических условиях Самарской области: Бузулукская впадина, Мелекесская впадина, Жигулевско-Пугачевский свод. Рассмотренные пласты относятся к разным стратиграфическим комплексам и имеют разный литологический состав и свойства.

Основными критериями оценки точности динамического анализа на рассматриваемых участках работ являлись:

- $H_{эфф}$ – эффективная толщина, м;
- $K_{пор}$ – коэффициент пористости, в долях единицы.

На каждом исследуемом участке в рамках отчета были построены прогнозные карты эффективной толщины и коэффициента пористости. После, по результатам сейсморазведки на этих участках были пробурены новые скважины (всего 52 скважин). Определив их местоположение на прогнозных картах эффективной толщины и коэффициента пористости, были сняты значения $H_{эфф}$ и $K_{п}$ в этих скважинах. Далее эти значения сравнивались со значениями $H_{эфф}$ и $K_{п}$ по геофизическим исследованиям скважин (ГИС). Для этого использовались планшеты и таблицы интерпретации ГИС. Ошибки прогноза по атрибутам $H_{эфф}$ и $K_{п}$ представлены в виде таблиц и диаграмм. Таким образом, было проанализировано 8 участков и 52 новые пробуренные скважины. Общий объем исследований 730 объектов (табл. 1.).

Таблица 1 – Объемы исследований

№ п/п	Участок	Количество скважин	Количество пластов	Количество объектов исследования ($H_{эфф}$)	Количество объектов исследования ($K_{пор}$)
1	А	8	6	48	-
2	Б	2	4	7	-
3	В	6	16	96	72
4	Г	1	7	7	3
5	Д	1	1	1	-
6	Е	1	1	-	1
8	Ж	27	12	324	81
9	З	6	12	72	18
Итого:		52	59	555	175

Результаты оценка точности

Объединяя полученные результаты оценки точности динамического анализа по всем участкам воедино, можно отметить, что у терригенных пластов ошибка прогноза эффективных толщин зачастую ниже, чем у карбонатных пластов. Около 47% значений ошибок эффективных толщин терригенных пластов ниже двух метров, тогда как у карбонатных пластов это же значение равно 27% (рис. 1). Количество значений ошибок от 2 до 10 м примерно одинаковое – 51% у карбонатов против 48% у терригенных пород. И всё же, сказать, что динамический анализ не работает в карбонатных породах неверно. Так, у карбонатных пород оценка прогноза коэффициентов пористости показала, что 42% значений ошибок составляют значения меньше 2%, тогда как у терригенных пород 34% значений (рис. 2).

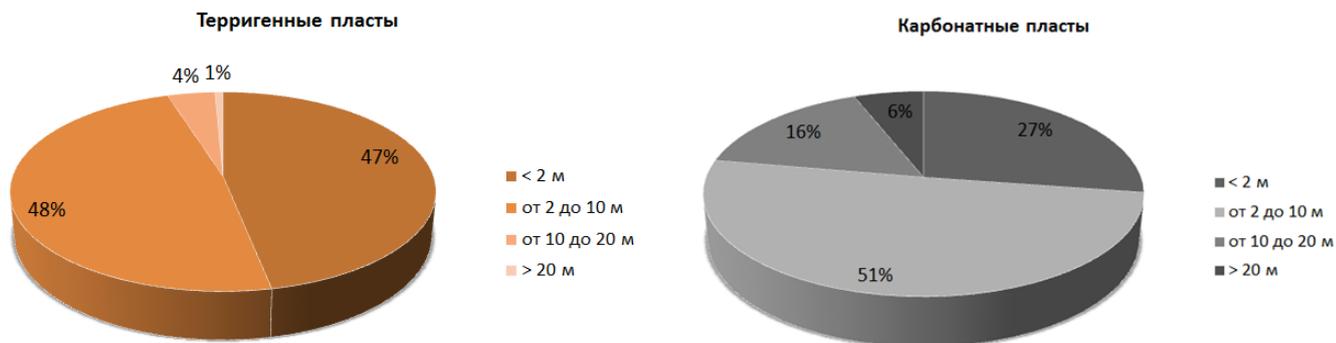


Рис. 1 – Сравнение результатов оценки прогноза эффективных толщин по терригенным и карбонатным пластам

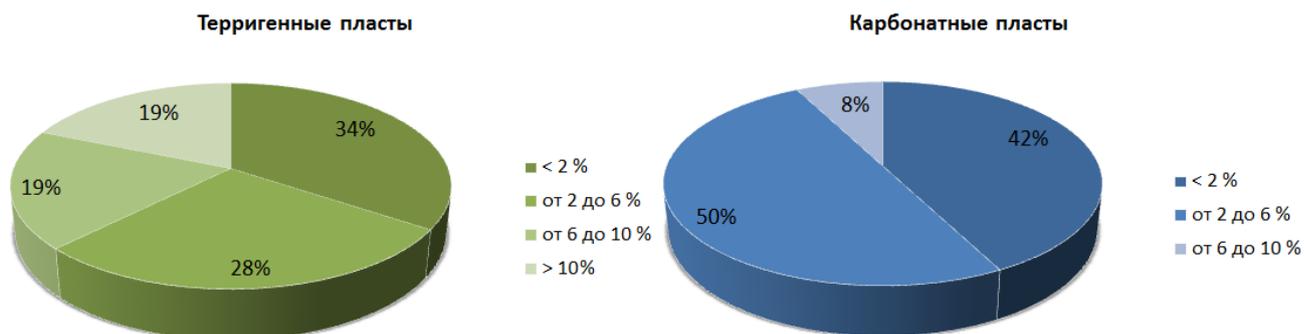


Рис. 2 – Сравнение результатов оценки прогноза коэффициентов пористости по терригенным и карбонатным пластам

В целом результаты оценки качества прогноза эффективных толщин и пористости соотносимы, количество значений ошибок равных 2 и меньше практически одинаковое: 38% при прогнозе толщин против 40% у коэффициента пористости (рис. 3). Однако при оценке прогноза эффективных толщин встречались значения выше 20, в то время как при оценке прогноза пористости максимальная ошибка была равна 16. Отсюда можно сделать вывод, что пористость прогнозируется чуть лучше, нежели эффективные толщины.

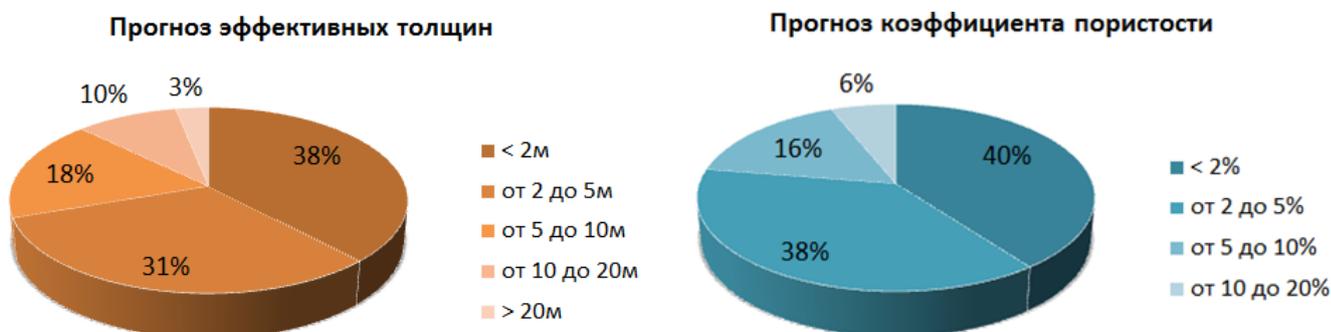


Рис. 3 – Сравнение результатов оценки прогноза эффективных толщин и коэффициента пористости

Было также оценено, какие из атрибутов имеют при прогнозе наименьшую ошибку. Обычно считается, что наилучшими атрибутами для прогноза толщин являются амплитудные. По результатам анализа лучшими атрибутами оказались фазовые, у них 75% ошибок имеют значения от 1 до 5 м (рис. 4).

Также считается, что наилучшими пластами для прогноза эффективных толщин и пористости являются мощные пласты. К сожалению, наиболее точную зависимость прогноза от толщины пласта найти не удалось. Однако, на полученных графиках зависимости (рис. 5–6) видно, что в основном все точки расположены в районе значений ошибок до 5–10, что также может свидетельствовать о качестве динамического анализа.

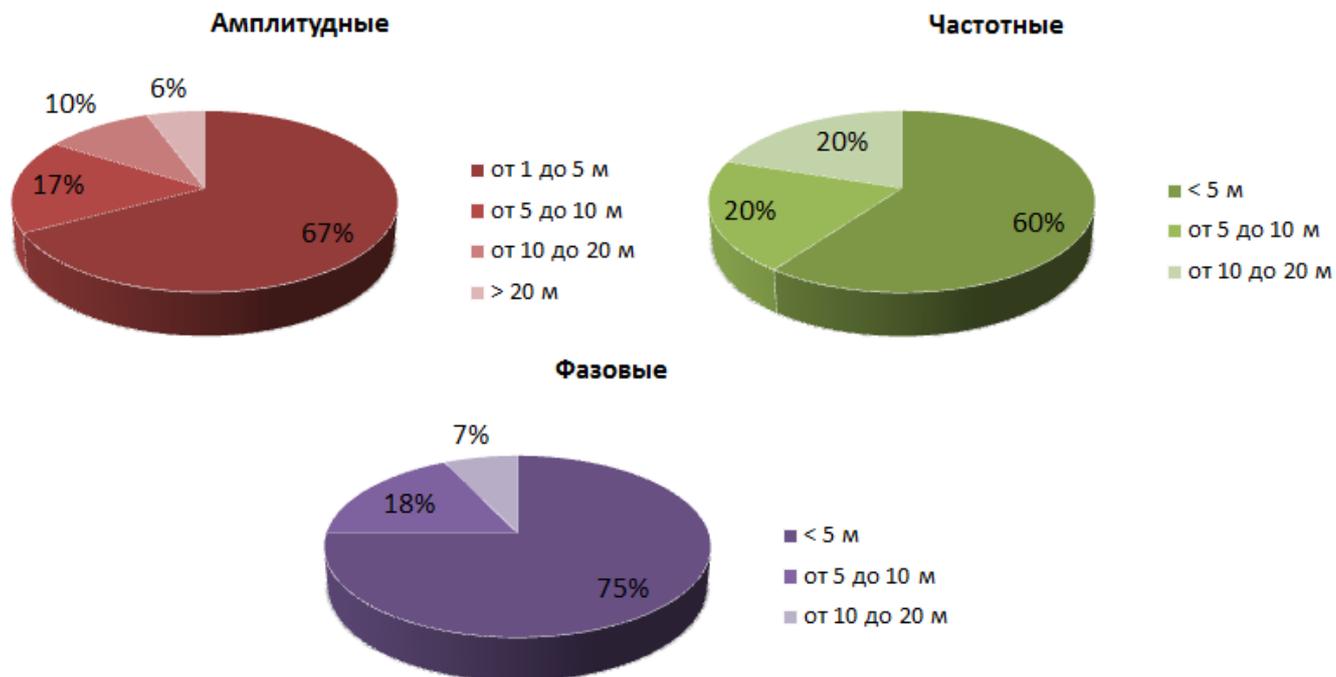


Рис. 4 – Сравнение результатов оценки прогноза эффективных толщин по атрибутам

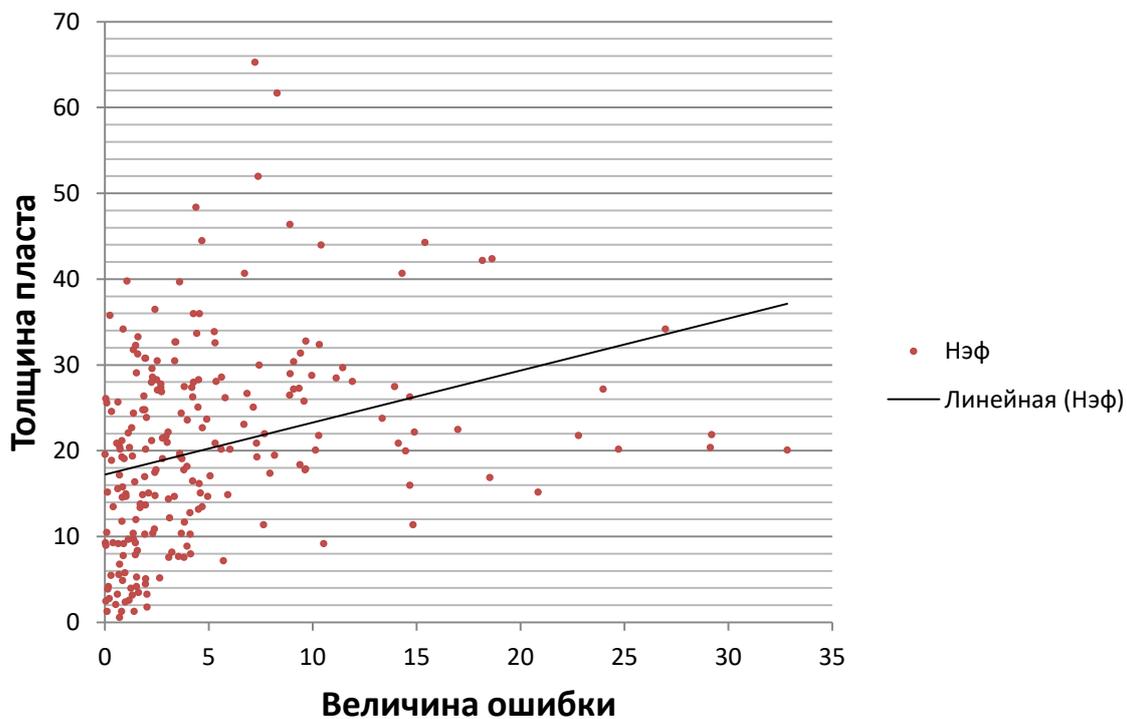


Рис. 5 – График зависимости толщины пласта от величины ошибки прогноза эффективных толщин

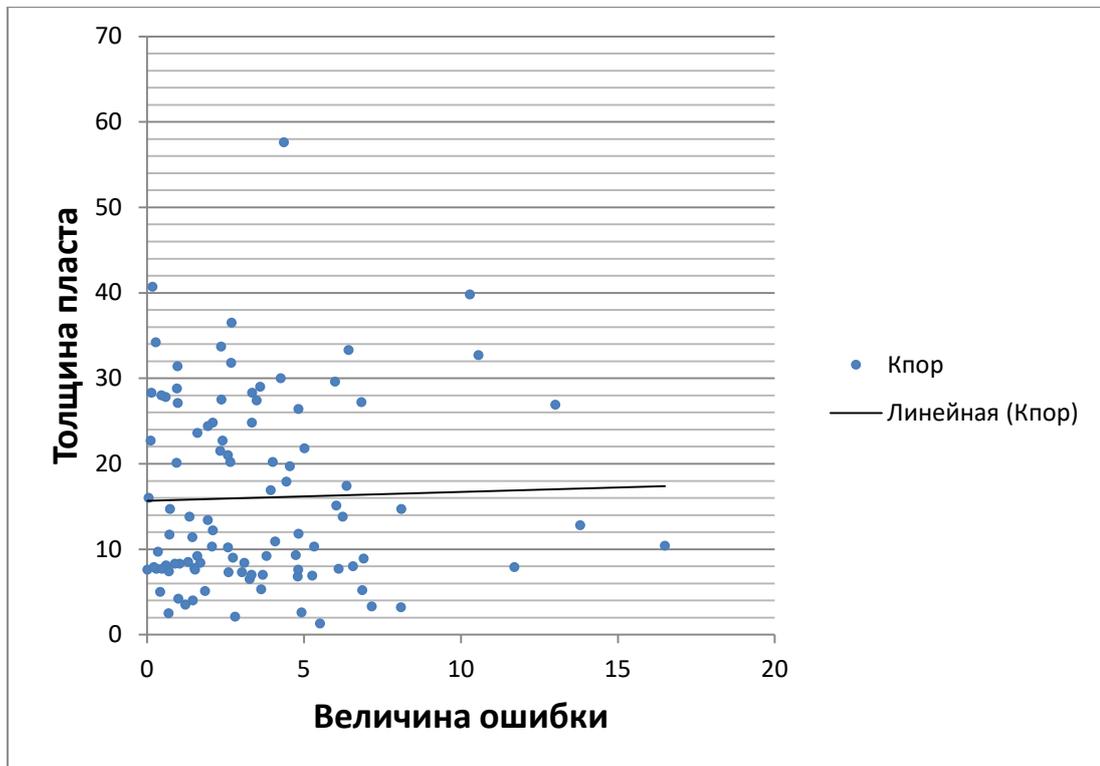


Рис. 6 – График зависимости толщины пласта от величины ошибки прогноза коэффициента пористости

При проведении динамического анализа важную роль играет геологическое и литологическое строения пласта. Таким образом, наилучшими, для целей динамического анализа, пластами являются мощные терригенные пласты с хорошими коллекторскими свойствами, разнящиеся по литологическому строению с породами окружающими пласт. Выделение таких пластов в сейсмическом поле зачастую задача не сложная, они характерны для Западной Сибири. В Самарской области подобных пластов немного и они, зачастую, очень неоднородны по литологическому составу, часто замещаются. Выделить такие пласты в сейсмическом поле гораздо сложнее. Это же касается карбонатных пластов и маломощных пластов любого состава. Карбонатные пласты зачастую обладают большой расчленённостью и располагаются в толще таких же карбонатных пород, с практически идентичными свойствами, что и затрудняет их прогноз.

Экономическая часть

Для Недропользователя

Для подсчета экономического эффекта динамического анализа был выбран пласт Б₂ месторождения. Пересчитаны извлекаемые запасы с учетом бурения новых скважин (табл. 2). При этом стоит отметить, что карта нефтенасыщенных толщин, основанная на динамическом анализе изменилась не сильно (рис. 7). Ошибка прогноза в скв. №95 составила 0,08м, в скв. №93 - 1,95м и в скв. № 92 - 4,49м. Это говорит о том, что анализ хорошо справился со своей ролью. Разница составила 26 тыс. тонн. Разница в прибыли от реализации на внутреннем рынке составит 211,146 млн. рублей (табл.3). Цена нефти на внутреннем рынке принята 14 тыс. руб. за тонну.

Таблица 2 – Результаты подсчета запасов нефти по результатам проведения динамического анализа и после бурения новых скважин

Показатели	Площадь, тыс.м ²	Начальные запасы нефти, тыс.т		Толщина, м	коэффициенты			Плотность нефти, г/см ³	КИН, д.ед.
		Геологические	Извлекаемые		Пористости, д.ед.	Нефтенасыщенности, д.ед.	Пересчетный		
Пласт Б ₂									
До бурения	774	1107	560	8,5	0,210	0,910	0,978	0,9000	0,506
После бурения	774	1159	586	8,9	0,210	0,910	0,978	0,9000	0,506

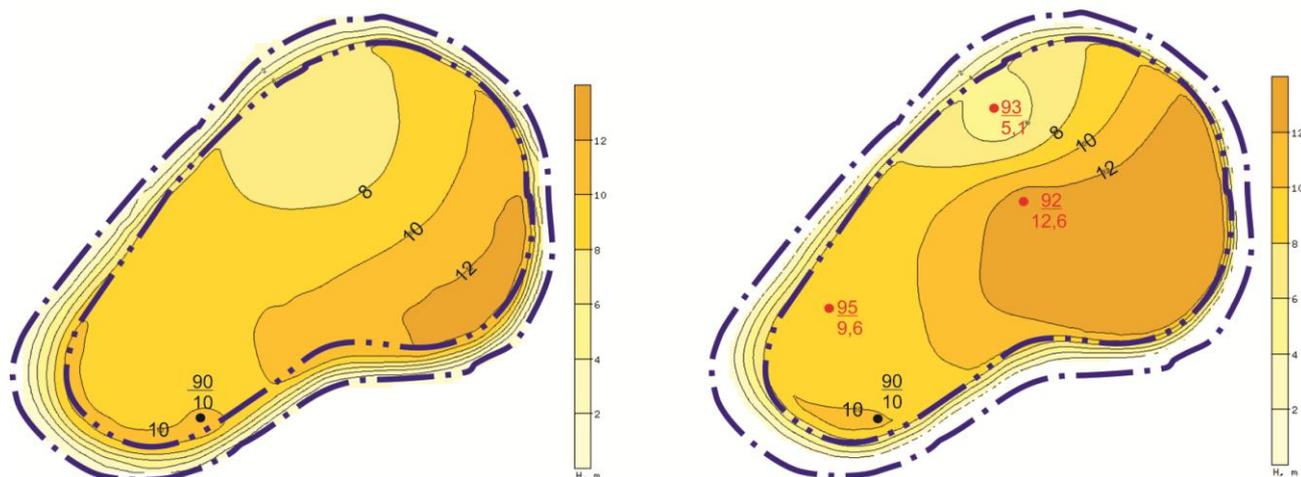


Рис. 7 – Карты нефтенасыщенных толщин до и после бурения новых скважин

Таблица 3 – Расчет дохода от реализации

Статьи	До бурения	После бурения
Выручка	7840000000	8204000000
НДПИ	313040000	327574000
Налог на прибыль	1568000000	1640800000
Прочие налоги	1411200000	1476720000
Чистая прибыль	4547760000	4758906000
Разница	211146000	

Для Подрядчика

Для определения экономической целесообразности проведения динамического анализа проанализированы временные затраты и затраты в денежном эквиваленте, требующиеся на проведение данного вида работ. Так, на месторождении из 105 скважин и 5 продуктивных пластов на интерпретацию сейсмических данных приходится 18%

от всего времени, требующегося на полную изученность месторождения (рис. 8). В денежном эквиваленте на интерпретацию приходится порядка 32% от стоимости работ (рис. 9). На динамический анализ приходится 8% от общего времени, а в денежном эквиваленте – 14% от стоимости работ.

В результате предварительных экономических расчетов рентабельность производства работ по динамическому анализу составит 33% (рис. 10), что говорит о высокой экономической эффективности выбранной деятельности. Данный вид работ требует значительных вложений в программное обеспечение и материалы, однако это вложение потребует лишь один раз. Следовательно, реальная прибыль будет больше 50%. Такая большая прибыль позволяет сделать затраты на программное обеспечение больше, тем самым улучшив качество динамического анализа.

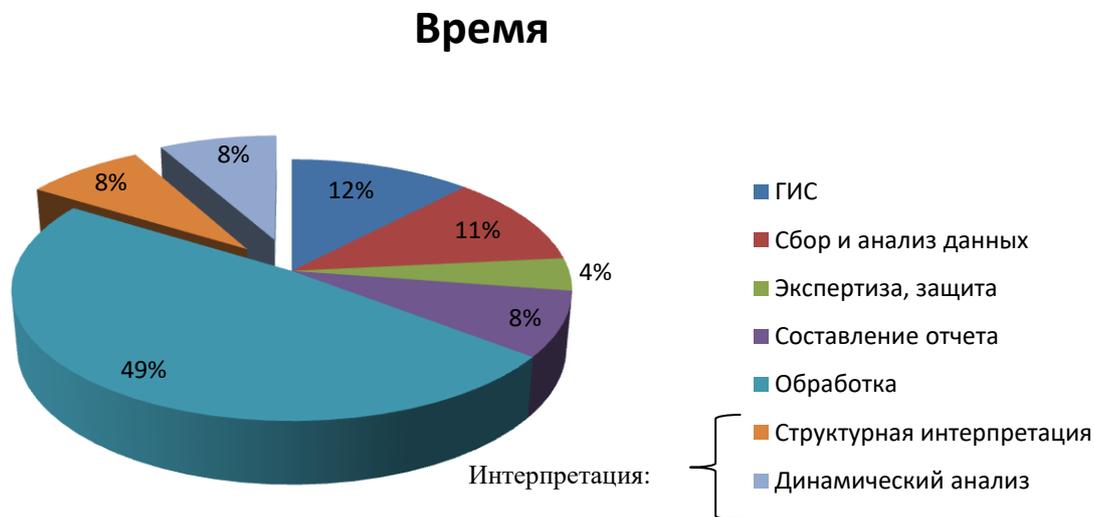


Рис. 8 – Временные затраты по основным этапам

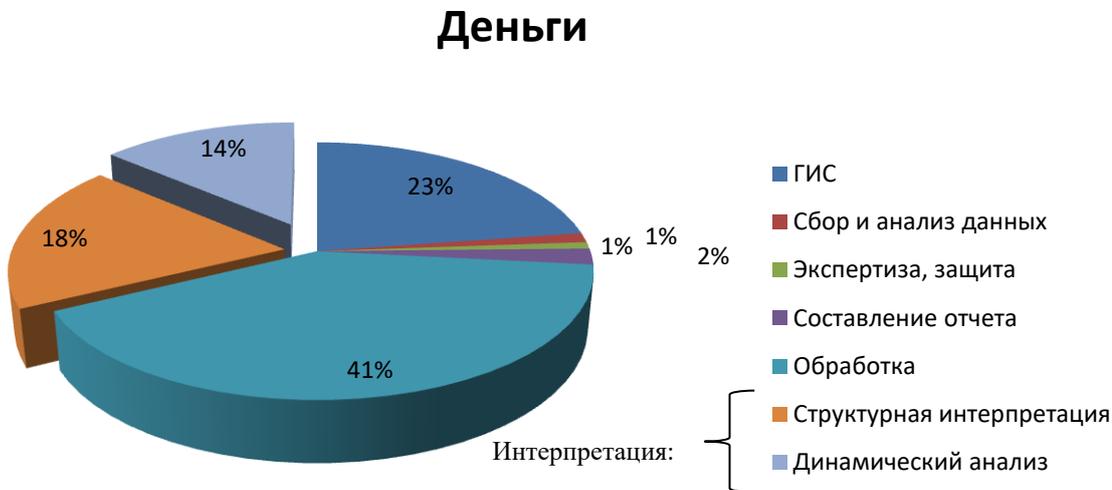


Рис. 9 – Денежные затраты по основным этапам

Распределение затрат

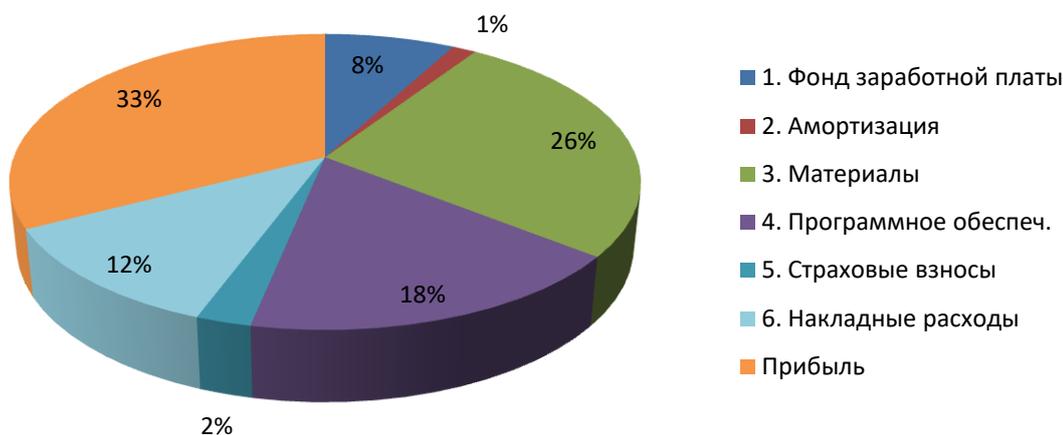


Рис. 10 – Основные затраты на производство работ по динамическому анализу

Заключение

В работе сделана оценка целесообразности проведения динамического анализа в сложных геологических условиях Самарской области. Были проанализированы итоги динамического анализа на восьми лицензионных участках. Для анализа были взяты 52 скважины пробуренные после проведения динамического анализа. Оценены карты эффективных толщин и коэффициентов пористости.

В результате анализа установлено, что величина ошибок прогноза для карбонатных и терригенных пластов несколько различна: в терригенных пластах лучше прогнозируется эффективная толщина, чем в карбонатных пластах, однако в карбонатных пластах лучше прогнозируется коэффициент пористости. После общей оценки установлено, что коэффициент пористости лучше прогнозируется, нежели эффективная толщина. Среди атрибутов наиболее эффективными для прогноза толщин стали фазовые атрибуты.

Анализ динамических исследований на территории Самарской области показал, что большие ошибки прогноза возможны вне зависимости от их строения и толщины. Качество динамического анализа порой зависит не столько от сложной геологии или литологического состава пласта, сколько от качества сейсмического материала. Поэтому перед проведением динамического анализа необходимо удостовериться в том, что сейсмический материал пригоден к проведению динамического анализа. Необходимо также следить за тем, чтобы полученные в результате динамического анализа карты укладывались в геологическую модель, характерную для данной территории, в противном случае хороший коэффициент корреляции может являться простой случайностью.

Список литературы / References

1. Гурвич И.И., Боганик Г.Н. Сейсмическая разведка / И. И. Гурвич, Г. Н. Боганик. – М.: Недра, 1980.– 551 с.
2. Хромова И.Ю. Технология построения цифровой сейсмогеологической модели / И. Ю. Хромова. – М.: МГУ им. Ломоносова, 2007.– 314 с.
3. Шерифф Р.Е. Сейсмическая стратиграфия / Р. Е.Шерифф. – М.: Мир, 1982.– 375 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Gurvich I.I., Boganik G.N. Seismicheskayarazvedka[Seismic prospect] / I.I.Gurvich, G.N.Boganik. – Moscow :Nedra, 1980. – 551 p.[in Russian]
2. Khromova I.Yu.Tekhnologiyapostroyeniya cifrovoyseismogeologicheskoy modeli[Technology of constructing a digital seismogeological model]/ I.Yu. Khromova.– Moscow : MGU named after Lomonosov, 2007.– 314 p.[in Russian]
3. Sheriff R.E. Seismicheskayastratigrafiya[Seismic stratigraphy] / R. E. Sheriff. – Moscow : Mir, 1982. – 375 p.[in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.055>Овинников А.Е.¹, Переверзева С.А.², Бердичевская Т.А.³, Васькова Н.А.⁴, Кобзев А.Г.⁵¹Аспирант, Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ),²ORCID: 0000-0003-1621-0558, кандидат геолого-минералогических наук,

Санкт-Петербургский Государственный Университет (СПбГУ),

³Аспирант, Санкт-Петербургский Государственный Университет (СПбГУ)⁴Инженер I категории, АО «СПб НИИИ «Энергоизыскания»⁵Ведущий инженер, АО «СПб НИИИ «Энергоизыскания»**ОПЫТ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ОПЫТНО-ФИЛЬТРАЦИОННЫХ РАБОТ В ТРЕЩИНОВАТЫХ ПОРОДАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНАЛИТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ И ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ***Аннотация*

Строительство энергетического объекта на севере Египта предусматривает выполнение опытно-фильтрационных (ОФР) работ с целью определения водообильности пород приповерхностных водоносных горизонтов. Это обусловлено необходимостью сооружения дренажных систем для безопасного проведения строительства, а также дальнейшей эксплуатации объекта. Приведены результаты обработки ОФР на основании аналитических решений, указаны преимущества и недостатки выбранной расчетной схемы. Описана необходимость создания численных моделей. Проведено сравнение результатов интерпретации по аналитическим решениям и на основании численного моделирования.

Ключевые слова: гидрогеология, опытно-фильтрационные работы, трещиноватые породы, численное моделирование.

Ovinnikov A.E.¹, Pereverzeva S.A.², Berdichevskaya T.A.³, Vaskova N.A.⁴, Kobzev A.G.⁵¹Postgraduate Student, A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute,²ORCID: 0000-0003-1621-0558, PhD in Geology and Mineralogy, St. Petersburg State University,³Postgraduate Student, St. Petersburg State University⁴Engineer of the 1st category, JSC St Petersburg Research Institute "Energoizyskaniya"⁵Leading Engineer, JSC St Petersburg Research Institute "Energoizyskaniya"**EXPERIENCE OF DATA PROCESSING OF EXPERIMENTAL FILTRATION WORK IN FISSURED GROUND WITH THE USE OF ANALYTICAL SOLUTIONS AND NUMERICAL MODELING***Abstract*

The construction of an energy facility in the north of Egypt involves the implementation of experimental filtration (EFW) works to determine the water availability of rocks of near-surface aquifers. This is due to the need to build drainage systems for safe construction, as well as further operation of the facility. The results of processing the EFW on the basis of analytical solutions are given; the advantages and disadvantages of the chosen calculation scheme are indicated. The necessity to create numerical models is described. Comparison of interpretation results with analytical solutions and numerical simulation is performed.

Keywords: hydrogeology, experimental filtration work, fissured strata, numerical modeling.

Введение

В рамках инженерно-геологических изысканий для строительства энергетического объекта на севере Египта, АО «СПб НИИИ «Энергоизыскания» был выполнен ряд полевых исследований, в том числе опытно-фильтрационные работы (ОФР), включавших в себя проведение одиночных и кустовых опытных откачек [4], [7], [8]. Целью проведения ОФР являлось определение водообильности приповерхностных водоносных горизонтов.

Гидрогеологические условия рассматриваемой территории

На рассматриваемой территории выделяются два гидравлически связанных между собой водоносных горизонта [9], [10]:

- прибрежный водоносный горизонт,
- водоносный горизонт известняков.

Прибрежный водоносный горизонт развит вдоль побережья Средиземного моря и приурочен к четвертичным отложениям, представленными песками и песчаниками. Подземные воды – безнапорные, в основном, солоноватые и соленые за счет проникновения морской воды. Питание подземных вод происходит в основном за счет атмосферных осадков, а также просачивания локальных осадков и морских вод.

Водоносный горизонт известняков распространен в северной и средней частях Западной Пустыни. Водоносный горизонт безнапорный. Водовмещающими породами являются преимущественно известняк-ракушечник разной степени кавернозности и трещиноватости и известняк меловой.

Питание водоносного горизонта происходит, в основном, за счет инфильтрации атмосферных осадков и подтягивания морской воды через хорошо проницаемые верхние известняки.

Анализ результатов ОФР**Аналитическое решение**

Ввиду хорошей гидравлической связи между прибрежным водоносным горизонтом и водоносным горизонтом известняков, интерпретация результатов ОФР осуществлялась по схеме *двухслойного пласта* [6, С. 204], которая подразумевает наличие двух водоносных пластов: верхнего слабопроницаемого и нижнего хорошо проницаемого. На исследуемой территории такими являются песчаник и известняк-ракушечник соответственно.

В рамках выбранной схемы было использовано аналитическое решение Мироненко (1,2) [5, С. 365]:

$$s = \frac{Q}{2\pi T} \left(\ln \frac{R(t)}{r} + \frac{r}{R(t)} - 1 \right), \quad (1)$$

$$R(t) = \sqrt{\frac{12T}{S_y+S} \left\{ t + \frac{m'S_y^2}{k'(S_y+S)} \left[1 - \exp\left(-\frac{(S_y+S)k'}{S_y S m'} t\right) \right] \right\}}, \quad (2)$$

где Q – расход опытной скважины, м³/сут; $R(t)$ – условный радиус влияния, м; r – расстояние от опытной скважины до наблюдательной, м; T – проводимость хорошо проницаемого пласта, м²/сут; S_y – гравитационная водоотдача слабопроницаемого пласта; S – упругая водоотдача хорошо проницаемого пласта; m' – начальная обводненная мощность слабопроницаемого пласта, м; k' – коэффициент фильтрации слабопроницаемого пласта, м/сут.

Решение (1) используется для наблюдательных скважин, находящихся на расстоянии меньше условного радиуса влияния: $r \leq R(t)$.

По данным понижения уровня в основном пласте с помощью уравнения (2) определяются: проводимость и водоотдача основного пласта (T , S), гравитационная водоотдача и коэффициент фильтрации слабопроницаемого слоя (S_y , k').

На основании данных по понижениям в скважинах опытных кустов, было выявлено, что в нескольких центральных скважинах присутствует ярко выраженная зона кальматации. В связи с тем, что выбранная расчетная схема не позволяет учесть эту зону, обработка откачек производилась только по наблюдательным скважинам и центральным скважинам, в которых такая зона отсутствует. Всего было проинтерпретировано 11 одиночных и кустовых откачек. Коэффициенты фильтрации, полученные в результате обработки представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Коэффициенты фильтрации, полученные по результатам обработки откачек

№ опытного куста	Средние значения коэффициентов фильтрации по опытным кустам (k_f), м/сут	
	песчаники	известняки
1	5	137
2	3	138
3	5	118
4	1	132
5	15	300
6	15	135
7	6	279
8	5	145
9	6	104
10	5	64
11	5	145

Преимуществом выбранной схемы обработки является то, что представляется возможным получить значения коэффициентов фильтрации отдельно по слоям песчаников и известняков. Однако, данные бурения гидрогеологических и инженерно-геологических скважин, а также результаты интерпретации геофизических исследований (на основании скорости распространения продольных волн) говорят о том, что в пределах слоев песчаника и известняка-ракушечника присутствуют неоднородности (трещиноватость, кавернозность, выветрелые породы, дресвяные и щебенистые грунты и другие).

Численное моделирование

Создание численной фильтрационной модели откачки позволяет отойти от рамок аналитических решений [1], [2]. В том числе, учесть анизотропию свойств коэффициента фильтрации во всех направлениях и схематизировать условия проведения откачки таким образом, чтобы они были максимально приближены к реальным [3].

С помощью программного комплекса Processing MODFLOW были созданы численные фильтрационные модели опытных кустов. Для каждой отдельной модели плановая схематизация была одинаковой: откачивающая скважина расположена в центре моделируемой области площадью 900 м²; на расстоянии 3,5/7 м по одному/двум лучам располагаются наблюдательные скважины. Размеры блоков – 1м × 1м, количество блоков по вертикали и по горизонтали – 30 штук. В районе центральной и наблюдательных скважин блоки имеют более мелкую разбивку – 0,2м × 0,2м, а на участках между скважинами – 0,5м × 0,5м (рис. 1).

Вверху каждой модели задавалась граница обеспеченного питания. Задание такой границы обуславливается близостью значений уровня моря и уровня подземных вод, а также тем, что депрессионная воронка не доходит до границ моделируемой области. Так как модельные значения понижений оказались очень чувствительными к величинам напоров, которые задаются на границе, временная составляющая была поделена на несколько стресс-периодов, с определенным количеством временных шагов. Это было сделано в первую очередь для того, чтобы при калибровке, модельные понижения соответствовали реальным моментам замеров уровней при проведении ОФР, а также для того, чтобы граница обеспеченного питания являлась динамической, т.е. были учтены реальные суточные колебания уровня моря.

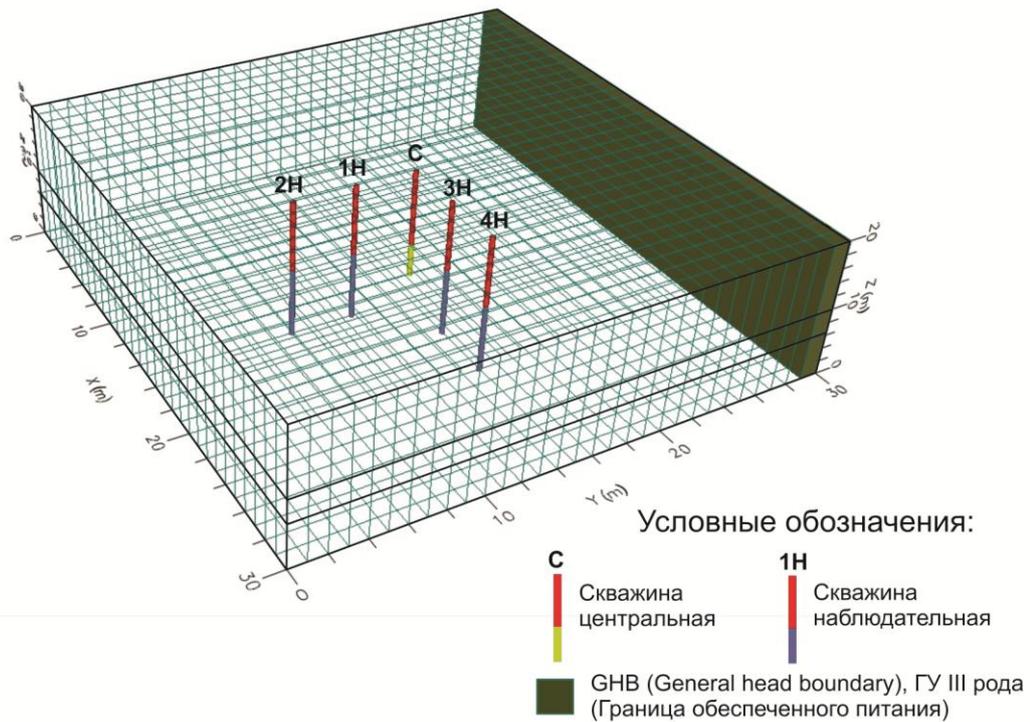


Рис. 1 – Общая схематизация моделей и граничные условия

Профильная разбивка и выделение модельных слоев осуществлялось с учетом неоднородностей, встречающихся в толще известняка-ракушечника (каверны, трещиноватость, дресвяно-щебенистые грунты) (рис. 2).

Каждый выделенный модельный слой принимался однородным в плане и $\chi = \sqrt{k_z/k_x}$ (коэффициент анизотропии) = 1.

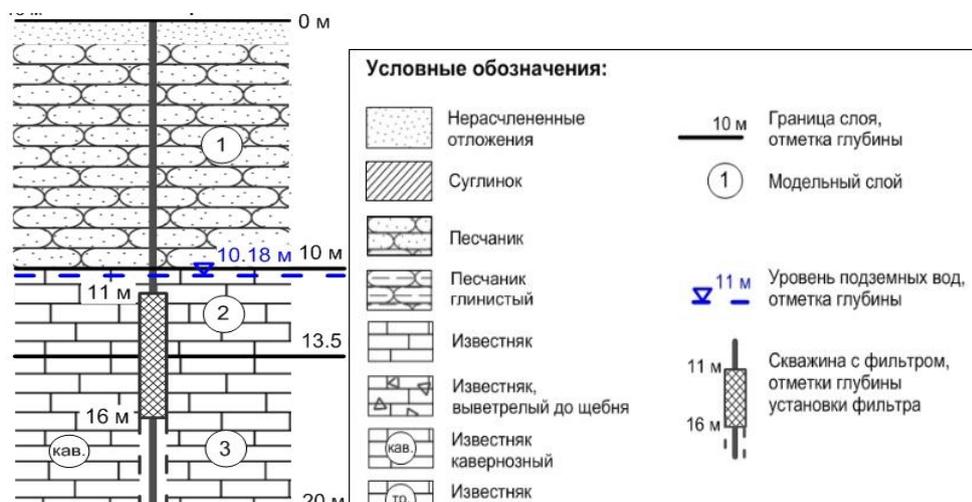


Рис. 2 – Схематизация разреза на примере скважины № 3

Калибровка осуществлялась путем подбора значений коэффициентов фильтрации по отдельно выделенным модельным слоям (табл. 2) таким образом, чтобы фактические и модельные графики понижения во времени по наблюдательным скважинам максимально совпадали друг с другом (рис. 3).

Таблица 2 – Коэффициенты фильтрации по результатам моделирования на примере скважины № 11

№ модельного слоя	Коэффициенты фильтрации (k_f), м/сут	Средний коэффициент фильтрации водовмещающей толщи по модели, м/сут
1	5	210
2	300	
3	450	
4	150	

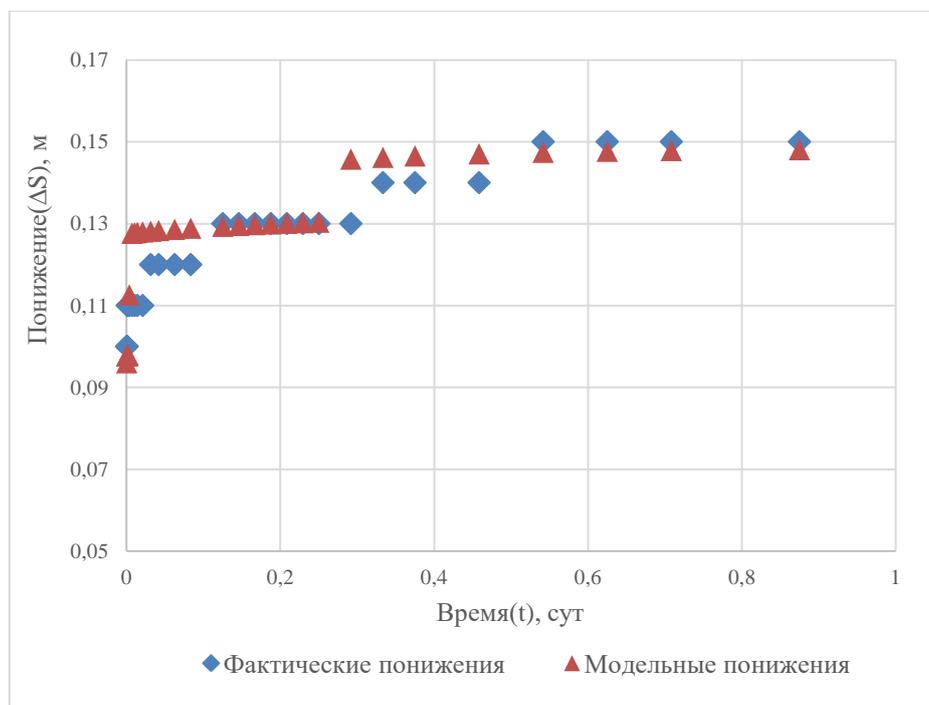


Рис. 3 – График понижения во времени по скважине № 11

Сравнение результатов интерпретации ОФР

Значения коэффициентов фильтрации известняков, получившихся в результате моделирования были сопоставлены со значениями, полученными по результатам обработки откачек с помощью аналитических решений. Из табл. 3 видно, что наибольшая сходимость результатов наблюдается по опытному кусту № 10.

Таблица 3 – Сравнение значений коэффициентов фильтрации

№ опытного куста	Средние значения коэффициентов фильтрации (k_f), м/сут	
	Численное моделирование	Аналитические решения
1	95,0	136,8
2	98,7	138,0
3	162,8	117,6
4	266,7	131,5
5	202,1	300,0
6	87,5	134,7
7	133,2	278,7
8	87,2	144,7
9	185,4	104,4
10	66,7	64,4
11	209,8	145,3

Наименьшая сходимость результатов аналитического решения и численного моделирования наблюдается по кустам № 4 и № 7. Расхождения между модельными и аналитическими значениями коэффициентов фильтрации вероятно связано с тем, что в рамках выбранного аналитического решения, ряд факторов (инфильтрационное питание, активная пористость, граница обеспеченного питания), оказывающих влияние на динамику подземных вод и проницаемость водовмещающих пород, не могут быть учтены.

Выводы: 1. Интерпретация ОФР по схеме двухслойного пласта позволяет определить значения коэффициентов фильтрации отдельно для слоев песчаников и известняков.

2. Моделирование опытных кустовых откачек с помощью численных методов позволило расчленить всю толщу известняков на отдельные слои с различной проницаемостью:

- 1) известняк-ракушечник;
- 2) кавернозный известняк-ракушечник;
- 3) трещиноватый известняк-ракушечник;
- 4) дресвяно-щебенистый грунт известняка-ракушечника.

Коэффициенты фильтрации всей водовмещающей толщи, полученные по результатам численного моделирования, в целом, оказались сопоставимыми со значениями коэффициентов фильтрации, полученными в результате интерпретации ОФР с помощью аналитических решений.

Список литературы / References

1. Гриневский А. В. Оценка параметров геофильтрационного поля в условиях неопределенности. – ТУЛ ГУ. – Науки о земле. – 2016. – выпуск 3.
2. Громов В. Е. Методика обработки данных опытно-фильтрационных работ в слоистых толщах с использованием моделирования и аналитических решений / В.Е. Громов, И.С. Пашковский, Е.Ю. Потапова // Вестник Московского университета. Серия 4, Геология. – 2009. – № 6. – С. 45-51.
3. Манукьян В. А. Оценка проницаемости современных тектонических нарушений (ослабленных зон) в глинах с помощью опытно-фильтрационных работ / В.А. Манукьян, А.А. Анненков, М.Л. Глинский, С.В. Святовец // Разведка и охрана недр – 2015. – №1. – С. 39-45.
4. Мироненко В. А. Теория и методы интерпретации опытно-фильтрационных работ / В.А. Мироненко, В.М. Шестаков // – М.: Недра, 1973.
5. Синдаловский Л. Н. Справочник аналитических решений для интерпретации данных опытно-фильтрационных работ. – СПб: Издательство СПбГУ, 2006. – 768 С.
6. Синдаловский Л. Н. ANSDIMAT программный комплекс для определения параметров водоносных пластов. – СПб: Издательство «Наука», 2011. – 335 С.
7. Шестаков В. М. Динамика подземных вод. – М.: Издательство Московского Университета, 1973. – 327 С.
8. Шестаков В. М. Определение коэффициента фильтрации для анизотропных пластов по данным откачек // Разведка и охрана недр. – 1955. – №6. С. 52-55.
9. Mohamed Bakhbaki Hydrogeological framework of the Nubian Sandstone Aquifer System // Proceedings of the International Workshop Tripoli, Libya, 2-4 June 2002.
10. Mohamed Yousif Hydrogeological investigation of shallow aquifers in an arid data - scarce coastal region (El Daba'a, northwestern Egypt) / Mohamed Yousif, Robert van Geldern, Olaf Bubenzer // Hydrogeology Journal. – 2016. –Vol. 24. – P. 159 –179.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Grinevskij A. V. Ocenka parametrov geofil'tracionnogo polja v uslovijah neopredelennosti [Estimation of parameters of geofiltration field in the face of uncertainty] – TUL GU. – Nauki o zemle [Earth science]. – 2016. - vypusk 3. [in Russian]
2. Gromov V. E. Metodika obrabotki dannyh opytno-fil'tracionnyh rabot v sloistyh tolshhah s ispol'zovaniem modelirovanija i analiticheskikh reshenij [Methodology for data processing of experimental filtration works in layered strata using modeling and analytical solutions] / V.E. Gromov, I.S. Pashkovskij, E.Ju. Potapova // Vestnik Moskovskogo universiteta [Bulletin of Moscow University]. Serija 4, Geologija. – 2009. – № 6. – P. 45-51. [in Russian]
3. Manuk'jan V. A. Ocenka pronicaemosti sovremennyh tektonicheskikh narushenij (oslablennyh zon) v glinah s pomoshh'ju opytno-fil'tracionnyh rabot [Estimation of permeability of modern tectonic disturbances (weakened zones) in clays with the help of experimental filtration works] / V.A. Manuk'jan, A.A. Annenkov, M.L. Glinskij, S.V. Svjatovec // Razvedka i ohrana neдр [Exploration and protection of bowels] – 2015. – №1. – S. 39-45. [in Russian]
4. Mironenko V. A. Teorija i metody interpretacii opytno-fil'tracionnyh rabot [Theory and methods of interpretation of experimental-filtrational works] / V.A. Mironenko, V.M. Shestakov // – M.: Nedra, 1973. [in Russian]
5. Sindalovskij L. N. Spravochnik analiticheskikh reshenij dlja interpretacii dannyh opytno-fil'tracionnyh rabot [Handbook of analytical solutions to interpret the data of experimental-filtrational works] – SPb: Izdatel'stvo SPbGU [Publishing House of SPbGU]. 2006. – 768 P. [in Russian]
6. Sindalovskij L. N. ANSDIMAT programmnyj kompleks dlja opredelenija parametrov vodonosnyh plastov [ANSDIMAT software complex for determining the parameters of aquifers] – SPb: Izdatel'stvo «Nauka», 2011. – P. 204-205. [in Russian]
7. Shestakov V. M. Dinamika podzemnyh vod [Groundwater dynamics] – M.: Izdatel'stvo Moskovskogo Universiteta [Publishing House of Moscow University]. 1973. – 327 P. [in Russian]
8. Shestakov V. M. Opredelenie koeficienta fil'tracii dlja anizotropnyh plastov po dannym otkachek [Determination of filtration coefficient for anisotropic formations by pumping-out data] // Razvedka i ohrana neдр. – 1955. – №6. P. 52-55. [in Russian]
9. Mohamed Bakhbaki Hydrogeological framework of the Nubian Sandstone Aquifer System // Proceedings of the International Workshop Tripoli, Libya, 2-4 June 2002.
10. Mohamed Yousif Hydrogeological investigation of shallow aquifers in an arid data - scarce coastal region (El Daba'a, northwestern Egypt) / Mohamed Yousif, Robert van Geldern, Olaf Bubenzer // Hydrogeology Journal. – 2016. –Vol. 24. – P. 159 –179.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ / AGRICULTURAL SCIENCES

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.053>

Васильев А.Н.

ORCID: 0000-0002-7988-2338, доктор технических наук, профессор,

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ

**МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ АДАПТИВНЫМИ РЕАКЦИЯМИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ
НА ПРИМЕРЕ ЗЕРНОВКИ**

Аннотация

В технологических процессах сельского хозяйства желательно иметь средства контроля и управления, которые оперативно и объективно получают информацию о реакции биологических объектов на внешние воздействия. Одним из этапов решения этой сложной задачи является разработка моделей описывающих процесс реагирования биологического объекта на воздействие. В предлагаемом материале представлена примерная функциональная схема модели биологического объекта (на примере зерновки). Рассматривается алгоритм адаптивного случайного поиска в реакции зерновки на внешнее воздействие.

Ключевые слова: сельское хозяйство, биологический объект, зерно, управление, адаптивная реакция.

Vasilyev A.N.

ORCID: 0000-0002-7988-2338, PhD in Engineering, Professor,

Federal Scientific Agro-engineering Centre

**MODEL OF MANAGEMENT OF ADAPTIVE REACTIONS OF BIOLOGICAL OBJECTS ON THE EXAMPLE
OF GRAIN**

Abstract

It is desirable to have means of control and management in the technological processes of agriculture that promptly and objectively receive information about the response of biological objects to external influences. One of the stages of solving this complex problem is related to the development of models describing the response process of a biological object to the impact. In the proposed material, an exemplary functional diagram of a biological object model (on the example of grain) is presented. An algorithm for adaptive random search in the reaction of grain to an external action is considered.

Keywords: agriculture, biological object, grain, management, adaptive reaction.

Одной из основных особенностей технологических процессов сельскохозяйственного производства является взаимодействие с биологическими объектами. Как правило, целью технологического процесса является получение заданных или изменение в требуемом диапазоне свойств биологического объекта (прирост живой массы, увеличение надоев, яйценоскости, увеличение урожайности, количества и качества клейковины). Эффективность этих процессов зависит от наличия технических средств, позволяющих контролировать состояние биологического объекта по показателям, непосредственно характеризующим требуемые свойства. Также необходимо иметь возможность избирательно управлять этими свойствами.

При работе с сельскохозяйственными животными эта сложная задача решается несколько проще, чем с сельскохозяйственными растениями их семенами и плодами. Так получается в силу того, что имеется возможность более оперативно отслеживать результаты воздействия на животных и вносить корректировку в процесс управления. Ветврачи владеют специальными методиками, позволяющими оперативно отслеживать изменение состояния животного. К сожалению, в производственных условиях отсутствуют технические средства позволяющие решать аналогичные задачи применительно к растениям, их семенам. Поэтому желательно иметь математическую модель биологического объекта, описывающую изменение реакций семян и растений на внешние воздействия. Это в перспективе позволит подбирать те виды воздействия на объект, которые будут приносить больший технологический эффект, прогнозировать поведение объекта

Исследования различных авторов [1],[2] показывают, что существуют общие закономерности организации, развития и взаимодействия не только отдельных биологических объектов, но и всех процессов на земле. Поэтому предлагаемые принципы построения моделей биологических объектов могут быть использованы и для построения моделей сельскохозяйственных биологических объектов и, в частности, для построения моделей зерновки.

Одним из первых кибернетическую модель зерновки предложил М.М. Фомичев [3]. Его модель (рис.1) носит концептуальный характер, отражая общие подходы к построению модели зерновки, как биологического объекта.



Рис. 1 – Кибернетическая модель зерновки [3]

Однако она не может быть использована для математического моделирования процессов в зерновке, поэтому должна быть конкретизирована.

Прежде чем перейти к рассмотрению возможного варианта построения модели остановимся на принципах организации управляющих систем биологических объектов. Одним из основных принципов функционирования биологических систем является иерархичность. Как правило, различными исследователями выделяются три уровня иерархической связи внутри объекта [4] (три контура). Каждый из уровней (контуров) выполняет свои задачи в соответствии с целевой функцией энергетического характера. Каждому уровню соответствует своя оптимальная управляющая система.

Предложено [4] выделять три критерия оптимальности в соответствии, с которыми протекают жизненные процессы в биологической системе: поиск экстремума; поддержание заданного уровня; нахождение в заданном интервале.

Верхний уровень иерархии биологической системы задает условие функционирования для всех нижележащих ярусов. Это условие можно назвать алгоритмом поведения зерновки при различном сочетании климатических и агротехнических условий.

Второй уровень иерархии из множества приемлемых вариантов осуществляет активный поиск наилучшего энергетического состояния системы.

Третий уровень содержит два подуровня. Один из подуровней осуществляет поддержание управляемой величины на заданном значении, т.е. обеспечивает строго определенное поведение объекта в конкретных условиях (неспецифическая реакция организма). Второй подуровень обеспечивает поддержание управляемой величины в заданном диапазоне.

Следует отметить, что каждому иерархическому уровню соответствует свой выходной сигнал (своя управляемая величина). Так на третьем уровне – это концентрация отдельных ферментов. На втором – синтез отдельных белков. На верхнем уровне – производство биологически активных веществ, гормонов.

Взаимосвязь между уровнями осуществляется при помощи прямых и обратных связей. Поэтому для управляющей системы одного уровня характерно наличие нескольких типов входных воздействий и одного типа выходного (управляемой величины).

На одном уровне управления имеется целый комплекс взаимодействующих друг с другом и системами другого уровня элементарных управляющих систем. Каждая элементарная управляющая система отвечает за свой элементарный акт – вырабатывает конкретное регулирующее воздействие в зависимости от сигналов, поступающих на вход. Совокупность элементарных актов одного уровня образует функциональный единый процесс. Соответственно совокупность элементарных управляющих систем одного уровня образует единую управляющую систему функционального процесса. Структурная схема такой системы может иметь следующий вид (рис.2).

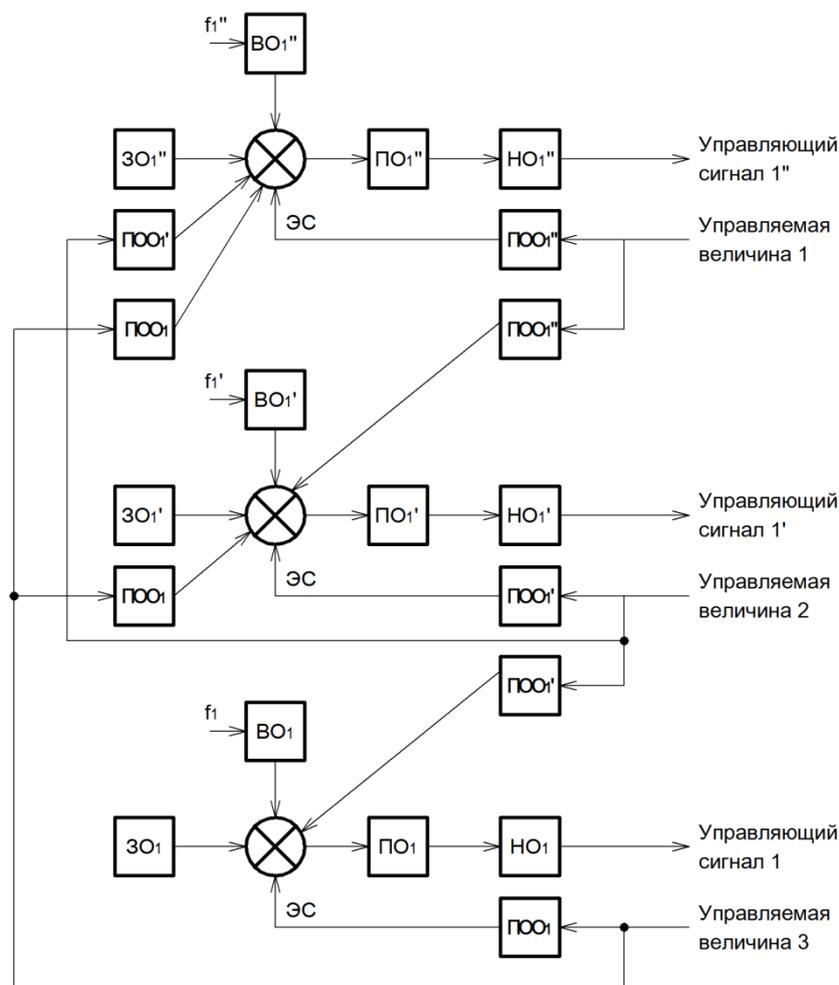


Рис. 2 - Структурная схема совокупности элементарных управляющих систем одного уровня:

$ЗО_1$ – задающий орган. Перепрограммируемый элемент, задающий необходимый уровень управляющего сигнала.

Перепрограммирование осуществляется в зависимости от фазы развития семени или растения, требующего определенного метаболизма; $ПО_1$ – преобразующий орган, позволяющий преобразовать выходной сигнал элемента сравнения ЭС, в сигнал, который воспринимается реагирующим органом $РО_1$; $ИО_1$ – исполнительный механизм, элемент системы вырабатывающий управляющий сигнал, в зависимости от вида и уровня воздействия;

$ПОО_1$ – преобразующий орган обратной связи, преобразует управляемую величину в сигнал «воспринимаемый» элементом сравнения. Через $ПОО$ (без индекса) сигнал обратной связи подается на ЭС параллельных элементарных систем; $ВО_1$ – воспринимающий орган, через который информация о внешнем воздействии поступает в систему;

f_1 – внешнее воздействие

Цифра 1 в индексации говорит о том, что элементарные системы относятся к одному уровню. В индексации между собой они отличаются количеством штрихов.

Следующий принцип, который необходимо учитывать при разработке модели биологического объекта касается соотношения темпов (скоростей) протекания реакций на различных уровнях иерархии. Шимурский А.В. и Кузьмин В.И. [5] получили, что соотношение темпов протекания биологических процессов на различных иерархических уровнях равно числу $e^e = 15,15426$. Это заключение позволяет предположить, что данному соотношению подчиняются и постоянные времени систем управления различных уровней.

Важным положением, требующим отражения в модели, является задание и изменение восприимчивости системы управления к уровню входного сигнала [6]. Установлено, что в зависимости от величины входного сигнала наблюдается разный вид адапционных реакций. Причем, чтобы произошел переход от одного вида реакции к другому, необходимо, чтобы новый сигнал был в 1,1 ... 1,3 раза больше предыдущего [7],[8].

При разработке модели необходимо учитывать, что после получения системой входного сигнала, до появления выходного сигнала проходит время, необходимое для обработки и анализа информации.

Учитывая работы [9], [4] примем в качестве алгоритма функционирования модели зерновки алгоритм адаптивного случайного поиска. В этом случае при внешнем воздействии на зерновку на верхнем иерархическом уровне задаются настройки верхних критериев оптимальности для нижних уровней. Затем происходит определение величин целевых функций по каждому уровню. Их сравнивают с результатами предыдущего шага и заданным значением. В зависимости от результата сравнения принимается решение об изменении настройки величин критериев оптимальности.

Предлагаемая схема модели зерновки, как биологического объекта, может иметь следующий вид (рис.3).

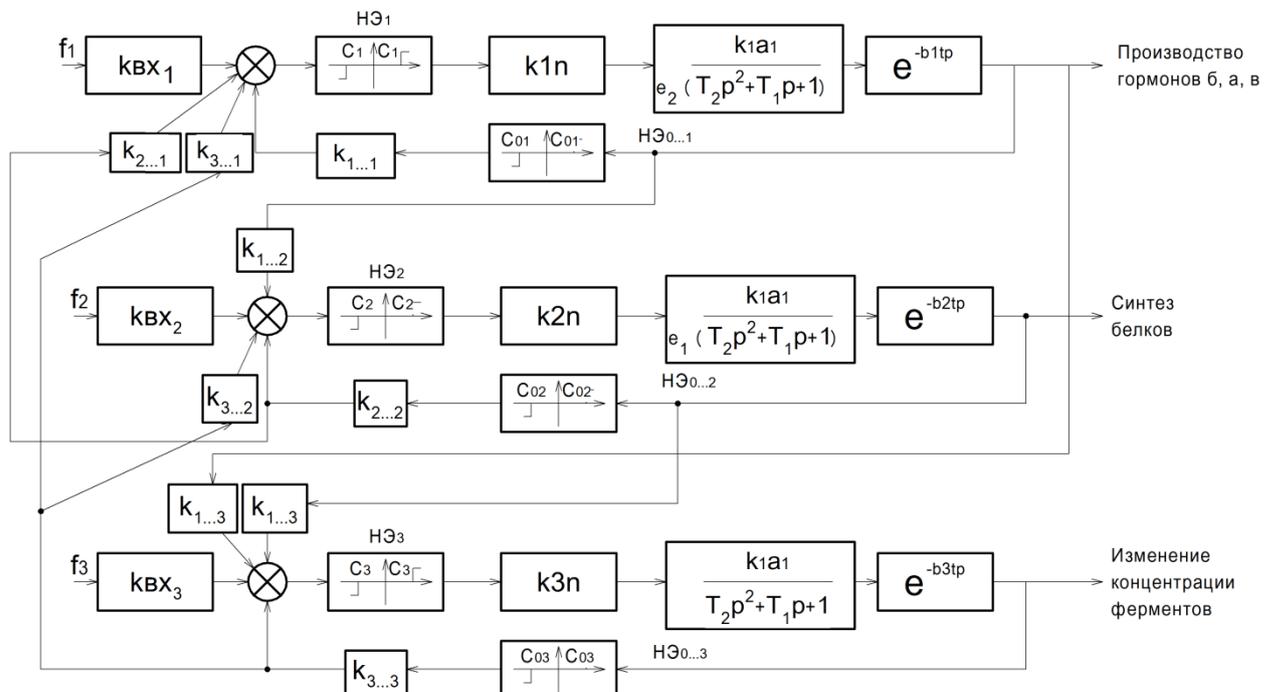


Рис. 3 – Примерная функциональная схема модели биологического объекта:

$K_{вх1}, K_{вх2}, K_{вх3}$ – передаточные функции воспринимающих органов на 1-м, 2-м и 3-м уровнях соответственно;
 $K_{1п}, K_{2п}, K_{3п}$ – передаточные функции преобразователей-усилителей; $K_{1,2}, K_{1,3}, K_{2,1}, K_{2,3}, K_{3,2}, K_{3,1}$ – передаточные функции преобразователей усилителей по каналам обратной связи между системами различных уровней;
 $K_{1,1}, K_{2,2}, K_{3,3}$ – передаточные функции преобразователей-усилителей по каналам внутренних обратных связей;
 $\frac{K_{1a1}}{e_2(T_2p^2 + T_1p + 1)} e^{-b_1\tau_1 p}$ – передаточная функция исполнительного органа и объекта регулирования, элементов

биологической системы непосредственно участвующих в выработке регулирующих сигналов и управляемых величин в зависимости от вида и уровня воздействия; НЭ1 – нелинейный элемент с зоной нечувствительности в канале управления; НЭ_{oc} – нелинейный элемент с зоной нечувствительности в цепи обратной связи

В соответствии оговоренной ранее иерархией структурная схема имеет три уровня управления, каждый из которых выполняет свои функции и работает в соответствии со своим критерием относительности.

Примечательно, что на каждом из уровней одновременно задействованы различные группы единых управляющих систем. Предлагаемая структурная схема является обобщенной. Она отражает только принцип построения управления по уровням. Приведем несколько пояснений по элементам схемы. На каждом уровне входная информация поступает от старших по иерархии управляющих систем, а также и от параллельно функционирующих элементарных управляющих систем и от иерархически младших элементарных управляющих систем сигнал поступает по обратным связям. Материальными носителями такой информации являются входные сигналы, имеющие различную природу: механическую, химическую, физическую [9]. На входы сравнивающих блоков должны поступать сигналы, которые можно сравнивать. Поэтому в модели применяются усилители-преобразователи. Коэффициент усиления по каждому входу не является величиной постоянной. Его значение определяет его «вес». Прохождение сигнала по любому из входов облегчает прохождение сигнала по этому входу, т.е. приводит к увеличению его значимости (увеличению коэффициента усиления).

В отличие от структурной схемы (рис.2) на приведенной функциональной схеме роль элемента сравнения выполняет релейный элемент (НЭ), с зоной нечувствительности С. Величина зоны нечувствительности не остается постоянной, она изменяется в зависимости от: состояния биологической системы на разных фазах развития растения и зерновки; величины входных воздействий, частоты их следования.

Преодоление зоны нечувствительности (порога срабатывания) происходит тогда, когда суммарное воздействие по всем каналам оказывается достаточным для его преодоления или достаточно велик уровень воздействия по одному из каналов.

В передаточной функции, описывающей динамические свойства исполнительного механизма и объекта управления, учтены следующие элементы концепции построения систем управления:

- соотношение времени переходных процессов по уровням иерархии. Это реализуется введением коэффициента e в знаменатель передаточной функции;

- изменение типа адапционной реакции. Это реализуется введением коэффициента a , в числитель передаточной функции. Величина этого коэффициента не остается постоянной, а изменяется в зависимости от величины воздействия.

Чтобы сформировалась реакция на какое-либо воздействие биологической системе необходимо время, которое определяется постоянными b , T_2 , T_1 и временем чистого запаздывания τ . Их величины изменяются в зависимости от уровня в иерархии, уровня адапционной реакции, функционального назначения единичной системы.

Наличие в канале управления системы нелинейного элемента НЭ предполагает возникновение автоколебательных процессов [10]. Одним из элементов их стабилизации являются нелинейные обратные связи. Поэтому в обратную

связь элементарной управляющей системы введено нелинейное звено $НЭ_{0.c}$ с изменяющейся величиной зоны нечувствительности ($C_{0.1}, C_{0.2}, C_{0.3}$).

Предлагаемая структурная схема позволяет:

- оценивать биологический объект – зерновку, как адаптивную, самоорганизующуюся систему;
- разработать алгоритм исследования ответных реакций зерновки на внешние воздействия;
- по имеющимся экспериментальным данным идентифицировать иерархические уровни протекания ответных реакций;
- моделировать поведение зерновки при исследованных внешних воздействиях.

Список литературы / References

1. Ляпунов А.А. Проблемы теоретической и прикладной кибернетики /А.А. Ляпунов. - М.: Наука, 1980. - 335 с.
2. Анохин П.К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем /П.К.Анохин // Принципы системной организации функции:- М.: Наука,1973. - С. 5-61.
3. Фомичев М.М. Кибернетическая модель зерновки / М.М. Фомичев // Вузовская наука – производству: Сб. научно-технич. разработок – М.:МИИСП, 1988.-С.89-91.
4. Гринченко С.И. Феномены оптимизации, адаптации и эволюции в природных системах / С.И. Гринченко // Информационные процессы и системы: Сб. НТИ, сер. 2 – М.: ВИНТИ, 1999.- С.20-30.
5. Жирмунский А.В. Критические уровни в развитии природных систем / А.В. Жирмунский, В.И. Кузьмин: - Л.: Наука, 1990. - 223 с.
6. Гаркави Л.Х. Адаптационные реакции и резистентность организма / Л.Х. Гаркави, Е.Б. Квакина, М.А. Уколова: - Ростов-на-Дону: издательство Ростовского университета, 1990. -223 с/
7. Васильев А.Н., Северинов О.В. Информационно-термодинамический подход к контролю процесса активного вентилирования зерна /А.Н. Васильев, О.В. Северинов / Известия высших учебных заведений. - Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2014. № 6 (181). С. 128-132.
8. Vasiliev A.N., Ospanov A.B., Budnikov D.A. Controlling reactions of biological objects of agricultural production with the use of electrotechnology // International Journal of Pharmacy & Technology/Dec-2016 . Vol. 8. Issue No.4. 26855-26869
9. Федоров В.И. Принципиальная организация управляющих систем организма / В.И. Федоров: <http://www.ict.nsc.ru/ws/Lyap2001/1439> (дата обращения 25.06.2017).
10. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы/ И.В. Мирошник. – СПб.: Питер, 2006. – 272 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Ljapunov A.A. Problemy teoreticheskoy i prikladnoj kibernetiki [Problems of theoretical and applied cybernetics]/A.A. Ljapunov.- М.:Nauka, 1980. – 335 p. [in Russian]
2. Anohin P.K. Principial'nye voprosy obshhej teorii funkcional'-nyh sistem [Principal questions of the general theory of functional systems]/P.K.Anohin // Principy sistemnoj organizacii funkicii [Principles of the system organization of the function]. - М.: Nauka,1973.-P.5-61. [in Russian]
3. Fomichev M.M. Kiberneticheskaja model' zernovki [Cybernetic model of grain]/ M.M. Fomichev // Vuzovskaja nauka – proizvodstvu [University science - production]: Sb. nauchno-tehnich. razrabotok – М.:МИИСП, 1988.-P.89-91. [in Russian]
4. Grinchenko S.I. Fenomeny optimizacii, adaptacii i jevoljucii v prirodnyh sistemah [Phenomena of optimization, adaptation and evolution in natural systems] / S.I. Grinchenko //Informacionnye processy i sistemy [Information Processes and Systems]: Sb. NTI, ser. 2 – М.:VINITI, 1999.- P. 20-30 [in Russian]
5. Zhirmunkij A.V. Kriticheskie urovni v razviii prirodnyh sistem [Critical levels in the development of natural systems]/ A.V. Zhirmunskij, V.I. Kuz'min:- L.: Nauka, 1990. – 223 p. [in Russian]
6. Garkavi L.H. Adaptacionnye reakcii i rezistentnost' organizma [Adaptation reactions and resistance of the body] / L.H. Garkavi, E.B. Kvakina, M.A. Ukolova: - Rostov-na-Donu: izdatel'stvo Rostovskogo universiteta [Publishing house of Rostov University], 1990.- 223 p. [in Russian]
7. Vasiliev A.N., Severinov O.V. Informacionno-termodinamicheskij podhod k kontrolju processa aktivnogo ventilirovanija zerna Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij [Information-thermodynamic approach to controlling the process of active grain ventilation]/ A.N.Vasiliev, O.V.Severinov. - Severo-Kavkazskij region. Serija: Tehnicheskie nauki [News of higher educational institutions. - The North Caucasus region. Series: Engineering science]. 2014. № 6 (181). P. 128-132 [in Russian]
8. Vasiliev A.N., Ospanov A.B., Budnikov D.A. Controlling reactions of biological objects of agricultural production with the use of electrotechnology // International Journal of Pharmacy & Technology/Dec-2016 . Vol. 8. Issue No.4. 26855-26869
9. Fedorov V.I. Principial'naja organizacija upravljajushhih sistem organizma [The principle organization of control systems of the body]/ V.I. Fedorov: <http://www.ict.nsc.ru/ws/Lyap2001/1439> (accessed: 25.06.2017) [in Russian]
10. Miroshnik I.V. Teorija avtomaticheskogo upravlenija. Nelinejnye i optimal'nye sistemy [Theory of automatic control. Nonlinear and optimal systems.]/ I.V. Miroshnik. – СПб.: Piter, 2006. – 272 p. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.100>Высоцкий О.Г.¹, Горбачёв М.В.², Костечко В.В.³, Полушко И.Н.⁴

¹Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности
БГУ им. академика И.Г. Петровского,
^{2,3,4}магистры БГУ им. академика И.Г. Петровского

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ КАРТОФЕЛЕВОДСТВА В БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ*Аннотация*

Проанализировано современное состояние отрасли картофелеводства в регионе. Приведена структура посевных площадей под картофелем в хозяйствах населения, сельскохозяйственных предприятиях и крестьянско-фермерских хозяйствах. Отражены данные по урожайности и валовому сбору картофеля. Рассматривается эффективность инновационных технологий возделывания картофеля с учётом новых адаптивных биологизированных ресурсов и энергосберегающих технологий, а также разнообразия природно-климатических и организационно-экономических условий Брянской области.

Ключевые слова: отрасль, картофелеводство, эффективность, рынок, семеноводство, инновационные технологии, биологизация, экологическая безопасность, урожайность, продукция, переработка.

Vysotskiy O.G.¹, Gorbachev M.V.², Kostechko V.V.³, Polushko I.N.⁴

¹PhD in Agriculture, Associate Professor of the Department of Ecology and Life Safety at Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky,
^{2,3,4}Master Degree Students at Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky

PERSPECTIVES OF THE POTATO INDUSTRY DEVELOPMENT IN BRYANSK REGION*Abstract*

The article analyses the current state of the potato industry in Bryansk region. The structure of cultivated areas under potato farms, agricultural enterprises and peasant farms is presented. The data on yield and gross harvest of potatoes are reflected. The efficiency of innovative potato cultivation technologies is considered taking into account new adaptive biological resources and energy-saving technologies, as well as the diversity of the climatic, organizational and economic conditions of the Bryansk region.

Keywords: industry, potato growing, efficiency, market, seed production, innovative technologies, biologization, ecological safety, productivity, production, processing.

В условиях интеграции России в мировую экономическую и хозяйственную систему актуальной является проблема развития отечественного рынка картофеля и продуктов его переработки, технологий возделывания и повышения конкурентоспособности картофельного хозяйства Российской Федерации.

Брянская область занимает лидирующее положение по производству картофеля в Центральном регионе Российской Федерации. До 1991 года посевные площади картофеля в общественном секторе составляли 98-100 тыс. га, а объёмы производства 1,3 млн. тонн [1, С. 50]. В 2005 году площадь возделывания составила в общественном секторе 46,8 тыс. га, а валовое производство 513,7 тыс. тонн (таблица 1).

Таблица 1 – Посевные площади под картофелем, тыс. га.

Годы	Хозяйства всех категорий	Хозяйства населения	Сельскохозяйственные предприятия	Крестьянские (фермерские) хозяйства
2005	46,8	41,2	2,6	3,0
2006	41,1	35,0	3,0	3,1
2007	41,3	34,0	3,8	3,4
2008	43,2	33,7	5,2	4,2
2009	47,6	33,7	7,6	6,3
2010	50,7	33,2	9,3	8,3
2011	58,9	33,8	12,1	13,0
2012	55,5	32,6	11,2	11,7
2013	56,2	32,2	11,9	12,1
2014	55,9	31,8	12,3	11,7
2015	57,7	32,2	13,3	12,2

Примечание: включая индивидуальных предпринимателей.

В 2015 году площадь посадок картофеля во всех категориях составила 57,7 тыс. га [4, С. 48]. Основными производителями картофеля в области являются личные подсобные хозяйства населения, на которые приходится 32,2 тыс. га посадочной площади (55,8 %), они выращивают 563,4 тыс. тонн клубней (42,5%). Крестьянские (фермерские хозяйства) – 369,7 тыс. тонн (27,9 %), доля сельскохозяйственных предприятий в общей площади посадок картофеля составила 23 %.

Таблица 2 – Урожайность и валовой сбор картофеля

Годы	Хозяйства всех категорий		Хозяйства населения		Сельскохозяйственные предприятия		Крестьянские (фермерские) хозяйства	
	Урожайность, т/га	Валовой сбор тыс. т	Урожайность, т/га	Валовой сбор тыс. т	Урожайность, т/га	Валовой сбор тыс. т	Урожайность, т/га	Валовой сбор тыс. т
2005	11,0	513,7	12,1	422,6	16,1	41,9	16,4	49,2
2006	13,5	551,5	12,6	442,7	18,9	56,7	16,8	52,1
2007	15,5	637,0	13,9	472,9	24,0	93,4	20,7	70,7
2008	16,3	702,3	13,8	464,7	25,2	133,2	24,8	104,4
2009	17,7	836,7	14,4	484,1	27,4	196,7	24,7	155,9
2010	14,6	701,8	12,3	408,4	20,2	145,6	19,0	157,7
2011	20,2	1189,2	15,7	530,7	25,4	284,5	27,4	353,7
2012	18,8	988,8	15,0	489	21,8	244,2	21,6	252,7
2013	19,2	967,1	15,8	507,3	18,8	225,3	19,4	234,5
2014	20,2	1123,4	16,2	515	25,1	308,7	25,6	299,7
2015	22,9	1325,9	17,4	563,4	29,5	392,8	30,3	369,7

Урожайность картофеля, за исключением 2010 года, стабильно повышалась и достигла в 2015 году в сельскохозяйственных организациях - 29,5 т/га, в крестьянских (фермерских) хозяйствах - 30,3 т/га, в хозяйствах населения - 17,4 т/га [4, С. 65]. Это обусловлено более эффективным использованием преимуществ крупно-товарного производства, лучшим использованием материально-технической базы, внедрением инновационных технологий.

При анализе эффективности производства картофеля следует отметить, что даже в сложных экономических условиях отрасль рентабельна. В тоже время существующая традиционная технология возделывания картофеля остается еще высокочрезмерно затратной и сокращение производства во многих экономически слабых хозяйствах области связано с отсутствием средств на выполнение тех или иных элементов этой технологии.

На основе многолетних исследований установлено, что наибольший удельный вес в структуре приходилось на *посадочный материал и удобрения*. В районах, где последовательно осуществляют специализацию хозяйств и концентрацию производства эффективность выращивания картофеля как правило, выше и особенно в тех хозяйствах, где его доля в структуре товарной продукции растениеводства превышает 15%. Здесь урожайность выше на 67,4%, трудоемкость ниже на 33,6%, себестоимость ниже на 31,6%. Поэтому дальнейшее углубление этих процессов в условиях рыночной экономики должно оставаться ведущим направлением повышения эффективности отрасли.

Экономически целесообразно площади, занятые картофелем, довести до 300-350 га на одно подразделение. При этом необходима внутриотраслевая специализация на производстве картофеля продовольственного, семенного и для промышленной переработки.

Технология. На современном этапе развития земледелия технологии возделывания картофеля должны базироваться на активизации и максимальном использовании биологических факторов плодородия почвы и обеспечивать стабильное производство *экологически безопасной продукции*, расширенное воспроизводство плодородия почв, высокий уровень интенсификации без отрицательного влияния на почву и окружающую среду, энергосберегаемость и экономическую эффективность. Поэтому важнейшее народнохозяйственное значение обретает проблема стабилизации плодородия, совершенствование агроэкологической оптимизации новых адаптивных биологизированных ресурсо- и энергосберегающих технологий, разработка и внедрение защиты растения на основе устойчивых сортов, улучшение сортового сертифицированного семеноводства [2, С. 26].

Целесообразно шире использовать приемы биологической мелиорации почв (сидеральные, поукостные, пожнивные посевы и измельченную солому в качестве дополнительных альтернативных источников органического вещества). По нашим данным пожнивные посевы накапливают большую массу сидератов (т/га): редька масличная 6-12, рапс – 12-18).

В ТНВ «Красный Октябрь» Стародубского района при выращивании сорта Луговской получили урожай (т/га):

при внесении минеральных удобрений ($N_{60} P_{60} K_{180}$ – фон) – 24,1; с добавлением к фону навоза в количестве на 1 га: 60т.-31,5, 90т.-36,6, а при внесении в почву дополнительно сидерата (озимый рапс) и соломы урожай увеличился соответственно на 3,3 и 5,0 т/га. Следовательно, сидераты в сочетании с соломой по своему действию эквивалентны 30 тонн навоза на га.

Необходимо отметить, что ни одну из применяемых технологий даже самую эффективную нельзя механически переносить в другой регион. Ее необходимо адаптировать к почвенно-климатическим условиям зоны.

В основе технологии возделывания сельскохозяйственных культур должны лежать следующие системообразующие факторы: уровень производства, зональный характер, организационные, экономические и социальные факторы, уровень технического прогресса. В исследованиях должен быть применен системный метод, по которому технологии рассматриваются как сложные динамические системы, включающие целые комплексы агротехнических, биологических, химических и других средств. При этом изучаются различные технологические системы возделывания картофеля в севообороте, их совокупное действие и взаимодействие, а не разрозненные варианты технологий.

Семеноводство. Одно из важнейших условий повышения эффективности отрасли картофелеводства – налаживание первичного и элитного семеноводства, получение исходного оздоровленного материала.

Чтобы производить суперэлиту картофеля требуемого качества, нужно соблюдать весь комплекс обязательных агротехнических и защитных мероприятий, начиная с оздоровления методом апикальной меристемы, получение базисного семенного картофеля и размножения полученных семян слабоустойчивых и вирусочувствительных сортов в товарных хозяйствах до третьей, более вирусоустойчивых – до четвертой – пятой репродукции.

По данным В.Н. Свист на современном уровне оздоровления растений картофеля от вирусной, виroidной и другой инфекции следует применять клоновый отбор, способствующий повышению как общей, так и семенной продуктивности растений [3, С. 30].

Новая схема семеноводства картофеля на оздоровительной основе - кратчайший путь обеспечения хозяйств области высококачественными семенами.

Таким образом, важнейшим направлением эффективного функционирования отрасли картофелеводства в условиях рыночной конкуренции остается совершенствование организационно - экономических взаимоотношений партнеров по кооперации, ориентированных на высокие конечные показатели.

Обеспечить высокий уровень организации выполнения технологических процессов. Эта задача предполагает внедрение инновационных технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции; обновление основных производственных фондов в АПК; увеличения объемов инвестиций; повышения уровня механизации технологических процессов.

Наиболее актуальными задачами на ближайший период следует считать:

- восстановление производства до необходимых объемов с учетом потребностей рынка;
- создание предприятий с полным производственным циклом, включающим в себя предприятия не только по переработке, но и по производству специальных сортов картофеля, выращиваемых для данного перерабатывающего предприятия;
- осуществить поэтапный перевод картофелеводческих сельхозпредприятий и крупных фермерских хозяйств на использование современных технологий с максимальным использованием альтернативных источников органического вещества (сидераты, солома и т.д.);
- повышение качества продукции за счет внедрения достижений отечественного и мирового научно-технического прогресса на всех стадиях продвижения товара к потребителю;
- поддерживать сеть базовых элитхозов по круглогодичному выращиванию оздоровленного исходного материала для элитного семеноводства картофеля на основе современных биотехнологических методов и технологического оборудования новых поколений;
- максимизация прибыли от производства и реализации продукции и оказания услуг частному сектору по обеспечению высококачественным (сертифицированным) посадочным материалом высоких репродукций лучших сортов, в организации сервисного обслуживания владельцев личных подсобных и фермерских хозяйств, выращивающих картофель.

Только комплексный подход позволит обеспечить эффективное развитие отрасли картофелеводства Брянской области, достижение финансового благополучия интегрированными формированиями взаимосвязанных направлений.

Список литературы / References

1. Косьянчук В. П., Высоцкий О.Г. Модель системного управления процессом внедрения инновационных экологических и ресурсосберегающих технологий в картофелепродуктовом подкомплексе АПК Брянской области. Монография. / Косьянчук В. П., Высоцкий О.Г. // – Брянск: Ладомир, 2014. - 102 с.
2. Косьянчук, В. П., Высоцкий, О.Г. Актуальные проблемы инновационного развития картофелепродуктового подкомплекса АПК Брянской области. / Косьянчук В. П., Высоцкий О.Г. // Журнал «Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий». - 2012. - № 11. - С. 25-28.
3. Свист В.Н. Агроэкологические, организационные и технологические основы семеноводства картофеля на юго-западе Нечерноземной зоны: автореферат диссертации д. с-х. н. 06.01.05 / Свист В.Н. - Брянск, 2009. – 47 с.
4. Сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс] // М: Росстат - 2005-2015. – URL: <http://gks.ru>.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Kosjanchuk V. P., Vysockij O.G. Model sistemnogo upravlenija processom vnedrenija innovacionnyh jekologicheskij i resursosberegajushhij tehnologij v kartofeleproduktovom podkomplekse APK Brjanskoj oblasti Monografija. [Model of the system management of the process of introduction of innovative ecological and resource-saving technologies in the potato-

producing subcomplex of the agro-industrial complex of the Bryansk region/ Kosjanchuk V. P., Vysockij O.G. - Brjansk izdatel'stvo ООО «Ladomir», 2014. - 102 p. [in Russian]

2. Kosjanchuk, V. P., Vysockij, O.G. Aktualnye problemy innovacionnogo razvitiya kartofeleproduktovogo podkompleksa APK Brjanskoj oblasti. [Actual problems of innovative development of the potato-producing subcomplex of the agro-industrial complex of the Bryansk region] / Kosjanchuk, V. P., Vysockij, O.G. //Zhurnal «Jekonomika sel'skohozjajstvennyh i pererabatyvajushhijh predpriyatij» [Journal of Economics of Agricultural and Processing Enterprises]. - 2012. - № 11. - P. 25-28. [in Russian]

3. Svist V.N. Agrojekologicheskie, organizacionnye i tehnologicheskie osnovy semenovodstva kartofelja na jugo-zapade Nechernozemnoj zony. [Agrojekologicheskie, organizacionnye i tehnologicheskie osnovy semenovodstva kartofelja na jugo-zapade Nechernozemnoj zony]: authors abstract. Dissertation of PhD in Agriculture: 06.01.05 / Svist V.N. - Brjansk, 2009. - 47 p. [in Russian]

4. Sajt Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki [Website of the Federal State Statistics Service] [Electronic resource]. M: Rosstat. — 2005-2015. — URL: <http://gks.ru>. [in Russian].

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.006>

Зинковская Т.С.¹, Зинковский В.Н.², Сорокина В.А.³, Шапаронян Л.А.⁴

¹ORCID: 0000-0003-3546-9637, Кандидат сельскохозяйственных наук, ²Кандидат сельскохозяйственных наук, ³Младший научный сотрудник, ⁴Младший научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт, мелиорированных земель» ФГБНУ ВНИИМЗ), Россия, г.Тверь

ПРИМЕНЕНИЕ АЗОТОВИТА И КОМПОСТА МНОГОЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПОД КАРТОФЕЛЬ ПРИ ДВУСТОРОННЕМ РЕГУЛИРОВАНИИ ВОДНОГО РЕЖИМА ПОЧВЫ

Аннотация

В статье приводятся результаты исследований, связанные с определением влияния биомелиоранта КМН (компоста многоцелевого назначения) и микробиологического препарата азотовит на продуктивность картофеля при регулировании водно-воздушного режима дерново-подзолистой почвы. Исследования показали, что дополнительное орошение в засушливые периоды вегетации существенно повышает удобрительный потенциал компоста многоцелевого назначения и биопрепарата азотовит, увеличивая продуктивность картофеля.

На фоне внесения КМН 15 т/га на осушаемой почве обработка клубней азотовитом позволила получить прибавку 54 г/куст (10,5%) при урожайности 965 г/куст. При орошении такая обработка обеспечила прибавку 198 г/куст (17,0%) при урожайности 1362 г/куст.

На вариантах с внесением КМН образуется большее количество клубней в кусте. Наиболее высокий средний вес клубней (80,5 и 93,1 г) отмечен при поливах на варианте КМН + клубни с азотовитом.

В опыте наибольшее содержание минерального азота отмечено в варианте при внесении 15 т/га КМН (компост многоцелевого назначения) и обработке клубней картофеля биопрепаратом азотовит. Оно составило 3,58 мг/100 г почвы относительно варианта с КМН 2,43 мг и 1,83 мг/100 г на контроле без удобрений.

Ключевые слова: картофель, компост многоцелевого назначения, азотовит.

Zinkovskaya T.S.¹, Zinkovsky V.N.², Sorokina V.A.³, Shahparonyan L.A.⁴

¹ORCID: 0000-0003-3546-9637, PhD in Agriculture, ²PhD in Agriculture, ³Young research fellow, ⁴Young research fellow,

Federal State Budget Scientific Institution All-Russian Scientific Research Institute of Reclaimed Lands, Russia, Tver
**APPLICATION OF AZOTOVIT AND COMPOSTS FOR MULTI-PURPOSE FUNCTION UNDER POTATOES
 IN CASE OF BILATERAL
 REGULATION OF WATER SOIL REGIME**

Abstract

The article presents the results of studies related to the determination of the effect of CMU (compost for multi-purpose use) biomeliorant and the microbiological drug azotovit on potato productivity in case of regulating the water-air regime of sod-podzolic soil. Studies have shown that additional irrigation during the arid periods of vegetation significantly increases the fertilizing potential of the compost for multi-purpose and biologic drug azotovit, increasing the productivity of potatoes.

Against the background of application of CMU (15 tons per hectare) on the dried soil, treatment of tubers with azotovit allowed to receive an increase of 54 g / bush (10.5%) at a yield of 965 g / bush. With irrigation, this treatment provided an increase of 198 g / bush (17.0%) with a yield of 1362 g / bush.

In the variants with the introduction of CMU, a larger number of tubers are formed in the bush. The highest average weight of tubers (80.5 and 93.1 g) was observed in watering on the variant CMU + tubers with azotovit.

In the experiment, the largest content of mineral nitrogen was noted in the version with the application of 15 t/ha of CMU and the treatment of potato tubers with the azotovit biodrug. It was 3.58 mg / 100 g of soil in comparison with the variant with 2.43 mg and 1.83 mg of CMU per 100 g in the control without fertilizers.

Keywords: potatoes, compost for multi-purpose use, azotovit.

Одним из решающих факторов при биологической интенсификации земледелия является использование как традиционных органических удобрений, так удобрений нового поколения и биопрепаратов. К новому поколению удобрений относится компост многоцелевого назначения, технология производства которого разработана во ВНИИМЗ под руководством академика РАН Ковалева Н.Г. Помимо удобрительной ценности он характеризуется

высокой микробиологической активностью. К примеру, в процессе ферментации исходной смеси, состоящей из навоза КРС (26%), птичьего помёта (36%) и торфа (38%) содержание аммонифицирующих микроорганизмов в конечном продукте (КМН) возрастает в 19 раз [10, С. 50].

Как известно, биологическое направление в России связано с ранними работами классиков агрономической науки: В.В. Докучаева [1, С. 643], В.Р. Вильямса [2, С. 350], [3, С. 495], В.Н. Сукачёва [4, С. 543], Д.Н. Прянишникова [5, С. 180-185] и др. В настоящее время эти вопросы находят отражение в трудах В.Г. Минеева [6, С. 414], А.М. Лыкова [7, С. 27-32], И.А. Крупенникова, Б.П. Боинчана [8, С. 30-32], В.Г. Лошакова [9, С. 148-159] и т.д.

При этом направлении только оптимальное сочетание всех факторов современного земледелия позволит реализовать потенциал продуктивности растений с сохранением и повышением почвенного плодородия.

Цель исследований – определить влияние микробиологического препарата азотовит и компоста многоцелевого назначения (КМН – биомелиорант нового поколения) на урожайность картофеля сорта Рябинушка при осушении и орошении дерново-подзолистой почвы.

Материалы и методы

Для выявления влияния КМН и биопрепарата азотовит на продуктивность картофеля в условиях различного водно-воздушного режима проведён полевой эксперимент на осушаемой почве и при двустороннем регулировании водного режима. Азотовит вносили в смеси с КМН, в чистом виде и обрабатывали клубни.

Азотовит – микробиологический препарат на основе штамма *Azotobacter chroococcum*. Механизм действия заключается в свободноживущих азотфиксирующих бактериях, которые усваивают молекулярный азот из атмосферы и переводят его в форму, доступную для растений. Препарат обладает стимулирующим действием за счёт образования биологически активных веществ и проявляет антагонистическую активность по отношению к возбудителям бактериальных болезней культур.

Опыт проводился на двух фонах: а). Осушение; б). Осушение + орошение, с вариантами:

1. Контроль без удобрений
2. КМН 15 т/га
3. Биопрепарат Азотовит (в почву)
4. КМН 15 т/га в смеси с биопрепаратом
5. Обработанные биопрепаратом клубни картофеля
6. КМН 15 т/га + обработанные биопрепаратом клубни картофеля

Результаты и обсуждение

Как показали наши исследования, дополнительное орошение в засушливые периоды вегетации существенно повышает действие органических удобрений, что в конечном итоге, отражается на показателях плодородия и продуктивности осушаемых дерново-подзолистых почв.

В ходе экспериментальных исследований выявлено, что за счет орошения, создающего благоприятные условия не только для возделываемой культуры, но и для жизнедеятельности полезной почвенной микрофлоры, удобрительный потенциал разработанного в институте компоста многоцелевого назначения (КМН) на осушаемой дерново-подзолистой почве повышался на 21,0-24,5%.

В данном опыте полив орошаемых вариантов производился при снижении влажности почвы в слое 0-40 см до 70-75% от ППВ. За вегетационный период 2016 года было проведено 3 полива нормами от 340 до 500 м³/га.

Что касается продуктивности картофеля, то на изучаемых фонах увлажнения без внесения компоста многоцелевого назначения обработка клубней азотовитом не дала достоверной прибавки урожая (таблица 1).

Таблица 1 – Урожай картофеля при разных способах применения азотовита

Варианты опыта	Средний урожай, г/куст	Прибавка к контролю		Клубней в кусте, шт.	Средний вес клубня*, г	% товарных клубней
		г/куст	%			
Осушаемая почва						
Контроль без удобрений (К)	516	-	-	8,8	54,6/64,6	86,2
Азотовит в почву	575	59	11,4	9,3	53,0/71,7	86,6
Клубни с азотовитом	524	8	1,6	8,5	61,4/75,7	93,1
КМН 15 т/га	911	395	76,5	11,7	78,0/85,0	96,0
КМН в смеси с азотовитом	908	392	76,0	15,0	73,3/83,3	91,1
КМН + клубни с азотовитом	965	449	87,0	14,0	68,8/81,9	93,3
НСР ₀₅	41,3					
Осушаемая почва + орошение при 70% от ППВ						
Контроль без удобрений (К)	613	-	-	9,7	63,5/78,3	90,9
Азотовит в почву	728	115	18,8	12,0	60,7/79,5	91,1
Клубни с азотовитом	634	21	3,4	11,3	56,7/71,3	89,8
КМН 15 т/га	1164	551	89,9	16,2	69,0/84,5	91,5
КМН в смеси с азотовитом	1185	572	93,3	15,8	76,3/87,5	95,7
КМН + клубни с азотовитом	1362	749	122,2	18,0	80,5/93,1	92,8
НСР ₀₅	45,4					

Примечание: * - числитель – средний вес из всех клубней, знаменатель – средний вес товарных клубней.

В то же время, отмечено усиление работы азотобактера на орошаемом фоне. Так, при оптимальном водно-воздушном режиме (фон осушение + орошение при 70 % ППВ) получен урожай картофеля 634 г/куст (клубни, обработанные азотовитом), а без полива – 524 г/куст.

На фоне внесения КМН 15 т/га на осушаемой почве обработка клубней азотовитом позволила получить прибавку 54 г/куст или 10,5% при урожайности 965 г/куст. При орошении такая обработка обеспечила прибавку 198 г/куст или 17,0% при урожайности 1362 г/куст.

На вариантах с внесением КМН образуется большее количество клубней в кусте. Наиболее высокий средний вес клубней (80,5 и 93,1 г) отмечен при поливах на варианте КМН + клубни с азотовитом.

Применение органических удобрений нового поколения (на примере компоста многоцелевого назначения), использование микробных препаратов, к которым относится азотовит, позволяет улучшить азотное питание возделываемых культур на осушаемой дерново-подзолистой почве.

Исследования выявили различное накопление минерального азота по вариантам. Самое большое содержание минерального азота наблюдалось к уборке на поливных вариантах с азотовитом на фоне КМН. Здесь непосредственно были обработаны биопрепаратом клубни картофеля. Минеральный азот составил 3,58 мг/100 г почвы. На поливных вариантах с КМН, но без препарата содержание было 2,43 мг/100 г и на контроле без удобрений (абсолютный контроль) 83 мг/100 г почвы.

Непосредственное внесение азотовита в почву без КМН составило 2,05 мг/100 г при поливе и 1,85 мг/100 г без полива. При смешивании азотовита с КМН на поливных вариантах отмечалось увеличение азота в почве относительно неполивных вариантов – 2,85 (КМН в смеси с азотовитом при поливе) и 1,78 мг/100 г (КМН в смеси с азотовитом без полива).

Выводы. В ходе эксперимента выявлено, что двустороннее регулирование водно-воздушного режима дерново-подзолистой почвы повышает удобрительный потенциал компоста многоцелевого назначения и биопрепарата азотовит, увеличивая продуктивность картофеля. На фоне внесения КМН 15 т/га при орошении обработка клубней азотовитом обеспечила прибавку 198 г/куст или 17,0% при урожайности 1362 г/куст. На осушаемой почве при обработке клубней азотовитом на фоне КМН получена прибавка 54 г/куст или 10,5% при урожайности 965 г/куст.

В опыте наибольшее содержание минерального азота отмечено в варианте при внесении 15 т/га КМН и обработке клубней картофеля биопрепаратом азотовит до 3,58 мг/100 г почвы (против 2,43 мг на варианте с КМН и 1,83 мг/100 г на контроле без удобрений).

Список литературы / References

1. Докучаев В.В. Избранные труды /В.В. Докучаев. – М.: Изд-во АН СССР, 1949. – 643 с.
2. Вильямс В.Р. Почвоведение /В.Р. Вильямс. – М.: Сельхозиздат, 1939. – 350с.
3. Вильямс В.Р. Травопольная система земледелия: избранные труды /В.Р. Вильямс. – М.: Гос. изд. с-х лит., 1949. – 495 с.
4. Сукачѳ В.Н. Проблемы фитоценологии. Т. 3. /В.Н. Сукачѳ. – Л.: Наука, 1975. – 543 с.
5. Прянишников Д.Н. Поднятие урожая и роль азота в земледелии. Избранные соч., т. 2 /Д.Н. Прянишников. – М.: Колос, 1965. – С. 180-185.
6. Минеев В.Г. Биологическое земледелие и минеральные удобрения /В.Г. Минеев, Б. Дебрецени, Т. Мазур. – М.: Колос, 1993. – 414 с.
7. Лыков А.М. Введение в биогеоценотическое (адаптивно-биосферное) земледелие /А.М. Лыков //Плодородие, 2006, № 1. – С. 27-32.
8. Крупенников И.А. Преимущества и трудности реализации биогеоценотического земледелия /И.А. Крупенников, Б.П. Боинчан //Плодородие, 2007, № 3. – С. 30-32.
9. Лошаков В.Г. Севооборот и другие биологические факторы воспроизводства плодородия почвы /В.Г. Лошаков //Сб. Системы использования органических удобрений и возобновляемых ресурсов в ландшафтном земледелии. Т. 1. – «Агронаучсервис» РАСХН. – Владимир, 2013. – С. 148-159.
10. Ковалѳ Н.Г. Технология производства и применения высокоэффективных биомелиорантов /Н.Г. Ковалѳ, В.Н. Зинковский, И.Н. Барановский, Т.С. Зинковская. – Тверь: Тверской печатник. – 2010. – 50 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Dokuchaev V.V. Izbrannye trudy [Selected Works] / V.V. Dokuchaev. – М.: Izd-vo AN SSSR, 1949. – 643 p. [in Russian]
2. Vil'jams V.R. Pochvovedenie [Pedology] / V.R. Vil'jams. – М.: Sel'hozizdat, 1939. – 350 p. [in Russian]
3. Vil'jams V.R. Travopol'naja sistema zemledelija: izbrannye trudy [Grassland system: Selected Works] /V.R. Vil'jams. – М.: Gos. izd. s-h lit., 1949. – 495 p. [in Russian]
4. Sukachjov V.N. Problemy fitocenologii. T. 3. [Problems of phytocenology. T. 3.] /V.N. Sukachjov. – L.: Nauka, 1975. – 543 p. [in Russian]
5. Prjanishnikov D.N. Podnjatie urozhav i rol' azota v zemledelii [Raising yields and the role of nitrogen in agriculture. Selected Op., Vol. 2] / D.N. Prjanishnikov. – М.: Kolos, 1965. – P. 180-185. [in Russian]
6. Mineev V.G. Biologicheskoe zemledelie i mineral'nye udobrenija [Biological agriculture and mineral fertilizers] / V.G. Mineev, B. Debreceni, T. Mazur. – М.: Kolos, 1993. – 414 p. [in Russian]
7. Lykov A.M. Vvedenie v biogeocenoticheskoe (adaptivno-biosfernoe) zemledelie [Introduction to biogeocenotic (adaptive-biospheric) agriculture] / A.M. Lykov // Plodorodie [Fertility]. – 2006. – № 1. – P. 27-32. [in Russian]
8. Krupennikov I.A. Preimushhestva i trudnosti realizacii biogeocenoticheskogo zemledelija [Advantages and difficulties of realization of biogeocenotic farming] / I.A.Krupennikov, B.P. Boinchan // Plodorodie [Fertility]. – 2007. – №3. – P. 30-32. [in Russian]
9. Loshakov V.G. Sevooborot i drugie biologicheskie faktory vosproizvodstva plodorodija pochvy [Crop rotation and other biological factors of reproduction of soil fertility] /V.G. Loshakov // Sbornik. Sistemy ispol'zovanija organicheskikh

udobrenij i vobnovljaemyh resursov v landshaftnom zemledelii. T.1 –«Agronauchservis» RASHN. – Vladimir, 2013. – P. 148-159. [in Russian]

10. Koval'jov N.G. Tehnologija proizvodstva i primenenija vysokojeffektivnyh biomeliorantov [Technology of production and application of highly effective biomeliorants] / N.G. Koval'jov, V.N. Zinkovskij, T.S. Zinkovskaja and others. – Tver': Tverskoj pechatnik. – 2010. – 50 p. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.033>

Киприянов Ф.А.

ORCID: 0000-0001-5974-4934, кандидат технических наук

ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА им. Н.В.Верещагина,

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Аннотация

В статье рассмотрена проблема и приведены основные способы повышения эффективности сельскохозяйственного производства, рассмотрено их значение для предприятий агропромышленного комплекса. Исследование показало, что применение различных направлений повышения эффективности позволяет оптимизировать технико-технологическую базу хозяйств, уменьшить технологический дефицит и, в конечном итоге, обеспечить выполнение агротехнических операций в оптимальные сроки. Отмечено наиболее перспективное направление повышения эффективности сельскохозяйственного производства, позволяющее учитывая все предыдущие методы обеспечить максимальный эффект.

Ключевые слова: технологии, энергетические средства, машинно-тракторный парк, комплектование, агрегат, оптимизация производственных процессов.

Kipriyanov F.A.

ORCID: 0000-0001-5974-4934, PhD in Engineering,

FSBEI of HE Vologda State Dairy-Farming Academy named after N.V. Vereshchagin

INVESTIGATION OF METHODS OF INCREASING PRODUCTIVITY EFFICIENCY IN CROP PRODUCTION

Abstract

In the article the problem is distinguished and the main ways of increasing the efficiency of agricultural production are given, their significance for the enterprises of the agro-industrial complex is considered. The study showed that the application of various areas of efficiency enhancement allows optimizing the technical and technological base of farms, reducing the technological deficit and, ultimately, ensuring the performance of agricultural operations in the optimal time. The most promising direction of improving the efficiency of agricultural production is noted, allowing to provide the maximum effect taking into account all the previous methods.

Keywords: technologies, power facilities, machine-tractor park, acquisition, assembly, optimization of production processes.

Проблема повышения эффективности производственных процессов для предприятий агропромышленного комплекса (АПК) играет важнейшую роль в современных рыночных условиях, определяя в конечном итоге, себестоимость продукции и рентабельность производства. Качественное улучшение техники отечественного производства, применяемой сельхоз товаропроизводителями, а так же тенденция появления импортных агрегатов, сформировавшаяся более пятнадцати лет назад, создают предпосылки для успешного функционирования предприятий АПК.

Рассматривая основные направления повышения эффективности функционирования предприятий АПК, можно выделить ряд основных направлений:

- технологический, включающий в себя замену существующей технологии более эффективной. Отличительной чертой такого метода является большой объем инвестиций, необходимый для полного технологического перевооружения. В современных условиях, несмотря на возросшую государственную поддержку такой метод повышения эффективности практически невозможно реализовать.

- «комплектационный», подразумевающий точечное изменение вносимое в существующую технологию, путем замены устаревшей техники на новую, более производительную или надежную, которая в конечном итоге позволит снизить затраты на производство продукции.

- адаптационный, позволяющий повысить эффективность применяемой технологии к условиям хозяйства, за счет более рационального использования парка техники, имеющегося в хозяйстве.

Рассматривая приведенные методы, следует отметить, что, хотя, технологический метод и может дать кардинальное изменение эффективности сельскохозяйственного производства, однако вероятность его реализации практически равна нулю. Наиболее часто можно встретить реализацию в той или иной степени второго и третьего методов.

Примером реализации второго метода могут служить рекомендации проектных институтов АПК по комплектованию парка хозяйств энергетическими средствами. Так, на основании нормативов ФГНУ «Росинформагротех» [1, 2], предлагается предварительно определить необходимое количество техники для комплектования машинно-тракторного парка (МТП), однако, стоит отметить, что данный подход довольно груб, имеет большую погрешность и ряд неточностей.

Однако, как показали исследования [3], даже применение такого относительно грубого метода, не прибегая к компьютерному моделированию, на этапе частичного или полного обновления тракторного парка можно выполнить предварительную оценку его оптимального состава, что позволит уменьшить технологический дефицит.

Ряд других ученых, Валге А.М. и Папушин Э.А. [4, С. 80] предлагают рассматривать вопрос оптимизации состава МТП, как конкуренцию агрегатов. Критерием выбора оптимального состава, по алгоритму, предложенному авторами, является минимум затраченных ресурсов для выполнения требуемого вида работ в агротехнические сроки. О.Н. Кухарев [5, с.20] предлагает в качестве одного из критериев оценки эффективности использования МТП использовать часовые эксплуатационные затраты которые характеризуют технико-экономическую эффективность МТП.

Практическим продолжением «комплектационного» метода является второй метод, поскольку введение в парк современных, высокопроизводительных машин, требует адаптации технологий, реализуемых в производственных процессах сельскохозяйственных предприятий. Так, например, в работах Попова В.Д. реализована концепция адаптивных технологий при заготовке кормов [6], позволяющая повысить не только эффективность самого процесса, но и максимально обеспечить сохранность питательных веществ. Встречается ряд других подходов, направленных на оптимизацию состава машинно-тракторного парка.

Логическим продолжением по практической реализации метода адаптации технологий к конкретным условиям являются работы Новожилова А.И., Арютова Б.А., академика Кирюшина В.И. и др. Как отмечено Новожиловым А.И.: «При создании технических систем в сельском хозяйстве добиваются результатов, которые на десятки процентов по потребительским свойствам превосходят аналог. Однако этот эффект не во все сезоны подтверждается эффектом от использования технических и технологических систем» [6]. Аналогичное заключение приведено и Арютовым Б.А., который отмечает, что при одинаковой технической оснащенности в различные годы функция потерь изменяется в зависимости от условий функционирования [7]. Фактором, определяющим эффективность используемых технологий, по мнению ряда ведущих специалистов [7], [8], являются природно-климатические условия.

Рассматривая проведенные исследования [7], следует отметить основные моменты, определяющие эффективность производственных процессов в растениеводстве: основную роль играют природно-климатические условия, чье влияние может значительно снизить эффективность, даже самой современной технологии. Природно-климатические условия оказывают непосредственное влияние на два основных фактора, определяющих производственный процесс, это функция роста сельскохозяйственных культур и влажность почвы (рисунок 1). Влажность почвы является фактором, оказывающим непосредственное влияние на удельное сопротивление и тяговую мощность трактора, так увеличение влажности на 1 % от средней за многолетний период приводит к снижению производительности на 2-3 %% и 3-4 %% для гусеничных и колесных тракторов соответственно [7]. Использование добавочных масс или уменьшение числа рабочих органов машины позволяет адаптировать движение агрегата к почвенным условиям, причем, изменение количества рабочих органов (корпусов), оказалось наиболее эффективным.

Биологические потери в денежном выражении при нарушении агротехнических сроков могут достигать от 200-250 руб/га при посеве яровых, до 3000-3150 руб/га при уборке озимых. Функции роста сельскохозяйственных культур определяют агротехнические сроки начала операций (рисунок 1) и являются одним из критериев оптимизации процессов в растениеводстве [7]. Прогнозирование функций роста культур с помощью эмпирической модели является основой проектирования процессов и по расчетам позволяет сократить биологические потери, например, при уборке зерновых до 2,64 т/сут. [7].

С точки зрения организации продолжительности смены, оптимальной является продолжительность в 7,5 часов, с допустимой продолжительностью смены в 10 часов, дальнейшее увеличение продолжительности смены приводит к сокращению чистого времени смены

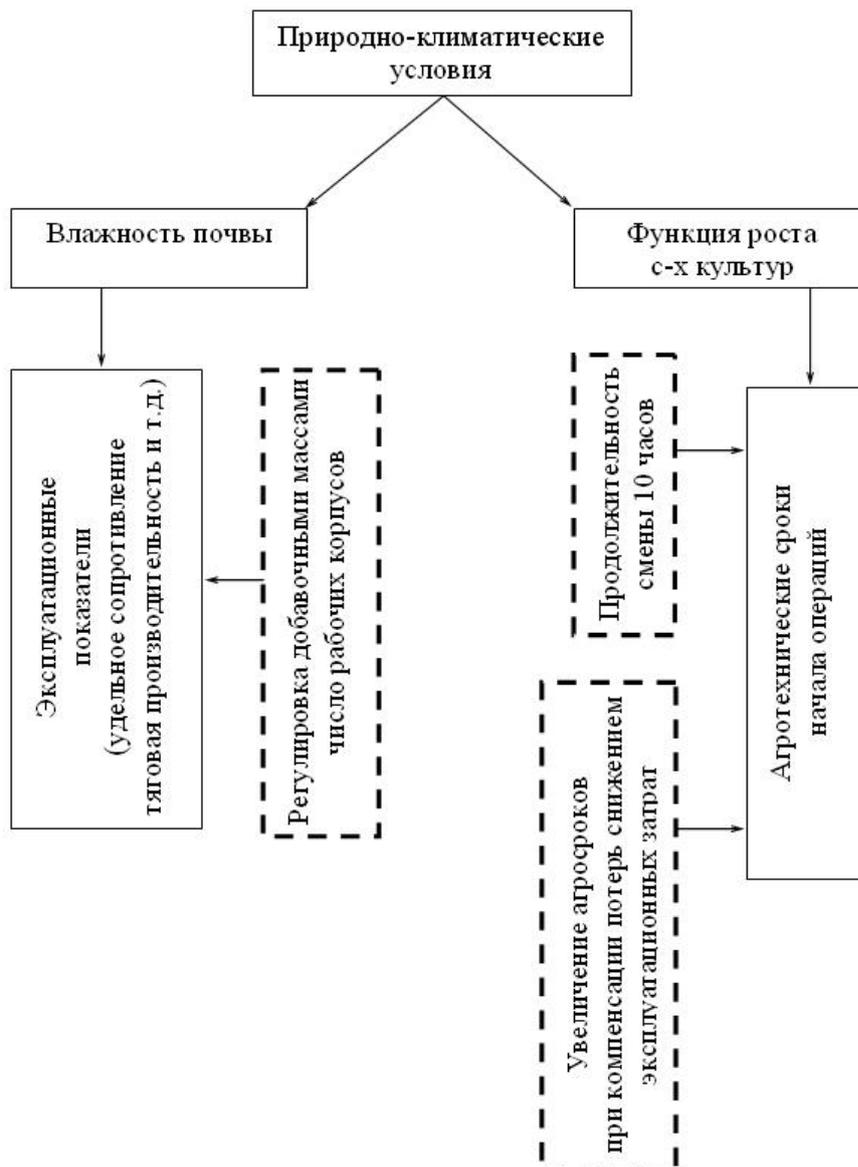


Рис. 1 – Факторы, влияющие на эффективность производственных процессов

Применения алгоритма оптимизации производственных процессов в различных погодных условиях, показало, что допустимо увеличение агротехнических сроков, в том случае, когда возможные биологические потери будут компенсированы снижением эксплуатационных затрат.

Комплексным подходом в повышении эффективности производственных процессов в растениеводстве является применение адаптивно-ландшафтной системы земледелия, позволяющей наиболее эффективно, с учетом регионально-климатических условий, гранулометрического состава почв, их готовности к посеву обеспечить эффективное использование техники в рамках применяемой технологии для конкретных регионально-климатических условий [10], [11].

Список литературы / References

1. Нормативы потребности АПК в технике для растениеводства и животноводства. – М.: ФГНУ «Росинформагротех». 2003. 82с.
2. Нормативно-справочные материалы по планированию механизированных работ в сельскохозяйственном производстве: Сборник. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 316 с.
3. Киприянов Ф.А. Определение уровня технологического дефицита тракторного парка сельскохозяйственного предприятия / Ф.А. Киприянов // Наука и бизнес: пути развития. -2016. -№ 6. -С. 8-11.
4. Валге А.М. Оптимизация состава машинно-тракторного парка на основе теории множеств / А.М. Валге, Э.А. Папушин // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2015. №86 С.79-89.
5. Кухарев О.Н. Обоснование критерия для оценки эффективного использования машинно-тракторного парка / О.Н. Кухарев, И.В. Гнусарёв // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2010. №6 С.19-23.
6. Попов В.Д. Методы проектирования и критерии оценки адаптивных технологий заготовки кормов из трав, повышающие эффективность технологий: дисс. ... докт. техн. наук: 05.20.01 / Попов Владимир Дмитриевич. - Л.: НИПТИМЭСХ НЗ, 1998. - 343 с.

7. Новожилов А.И. Повышение эффективности механизированных технологических комплексов в растениеводстве с учетом сезонных условий их использования: дисс. ... докт. техн. наук: 05.20.01 / Новожилов Алексей Иванович - Пенза, 2012. – 367 с.
8. Арютов Б.А. Разработка методов повышения эффективности механизированных производственных процессов по условиям их функционирования в растениеводстве: автореф. дис. ... докт. тех. наук: 05.20.01 . - Мичуринск, 2009. - 36 с.
9. Важенин А.Н., Результаты повышения эффективности механизированных производственных процессов в растениеводстве / А.Н. Важенин, Б.А. Арютов, А.В. Пасин, А. И. Новожилов // Вестник ФГОУ ВО МГАУ. 2010. №2 С.84-86.
10. Кирюшин, В.И. Методика разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия и технологий возделывания сельскохозяйственных культур / В.И. Кирюшин. – Москва, 1995. – 81 с.
11. Ирмулатов Б. Р. Опыт агроэкологической оценки земель и проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия в северном Казахстане на примере Павлодарской области / Б. Р. Ирмулатов, Ж. С. Алманова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – № 05 (59) Часть 2. – С. 199–203. doi: 10.23670/IRJ.2017.59.104

Список литературы на английском языке / References in English

1. Normativy potrebnosti APK v tehnike dlja rastenievodstva i zhivotnovodstva [Requirements for the needs of the agroindustrial complex in technology for crop production and livestock]. – М.: FGNU «Rosinformagroteh». 2003. 82 p. [in Russian]
2. Normativno-spravochnye materialy po planirovaniyu mehanizirovannyh rabot v sel'skohozjajstvennom proizvodstve: Sbornik [Normative and reference materials on the planning of mechanized works in agricultural production: Collection]. – М.: FGNU «Rosinformagroteh», 2008. – 316 p. [in Russian]
3. Kiprijanov F.A. Opredelenie urovnja tehnologicheskogo deficita traktornogo parka sel'skohozjajstvennogo predpriyatija [Determination of the level of technological deficit of a tractor fleet of agricultural enterprise] / F.A. Kiprijaov // Nauka i biznes: puti razvitiya [Science and business: ways of development]. -2016. -№ 6. - P. 8-11. [in Russian]
4. Valge A.M. Optimizacija sostava mashinno-traktornogo parka na osnove teorii mnozhestv [Optimization of the composition of machine-tractor park on the basis of set theory] / A.M. Valge, Je.A. Papushin // Tehnologii i tehicheskie sredstva mehanizirovannogo proizvodstva produkcii rastenievodstva i zhivotnovodstva [Technologies and technical means of mechanized production of crop and livestock products]. 2015. №86 P.79-89. [in Russian]
5. Kuharev O.N. Obosnovanie kriterija dlja ocenki jeffektivnogo ispol'zovanija mashinno-traktornogo parka [Justification of the criterion for assessing the effective use of the machine and tractor fleet] / O.N. Kuharev, I.V. Gnusarjov // Vestnik FGOU VPO MGAU [Herald of the Federal State Educational Establishment of Higher Professional Education V.P. Goryachkina Moscow State Agroengineering University]. - 2010. - №6 - P. 19-23. [in Russian]
6. Popov V.D. Metody proektirovanija i kriterii ocenki adaptivnyh tehnologij zagotovki kormov iz trav, povyshajushhie jeffektivnost' tehnologij [Design methods and criteria for assessing adaptive technologies for harvesting forage from grasses, increasing the efficiency of technologies]: diss. ... of PhD in Engineering: 05.20.01 / Popov Vladimir Dmitrievich. - L., 1998. - 343 p. [in Russian]
7. Novozhilov A.I. Povyshenie jeffektivnosti mehanizirovannyh tehnologicheskikh kompleksov v rastenievodstve s uchetom sezonnyh uslovij ih ispol'zovanija [Increase of efficiency of mechanized technological complexes in plant growing taking into account seasonal conditions of their use]: diss. ... of PhD in Engineering: 05.20.01 / Novozhilov Aleksej Ivanovich - Penza, 2012. – 367 p. [in Russian]
8. Arjutov B.A. Razrabotka metodov povyshenija jeffektivnosti mehanizirovannyh proizvodstvennyh processov po uslovijam ih funkcionirovanija v rastenievodstve [Development of methods for increasing the efficiency of mechanized production processes according to the conditions of their functioning in plant growing]: diss. ... of PhD in Engineering: 05.20.01. - Michurinsk, 2009. - 36 p. [in Russian]
9. Vazhenin A.N., Rezul'taty povyshenija jeffektivnosti mehanizirovannyh proizvodstvennyh processov v rastenievodstve [Results of increasing the efficiency of mechanized production processes in crop production] / A.N. Vazhenin, B.A. Arjutov, A.V. Pasin, A. I. Novozhilov // Vestnik FGOU VO MGAU [Bulletin of the Federal State Educational Institution of Higher Professional Education in the Moscow State Academy of Architecture]. - 2010. - №2. - P.84-86. [in Russian]
10. Kirjushin, V.I. Metodika razrabotki adaptivno-landshaftnyh sistem zemledelija i tehnologij vozdelivanija sel'skohozjajstvennyh kul'tur [Methods for the development of adaptive landscape systems of agriculture and crop cultivation technologies] / V.I. Kirjushin. – М., 1995. – 81 p. [in Russian]
11. Irmulato B.R. Opyt agroekologicheskoy ocenki zemel' i proektirovanija adaptivno-landshaftnyh sistem zemledelija v severnom Kazahstane na primere Pavlodarskoj oblasti [Experience of agroecological assessment of lands and design of adaptive landscape systems of agriculture in northern Kazakhstan using the example of the Pavlodar region] / B.R. Irmulato, Zh.S. Almanova // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International Scientific and Research Journal]. – 2017. – № 05 (59) Part 2. – P. 199–203. doi: 10.23670/IRJ.2017.59.104 [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.019>Коган В.Е.¹, Карапетян К.Г.²¹ORCID: 0000-0001-7848-3792, Профессор, доктор химических наук,²ORCID: 0000-0002-7305-403X, Доцент, кандидат химических наук,

Санкт-Петербургский горный университет

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ УДОБРЕНИЯ – ОСНОВА РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ*Аннотация*

В статье рассмотрена глобальная задача современности – рациональное природопользование, улучшение экологической обстановки и защита окружающей среды. Показано, что быстрое и значительное увеличение урожайности, невозможное без использования удобрений, является решающим фактором в решении вопроса обеспечения постоянно растущего народонаселения нашей планеты продуктами питания. На основании анализа органических и минеральных удобрений сделан вывод о том, что наиболее эффективным является использование безбалластных сложных органоминеральных удобрений, представляющих собой смесь органических и минеральных удобрений. На основании объективной оценки основных типов выпускаемых промышленностью и используемых агрохимическим комплексом минеральных удобрений показано наличие у них принципиальных недостатков, обусловленных их поликристаллическим строением. Отмечено, что кардинальным путем реализации рационального природопользования является отказ от традиционных поликристаллических удобрений и обращение для разработки принципиально новых высокоэффективных удобрений к аморфным материалам. Приведены разработки авторов по созданию, промышленному производству и практическому применению экологически безопасного фосфорсодержащего стеклообразного удобрения пролонгированного действия.

Ключевые слова: рациональное природопользование, органические удобрения, минеральные удобрения, поликристаллическое строение, экологически безопасное фосфорсодержащее стеклообразное удобрение.

Kogan V.E.¹, Karapetian K.G.²¹ORCID: 0000-0001-7848-3792, Professor, PhD in Chemistry,²ORCID: 0000-0002-7305-403X, Associate Professor, PhD in Chemistry,

St. Petersburg Mining University

ENVIRONMENTALLY SAFE FERTILIZERS – BASIS OF RATIONAL NATURAL RESOURCES MANAGEMENT*Abstract*

The article considers one of the most important global tasks of nowadays – rational use of natural resources, improvement of the ecological situation and protection of the environment. It is shown that a rapid and significant increase in yield, which is impossible without the use of fertilizers, is a decisive factor in solving the problem of providing the ever growing population of our planet with food. Based on the analysis of organic and mineral fertilizers, it was concluded that the use of ballastless complex organic-mineral fertilizers is the most effective. They are a mixture of organic and mineral fertilizers. On the basis of an objective assessment of the main types of mineral fertilizers produced by the industry and mineral fertilizers used by the agrochemical complex, it is shown that they have fundamental shortcomings due to their polycrystalline structure. It was noted that the drastic way of implementing rational use of natural resources is the abandonment of traditional polycrystalline fertilizers and circulation for the development of fundamentally new highly effective fertilizers for amorphous materials. The author's research on the creation, industrial production and practical application of ecologically safe phosphorus-containing vitreous fertilizers of prolonged action is presented in the article.

Keywords: rational use of natural resources, organic fertilizers, mineral fertilizers, polycrystalline structure, ecologically safe phosphorus-containing vitreous fertilizer.

Рациональное природопользование, улучшение экологической обстановки и защита окружающей среды – вот та глобальная задача, которую с особой остротой поставил перед человечеством наш век. На земном шаре сложилась весьма сложная ситуация, обусловленная тем, что, с одной стороны, наблюдается неуклонный рост населения, которому необходимо постоянно возрастающее количество различных продуктов питания, включая растительную пищу, а, с другой стороны, отсутствием возможности увеличения посевных площадей. Разрешение сложившейся ситуации возможно, прежде всего, посредством быстрого и значительного увеличения урожайности. Решить данную задачу можно лишь посредством своевременного сбалансированного питания растений, обеспечивающего их элементами, необходимыми для полноценного роста и жизни.

Источниками питания растений, как доказал еще в 1840 году немецкий химик Ю. Либих [1], являются воздух, вода и почвенные растворы минеральных веществ. В результате происходящего в природе естественного круговорота питательных элементов они возвращаются в почву. В то же время важно подчеркнуть, что часть элементов питания, израсходованная на развитие растений, выносится с урожаем, т.е. не возвращается в почву, а для сохранения плодородия почвы требуется полное возмещение элементов питания.

В процессе жизнедеятельности человек зачастую загрязняет и ухудшает почву, забывая о том, что этот тонкий верхний слой Земли не является чем-то быстро и легко воспроизводимым искусственным путем, а представляет собой результат естественных сложнейших физико-химических и биологических процессов, протекавших миллионы лет. Поэтому, наряду с вопросом повышения урожайности, не менее остро встает вопрос о научно обоснованном использовании земельных ресурсов. При этом большое внимание требует к себе проблема восстановления утраченного плодородия почв вплоть до их полной сельскохозяйственной непригодности, приводящей к необходимости проведения сложных, длительных и дорогостоящих работ по рекультивации. Их осуществление

становится все более насущной задачей и потому, что загрязнение окружающей среды, засорение земель наносят огромный ущерб планете.

Решение всех сформулированных вопросов однозначно невозможно без использования удобрений. Это утверждение, пожалуй, сегодня ни у кого не вызывает возражений. Однако сразу же возникает, на наш взгляд, искусственно создаваемая полемика (обычно весьма острая) о типе (по происхождению) удобрений, которые следует использовать: органические или минеральные? Органические удобрения – это продукты естественного происхождения (торф, солома, навоз, фекалии и др.), в которых питательные элементы преимущественно находятся в органических соединениях, в то время как минеральные удобрения – это неорганические вещества (или продукты переработки ископаемых минералов), в основном минеральные соли, специально производящиеся на химических и горно-химических предприятиях. Безусловно, использование как одних, так и других типов удобрений имеет свои плюсы и минусы. Однако тот факт, что процессы, происходящие в растениях при синтезе в них углеводов, жиров и белков не зависят от источника исходных веществ (органического или химического), говорит в пользу убежденности авторов в том, что наиболее эффективным является использование безбалластных сложных органоминеральных удобрений, представляющих собой смесь органических и минеральных удобрений.

Урожайность сельскохозяйственных культур коррелирует с общим содержанием гумуса. Именно этот показатель служит оценкой состояния почвенного плодородия в системе агрохимического мониторинга по природно-сельскохозяйственным зонам [2]. Не применение органических удобрений, как и использование лишь минеральных удобрений, усиливающих минерализацию гумуса, снижает его содержание в почве и, в свою очередь, требует его компенсации. Факторами, в значительной степени определяющими воспроизводство и баланс гумуса в почве, являются специализация севооборота, свойства почвы и система удобрений. Здесь необходимо отметить, что именно совместное использование органических и минеральных удобрений способствует не только воспроизводству гумуса, но и улучшает его качественный состав, а также азотный, фосфорный и калийный режимы почвы.

Не только бездефицитный баланс гумуса, но и расширенное его воспроизводство – вот тот комплекс, который должна предусматривать научная организация земледелия. Реализация сказанного становится возможной лишь при рациональном сочетании органических и минеральных удобрений с учетом специализации севооборота и конкретных почвенно-климатических условий. Вопрос же состоит в том, что разработчики и производители удобрений как органических, так и минеральных, должны стремиться к решению сложной, но, безусловно, разрешимой задачи – получению пищевой добавки для сельскохозяйственных культур, максимально исключая имеющиеся на сегодня недостатки, присущие удобрениям независимо от их происхождения. Нахождение путей и методов оперативного решения этой задачи имеет большое социально-экономическое и экологическое значение, должно способствовать открытию практически неисчерпаемого источника обеспечения сельскохозяйственных предприятий технически и экономически доступной продукцией для восстановления, сохранения и повышения плодородия почв, а также создания благоприятной экологической обстановки.

Ежегодно на предприятиях агрохимического комплекса и других отраслей образуются сотни миллионов тонн органического сырья (навоз, птичий помет, опилки и др.). Лишь небольшая часть его, после соответствующей переработки, используется в качестве удобрений. Большая же доля этого сырья накапливается годами возле животноводческих и птицеводческих предприятий, предприятий деревообрабатывающей промышленности и др. Это приводит как к ухудшению его качественного состава, так и к ухудшению экологической обстановки, т.е. к обострению проблемы охраны окружающей среды.

Использование лишь органических удобрений (навоза, помета, растительных отходов или компостов), не говоря уже об агрохимических проблемах, которые не могут не возникнуть при этом, приводит к внесению в почву большого количества жизнеспособных семян сорных растений и болезнетворных микроорганизмов. Что же касается технологий приготовления органических удобрений из навоза и помета, известных на сегодняшний день, то они необоснованно сложны, энергоемки, требуют больших затрат труда и средств, не обеспечивают в полной мере сохранность питательных веществ, содержащихся в навозе и помете, и экологическую безопасность при использовании таких удобрений.

Сельскохозяйственные отходы, которые наряду с торфом, соломой опилками и т.п., являются материалами растительного происхождения, создают критическую санитарно-микробиологическую обстановку, способствуя прогрессирующему размножению возбудителей различных болезней.

В составе химических удобрений преимущественно содержатся вещества, которые имеются в естественной почве, т.е. присутствуют и при использовании органических удобрений.

Невольно возникает вопрос: «Чем обусловлено столь отрицательное отношение к использованию химических удобрений?». Одна из определяющих причин этого – укоренившийся в социалистический период хозяйствования метод увеличения урожайности сельскохозяйственных культур, основанный на их пересыщении азотными удобрениями. В указанный период совхозы и колхозы практически за бесценок получали химические удобрения и пестициды. Борясь за высокие показатели по урожайности, хозяйственники, не думая о завтрашнем дне и о том, чем станет такой урожай для потребителя, использовали эти химикаты без соблюдения мер дозирования. Понятно, что результат не заставил себя ждать. Агрокультуры, возросшие на таких полях, были перенасыщены пестицидами и нитратами, очень плохо хранились и, в лучшем случае, не содержали радионуклидов.

Отрицательная роль химизации в сельском хозяйстве – результат превышения доз минеральных удобрений, неоправданно вносимых в почву, в результате чего приводящих к ухудшению урожая и к проникновению в биосферу значительного количества химикатов, не использованных растениями. Это, в свою очередь, приводит к гибели не только вредных, но и полезных представителей фауны и флоры.

Оптимизация применения удобрений вследствие многочисленности влияющих на урожай факторов достаточно сложная, но, тем не менее, решаемая современной агрохимической наукой задача. В то же время, объективная оценка показывает, что у основных типов выпускаемых промышленностью и используемых агрохимическим комплексом

минеральных удобрений имеются и свои отрицательные моменты. Принципиальные недостатки всех этих удобрений обусловлены их поликристаллическим строением, приводящим к ускоренному растворению, вымыванию и выветриванию и, наконец, к избирательному выщелачиванию грунтовыми водами. Следствием сказанного является комплекс негативных моментов, обусловленных использованием минеральных удобрений.

Вымывание и выветривание приводят не только к тому, что внесение удобрений не всегда обеспечивает подкормку растений (велики потери также при транспортировке и ежегодном внесении поликристаллических минеральных удобрений), но и ухудшает экологическое состояние водоемов. Так, нитраты, а менее интенсивно аммиачный азот, калий и фосфаты, выносятся из почвы грунтовыми водами и вместе с ними попадают в водоемы, что вызывает их зарастание в результате эвтрофикации. Бурно разрастаясь, водоросли поглощают питательные вещества, что приводит к гибели рыбы и других обитателей водоемов.

Огромная ударная нагрузка в момент внесения удобрений, отрицательно влияющая на корневую систему, использование растениями в период вегетации лишь небольшой части полезных компонентов, содержащихся в удобрениях, приводящее к необходимости ежегодного повышения вносимой в почву дозы, создавая их избыток, также являются минусами используемых агрохимическим комплексом многотоннажных минеральных удобрений.

Для полноты картины следует отметить и то, что технология производства практически любой разновидности минеральных удобрений связана с определенными проблемами, которые иногда решаются довольно сложно, зачастую не обеспечивая при этом полномасштабного содержания питательных компонентов в формах, наиболее усвояемых растениями.

Авторы настоящей статьи не претендуют на полноту изложения всей многогранной проблемы минеральных удобрений. Приводимый материал – это скорее их видение и анализ путей преодоления имеющихся проблем. Это те поиски и исследования, которые позволили найти кардинальный путь преодоления вышесформулированных недостатков, а именно: отказ от традиционных поликристаллических удобрений и обращение для разработки принципиально новых высокоэффективных удобрений к аморфным материалам.

Среди аморфных материалов, обеспечивающих, исходя из особенностей строения, достижение комплекса заданных физико-химических свойств, технологических параметров и эксплуатационных показателей, первое место, безусловно, принадлежит стеклу. В то же время, использование стеклообразных материалов в качестве минеральных удобрений [3], [4], не говоря уже об их промышленном выпуске [5], [6], [7], [8], [9], до реализуемого нами проекта практически никем не рассматривалось. Отмеченное, на наш взгляд, наиболее вероятно, обусловлено, как минимум, двумя причинами: научной направленностью ученых, традиционно занятых в области разработки минеральных удобрений, с одной стороны, и необходимостью обращения для создания таких удобрений к специальным видам стекол, с другой стороны, что еще недавно (до начала широкого использования конверсионных технологий в народном хозяйстве) было неприемлемо. При этом следует учитывать и то, что природа стеклообразного состояния и понимание процессов стеклования на атомно-молекулярном уровне еще далеки от создания теории стеклообразного состояния, аналогичной по своей общности теории кристаллического состояния.

Результатом указанного проекта явилась разработка конкурентоспособных отечественных материалов и технологий, являющихся «ноу-хау» авторов, для производства экологически безопасного фосфорсодержащего стеклообразного удобрения пролонгированного действия «Агровитаква-AVA», восстанавливающего природные ресурсы, и его различных модификаций. В ходе проведения работ было установлено, что функциональное назначение материалов типа AVA выходит далеко за рамки удобрений [10].

Список литературы / References

1. Либих Ю. Химия в приложении к земледелию и физиологии / Ю. Либих. – М. – Л.: ОГИЗ – СЕЛЬХОЗГИЗ, 1936. – 408 с.
2. Рекомендации по использованию органических, минеральных макро- и микроудобрений, мелиорантов для выполнения обязательных мероприятий по улучшению земель сельскохозяйственного назначения в Ростовской области [Электронный ресурс]. – п. Рассвет, 2011. – 35 с. – URL: www.donplodorodie.by.ru (дата обращения 19.07.2017).
3. Свидетельство на полезную модель № 9840 Россия, МКИ С 05 D 9/02. Гранулированное удобрение «Агровитакво» / Г.О. Карапетян, К.Г. Карапетян, Л.Г. Зарагацкий (Россия) и др. Оpubл. 16.05.99, Бюл. № 5.
4. Карапетян Г.О. Минеральные удобрения XXI века в свете проблем экологии / Г.О. Карапетян, К.Г. Карапетян // Научно-технические ведомости СПбГТУ. 2000. – № 1 (19). – С. 76 – 83.
5. Лимбах И.Ю. Ноосферная технология рационального природопользования / И.Ю. Лимбах, К.Г. Карапетян, В.Е. Коган // Экономика, экология и общество России в 21-м столетии: Тр. 3-й международной научно-практической конференции. СПб.: СПбГТУ, 2001. – С. 865 – 870.
6. Карапетян Г.О. Экологически безопасное стеклообразное удобрение «Агровитаква-AVA», восстанавливающее природные ресурсы / Г.О. Карапетян, К.Г. Карапетян, В.Е. Коган // Юбилейная научно-техническая конференция, посвященная 85-летию А.М. Прохорова и 10-летию образования АИН РФ. Сб. тр. под ред. В.В. Рыбина. СПб.: СПбГТУ, 2001. – С. 56 – 60.
7. Коган В.Е. Основные этапы развития промышленного производства некристаллических минеральных удобрений / В.Е. Коган, К.Г. Карапетян // Сб. научных трудов, посвященный 75-летию СЗГЗТУ. – СПб.: СЗТУ, 2005. – С. 225 – 229.
8. Напиков В.В. Некристаллические минеральные удобрения и их промышленное производство / В.В. Напиков, В.Е. Коган, К.Г. Карапетян // Новые технологии в металлургии, химии, обогащении и экологии / Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет). – СПб., 2005. – С. 123 – 127 (Записки Горного института; т. 165).

9. Коган В.Е. Специфика промышленного производства стеклообразных фосфатных удобрений / В.Е. Коган, К.Г. Карапетян // Теория и практика современной науки: материалы VI Международной научно-практической конференции. – М.: Изд-во «Спецкнига», 2012. – С. 123 – 126.

10. Коган В.Е. Поликристаллические и стеклообразные фосфорсодержащие удобрения: Монография / В.Е. Коган, К.Г. Карапетян. – СПб.: ЛЕМА, 2015. – 150 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Libig J. Himija v priloženii k zemledeliju i fiziologii [Chemistry in the application to agriculture and physiology] / J. Libig. – Moscow – Leningrad: OGIZ – SELHOZGIZ, 1936. – 408 p. [in Russian]

2. Rekomendacii po ispol'zovaniju organicheskikh, mineral'nyh makro- i mikroudobrenij, meliorantov dlja vypolnenija objazatel'nyh meroprijatij po uluchsheniju zemel' sel'skohozjajstvennogo naznachenija v Rostovskoj oblasti [Recommendations on the use of organic, mineral macro- and microfertilizers, meliorants for the implementation of mandatory measures to improve agricultural land in the Rostov region] [Electronic resource]. – poselok Rassvet, 2011. 35 p. – URL: www.donplodorodie.by.ru (accessed:19.07.2017). [in Russian]

3. Svidetel'stvo na poleznuju model' № 9840 Rossiya, MKI C 05 D 9/02. Granulirovannoe udobrenie «Agrovitakvo» [The certificate on useful model N 9840 Russia, MCI C 05 D 9/02. The granulated Agrovitakvo fertilizer] / G.O. Karapetyan, K.G. Karapetyan, L.G. Zaragatskiy et all. Opubl. 16.05.99, Bjul. № 5. [in Russian]

4. Karapetyan G.O. Mineral'nye udobrenija XXI veka v svete problem jekologii [Mineral fertilizers of the 21st century in the light of environmental problems] / G.O. Karapetyan, K.G. Karapetyan // Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPbGTU [Scientific and technical statements of SPbSTU]. – 2000. – N 1 (19). – P. 76 – 83. [in Russian]

5. Limbakh I.Ju. Noosfernaja tehnologija racional'nogo prirodopol'zovanija [Noosphere technology of rational environmental management] / I.Ju. Limbakh, K.G. Karapetyan, V.E. Kogan // Jekonomika, jekologija i obshhestvo Rossii v 21-m stoletii: Tr. 3-j mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii [Economy, ecology and society of Russia in the 21st century: Works of the 3rd international scientific and practical conference]. – SPb.: SPbGTU, 2001. – P. 865 – 870. [in Russian]

6. Karapetyan G.O. Jekologicheski bezopasnoe stekloobraznoe udobrenie «Agrovitakva-AVA», vosstanavlivajushhee prirodnye resursy [Environmentally safe vitreous fertilizer "Agrovitakva-AVA", restoring natural resources] / G.O. Karapetyan, K.G. Karapetyan, V.E. Kogan // Jubilejnaja nauchno-tehnicheskaja konferencija, posvjashhennaja 85-letiju A.M. Prohorova i 10-letiju obrazovanija AIN RF. Sb. tr. pod red. V.V. Rybina [The anniversary scientific and technical conference devoted to A.M. Prokhorov's 85 anniversary and the 10 anniversary of formation of AIN Russian Federation. The collection of works under the editorship of V.V. Rybin]. – SPb.: SPbGTU, 2001. – P. 56 – 60. [in Russian]

7. Kogan V.E. Osnovnye jetapy razvitija promyshlennogo proizvodstva nekristallicheskih mineral'nyh udobrenij [The main stages of development of industrial production of non-crystalline mineral fertilizers] / V.E. Kogan, K.G. Karapetyan // Sb. nauchnyh trudov, posvjashhennyj 75-letiju SZGZTU [The collection of scientific works devoted to the 75 anniversary of SZGZTU]. – SPb.: SZTU, 2005. – P. 225 – 229. [in Russian]

8. Napsikov V.V. Nekristallicheskie mineral'nye udobrenija i ih promyshlennoe proizvodstvo [Non-crystalline mineral fertilizers and their industrial production] / V.V. Napsikov, V.E. Kogan, K.G. Karapetyan // Novye tehnologii v metallurgii, himii, obogashhenii i jekologii / Sankt-Peterburgskij gosudarstvennyj gornyj institut (tehnicheskij universitet) [St. Petersburg state mining institute (technical university)]. – SPb, 2005. – P. 123 – 127. (Zapiski Gornogo instituta, v. 165) [(Notes of mining institute, v. 165)]. [in Russian]

9. Kogan V.E. Specifika promyshlennogo proizvodstva stekloobraznyh fosfatnyh udobrenij [Specifics of industrial production of vitreous phosphatic fertilizers] / V.E. Kogan, K.G. Karapetyan // Teorija i praktika sovremennoj nauki: materialy VI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii [Theory and practice of modern science: materials of the VI International Scientific and Practical Conference]. – М.: Speckniga, 2012. – P. 123 – 126. [in Russian]

10. Kogan V.E. Polikristallicheskie i stekloobraznye fosforsoderzhashhie udobrenija: Monografija [Polycrystalline and vitreous phosphorus-containing fertilizers: Monograph] / V.E. Kogan, K.G. Karapetyan. – SPb.: LEMA, 2015. – 150 p. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.045>

Рабинович Г.Ю.¹, Позднякова А.Д.², Поздняков Л.А.³, Анциферова О.Н.⁴

¹Доктор биологических наук, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (ФГБНУ ВНИИМЗ),

²кандидат биологических наук, ФГБНУ ВНИИМЗ, ³кандидат биологических наук, ФГБНУ ВНИИМЗ,

⁴кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ ВНИИМЗ

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОСУШЕННЫХ ТОРФОЗЕМОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Аннотация

В 2012 и 2016 годах дважды проведено электрофизическое картирование двух участков долины реки Яхромы (Дмитровский район Московской области). Были выявлены как территории, на которых почвенное электрическое сопротивление изменилось незначительно, так и территории, на которых этот показатель за 4 года вырос в несколько раз. В основном это залежные земли, зарастающие лесом. Делается вывод о том, что метод удельного электрического сопротивления достаточно чувствителен, чтобы фиксировать изменения почв залежи даже на столь коротких сроках.

Ключевые слова: геофизика, ГИС-технологии, удельное электрическое сопротивление, осушенные торфяные почвы.

Rabinovich G.Yu.¹, Pozdnyakova A.D.², Pozdnyakov L.A.³, Antsiferova O.N.⁴

¹PhD in Biology, Federal State Funded Research Institution "All-Russia Scientific Institute of Agro-forest Reclamation,"

²PhD in Biology, Federal State Funded Research Institution "All-Russia Scientific Institute of Agro-forest Reclamation,"

³PhD in Biology, Federal State Funded Research Institution "All-Russia Scientific Institute of Agro-forest Reclamation,"

⁴PhD in Agriculture, Federal State Funded Research Institution "All-Russia Scientific Institute of Agro-forest Reclamation"

MONITORING THE STATE OF DRIED BLACK EARTH TURF MOOR SOIL WITH THE USE OF ELECTRICAL AND GEOPHYSICAL METHODS

Abstract

In 2012 and 2016, we performed the electrical and geophysical mapping of two sections of the Yakhroma river valley (Dmitrovsky district, Moscow region) twice. The areas where the soil electrical resistance changed insignificantly, as well as areas where this indicator had grown by several times over the past four years were identified. Basically, it is fallow land overgrown with forest. The conclusion is drawn that the method of specific electric resistance is sensitive enough to record the changes in the soils of the deposit even on such short terms.

Keywords: geophysics, GIS-technology, specific electrical resistance, drained turf moor soils.

Мониторинг состояния почвенного покрова – сложная и трудоемкая работа. Нами в результате многолетних исследований разработаны методы и подходы использования для этих целей электрогеофизических методов, которые позволяют проводить разноплановые задачи по мониторингу культурных и естественных ландшафтов с использованием унифицированной аппаратуры и, проводя измерения без нарушения целостности почвенного покрова, получать информацию для любой глубины.

Предлагаемые методы основаны на измерении параметров электрических полей. Установлено, что изменение электрических параметров (в первую очередь – сопротивления) в почвах различных генетических типов отражает дифференциацию почвенного профиля в соответствии с основными специфическими почвообразующими для этого типа процессами [3], [4].

При одном доминирующем процессе как, например, в засоленных почвах, получаются двухслойные кривые, отражающие по величине сопротивления степень развития почвообразующего процесса, а по перегибу кривой – глубину его проявления. При проявлении в почве двух почвообразующих процессов, как, например в дерново-подзолистых почвах, формируются трехслойные кривые с аналогичной информационной нагрузкой и т.д. [2].

В случае ярко выраженной сезонной динамики почвенных свойств, например, иссушения или промерзания, формируются аналогичные кривые.

Предварительно были осуществлены следующие исследования и разработки, которые могут служить основой для целенаправленного использования электрофизических методов в экологическом мониторинге [3], [4]:

- разработано теоретическое обоснование применения методов электрогеофизики в почвоведении, мелиорации и экологии и выявлены закономерности изменения электрических параметров почв основных генетических типов;
- установлены зависимости удельного электрического сопротивления от физических факторов – влажности, плотности и температуры почвы, а также химических свойств почв – емкости поглощения, содержания гумуса, легкорастворимых солей, гранулометрического состава и других;
- разработаны методики измерений электрических параметров и созданы приборы для этих целей.

Это послужило основой для решения задач многоцелевого экологического мониторинга общих тенденций трансформации торфяников при разных временных уровнях антропогенного воздействия (мелиорация и длительное сельскохозяйственное использование). Оценивалось, прежде всего, состояние окультуренных верхних горизонтов разных сроков освоения древесных, древесно-разнотравных и гипновых торфов.

Исследования проводили в долине р.Яхромы Московской области на двух агрополигонах: стационаре «Ближнем», осушенном с 1914г. (100 лет использования в интенсивном сельскохозяйственном производстве), и стационаре «Дальнем», мелиорация которого ведется с 1961-1965гг. (т.е. около 50 лет сельскохозяйственного использования) (рис. 1) [5], [6], [7].

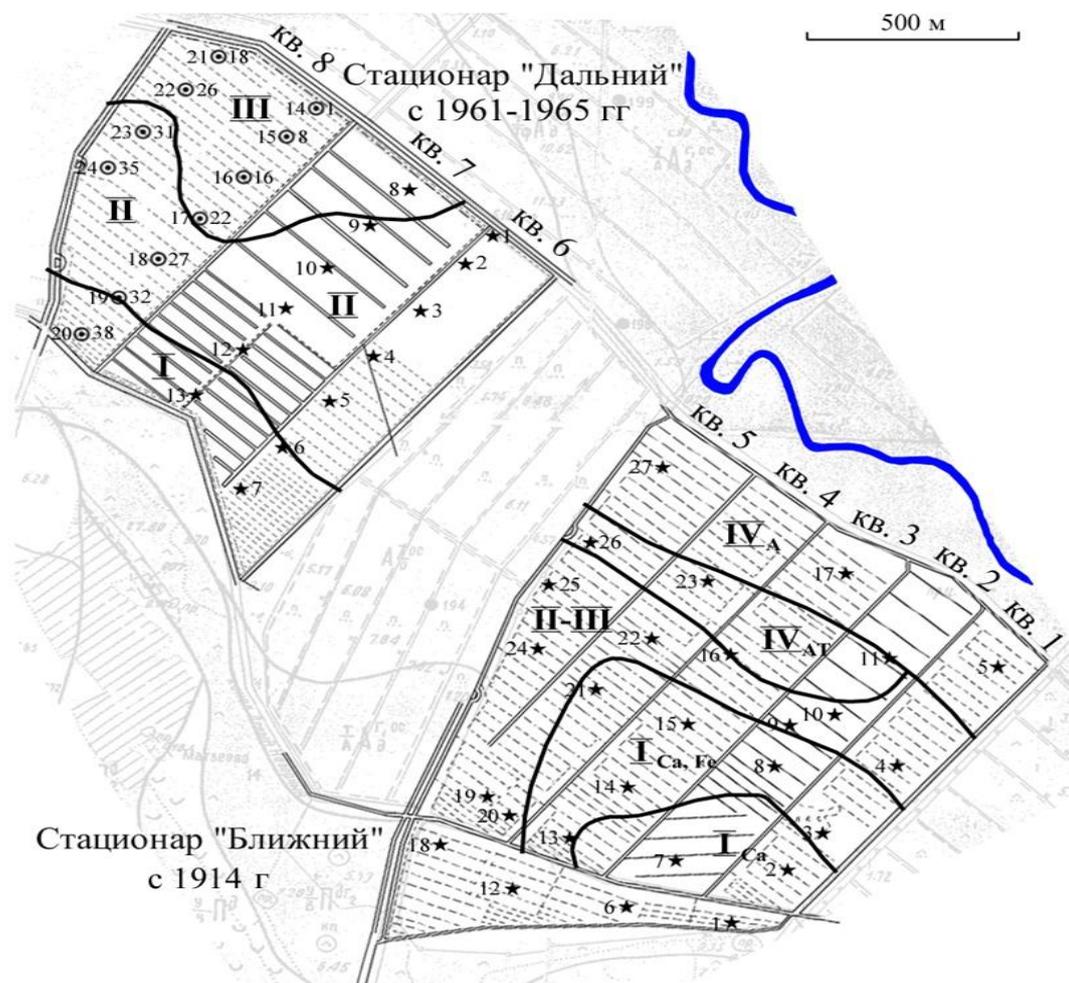


Рис. 1 – Карта-схема стационаров с указанием расположения точек опробования

Почвенные контуры: I, I_{Ca}, I_{Fe} – торфоземы на разнотравно гипновом и гипновом торфе, в некоторых случаях с обогащением карбонатами и карбонатно-железистыми отложениями; II – торфоземы, развитые на древесном торфе, подстилаемые залежью травяного, осокового торфа; III – торфоземы, развитые на мощной древесной торфяной залежи; IV_A, IV_{AT} – торфоземы агроминеральные

На территории участка «Ближний» в 30-е годы 20-го века был заложен закрытый битумный, фашинный и гончарный дренаж с глубиной закладки дрен от 80 до 120 см. К настоящему времени дренаж во многих местах вышел из строя и работает плохо, а в некоторых местах вообще не работает. До 1930-х годов эти территории использовались в экстенсивной системе земледелия, в основном под многолетние травы.

На участке «Дальний» 8-й квартал осушен экспериментальным дренажем с глубиной закладки дрен от 80 до 150 см и расстоянием между дренами от 15 м в притеррасье и до 40 м в центральной части поймы. Остальная часть участка «Дальний» была осушена довольно частыми открытыми каналами с расстоянием в 30 м.

Оба стационара в последние 30-40 лет использовались в интенсивной системе земледелия с большой насыщенностью севооборотов (до 70%) пропашными культурами, с достаточно высокими дозами удобрений, оптимальными для каждой культуры [1], [8], [9].

Стационар «Ближний» (100 лет использования) находится под влиянием двух мощнейших природных факторов, определяющих формирование почвенного покрова этой территории. Во-первых, это влияние реки Яхромы, которая в силу своей близости к участку сформировала еще в период разливов (до постройки в 30-е годы канала им. Москвы) органо-минеральные переслоенные почвы, в настоящее время преобразованные под антропогенным воздействием в торфоземы агроминеральные (контур IV, рис. 1).

Другой фактор – это мощные напорные железисто-карбонатные воды, выклинивающиеся в притеррасной части поймы и формирующие почвенные контуры: I, I_{Ca}, I_{Fe} – торфоземы на разнотравно-гипновом и гипновом торфе, сильно обогащенные карбонатными и карбонатно-железистыми отложениями, зона распространения которых захватывает практически всю центральную часть стационара «Ближний» на 3-м и, особенно, на 4 кварталах (рис. 1).

Стационар «Дальний» (50 лет сельскохозяйственного использования) несколько отличается от 100-летнего по воздействию природных факторов, определяющих стратиграфию исходных торфяных отложений. Река Яхрома, в силу удаленности этого стационара, практически не влияет на структуру почвенного покрова. Грунтовые воды притеррасья здесь также слабо влияли на формирование торфяной залежи и, следовательно, современных почв. Однако на территории 7-го квартала имеется участок, сформировавшийся под действием пирогенеза около 15 лет назад, площадью примерно 20 га и примыкающий к притеррасью.

Для мониторинга состояния почвенного покрова нами широко применялись ГИС-технологии с сопровождением электрофизическими измерениями на специально разработанном портативном приборе «LandMapper» [10], а также

GPS – приемник фирмы «Garmin». Для обработки данных использовались программы ГИС-технологий: MapInfo, Surfer и редакторы рисунков в электронной форме Photoshop, PaintShopPro [1].

Большая часть работ выполнена на основе отбора и последующего анализа образцов почвы по площади обоих стационаров из пахотных горизонтов. Такой отбор проводился несколько раз за время исследования: в 2010-2016 гг. При этом каждый раз было отобрано по 41-49 образцов: 22-27 образцов на участке 100-летней эксплуатации («Ближний») и 19-22 образца с участка 50-летней («Дальний»). Точки опробования совпадали с точками предыдущих исследований, обозначенными на картах. Положение точек на местности определяли в поле по их координатам, полученным при оцифровке карт местности, с помощью прибора GPS-72 фирмы Garmin.

В точках отбора образцов измерялось электрическое сопротивление. Измерения проводились прибором LandMapper и установкой для профилирования с коэффициентом $K = 2,13$ (рисунок 2) [6].

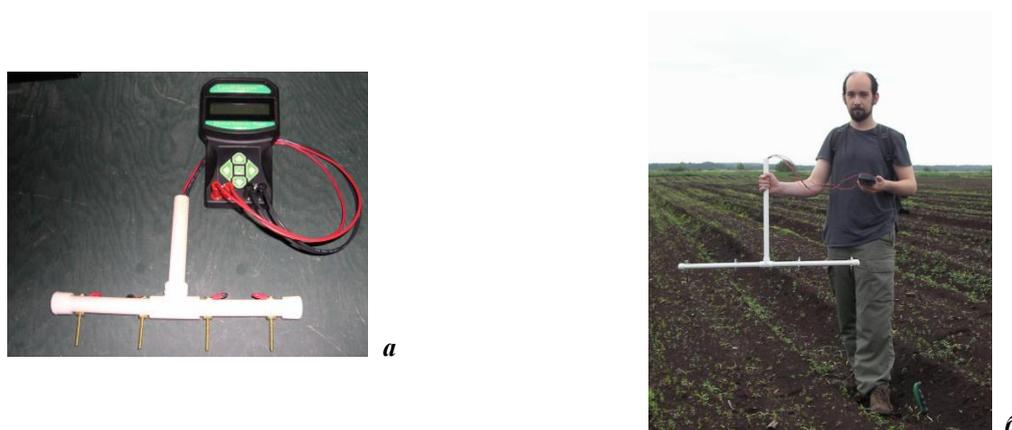


Рис. 2 – Прибор LandMapper и установка для профилирования (а), работа в поле (б) [6]

На участке «Ближний» электрическое сопротивление в 2012 году было очень низкое от 5 до 20 Ом.м (рис. 3а) по всему участку.

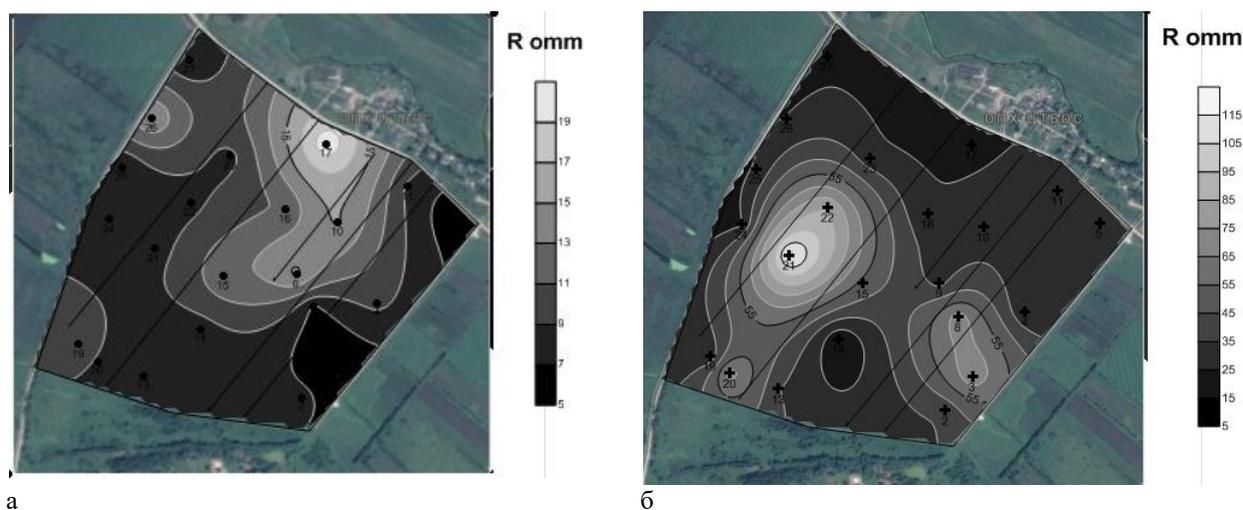


Рис. 3 – Изоомы распределения значений электрического сопротивления по площади участка «Ближний» в 2012 году (а) и в 2016 году (б)

В 2016 году электрическое сопротивление более дифференцировано. Значения менялись от 5 до 120 Ом.м. В приустьевой и притеррасной части по сравнению с 2012 г. показатель остался неизменным – в пределах от 5 до 25 Ом.м. Сопротивление повысилось в центральной части участка, где несколько лет поля не обрабатывались и заросли кустарниками и даже деревьями.

Таким образом, полученные карты позволяют выявить участки, на которых произошло изменение электрического сопротивления и целенаправленно отобрать почвенные образцы на участках измененных значений для последующего анализа.

На участке «Дальний» электрическое сопротивление в 2012 году так же было очень низкое от 6,5 до 15 Ом.м (рисунок 4а) по всему участку. В 2016 году электрическое сопротивление менялось от 15 до 110 Ом.м, причем наибольшее сопротивление наблюдалось в лесной заросли на 7-м квартале (рисунок 4б).

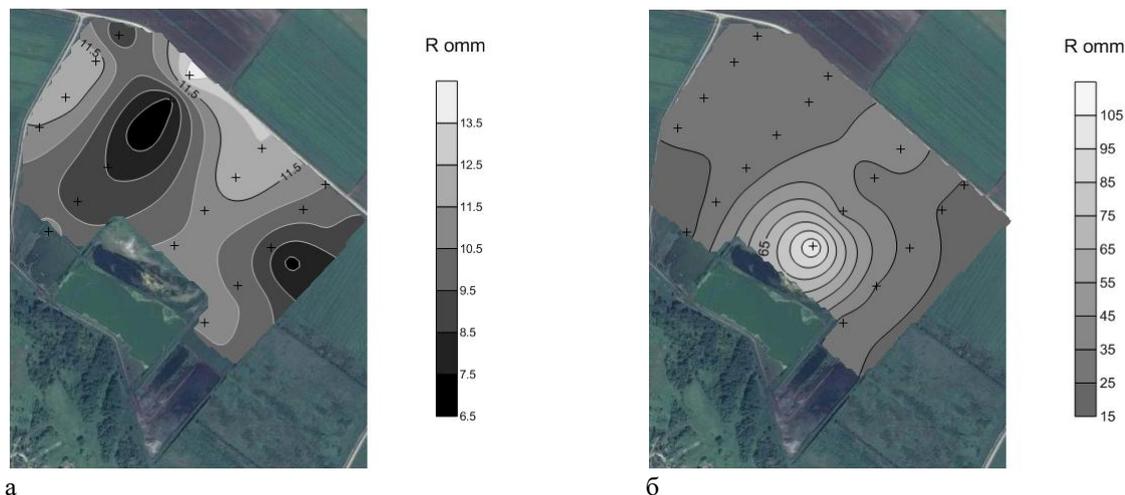


Рис. 4 – Изоомы распределения значений электрического сопротивления по площади участка «Дальний» в 2012 году (а) и в 2016 году (б)

Электрическое сопротивление зависит от многих факторов, таких как влажность, плотность и температура почвы, а также химических свойств почв – емкости поглощения, содержания гумуса, солесодержания и других. Поэтому, последовательно исключая одинаковые факторы в разные годы, находим конкретную причину изменения свойства в проблемных участках.

В нашем примере исследования проводились в летний период при высокой влажности как в 2012, так и в 2016 году. Следовательно, температуру и влажность можно исключить из факторов, влияющих на электрическое сопротивление. Примечательна связь изменения сопротивления с развитием лесной растительности. Электрофизическое картирование, таким образом, демонстрирует, что изменение в составе растительности сопровождается также трансформацией свойств почвенного покрова. Для того, чтобы ответить на вопрос, какие же физические или химические свойства почвы, оказывающие непосредственное влияние на сопротивление, изменились в результате зарастания участков лесом, можно отобрать образцы в интересующих местах.

Заключение

На основе карт изоомов и изопотенциалов можно обоснованно и объективно наметить места закладки основных разрезов или траншей, точки отбора образцов.

После определения в лабораторных условиях интересующих свойств, связанных с электрическими параметрами и вычисления соответствующих показателей, характеризующих тесноту связей, а также расчета эмпирических уравнений можно провести расшифровку карт электросъемки.

На основе этих сведений можно получать подробные карты распределения различных агрохимических свойств, характеризующих плодородие и окультуренность почв, изучить их изменение при внесении удобрений или смене типа землепользования, проводить различные виды специальных картирований, например, почвенно-мелиоративное или эрозионное картирование.

Список литературы / References

1. Ковалев Н.Г. АгроГИС-технологии обследования почв с использованием методов электрофизики. Методические рекомендации /Н.Г. Ковалев, А.И. Поздняков, А.Д. Позднякова и др. -Тверь: Тверской печатник. - 2014. - 44 с.
2. Поздняков А.И. Количественная интерпретация данных вертикального электрического зондирования почв с применением R-функции /А.И. Поздняков, А.Д. Позднякова //Почвоведение, 1983. №10. -С. 120-125.
3. Поздняков А.И. Стационарные электрические поля в почвах. /А.И. Поздняков, Л.А. Позднякова, А.Д. Позднякова. -М.: КМК ScientificPress. -1996. – 358 с.
4. Поздняков А.И. Полевая электрофизика почв./А.И. Поздняков -М.: МАИК «Наука/Интерпериодика». -2001. - 188 с.
5. Поздняков А.И. Торф и эутофные торфоземы при длительном сельскохозяйственном использовании /А.И. Поздняков, Н.Г. Ковалев, Л.А. Поздняков и др. -Тверь: ТвГУ, 2014. -356 с.
6. Позднякова А.Д. Современные полевые методы обследования почв. / А.Д. Позднякова, Л.А. Поздняков, О.Н. Анциферова //Инновационная наука. -2016, №9 (21). –С.102-106.
7. Рабинович Г.Ю. Новые электрофизические и микробиологические методы для изучения почвенных процессов в антропогенно преобразованных торфяных почвах при их сельскохозяйственном использовании. Методическое пособие. /Г.Ю. Рабинович, Л.А. Поздняков, А.Д. Позднякова, Е.В. Широкова, О.Н. Анциферова, М.С. Дуброва - Тверь: Из-во ТвГУ, 2016. -38с.
8. Позднякова А.Д. Содержание тяжелых металлов в водных растениях мелиоративной сети Яхромской поймы. / А.Д. Позднякова, Р.А. Бородкина //Бюллетень науки и практики. 2016, №5. –С. 20-26.
9. Добровольская Т.Г. Функционирование микробных комплексов верховых торфяников - анализ причин медленной деструкции торфа. / Т.Г. Добровольская, Д.Г. Звягинцев, Л.И. Инишева, Г.М. Зенова, А.Л. Степанов, Л.А. Поздняков и др. -М.: Товарищество научных изданий КМК. -2013. -128 с.

10. Golovko L. LandMapper ERM-02: Handheld Meter for Near-Surface Electrical Geophysical Surveys/ L. Golovko, A. Pozdnyakov, A. Pozdnyakova //FastTIMES (EEGS) Agriculture: A Budding Field in Geophysics. - 2010. - Vol.15 (4) - P. 85-93.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Kovalev N.G. AgroGIS-tehnologii obsledovanija pochv s ispol'zovaniem metodov jelektrofiziki. Metodicheskie rekomendacii [Agro-GIS-technology of soil survey using methods of electrophysics] /N.G. Kovalev, A.I. Pozdnjakov, A.D. Pozdnjakova i dr. -Tver': Tverskoj pechatnik. - 2014. - 44 p. [in Russian]
2. Pozdnjakov A.I. Kolichestvennaja interpretacija dannyh vertikal'nogo jelektricheskogo zondirovanija pochv s primeneniem R-funkcii [Quantitative interpretation of the data of vertical electric probing of soils using the R-function] /A.I. Pozdnjakov, A.D. Pozdnjakova //Pochvovedenie [Soil Science]. - 1983. - №10. - P. 120-125. [in Russian]
3. Pozdnjakov A.I. Stacionarnye jelektricheskie polja v pochvah. [Stationary electric fields in soils] /A.I. Pozdnjakov, L.A. Pozdnjakova, A.D. Pozdnjakova. -M.: KMK ScientificPress. -1996. – 358 p. [in Russian]
4. Pozdnjakov A.I. Polevaja jelektrofizika pochv [Field electrophysics of soils] /A.I. Pozdnjakov - M.: MAIK «Nauka/Interperiodika». -2001. -188 p. [in Russian]
5. Pozdnjakov A.I. Torf i jeutrofnje torfozemy pri dlitel'nom sel'skohozjajstvennom ispol'zovanii [Peat and eutrophic peatlands with prolonged agricultural use] /A.I. Pozdnjakov, N.G. Kovalev, L.A. Pozdnjakov i dr. -Tver': TvGU. - 2014. - 356 p. [in Russian]
6. Pozdnjakova A.D. Sovremennye polevye metody obsledovanija pochv [Modern field methods of soil investigation] / A.D. Pozdnjakova, L.A. Pozdnjakov, O.N. Anciferova //Innovacionnaja nauka [Innovative science]. - 2016. - №9 (21). – P.102-106. [in Russian]
7. Rabinovich G.Ju. Novye jelektrofizicheskie i mikrobiologicheskie metody dlja izuchenija pochvennyh processov v antropogenno preobrazovannyh torfjanyh pochvah pri ih sel'skohozjajstvennom ispol'zovanii [New electrophysical and microbiological methods for studying soil processes in anthropogenically transformed peat soils under their agricultural use] / G.Ju. Rabinovich, L.A. Pozdnjakov, A.D. Pozdnjakova and others - Tver': Iz-vo TvGU, 2016. - 38 p. [in Russian]
8. Pozdnjakova A.D. Soderzhanie tjazhelyh metallov v vodnyh rastenijah meliorativnoj seti Jahromskoj pojmy [The content of heavy metals in aquatic plants of the meliorative network of the Yakhroma floodplain] /A.D. Pozdnjakova, R.A. Borodkina //Bjulleten' nauki i praktiki Bulletin of Science and Practice [Bulletin of Science and Practice]. – 2016. - №5. – P. 20-26. [in Russian]
9. Dobrovolskaja T.G. Funkcionirovanie mikrobnih kompleksov verhovyh torfjanikov - analiz prichin medlennoj destrukcii torfa [Functioning of microbial complexes of upland peat bogs - analysis of the causes of slow degradation of peat] / T.G. Dobrovolskaja, L.I. Zenova, L.A. Pozdnjakov and others - M.: Tovarishhestvo nauchnyh izdanij KMK. - 2013. -128 p. [in Russian]
10. Golovko L. LandMapper ERM-02: Handheld Meter for Near-Surface Electrical Geophysical Surveys/ L. Golovko, A. Pozdnyakov, A. Pozdnyakova //FastTIMES (EEGS) Agriculture: A Budding Field in Geophysics. - 2010. - Vol.15 (4) - P. 85-93.



Все статьи, опубликованные в «Международном научно-исследовательском журнале», загружаются в РИНЦ.

***Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)** — библиографическая база данных научных публикаций российских учёных. Для получения необходимых пользователю данных о публикациях и цитируемости статей на основе базы данных РИНЦ разработан аналитический инструментарий ScienceIndex.*

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.101>

Юрченко И.Ф.¹, Икромов И.И.², Мирзоев М.М.³

¹ORCID: 0000-0003-2390-1736, Доктор технических наук, Доцент, Всероссийский научно – исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова,

²Доктор технических наук, Профессор,

³Аспирант, Таджикский аграрный университет им. Ш. Шотемура

МЕТОДЫ АНАЛИЗА И ОЦЕНКИ РИСКОВ МЕЛИОРАТИВНЫХ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

Аннотация

Выполнен анализ и определен риск инвестирования в мероприятия трансформации структуры сельскохозяйственных культур на орошаемых землях Вахшской долины. Апробирован метод имитационного моделирования, обеспечивающий максимум сведений о факторах негативного влияния на риск проекта. Установлена степень риска инвестиционных решений, достигающая 10,2%, что свидетельствует о целесообразности инвестиций в реализацию проекта. Показана целесообразность использования в сфере мелиорации инновационных методов оценки рисков проектов, базирующихся на опыте развитых отраслей отечественной экономики и за рубежом.

Ключевые слова: риск, мелиоративный проект, метод чувствительности, имитационное моделирование.

Yurchenko I.F.¹, Ikromov I.I.², Mirzoev M.M.³

¹ORCID: 0000-0003-2390-1736, PhD in Engineering, Associate Professor, All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after. A. N. Kostyakov, Moscow;

²PhD in Engineering, Professor;

³Postgraduate Student, Tajik Agrarian University named after Shirinsho Shotemur, Dushanbe

METHODS OF RISKS ANALYSIS AND ASSESSMENT OF LAND RECLAMATION INVESTMENT PROJECTS

Abstract

We performed the analysis and identified the risk of investing in the transformation of the structure of crops on the irrigated lands of the Vakhsh valley. We tested the method of simulation, which provides a maximum of information about the factors of negative impact on the risk of the project. The degree of risk of investment decisions has been established, reaching 10.2%, which indicates the feasibility of investment in the project. The feasibility of using innovative methods of risk assessment of projects based on the experience of developed sectors of the domestic economy and abroad is shown.

Keywords: risk, reclamation project, sensitivity method, simulation modeling.

Введение. Принципиальным фактором выгодного вложения капитала является знание специфики реализации конкретных инвестиционных проектов и использование действенных инновационных методик расчета эффективности планируемых мероприятий [1]. Самая общая связь между вероятностью риска и прогнозируемой доходностью инвестора отражается закономерностью: чем выше доходность вложений, тем выше риск его не достижения; сокращение доходности повышает вероятность отсутствия риска затрат [2-5]. Риски проектов делятся на общие или систематические, которые влияют на все формы инвестиционной деятельности и всех участников инвестирования, и внутренние, отражающие специфику отдельно взятого проекта. К первоочередным внутренним рискам инвестиций в проекты относятся: недоработки проектно-сметной документацией и др.; невыполнение исполнителем, реализующим мелиоративные инвестиционные проекты, принятых обязательств; изменение целей и приоритетов участников проекта в развитии деятельности; недостоверность знаний о финансовом положении и деловой репутации участников проекта; привлечение заемных средств из-за невыполнения заказчиком обязательств перед инвесторами [6-7]. Общие риски включают изменения, обусловленные переменами внешнеэкономической и внутренней экономической среды, определяющими снижение на фондовом рынке ставок, курсов валют, закупочных цен на сельскохозяйственную продукцию, увеличение ставки дисконта и прочие негативные факторы. Распространенные в экономике методы мониторинга рисков инвестиционных решений и сравнительный анализ их функциональных возможностей приведены на рисунке 1 по материалам [8].

МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА РИСКА ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ			
Качественный анализ	Несложность вычислений	Достоверность данных	Выполнимость в динамике
Экспертный	+	+	+
Рейтинговый	+	+	+
Аналогий	+	+	+
Контрольных перечней источников риска	+	+	-
Статистических оценок	+		+
Аналитических методов			
Анализа чувствительности	-	+	+
Регулирования нормы дисконта	+	-	+
Достижения точки безубыточности	+	+	-
Сценарного анализа	-	-	+
Дерева решений	+	-	-
Монте – Карло	-	+	+
Количественный анализ	Несложность вычислений	Достоверность данных	Выполнимость в динамике

Рис. 1 – Методы мониторинга риска инвестиционных проектных решений [8]

К сожалению, приходится отмечать отсутствие развитой практики учета рисков в расчетах эффективности мелиоративных инвестиционных проектов, базирующихся на инновационной теории, соответствующей специфике мелиоративной деятельности, что находит подтверждение и в работах отечественных исследователей [6], [7]. В связи с этим представляется правильным организация масштабных исследований по оценке эффективности инвестиций в сфере мелиорации, сбору и систематизации информации, полученной с использованием общей экономической теории, для ускорения формирования методических направлений учета рисков, отвечающих требованиям мелиоративной практики.

Цель настоящей работы - совершенствование теории оценки действенности мелиоративных мероприятий на основе обобщения, анализа и развития выходных данных результативности конкретных инвестиционных проектов с учетом рисков ее достижения. В составе исследований апробирован метод имитационного моделирования или метод Монте - Карло, обеспечивающие максимум сведений о факторах негативного влияния на риск проекта [1].

Методология исследований. Расчеты риска общественной экономической эффективности осуществлялись для варианта размещения сельскохозяйственных культур на орошаемых землях Вахшской долины, разработанного в рамках исследований по формированию рационального состава и структуры орошаемых земель указанного региона на перспективу до 2050 г., обеспечивающего эффективное водопользование в изменяющихся природных условиях с применением традиционной поверхностно-бороздковой технологии полива без создания дополнительной постоянной водопроводящей сети [9], что не потребует инвестиций и может выполняться за счет операционных затрат.

Оценка экономической эффективности проектного варианта выполнялась согласно действующему нормативному документу РД АПК 3.00.01.003-03 [10] и подробно характеризуется в работе [9]. Критериальным показателем экономической эффективности принята величина дисконтированного приростного чистого дохода (ДПЧД), определяемого, как накопленное за весь расчетный 30 летний период функционирования мероприятий проекта, дисконтированное сальдо приростного чистого денежного потока, исчисляемого с учетом результатов и затрат, имевших место до реализации проекта.

Исходная информация представлена данными статистической отчетности по урожайности и структуре посевов на землях сельскохозяйственного использования в Вахшской долине Республики Таджикистан в настоящее время и на перспективу; фактографическими материалами о цене реализации и затратах на производство продукции растениеводства, а также экспертными оценками потребности и возможности трансформации действующей структуры использования земель сельскохозяйственного назначения, полученными в составе исследований [9] (таблица 1).

Таблица 1 – Исходные данные для расчета экономической эффективности проекта [14]

	Структура площадей, га				Урожайность с.-х. культур, т/га		Закупочная цена, руб./т	Удельные затраты*, руб./т
	без проекта		проект		орошение.	богара		
	орошение	богара	орошение	богара				
Хлопчатник	67299		69696		1,9		16610	11700
Зерновые и зернобобовые	17364	32247	29210	3608	2,5	1,5	4429	3120
Овощные	13323		18958		22,1		2768	1950
Бахчевые	2936	4403	10246		25,7	16,0	8305	5850
Картофель	3659	406	11874		23,1	13,0	5537	4090
Фруктовые	273	506,4	1440		3,5	1,5	6644	4680
Виноград	330	771	1646		4,9	2,4	7198	5070
Кормовые	10725	4596	6930	5230	9,0	6,9		
Итого	115909	42929	150000	8838				

Примечание: * Средневзвешенные значения.

Экономические показатели проекта на год достижения планируемой структуры сельскохозяйственного производства и ДПЧД по состоянию на 2050 г. приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Экономические показатели проекта стратегического развития орошаемых земель Вахшской долины год [14]

	Затраты на производство, млн. руб		Стоимость продукции, млн. руб		Чистый доход, млн. руб		Прирост чистого дохода, млн. руб
	проект	б/проекта	проект	б/проекта	проект	б/проекта	
Хлопчатник	1549,342	1496,057	2199,520	2123,874	650,178	627,817	22,361
Зерновые и зернобобовые	242,056	285,709	343,635	405,606	101,578	119,897	-18,319
Овощные	816,256	573,635	1158,796	814,360	342,540	240,725	101,815
Бахчевые	1539,835	853,362	2186,024	1211,474	646,189	358,112	288,077
Картофель	1123,301	367,735	1520,610	497,802	397,310	130,067	267,243
Фруктовые	23,789	8,065	33,773	11,449	9,983	3,384	6,599
Виноградники	40,558	17,513	57,578	24,862	17,020	7,349	9,671
Итого	5335,137	3602,075	7499,936	5089,427	2164,798	1487,351	677,447
ДПЧД по состоянию на 2050 год с учетом разновременности ввода мероприятий проекта, при норме дисконта 6%							2278,9

Риск мелиоративного инвестиционного проекта оценивался по вероятности положительных значений прогнозируемого ДПЧД в зависимости от возможных колебаний урожайности сельскохозяйственных культур, закупочной цены, производственных затрат и нормы дисконта. Указанные факторы были выбраны, как наиболее значимые для формирования дохода сельскохозяйственного производства, по имеющимся рекомендациям специалистов [1], [6], [8].

Результаты исследований. Влияние ключевых факторов, характеризующих возможные риски не достижения планируемой доходности, определялось методом Монте – Карло или методом имитационного моделирования [1], [8], [11], позволяющего оценить изменение доходности проекта по вероятностному распределению параметров риска ее достижения и их корреляции. Расширение возможностей метода имитационного моделирования при оценке риска проекта обеспечивается формированием случайных сценариев результативности хозяйственных воздействий.

Расчет риска проекта размещения сельскохозяйственных культур на орошаемых землях Вахшской долины методом Монте – Карло выполнен с использованием программного комплекса Oracle Crystal Ball, положительно зарекомендовавшим себя в практике оценки эффективности вновь предлагаемых мероприятий наиболее развитых отраслей отечественной экономики и за рубежом [12].

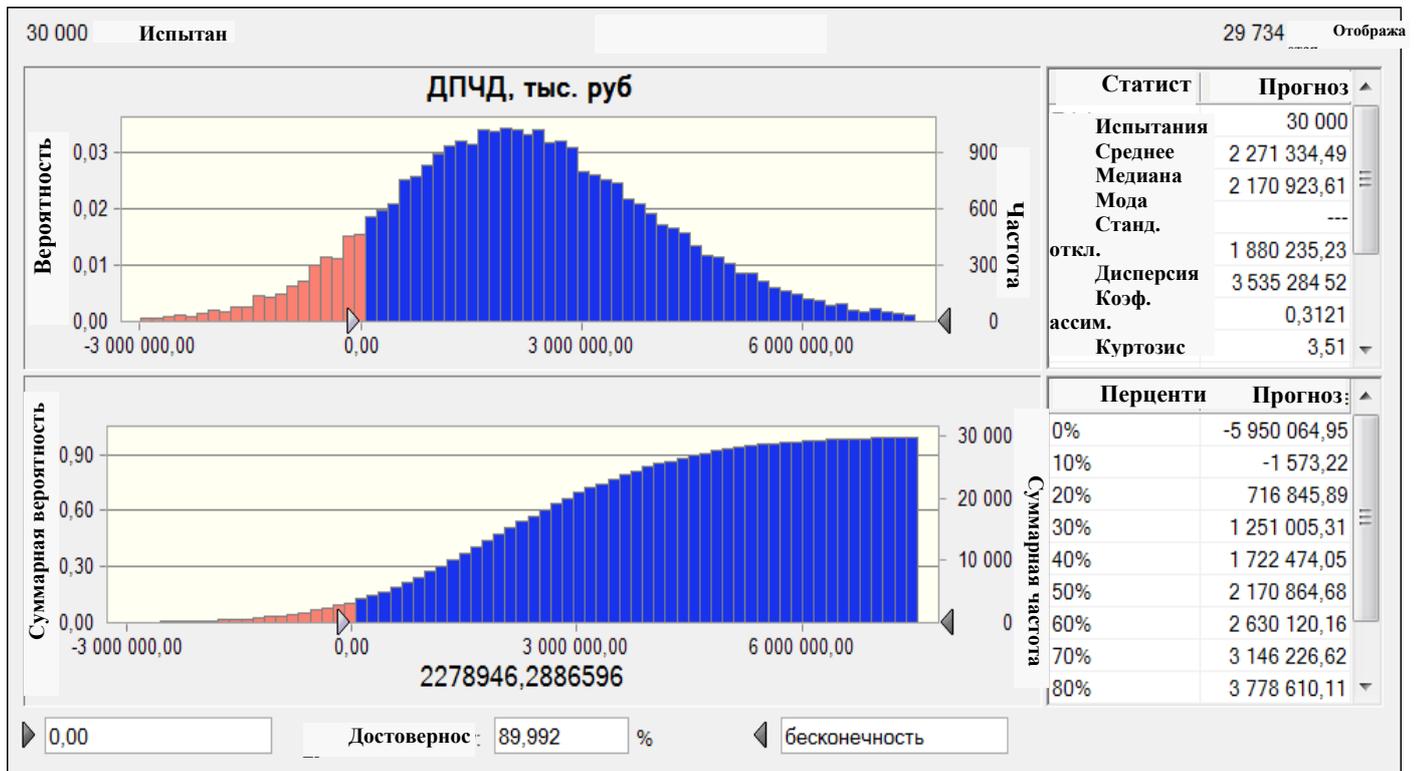


Рис. 2 – Результаты моделирования – распределение ДПЧД

Согласно выходным данным, представленным в одном из форматов, характерном для Oracle Crystal Ball, степень риска инвестиционных решений по развитию орошения в Вахшской долине, составляет порядка 10,0% (100- 89,992) (рисунок 2). Риск оценивался по вероятности отрицательных значений ДПЧД (ДПЧД<0) в составе выборки из 30000 расчетов, выполненных для случайного сочетания изменяемых факторов. Полученная оценка позволяет классифицировать степень риска, как среднюю [13], и свидетельствует о целесообразности инвестиций в реализацию проекта. Вместе с тем это и указание на то, что при установлении объемов внедрения новой технологии орошения и разработке превентивных мероприятий регулирования рисков требуется максимальное внимание участников проекта к изменчивости макроэкономических показателей.

Выводы. Таким образом, подтверждается возможность и необходимость в отсутствии узаконенного и апробированного документа для оценки рисков проектов мелиорации использования инновационных методов, базирующихся на опыте развитых отраслей отечественной экономики и за рубежом. Организация масштабных работ по выполнению, систематизации и анализу результатов оценки рисков конкретных проектов будет способствовать созданию современной и действенной нормативной - методической базы определения эффективности планируемых инвестиций, столь необходимой сфере мелиорации.

Список литературы / References

1. Цамутали С. А. Оценка рисков реальных инвестиций // Экономика. Налоги. Право. – 2013. – №. 4. – С. 32–37.
2. Юрченко И.Ф. Методология создания информационной технологии оперативного управления водораспределением на межхозяйственных оросительных системах / И. Ф. Юрченко, В. В. Трунин // Природообустройство. – 2013. – № 4. – С. 10–14.
3. Юрченко И. Ф. О критериях и методах контроля безопасности гидротехнических сооружений мелиоративного водохозяйственного комплекса / И. Ф. Юрченко, А. К. Носов // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. – Вып. 53. – С. 158–165.
4. Юрченко И. Ф. Нормативно правовая база обеспечения безопасности гидротехнических сооружений / И.Ф. Юрченко, А.К. Носов // Научный журнал Российского НИИ Проблем мелиорации. – 2015. – №4(20). – С. 262–277.
5. Юрченко И. Ф. Водосберегающая технология планирования технической эксплуатации мелиоративных систем / И. Ф. Юрченко // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2016. – №5. – С. 76–88.
6. Никитин И. Д. Учет фактора времени, неопределенности и рисков при расчетах эффективности в мелиорацию / И. Д. Никитин, З. Н. Артемьева, Е. Е. Григорашенко // Агрофизика. – 2014. – № 2(14). – С. 28–35.
7. Юрченко И. Ф. Оценка рисков мелиоративных инвестиционных проектов / И. Ф. Юрченко, А. К. Носов // Мелиорация и водное хозяйство. – 2014. – №2. – С. 6–10.
8. Мукаев Р. Х. Оценка рисков инвестиционных проектов разработки нефтяных месторождений методом имитационного моделирования (Монте-Карло) / Р. Х Мукаев // Тенденции и перспективы развития науки XXI века. – 2015. – С. 64.
9. Икромов И. И. Водосберегающая и почвозащитная технология и техника поверхностно-бороздкового способа орошения сельскохозяйственных культур на склоновых землях / И.И. Икромов, М.М. Мирзоев // Почвы Азербайджана: генезис, география, мелиорация, рациональное использование и экология: сб. матер. международ. науч. конфер. Баку. – 8.06.2012. – Габала 9-10.06.2012. – Т. 2. – С. 1053.
10. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов мелиорации сельскохозяйственных земель. РД АПК3.00.01.003-03.

11. Сазонов, А.А. Применение метода Монте-Карло для моделирования экономических рисков в проектах / А.А. Сазонов, М.В. Сазонова // Наука и современность. – 2016. – №43. – С. 229–232.
12. Oracle Crystal Ball, Getting Started Guide, Release 11.1.1.1.00. Copyright © 1988, 2008, Oracle.
13. Турмачев Е. С. Методические проблемы количественного определения рисков инвестиционных проектов // Анализ эффективности инвестиций. – 2006. – №. 3. – С. 45–58.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Camutali S. A. Ocenka riskov real'nyh investicij [Assessment of risks of real investments] // Jekonomika. Nalogi. Pravo [Economy. Taxes. Right]. – 2013. – №. 4. – P. 32–37. [in Russian]
2. Jurchenko I.F. Metodologija sozdaniya informacionnoj tehnologii operativnogo upravlenija vodoraspredeleniem na mezhhozjaj–stvennyh orositel'nyh sistemah [Methodology of creation of information technology of operational management of water distribution on intereconomic irrigating systems] / I. F. Jurchenko, V. V. Trunin // Prirodoobustrojstvo [Environmental engineering]. – 2013. – № 4. – P. 10–14. [in Russian]
3. Jurchenko I. F. Nosov A. K. O kriterijah i metodah kontrolja bezopasnosti gidrotehnicheskikh sooruzhenij meliorativnogo vodohozjajstvennogo kompleksa [About criteria and control methods of safety of hydraulic engineering constructions of ameliorative water management complex] / I.F. Jurchenko, A.K. Nosov // Puti povyshenija jeffektivnosti oroshaemogo zemledelija [Ways of increase in efficiency of the irrigated agriculture]. – 2014. – №53 – P. 158–165. [in Russian]
4. Yurchenko I.F. Normativno pravovaja baza obespechenija bezopasnosti gidrotehnicheskikh sooruzhenij [Standardly legal base of safety of hydraulic engineering constructions] / I.F. Jurchenko, A.K. Nosov // Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii [Scientific magazine of the Russian scientific research institute of problems of melioration]. – 2015. – № 4 (20). – P. 262–277. [in Russian]
5. Yurchenko, I. F. Vodoberegajushhaja tehnologija planirovanija tehniceskoy jekspluatcii meliorativnyh system [The water preserving technology of planning of technical operation of meliorative systems] / I. F. Jurchenko//Vodnoe hozjajstvo Rossii: problemy, tehnologii, upravlenie [Water management of Russia: problems, technologies, management]. – 2016. – №5. – P. 76–88. [in Russian]
6. Nikitin I. D. Uchet faktora vremeni, neopredelennosti i riskov pri raschetah jeffektivnosti v melioraciju [The accounting of a factor of time, uncertainty and risks when calculating efficiency in melioration] / I. D. Nikitin, Z. N. Artem'eva, E. E. Grigorashenko // Agrofizika [Agrophysics]. – 2014. – № 2(14). – P. 28–35. [in Russian]
7. Jurchenko I. F. Ocenka riskov meliorativnyh investicionnyh proektov [Assessment of risks of meliorative investment projects] / I. F. Jurchenko, A. K. Nosov // Melioracija i vodnoe hozjajstvo [Melioration and water management]. – 2014. – №2. – P. 6–10. [in Russian]
8. Mukaev R. H. Ocenka riskov investicionnyh proektov razrabotki neftjanyh mestorozhdenij metodom imitacionnogo modelirovanija (Monte–Karlo) [Assessment of risks of investment projects of development of oil fields by method of imitating modeling (Monte Carlo)] / R. H Mukaev // Tendencii i perspektivy razvitija nauki XXI veka [Tendency and prospects of development of science of the XXI century]. – 2015. – P. 64. [in Russian]
9. Ikromov I. I. Vodoberegajushhaja i pochvozashhitnaja tehnologija i tehnika poverhnostno–borozdkovogo sposoba oroshenija sel'skohozjajstven–nyh kul'tur na sklonovyh zemljah [The water preserving and soil–protective technology and the equipment superficial a way of irrigation of crops on slope lands] / I.I. Ikromov, M.M. Mirzoev // Pochvy Azerbajdzhana: genezis, geografija, melioracija, racional'noe ispol'zovanie i jekologija: sb. mater. mezhdunarod. nauch. konfer. Baku, 8.06.2012g., Gabala [Soils of Azerbaijan: genesis, geography, melioration, rational use and ecology: collection of materials of the international scientific conference, Baku, 8.06.2012g., Gabala] 9–10.06.2012g., T. 2., P. 1053. [in Russian]
10. Metodicheskie rekomendacii po ocenke jeffektivnosti investicii–onnyh proektov melioracii sel'skohozjajstvennyh zemel' [Methodical recommendations about assessment of efficiency of investment projects of melioration of farmlands] RD APK3.00.01.003–03. [in Russian]
11. Sazonov, A.A. Primenenie metoda Monte –Karlo dlja modelirovanija jekonomicheskikh riskov v proektah [Application of the Monte Carlo method for modeling of economic risks in projects] / A.A. Sazonov, M.V. Sazonova // Nauka i sovremennost' [Science and present]. – 2016. – №43. – P. 229–232. [in Russian]
12. Oracle Crystal Ball, Getting Started Guide, Release 11.1.1.1.00. Copyright © 1988, 2008, Oracle.
13. Turmachev E. S. Metodicheskie problemy kolichestvennogo oprede–nija riskov investicionnyh proektov [Methodical problems of quantitative determination of risks of investment projects] / E. S. Turmachev // Analiz jeffektivnosti investicij [Analysis of efficiency of investments]. – 2006. – №. 3. – P. 45–58. [in Russian]

НАУКИ О ЗЕМЛЕ / SCIENCE ABOUT THE EARTH

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.068>

Денисова Е.В.

ORCID: 0000-0003-1885-2095, кандидат географических наук,
Волгоградский государственный аграрный университет

**ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ
С УЧЕТОМ ПОЧВЕННО-МЕЛИОРАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ**

Аннотация

Изменения экономических условий в стране привели к негативным процессам в сельском хозяйстве и особенно в мелиоративно-водохозяйственном комплексе. Это проявляется в резком снижении продуктивности используемых земель и их полной деградации. Устойчивое развитие сельского хозяйства предполагает совершенствование системы природно-мелиоративного мониторинга, которое должно быть направлено на сохранение и восстановление почвенных ресурсов. Необходимо применение такой методики предоставления земель для ведения сельскохозяйственного производства, которая бы учитывала особенности каждого муниципального поселения.

Ключевые слова: земельные ресурсы, использование земель, мелиорация земель, почвенные зоны.

Denisova E.V.

ORCID: 0000-0003-1885-2095,

PhD in Geography,

Volgograd State Agrarian University

FEATURES OF AGRICULTURAL LANDS USE WITH ACCOUNT OF SOIL-MELIORATIVE CONDITIONS

Abstract

Changes of economic conditions in our country have led to negative processes in agriculture and, particularly, in the meliorative and water management complex. This appears in a sharp decline of the productivity of the lands used and their complete degradation. Sustainable development of agriculture assumes the improvement of the natural and meliorative monitoring system, which should be aimed at preserving and restoring of soil resources. It is necessary to apply such a method of providing lands for agriculture, which takes into account the features of each municipal settlement.

Keywords: land resources, land use, land reclamation, soil zones.

Современный механизм развития устойчивого земледелия предполагает совершенствование системы природно-мелиоративного мониторинга. Новые формы предприятий должны осуществлять свое производство с учетом качественно новых принципов, учитывающих все изменения на данной территории. Они должны обеспечить эффективное использование и охрану почв как природного ресурса и главного средства производства в сельском хозяйстве. В соответствии с Земельным кодексом, федеральными законами «О мелиорации земель» (ст. 19 и 21) и «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» (ст. 16) достоверную и актуальную информацию о качественном состоянии и экономической оценке земель должен обеспечить своевременный мониторинг земель, который имеет статус государственного.

При проведении работ по обследованию земель в муниципальных районах необходимо:

- составлять карты не только на всю исследуемую территорию, но и на наиболее деградированные участки;
- вести учет площадей сельскохозяйственных земель вне зависимости от степени проявления различных процессов;
- составлять прогнозы развития, как используемых угодий, так и неиспользуемых территорий;
- проводить комплексные мероприятия по восстановлению земель, подверженных различным негативным процессам.

Изучение состояния земель на примере Палласовского района Волгоградской области, выявление основных почвенно-климатических особенностей района, разработка предложений по использованию земель сельскохозяйственного назначения с учетом почвенно-мелиоративного состояния, является главной целью совершенствования территорий существующих землевладений (землепользований).

Палласовский район – наиболее характерный, самый засушливый район Волгоградской области. Развитие сельского хозяйства района тесно связано с климатическими условиями района, а именно только при наличии орошаемых земель в районе выращиваются зерновые культуры.

Нестабильность сельскохозяйственного производства не только в Волгоградской области, но и в России и его низкая продуктивность объясняется сложными природными условиями. Около 80% земель сельскохозяйственной территории расположено в засушливой зоне. Объемы производимой продукции напрямую зависят от погодных условий. Поэтому для придания устойчивости земледелию и стабильного развития сельского хозяйства в основных сельскохозяйственных районах России необходимо проведение комплексной мелиорации земель, базовую основу которой должно составить орошение.

Однако орошение не должно приводить к таким последствиям, при которых такое использование будет вызывать ухудшение состояния сельскохозяйственных угодий, а также их выбытие из оборота.

С учетом проведенных исследований в районе было выявлено, что Палласовский район Волгоградской области расположен в 3-х почвенных округах: Подсыртовый округ; Северо-западный бессточный округ; Приозерно-соровый округ.

В границах этих округов осуществляют свою деятельность следующие сельскохозяйственные предприятия (табл. 1).

Площадь пашни в районе 276632,0 га или 47% от всей площади сельскохозяйственных угодий, а площадь орошаемой пашни составляет 11555,0 га или 4,2% от всех с/х угодий.

Таблица 1 – Состояние орошаемых земель в сельскохозяйственных предприятиях Палласовского района

№ п/п	Наименование хозяйства	Мелиоративное состояние орошаемых земель					
		хорошее, га	%	удовлетворительное, га	%	неудовлетворительное, га	%
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Подсыртовый округ</i>							
1	СПК «Лиманный»	86,0	0,7	150,0	1,3	0,0	0,0
2	СПК «Фурмановский»	23,0	0,2	218,0	1,9	246,0	2,1
3	СПК «Чапаевское»	50,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
4	СПК «Племзавод Палласовский»	20,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
5	СПК «Племзавод Ромашковский»	0,0	0,0	655,0	5,7	473,0	4,1
6	СПК «Палласовский»	269,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0
	Итого	448,0	3,8	1023,0	8,9	719,0	6,2
<i>Северо-западный бессточный округ</i>							
7	СПК «VIII съезд Советов»	451,0	3,9	594,0	5,1	421,0	3,6
8	СПК «Революционный путь»	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	СПК им. Ленина	67,0	0,6	39,0	0,3	445,0	3,9
1	2	3	4	5	6	7	8
10	СПК «Кайсацкий»	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	СПК «Кубышевский»	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	СПК «Красный Октябрь»	101,0	0,9	410,0	3,6	1124,0	9,7
13	ОАО «Калининское»	38,0	0,3	338,0	2,9	0,0	0,0
	Итого	657,0	5,7	1381,0	11,9	1990,0	17,2
<i>Приозерно-соровый округ</i>							
14	СПК «Эльтонский»	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	СПК «Заволжское»	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	СПК «Венгеловское»	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	СПК «Приозерный»	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18	СПК «Дружба»	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Итого	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Всего	1105,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Самое большое количество мелиоративных земель, в хорошем состоянии, находится в Северо-западном бессточном округе – 657,0 га или 5,7 % от площади орошаемой пашни. Общее количество мелиоративных земель в хорошем состоянии – 1105,0 га (9,5%), в удовлетворительном – 1381,0 га (11,9%), в неудовлетворительном – 1990,0 га (17,2).

Таблица 2 – Удельные показатели кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения

№ п/п	Наименование сельского поселения	Площадь, га	УПКСЗ, руб/га	Балл бонитета с/х угодий
1	2	3	4	5
1	Палласовское городское поселение	100964,00	861,75	47
2	Венгеловское сельское поселение	28121,00	1007,89	43
3	Гончаровское сельское поселение	71952,00	1413,48	45
4	Заволжское сельское поселение	42727,00	10979,93	54
5	Кайсацкое сельское поселение	32312,00	938,22	46
6	Калашниковское сельское поселение	28300,00	1878,39	46
7	Комсомольское сельское поселение	35581,00	1033,08	44
8	Краснооктябрьское сельское поселение	44976,00	1694,22	48
9	Лиманное сельское поселение	17457,00	1647,97	47
10	Приозёрное сельское поселение	17666,00	878,62	37
11	Революционное сельское поселение	44571,00	865,17	42
12	Ромашковское сельское поселение	38887,00	886,77	42
13	Савинское сельское поселение	68539,10	5465,42	48
14	Степновское сельское поселение	25416,00	876,90	41
15	Эльтонское сельское поселение	104239,0	478,0	42
	ИТОГО ПО РАЙОНУ	597469,10	1396840180	44,8

Эколого-ландшафтное районирование направлено на учет реально существующих экономических и экологических особенностей региона, позволяет количественно и качественно оценить соотношения между деятельностью человека и природой в пространстве, в том числе и использование земельных ресурсов.

Такое районирование дает возможность сопоставить различные территории, нуждающиеся в природоохранных, почвозащитных и восстановительных мероприятиях или в более рациональном размещении производств, а также установить социально-экологические свойства конкретного района, в результате чего можно определить наиболее целесообразное для него направление развития производства.

В результате такого районирования Палласовского района Волгоградской области были выявлены территории, на которых необходимо проведение почвозащитных, и восстановительных мероприятий, а также составлена схема почвенных округов наиболее благоприятных для развития сельскохозяйственного производства.

По результатам исследования, Северо-западный бессточный округ наиболее благоприятный для развития всех форм сельскохозяйственных предприятий, почвенные ресурсы данного округа находятся в хороших условиях, а качественное состояние мелиоративных угодий не вызывает опасений.

Таким образом, подобные исследования позволяют:

- охарактеризовать земельные угодья по качественному состоянию;
- с учетом почвенно-мелиоративного районирования выявлять в разрезе муниципальных поселений земли сельскохозяйственного назначения, пригодные для ведения с/х производства;
- разработать методику предоставления земель для ведения сельскохозяйственного производства с учетом природных особенностей;
- определить границы и площади земельных участков, для последующего предоставления их в аренду или продажу, с учетом сложившейся системы землевладений и землепользований.

Список литературы / References

1. Российская Федерация. Законы. Земельный Кодекс Российской Федерации: федер. закон: [принят Гос. Думой 28 сентября 2001 г.: одобр. Советом Федерации 10 октября 2001 г.]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/popular/earth/> (дата обращения 21.05.2017)
2. Российская Федерация. Законы. О землеустройстве: федер. закон: [принят Гос. Думой 24 мая 2001 г.: одобр. Советом Федерации 06 июня 2001 г.]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/popular/earth/> (дата обращения 21.05.2017)
3. Богданов, В.Л. Управление земельными ресурсами / В.Л. Богданов, В.В. Гарманов, В.В. Зсядь-Волк и др. – Изд-во С-Петерб. ун-та, 2010. – 173 с.
4. Воробьев, А. В. Управление земельными ресурсами: учеб. пособие / А.В. Воробьев, Е.В. Акутнева. – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2015. – 212 с.
5. Казанков, В.А., Кириллов С.Н. Проблемы рационального использования земельных ресурсов Волгоградской области / В.А. Казанков, С.Н. Кириллов // Юг России: экология, развитие. – 2010. - № 4. – С 96-98.
6. Инвестиционный паспорт Палласовского района Волгоградской области / Сайт администрации Волгоградской области. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.volgograd.ru/> (дата обращения 21.05.2017)
7. Сводные материалы по мониторингу земель Палласовского района Волгоградской области / Управление федерального агентства кадастра объектов недвижимости по Волгоградской области. – Волгоград, 2004. С. 1-56.
8. Сулин, М.А. Землеустройство / М.А. Сулин. – М.: Колос, 2009. – 402 с.
9. Официальный сайт Палласовского муниципального района Волгоградской области / Сайт администрации Палласовского района. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://admpallas.ru>
10. Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://rosreestr.ru/site/>

Список литературы на английском языке / References in English

1. Rossijskaja Federacija. Zakony. Zemel'nyj Kodeks Rossijskoj Federacii [Of The Russian Federation. Laws. Land code of the Russian Federation: Feder. the law: [adopted by the State. The Duma on September 28, 2001: approve. The Federation Council on 10 October 2001]. – Jelektron. dan. – URL: <http://www.consultant.ru/popular/earth> (accessed: 21.05.2017) [in Russian]
2. Rossijskaja Federacija. Zakony. O zemleustrojstve [Of The Russian Federation. Laws. On land management]: federal law: [accepted by State Duma on 24 may 2001: approved by the Federation Council on June 06, 2001.]. – Jelektron. dan. – URL: <http://www.consultant.ru/popular/earth> (accessed: 21.05.2017) [in Russian]
3. Bogdanov, V.L. Upravlenie zemel'nymi resursami [Upravleniye zemel'nymi resursami] / V. L. Bogdanov, V. V. Germanov, V. V. Ssage-Wolf and others – Izd-vo S-Peterb. un-ta, 2010. – 173 p. [in Russian]
4. Vorob'ev, A. V. Upravlenie zemel'nymi resursami: ucheb. Posobie [Upravleniye zemel'nymi resursami] / A. V. Vorobyov, E. V. Acuteve. – Volgograd: FSBEI HPE Volgograd SAU, 2015. – 212 p. [in Russian]
5. Kazankov, V.A., Kirillov S.N. Problemy racional'nogo ispol'zovaniya zemel'nyh resursov Volgogradskoj oblasti [Problems of rational use of land resources of Volgograd region] / V.A. Kazankov, S.N. Kirillov // Jug Rossii: jekologija, razvitie [South of Russia: ecology, development]. – 2010. - № 4. – P 96-98. [in Russian]
6. Investicionnyj pasport Pallasovskogo rajona Volgogradskoj oblasti / Sajt administracii Volgogradskoj oblasti [Investment passport of Pallasovsky district of the Volgograd region / Site of administration of the Volgograd region]. – Jelektron. dan. – URL: <http://www.consultant.ru/popular/earth> (accessed: 21.05.2017) [in Russian]
7. Svodnye materialy po monitoringu zemel' Pallasovskogo rajona Volgogradskoj oblasti / Upravlenie federal'nogo agentstva kadastra obektoy nedvizhimosti po Volgogradskoj oblasti [Summaries on monitoring land Pallasovsky district of the Volgograd region Department of the Federal Agency of cadastre of objects of real estate in the Volgograd region]. – Volgograd, 2004. P. 1-56. [in Russian]
8. Sulin, M.A. Zemleustrojstvo [Land management] / M.A. Sulin. – М.: Kolos, 2009. – 402 p. [in Russian]

9. Oficial'nyj sajt Pallasovskogo municipal'nogo rajona Volgogradskoj oblasti / Sajt administracii Pallasovskogo rajona [The official website of Pallasovsky municipal district of the Volgograd region / Site of administration of Pallasovsky district]. – Jelektron. dan. – URL: <http://admpallas.ru> (accessed: 21.05.2017) [in Russian]

10. Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj registracii, kadastra i kartografi [The Federal service for state registration, cadastre and cartography]. – Jelektron. dan. – URL: <https://rosreestr.ru/site/> (accessed: 21.05.2017) [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.050>

Розовский Н.С.

ORCID 0000-0002-8218-0871, Доктор технических наук, пенсионер.

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ. ВОДОНАСЫЩЕННЫЕ РАЗЛОМЫ: РАСЧЁТ ВЕЛИЧИН ТЕХНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Аннотация

О гипотетической возможности предотвращения сильных землетрясений воздействием воды на сейсмогенные разломы пишут уже давно — см., например, [5] и ссылки в [3]. В основном это наблюдения за сейсмичностью вблизи водохранилищ и при закачке воды в глубокие скважины. Нами, по-видимому впервые, предлагается решение от начала до конца задачи предотвращения целого класса сильных землетрясений, проработанное приблизительно на уровне инженерного аванпроекта [3].

В предыдущей статье [3] была показана целесообразность и реальность предотвращения сильных землетрясений путём закачки воды в скважины, пробурённые в сейсмоопасном разломе; разработаны методы расчёта всех стадий выполнения работы; выбраны реальные исходные данные; использована фактическая статистика землетрясений; выполнены количественные расчёты, в т. ч. экономические оценки. Это позволяет сделать вывод, что, в частности, в местностях с несейсмостойкой застройкой, страдающих от частых сильных неглубоких (<25 км) землетрясений, предлагаемый метод может быть решением проблемы. Из двух крайних случаев был проработан более сложный: изначально сухой разлом. Частичное его заполнение водой не приводит к существенному изменению результатов: только надо закачать меньше воды и потратить меньше времени. Задача заметно меняется для разлома полностью заполненного водой.

Настоящая статья продолжает [3]. В ней рассмотрен другой крайний случай: изначально водонасыщенный ("мокрый") разлом и предотвращение сильных землетрясений в нём. Такие разломы, по-видимому, находятся исключительно на дне водоёмов. И, если срединно-океанические разломы, очевидно, не представляют интереса, то сильные подводные цунамигенные землетрясения, приносящие огромный ущерб густонаселённым регионам, делают актуальным хотя бы теоретическое решение поставленной задачи.

Замечание. В настоящей статье по отношению к [3] изменены некоторые обозначения. См. ниже в тексте.

Ключевые слова: предотвращение сильных землетрясений; водонасыщенный сейсмогенный тектонический разлом.

Rozovsky N.S.

ORCID: 0000-0002-8218-0871, PhD in Engineering, pensioner

PREVENTION OF STRONG EARTHQUAKE. WATER-SORTED FAULTS: CALCULATION OF VALUES OF TECHNICAL EXPOSURES

Abstract

About the hypothetical possibility of strong earthquakes preventing by the impact of water on seismogenic faults has been written for a long time - see, for example, [5] and references [3]. Basically, these are observations of seismicity near reservoirs and when water is pumped into deep wells. We, apparently for the first time, are proposing a solution of the problem of preventing a whole class of strong earthquakes from the beginning to the end, worked out approximately at the level of the engineering advance project [3].

In the previous article [3], it was shown the feasibility and reality of preventing strong earthquakes by pumping water into boreholes perforated in a seismic hazard fault; methods for calculating all stages of work performance were developed; the real initial data were selected; actual earthquake statistics was used; quantitative calculations were performed, including economic estimates. This allows us to conclude that, in particular, in areas with non-seismic building, suffering from frequent strong shallow (<25 km) earthquakes, the proposed method can be a solution to the problem. From two extreme cases a more elaborate one was worked out: an initially dry fault. Its partial filling with water does not lead to a significant change in the results: it is only necessary to pump less water and spend less time. The problem changes noticeably for the fault completely filled with water.

This article continues [3]. In it another extreme case is considered: initially water-saturated ("wet") fault and prevention of strong earthquakes in it. Such faults, apparently, are located exclusively on the bottom of the reservoirs. And, if the mid-oceanic faults are obviously not of interest, then the strong underwater tsunamigenic earthquakes, which cause huge damage to the densely populated regions, make it relevant at least theoretical solution to the problem.

Comment. In this paper, some notation has been changed in comparison with [3]. See below in the text.

Keywords: prevention of strong earthquakes; water-saturated seismogenic tectonic fault.

Постановка задачи.

Очевидно, что в мокром разломе, благодаря воде, уже произошли землетрясения на слабых зацеплениях между берегами разлома и происходит обычный процесс накопления напряжений на более прочных зацеплениях до их разрушений, следовательно, более сильных землетрясений.

Задача, как и для сухого варианта, пробурить скважины до пересечения с разломом, накачкой воды в них разбить, прилегающий к разлому массив, на блоки с размерами недостаточными для сильных землетрясений. Приведём, очень кратко, соответствующие сведения из [3]. В использованных там источниках [5,14] даны следующие формулы, связывающие длину L и поперечник l разрыва в разломе с магнитудой M землетрясения

$$L=10^{0.44M-1.289}; \quad l=10^{0.401M-1.448} \text{ km}$$

Далее в [3] выведены формулы для значений L_m ; l_m этих размеров в зависимости от допустимой интенсивности сотрясений в защищаемом объекте и других условий задачи. В сухом разломе накачка через скважину воды и дальнейшая её фильтрация вниз создают зону ослабленного сцепления между берегами разлома (перемычку). Этот процесс продолжают до достижения перемычкой длины l_m . Расстояние между скважинами выбирают равным L_m . По мере относительного сдвига берегов разлома напряжения в основном будут накапливаться там, где сцепление не ослаблено, т.е. в промежутках между перемычками. На этих участках с размерами $\sim L_m \times l_m$ и будут происходить срывы, т.е. землетрясения, причём с заданной величиной интенсивности в защищаемом объекте.

Далее переходим к рассмотрению водонасыщенного разлома.

Водонасыщенный разлом

1. Исходные предпосылки.

1.1 В водонасыщенной среде скорость распространения возмущения того же порядка, что и скорость звука в воде, т.е. $O(1\text{km/s})$. Это позволяет рассматривать уже установившиеся процессы.

1.2 Размеры рассматриваемых блоков приблизительно на порядок превосходят глубину скважины и на много порядков размер источника и толщину водопроводящего слоя разлома. Поэтому задача рассматривается в полуплоскости. При необходимости учитывается толщина разлома (третье измерение)

1.3 Предполагается, что разлом с любым видом напряжений (сжатие, растяжение, сдвиг) полностью насыщен водой, достигает поверхности Земли и эта граница водонепроницаема. Возможны 4 варианта остальных внешних границ окружающих скважину: разлом неограничен по горизонтали (одна скважина) и для фильтрации открыт или закрыт снизу; фильтрация воды ограничена с двух сторон от скважины противонапором соседних скважин, что эквивалентно непроницаемым границам, и для фильтрации открыт или закрыт снизу.

2. Создание ослабленной перемычки в разломе

Исходным будем считать вертикальный разлом [3], насыщенный водой гидростатически.

Задача - создать ослабленные (с уменьшенным сцеплением между берегами) перемычки (длиной около 20 километров) поперёк разлома. На них, по мере накопления напряжений, будут происходить срывы сцепления, т.е. землетрясения. Выбором расстояния между перемычками (тоже около 20km) можно разбить разлом на блоки с размерами недостаточными для сильных землетрясений [3].

В рассматриваемых условиях уменьшить сцепление можно повышением давления воды. В [4] приведены сведения, из которых следует, что резкое увеличение количества землетрясений начинается с давления воды равного половине литостатического. Это и будем считать критерием ослабления сцепления: давление на дне разлома больше или равно половине литостатического. Очевидно неравенство усиливается с уменьшением глубины.

Далее используются следующие обозначения. (В скобках числовые значения, в частности из [3]):

D_m - глубина дна разлома, м. (20000)

D_s - глубина центра источника, м. (2000)

δ -толщина высокопроницаемого слоя разлома, м. (0.1)

R_0 - радиус источника, м. (0.15)

H_m - напор на дне разлома, м.

H_p - напор насоса, м.

H_0 -напор в источнике, м.

ρ_{cr} -средняя плотность земной коры, kg/m^3 . (2800, [2])

ρ_{hy} -плотность воды, kg/m^3 . (1000).

g - ускорение свободного падения, m/s^2 . (9.8).

k_f – коэффициент фильтрации, м/с.

Для выяснения осуществимости проекта оценим необходимые величины напора, производительности и мощности насоса.

Из сформулированного критерия следует

$$H_m = D_m + H_p = (1/2) * D_m \rho_{cr} / \rho_{hy}; \quad H_p = D_m (\rho_{cr} / 2 \rho_{hy} - 1)$$

Напор насоса в числах

$$H_p = 20000(2800/2000-1) = 8000 \text{ m}$$

Оценим требуемую производительность насоса.

Напор в источнике

$$H_0 = H_p + D_s$$

В числах $H_0 = 8000 + 2000 = 10000 \text{ m}$.

Как было сказано выше, возможны 4 варианта внешней границы. Чтобы не решать 4 достаточно сложные граничные задачи рассмотрим пути их упрощения. Ближе всего к источнику верхняя граница. Боковые приблизительно в 5, а нижняя в 10 раз дальше. Поэтому пренебрежём дальними и оценим влияние ближней границы.

Известно, что почти все землетрясения происходят на разломах, на которых они уже происходили. При этом (см. ссылку [9] в [3]) образуется сильно раздробленный слой (с трещиноватостью, по крайней мере, на порядок большей, чем у вмещающей породы). Благодаря этому, насколько можно судить по вышеуказанной статье и другим аналогичным источникам, влиянием геологической среды на свойства разлома пренебрегают: ни в одной формуле оно не присутствует.

Для количественных оценок используем усреднённое значение коэффициента фильтрации из [3]. (В конкретном проекте, при необходимости, все исходные данные должны уточняться). Кроме этого, поскольку скорость фильтрации максимальна вблизи источника, примем коэффициент фильтрации постоянным и равным его значению на глубине

$y = -D_s$. В соответствии с [3]

$$k_{fs} = k_f(1 + D_s/1033)$$

В числах

$$k_{fs} = 5.8 \cdot 10^{-5} \cdot (1 + 2000/1033) = 1.7 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$$

Сравним 2 варианта:

1.- отсутствие ближней границы

2.- источник на глубине D_s от верхней границы полуплоскости, что близко к реальной задаче.

Вариант 1.

Кольцевая область между источником радиусом R_0 и удалённой внешней границей радиусом

$$R = D_m - D_s.$$

В числах

$$R = 20000 - 2000 = 18000 \text{ m}$$

Для рассматриваемой конфигурации с началом плоских полярных координат в центре источника справедлива зависимость

$$H(r) = H_0(1 - \ln(r/R_0)/\ln(R/R_0))$$

$$R_0 \leq r \leq R$$

Радиальная скорость фильтрации через границу источника

$$v_f = -k_{fs} \frac{dH}{dr} \Big|_{r=R_0} = k_{fs} H_0 \frac{1}{r \ln(R/R_0)} \Big|_{r=R_0} = k_{fs} H_0 \frac{1}{R_0 \ln(R/R_0)}$$

В числах

$$v_f = 1.7 \cdot 10^{-4} \cdot 10^4 / (0.15 \cdot \ln(18 \cdot 10^3 / 0.15)) = 0.96905 \text{ m/s}$$

Расход источника

$$Q_s = v_f \cdot 2\pi R_0 \delta$$

В числах

$$Q_s = 0.96905 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 0.15 \cdot 0.1 = 0.09133 \text{ m}^3/\text{s}$$

Требуемая мощность насоса

$$N_p = Q_s P_p = Q_s H_p \rho g$$

В числах

$$N_p = 0.09133 \cdot 8000 \cdot 1000 \cdot 9.8 = 7\,160\,300 \text{ W} \approx 7\,160.3 \text{ kW.}$$

Вариант 2. Начало декартовых координат расположим на границе полуплоскости над центром источника, ось Oy направим вверх. Координаты источника $(0, -D_s)$. Введём в рассмотрение расстояние r от центра источника

$$r^2 = x^2 + (D_s + y)^2 \geq R_0^2$$

Далее

$$x^2 + (D_s - y)^2 = x^2 + (D_s + y - 2y)^2 = x^2 + (D_s + y)^2 - 4(D_s + y)y + 4y^2 = r^2 - 4D_s y$$

Напор на верхней границе равен нулю, напор на границе источника равен H_0 .

$$H|_{y=0} = 0; \tag{1}$$

$$H(r)|_{r=R_0} = H_0. \tag{2}$$

Используя аналогию с соответствующей электрической задачей [1], получим после некоторых преобразований

$$H_2(x, y) = \frac{H_0}{\ln(2D_s/R_0)} \ln \sqrt{\frac{x^2 + (D_s - y)^2}{x^2 + (D_s + y)^2}}$$

$$H_2(r, y) = \frac{H_0}{\ln(2D_s/R_0)} \ln \sqrt{1 - \frac{4D_s y}{r^2}}$$

$$\frac{dH_2}{dr} = \frac{H_0}{\ln(2D_s/R_0)} \frac{4D_s y}{r^3 - 4rD_s y}$$

В этих формулах условие (1) выполняется точно. Условие (2), строго говоря, нарушается, но отклонения при этом весьма малы. Например, при $r = R_0 = 0.15 \text{ m}$; $D_s = 2000 \text{ m}$; $y = -D_s$

$$\frac{H_{2|r=R_0}}{H_0} = \frac{\ln \sqrt{1 - \frac{4D_s y}{R_0^2}}}{\ln \frac{2D_s}{R_0}} = \frac{\ln \sqrt{1 + 4 \cdot 2000^2 / 0.15^2}}{\ln \frac{2 \cdot 2000}{0.15}} =$$

$$= 1.00000000006899$$

С учётом того, что на границе источника
 $r \approx R_0, D_s \gg R_0; y \approx D_s$

$$v_{r2} \approx -k_{fs} \frac{dH_2}{dr} \Big|_{r=R_0} = k_{fs} H_0 \frac{1}{R_0 \ln(2D_s/R_0)}$$

и радиальная скорость фильтрации из источника в числах

$$V_{\text{ofr2}} = 1.7 \cdot 10^{-4} \cdot 10^4 / (0.15 \cdot \ln(2 \cdot 2000 / 0.15)) = 1.11207 \text{ m/s}$$

Расход источника

$$Q_{s2} = V_{\text{ofr2}} \cdot 2\pi R_0 \delta.$$

В числах

$$Q_{s2} = 1.11207 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 0.15 \cdot 0.1 = 0.10481 \text{ m}^3/\text{s}$$

Требуемая мощность насоса в числах

$$N_{p2} = Q_{s2} P_p = Q_{s2} H_p \rho g = 0.10481 \cdot 8000 \cdot 1000 \cdot 9.8 = 8.217 \cdot 10^6 \text{ W} = 8217 \text{ kW}$$

Результаты расчётов, параметры (пересчитанные в метрическую систему), взятой для сравнения "Насосной установки для гидроразрыва пластов С.А.Т. GmbH FC2551", и их сравнение сведены в таблицу.

Таблица 1

Вариант	V_{R0} , m/s	Q_s , m ³ /s	N_p , kW	H_p , m
1.	0.96905	0.09133	7160.3	8000
2.	1.11207	0.10481	8217	8000
3.1 FC2551	-	0.01	<1690	15550
3.2 FC2551	-	0.0187	<1690	7440
((2./1.)-1)*100%	14.76	14.76	14.76	-
(3.1/2.)*100%	-	9.54	<23.6	194
(3.2/2.-1)*100%	-	17.8	<23.6	93

Выводы.

1. Влияние даже ближней границы на рассмотренные параметры незначительно. В числах около 15%. При допустимости такой погрешности применимы формулы варианта 1. (δ_1 в индексе). В противном случае - более точные формулы варианта 2. (δ_2 в индексе).

1. Существующие в настоящее время мощные насосы для гидроразрыва пласта могут обеспечить требуемое давление, но им значительно не хватает производительности и мощности для поддержания этого давления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Теоретически решена задача предотвращения сильных землетрясений на водонасыщенных сейсмогенных разломах.

2. Найдены достаточно простые и точные формулы решения этой задачи.

3. Полученные количественные оценки показали: возможности современной техники недостаточны для начала реального проекта. Этим мокрый разлом отличается от сухого, для которого осуществимость проекта показана в [3]. Другое отличие - неясна потребность в такой работе. Водонасыщенные разломы, по-видимому, находятся исключительно на дне водоёмов. Вероятно экономичнее некоторые объекты: мосты, нефтедобывающие платформы и т.п. строить сейсмостойкими. Для оценки перспективности предотвращения цунамигенных землетрясений требуется ещё большая работа.

4. Продолжение работы актуально при наличии или появлении в будущем объекта вблизи водонасыщенного разлома, защита которого экономически оправдана.

Список литературы / References

1. Говорков В. А. Электрические и магнитные поля, изд 3-е / В.А.Говорков. - Москва : «Энергия», 1968. 438 с.
2. Короновский Н. В., Якушова А. Ф. Основы геологии. / Н.В.Короновский, А.Ф.Якушова.-Москва: Высшая школа, 1991. - 416 с.
3. Розовский Н.С. Способ ослабления сильных землетрясений/Н.С. Розовский //Международный научно - исследовательский журнал. - 2015. - 5(36). - ч.4. - С. 79 - 88
4. Scholz C.H. The mechanics of earthquakes and faulting. 2nd ed. / C.H. Scholz New York: Cambridge University Press, 2002. - 479 p.
5. Алисон А., Палмер Д. Геология, М., Мир, 1984, 412 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Govorkov V. A. Elektricheskie i magnitnye polja, izd 3-e [Electrical and magnetic fields, 3d ed.] / V. A. Govorkov. - Moskva : «Jenergija», 1968. 438 p. [in Russian]
2. Koronovskij N. V., Jakushova A. F. Osnovy geologii. [Basics of Geology] / N.V.Koronovskij, A.F.Jakushova.-Moskva: Vysshaja shkola, 1991. - 416 p. [in Russian]
3. Rozovskij N.S. Sposob oslablenija sil'nyh zemletrjasenij [Method of weakening the strong earthquakes] /N.S. Rozovskij // Mezhdunarodnyj nauchno - issledovatel'skij zhurnal. - 2015. - 5(36). - P .4. - P. 79-88 [in Russian]
4. Alison A., Palmer D. Geologija, M., Mir, 1984. - P. 412. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.012>

Салахидинова Г.Т.

ORCID: 0000-0003-4055-6831,

Товарищество с ограниченной ответственностью,

"Caspian Energy Research", г. Атырау, Республика Казахстан

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА НЕФТЕЙ НА УЧАСТКАХ ПЕРЕФОРМИРОВАНИЯ НЕФТЯНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ, НАХОДЯЩИХСЯ НА ЗАВЕРШАЮЩЕЙ СТАДИИ РАЗРАБОТКИ (НА ПРИМЕРЕ МИННИБАЕВСКОЙ ПЛОЩАДИ РОМАШКИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)

Аннотация

Статья посвящена вопросам современного восполнения запасов залежей нефти на месторождениях Татарстана, вступивших в позднюю стадию разработки, и содержит результаты комплексных геохимических исследований нефтей пашийского горизонта Ромашкинского и других нефтяных месторождений. Выделены геолого-геохимические критерии, позволяющие локализовать участки, на которых предполагаются современные процессы перестроения залежей нефти и поступления новых порций углеводородов в залежь. На основании этих критериев спрогнозированы перспективные участки перестроения залежи в районах добывающих скважин Миннибаевской площади Ромашкинского месторождения. Для изучения данного явления предлагается использование выделенных геолого-геохимических критериев в составе площадных мониторинговых исследований нефтей разрабатываемых залежей, которые позволят выявлять участки восполнения запасов и осуществлять наиболее оптимальную и экологически безопасную выработку недр.

Ключевые слова: миграция углеводородов, перестроение месторождений, Ромашкинское месторождение, восполнение запасов нефти, геохимические исследования нефтей.

Salakhidinova G.T.

ORCID: 0000-0003-4055-6831,

Limited Liability Partnership,

"Caspian Energy Research", Atyrau, Republic of Kazakhstan

GEOCHEMICAL PECULIARITIES OF THE OIL COMPOSITION IN THE SITES OF OIL DEPOSITS REFORMING UNDER THE FINAL DEVELOPMENT STAGE (ON THE EXAMPLE OF MINNIBAEVSKAYA SQUARE OF ROMASHKINSKY DEPOSIT)

Abstract

The article is devoted to the issues of modern replenishment of the oil reserves in the deposits of Tatarstan, which entered into the late stage of development and contains the results of complex geochemical studies of the pashijsky horizon of Romashkinsky and other oil fields. Geological and geochemical criteria are singled out allowing localization of areas on which modern processes of oil reservoir reformation and new portions of hydrocarbons entering into the deposit are assumed. On the basis of these criteria, prospective areas for reforming the deposit in the areas of producing wells of the Minnibaevskaya area of the Romashkinsky field are predicted. To study this phenomenon, it is proposed to use the identified geological and geochemical criteria as a part of the field monitoring of the oil developed deposits, which will identify areas of replenishment of reserves and implement the most optimal and environmentally safe production of mineral resources.

Keywords: migration of hydrocarbons, reformation of deposits, Romashkinsky field, replenishment of oil reserves, geochemical studies of oils.

К настоящему времени на многих крупных нефтяных месторождениях, в том числе, в России и странах СНГ, широко внедряются вторичные и третичные методы увеличения добычи, что связано с их вступлением на завершающую стадию разработки, сопровождаемой падением пластового давления, снижением темпов отбора и повышением степени обводненности продукции. При этом обширная база данных, накопленная на таких месторождениях, включающая как результаты геолого-геофизического изучения земных недр, так и многолетнюю динамику добычи нефти и закачки вытесняющего агента, позволяет предположить на некоторых участках процессы перестроения нефтяных залежей, что выражается в получении легких нефтей из полностью выработанных и обводненных участков, периодическом увеличении продуктивности скважин и восстановлении нефтяных скоплений в промытых зонах.

Процесс перестроения может иметь локальный, выражающийся во внутрипластовом и межпластовом перераспределении собственно пластового флюида в процессе разработки месторождения, так и более глобальный характер, связанный с поступлением новых порций легких углеводородов (УВ) извне, согласно органической гипотезе - за счет газообразных углеводородов, генерированных нефтематеринскими толщами осадочного чехла прилегающих впадин в главной зоне газообразования, и неорганической гипотезе - в ходе периодического поступления глубинных мантийных углеводородов [1], [2].

Несмотря на то, что определение характера процесса перестроения и природы поступающего флюида является сложной задачей, в проводимом исследовании предпринята попытка проследить современные процессы перестроения залежей нефтей в районах добывающих скважин, в том числе на участках в предположительно полностью промытой зоне продуктивного пласта на примере Миннибаевской площади Ромашкинского месторождения.

Наиболее мобильным и доступным методом фиксирования изучаемого процесса является геохимический, позволяющий вести контроль за поступлением новых порций легких УВ в район добывающей скважины, и фиксировать поступление нефтей в скважины, не затронутых ранее разработкой.

Безусловно, геохимические аспекты исследования процесса восполнения запасов залежей ранее рассматривались в работах Романова Г.В., Каюковой Г.П., Плотниковой И.Н. и ряда других исследователей [4], [5], однако в нашей работе были применены новые методические подходы и виды аналитических исследований [6], [7], [10].

Объекты исследований. Изучены образцы нефтей горизонта D₃рsh Ромашкинского (Южно-Татарский свод - ЮТС), D₃tm и C₁kos Первомайского и Комаровского (Северо-Татарский свод - СТС) и C₂b Аканского месторождений (Мелекесская впадина), в том числе из скважин, в районах которых по промысловым параметрам работы предполагаются современные процессы переформирования залежей и восполнения их запасов. Такие участки и приуроченные к ним скважины получили название аномальных. Промысловые критерии, по которым определены аномальные скважины, были получены сотрудниками ТатНИПИнефть под руководством Р.Х.Муслимова (С.Г.Уваровым, И.Ф.Глумовым, В.В.Слесаревой и др.) по результатам исследований промысловых характеристик более 20000 скважин Ромашкинского месторождения, начиная с 1955г., и сводятся к следующим 5 критериям:

- скважины с накопленной добычей нефти более 0,5 млн. т;
- скважины с дебитами нефти более 100 т/сут. в течение не менее 5 лет;
- скважины с продолжительностью работы не менее 40 лет;
- скважины с накопленным водонефтяным фактором не более 0,5 м³/т;
- скважины с растущими дебитами в течение не менее 5 лет в период падающей добычи нефти по площади.

В исследовании принимали участие образцы нефтей из аномальных и расположенных вблизи аномальных скважин Миннибаевской (159, 166, 9549, 9589, 10754, 10755), Алькеевской (5187, 5188, 5212, 5310) площадей Ромашкинского месторождения, Первомайского (1391, 1469) и Комаровского (890) месторождений, образцы из скважин Миннибаевской площади, пробуренных недавно в предположительно полностью промытой зоне продуктивного пласта, но давшие притоки легких безводных нефтей (20172, 20173, 20458, 20675), и образцы из скважин без признаков аномальности Миннибаевской площади (231) и Аканского месторождения (1899, 1916, 1968, 1992, 2103, 2265).

Методы исследований. Изучение образцов геохимическими методами проведено в лаборатории геохимии горючих ископаемых Казанского (Приволжского) федерального университета и включало следующие этапы: 1) фильтрация нефти от воды; 2) исследование группового состава нефтей; 3) газохроматографические (ГХ) и хроматомасс-спектрометрические (ГХ-МС) исследования масляной фракции нефтей; 4) ГХ исследования содержания растворенных в нефти газов состава C₁-C₆ с использованием техники парофазного анализа; 5) изучение изотопного состава углерода образцов нефтей и их полярных компонентов.

После фильтрации нефти от воды исследование группового состава (разделение на масла, смолы, асфальтены) проводилось методом колонной жидкостно-адсорбционной хроматографии на силикагеле. Масляная фракция нефти изучалась методами ГХ на приборах «Кристалл 2000М»; Clarus 500 (PerkinElmer) и ГХ-МС на приборах «Хроматэк - Кристалл 5000 - ICQ» (ThermoScientific, Хроматэк); TurboMass Gold (Perkin Elmer). ГХ исследования растворенных газов состава C₁-C₆ в образцах нефтей проводились на приборе «Clarus 500» с автоматическим дозатором паровой фазы «Turbomatrix headspace sampler HS40» («Perkin Elmer»). Изотопный анализ углерода нефтей и их фракций проводился на анализаторе для изотопного анализа углерода в газовых, жидких и твердых образцах iTOC-CRDS (OIAAnalytical и Picarro, USA).

ГХ исследования проводились методом капиллярной ГХ в режиме программирования температуры от 100⁰С до 300⁰С. В диапазоне от 100⁰С до 150⁰С температура в колонке изменялась со скоростью 10⁰С в минуту и в диапазоне от 150⁰С до 300⁰С – 3⁰С в минуту, соответственно. Температура инжектора составляла 300⁰С, пламенно-ионизационного детектора - 300⁰С. Осуществление анализа на приборе «Clarus 500» проводилось со скоростью движения подвижной фазы 2 мл/мин, ввод фракции в испаритель осуществлялся с делением потока 1:20. Газ-носитель – гелий. Разделение исследуемого вещества проводилось на колонке Elite - 5MS 30м*0,25мм. Проведение анализа на приборе «Кристалл 2000М» осуществлялось с использованием водорода в качестве газа-носителя.

Для идентификации выделяемых компонентов использовались соответствующие эталоны (n-C18, n-C21), а также эталонные смеси (n-C12 – n-C24). В дальнейшем пики на хроматограмме идентифицировались по принципу, основанному на постоянстве времени удерживания индивидуальных веществ в стандартных условиях определения. Площади пиков на хроматограмме рассчитывались с использованием программного пакета «TotalChrom».

ГХ/МС исследования масляных фракций изучаемых образцов нефтей проводились на приборах -хроматомасс-спектрометрах с масс-селективными детекторами «Хроматэк – Кристалл5000 - ICQ» (ThermoScientific, Хроматэк) и TurboMass Gold (Perkin Elmer) с использованием компьютерной обработки данных в режиме SIM с записью ионов m/z 217,218 для стеранов, m/z 191 для терпанов. Разделение УВ велось на капиллярной колонке CR-5ms 30м*0,25мм для первого прибора и 30м*0,32мм с фазой PE-XLB для второго. Хроматографирование осуществляли в режиме линейного программирования от 100⁰С до 300⁰С. В диапазоне температур от 100 до 150⁰С скорость подъема температуры составляла -12,5⁰С в мин и 3⁰С в мин в диапазоне от 150 до 300⁰С. Изотермический режим при 300⁰С – 14 минут. Температура испарителя - 300⁰С. Газ-носитель – гелий, скорость потока – 2 мл/мин.

Запись спектров проводилась в режиме сканирования с интервалом в 2 сек. Затем выполнялась компьютерная реконструкция хроматограмм по характерным для различных групп УВ осколочным ионам. Идентификация отдельных углеводородных соединений производилась на базе библиотеки NIST.

Обсуждение результатов. Изучение явления современного переформирования участков залежей с помощью колонной жидкостно-адсорбционной хроматографии показывает уменьшение содержания легких компонент - масел и увеличение содержания тяжелых компонент - асфальтенов в ряду - образцы нефтей из аномальных скважин - образцы нефтей из промытой зоны - образцы нефтей из скважин без признаков аномальности на ЮТС и образцы нефтей из скважин без признаков аномальности за пределами ЮТС, что хорошо видно на Рис. 1.

Большее содержание легких низкомолекулярных соединений в составе нефтей из аномальных скважин и из промытой части пласта прослеживается и по результатам ГХ исследований, согласно геохимическим коэффициентам отношения высоко- и низкомолекулярных n-алканов и отношения П/Ф, что видно на Рис. 2.

Первым параметром, обнаруживающим дифференциацию нефтей, является отношение П/Ф. Наблюдается закономерное уменьшение параметра в среднем от значений 0,95 для нефтей из аномальных скважин к 0,94 для образцов из расположенных вблизи аномальных скважин, за которыми следуют образцы из промытой зоны продуктивного пласта, где отношение П/Ф=0,93, затем образец из скважины 231 Миннибаевской площади без

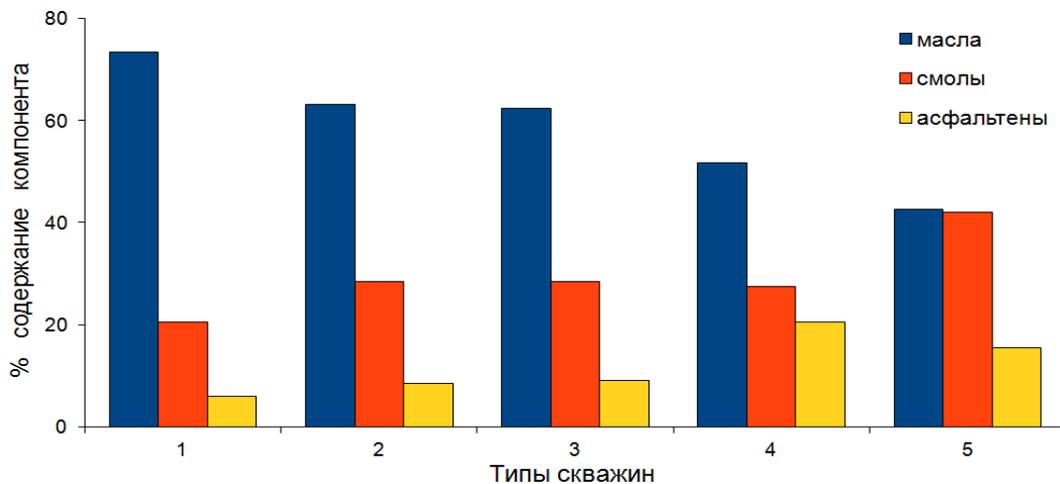


Рис. 1 – Групповой состав исследуемых образцов нефтей из скважин: 1 - с признаками аномальности; 2 - расположенных вблизи аномальных скважин; 3 - пробуренных недавно и давших нефть из промытой части пласта; 4 - без признаков аномальности; 5 - без признаков аномальности за пределами ЮТС

признаков аномальности (П/Ф=0,86) и замыкают ряд образцы из скважин без признаков аномальности за пределами ЮТС со средними значениями П/Ф=0,57. Одним из объяснений может служить увеличение содержания в образцах нефтей легкой миграционной составляющей, в последовательности, обратной рассмотренной, с наибольшими значениями в образцах нефтей из аномальных скважин в связи с большей миграционной способностью пристана в сравнении с фитаном.

Увеличение значений параметров $\Sigma n(C27-C31)/\Sigma n(C15-C19)$ и $nC27/nC17$ от образцов нефтей из аномальных скважин (0,27 и 0,36, соответственно, - здесь и далее) к скважинам, расположенным вблизи аномальных (0,28 и 0,39) через образцы из скважин из промытых зон продуктивного пласта (0,28 и 0,38) к скважинам без признаков аномальности (0,54 и 0,60) на ЮТС и (0,32 и 0,42) Аканского месторождения также показывает большее содержание легкой низкомолекулярной составляющей

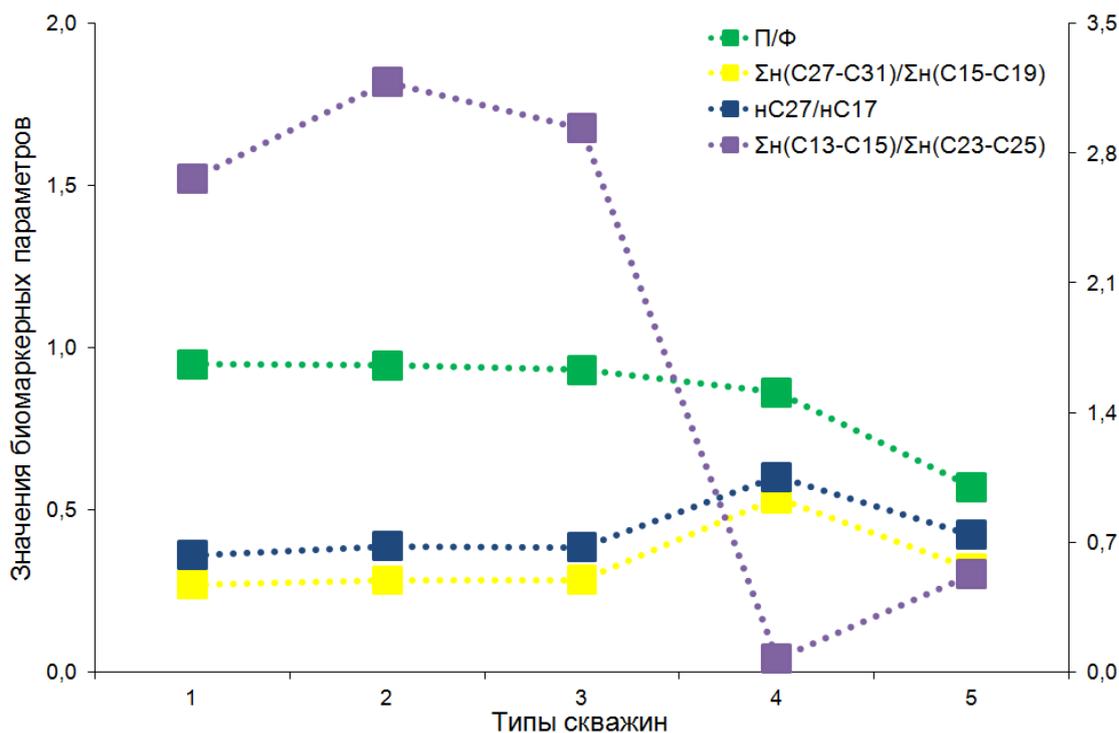


Рис. 2 – Значения биомаркерных параметров в исследуемых образцах нефтей из скважин, типизация которых приведена в подписи к Рис. 1. Правая ось значений - для параметра $\Sigma n(C13-C15)/\Sigma n(C23-C25)$

для образцов нефтей из аномальных скважин и из промытой части пласта, что подтверждается и распределением значений коэффициента $\Sigma_n(C_{13}-C_{15})/\Sigma_n(C_{23}-C_{25})$.

Полученные данные - отличие образцов из аномальных и из скважин без признаков аномальности по содержанию легких низкомолекулярных гомологов, - могут предполагать этапность поступления УВ на участки аномальных скважин, что хорошо обосновывается методическими приемами, разработанными С.Б.Остроуховым.

Например, оценка состава нефти по результатам моделирования молекулярно-массового распределения нормальных алканов, показывает, что в гомологическом ряду n-алканов прослеживается наличие компонент различного генезиса - легкой миграционной конденсатной (Область 1) и исходной тяжелой нефтяной компонент (Область 2), а для образцов из скважин без признаков аномальности - значительная потеря легкой компоненты и отсутствие притоков новых порций легких УВ в залежь (Рис. 3).

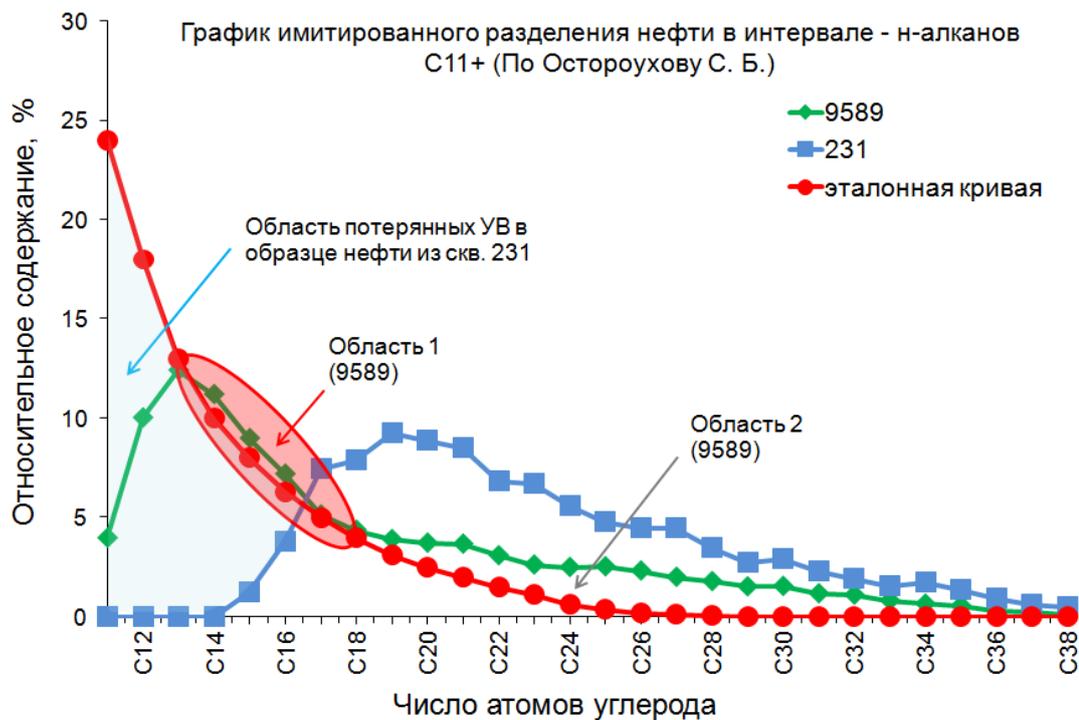


Рис. 3 – Сравнительная характеристика имитированного разделения нефтей в интервале n –алканов C11+ для образца из аномальной скважины 9589 и из скважины без признаков аномальности 231

Большее содержание низкомолекулярных гомологов для образцов из аномальных скважин видно и на графике зависимости K_1-K_2 (Рис. 4), где $K_1; K_2$ - отношение содержания низко- и высокомолекулярных n-алканов в образце.

В целом, широкое развитие процессов миграции в рассматриваемые залежи ЮТС и СТС может быть обосновано и превышающими равновесные значения стерановых и терпановых показателей зрелости,

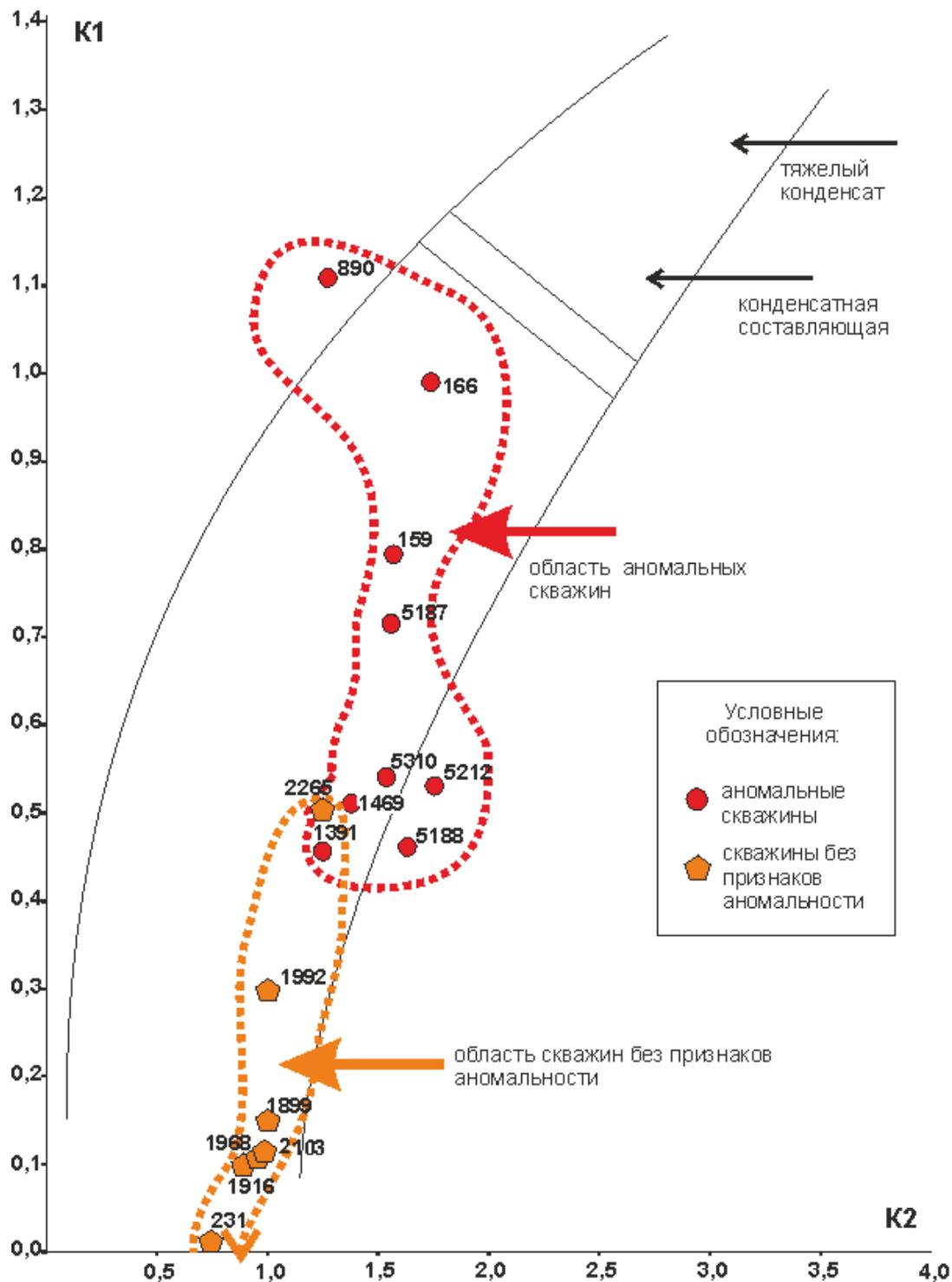


Рис. 4 – Дифференциация образцов нефтей из аномальных скважин и скважин без признаков аномальности по коэффициентам K_1 , K_2 , предложенным С.Б. Остроуховым

и несоответствием их изменения согласно предложенным эмпирическим и теоретическим кривым зрелости, а также по "возрастным" параметрам нефтей, указывающим на смешение девонских и нефтей более позднего этапа генерации (Рис. 5, Табл. 1).

Возможность формирования рассматриваемых залежей ЮТС и СТС за счет нефтей, генерированных различными типами нефтематеринских пород различной степени термального преобразования, можно обосновать особенностями состава и распределения три- и пентациклических терпанов, которые показывают несоответствие состава образцов определенному типу нефтематеринской породы [8], [9] (Рис. 6), и отсутствием вертикального тренда значений коэффициентов $\text{стер.C28}/(\text{C27}+\text{C29})$ и $Ts/(Ts+Tm)$ относительно значений величины $\delta C13$ в масляной фракции образцов нефтей [11] (Рис. 7). Разброс значений параметра $\text{стер.C28}/(\text{C27}+\text{C29})$ - составляет 0,29-0,53, параметра $Ts/(Ts+Tm)$ - 0,20-0,47 в интервале значений величины $\delta C13$ -31,1-28,4%.

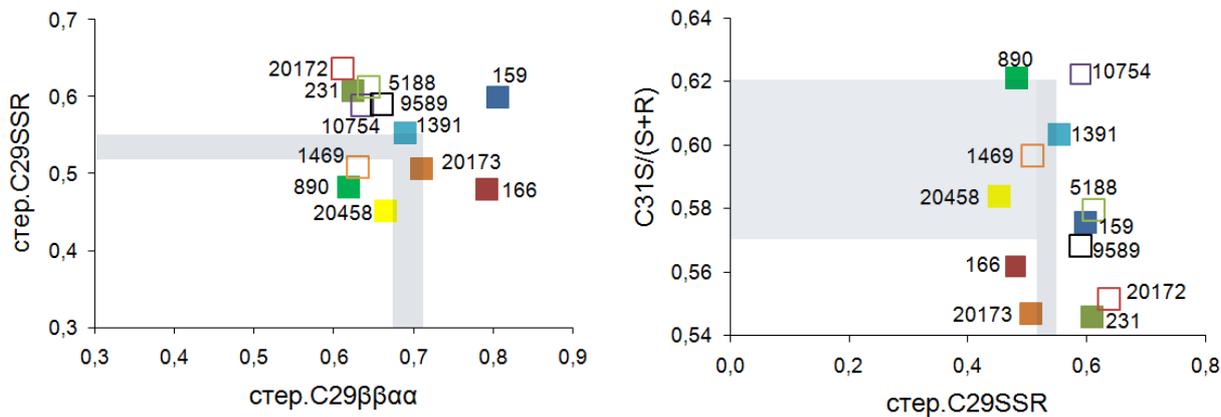


Рис. 5 – Исследование степени "созревания" нефтей согласно стерановым и терпановым показателям зрелости. Серым цветом обозначена область равновесных значений параметров

При этом образцы нефтей из аномальных скважин характеризуются увеличением содержания тяжелого изотопа углерода с увеличением содержания масляной компоненты в групповом составе нефти (Рис. 8).

Таблица 1 – Исследование изменения величин параметров C26T/Ts и C28/C29 в исследуемых образцах нефтей как функций геологического времени

	159	166	231	10754	9589	20173	20458	20172	5188	890	1469	1391
C26T/Ts	1,8	1,2	1,5	1,9	0,7	1,9	1,2	3,7	3,2	3,6	1,6	2,6
C28/C29	0,7	0,6	0,5	1,2	0,5	0,8	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	1,1

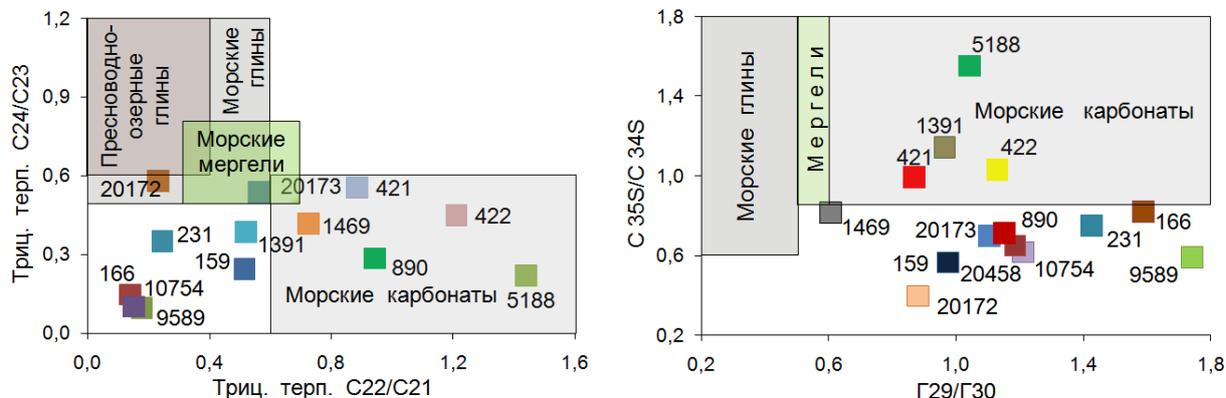


Рис. 6 – Исследование обстановок осадконакопления исходного ОВ по составу и распределению три- и пентациклических терпанов

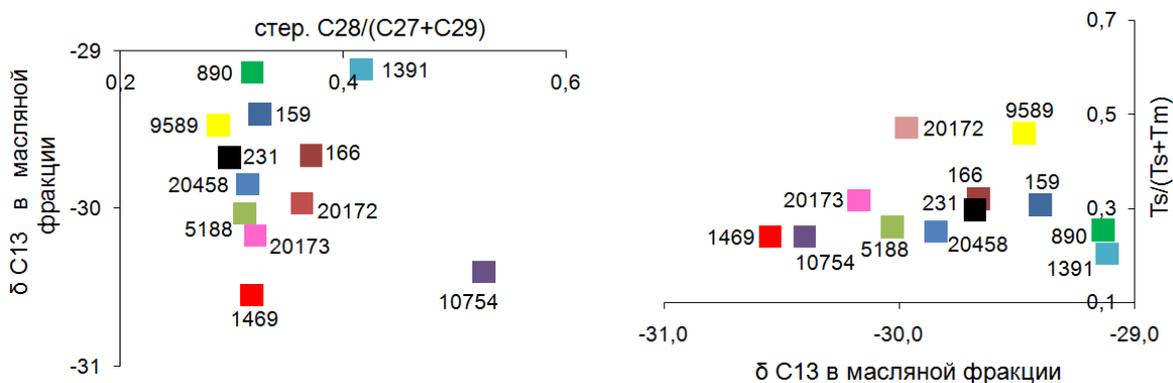


Рис. 7 – Исследование изменения величины $\delta^{13}C$ в масляной фракции относительно значений коэффициентов $\text{стер.}C28/(C27+C29)$ и $Ts/(Ts+Tm)$

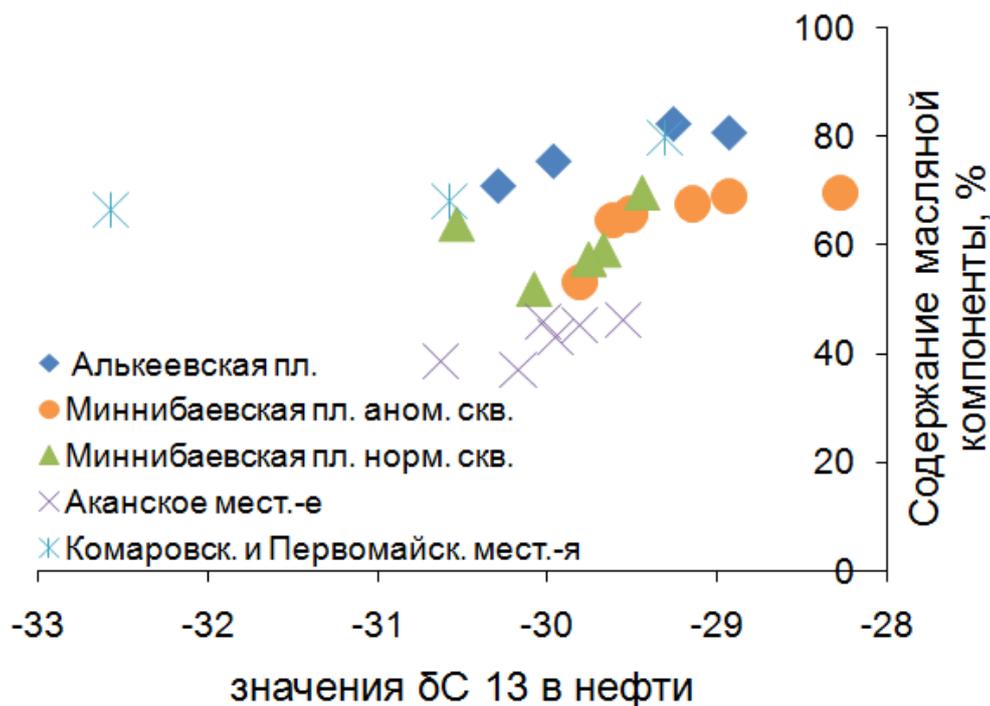


Рис. 8 – Исследование зависимости значений δC_{13} в нефти от содержания в составе образцов масляной компоненты

Одним из аргументов в пользу гипотезы о современных процессах переформирования участков нефтяных залежей при поступлении в их пределы новых порций легких газообразных флюидов может служить и большее содержание - в 5 раз больше в образце 9589 в сравнении с образцом 231 - растворенных газов состава C_1-C_6 по результатам ГХ исследований образцов нефтей с использованием техники парофазного анализа (Рис. 9).

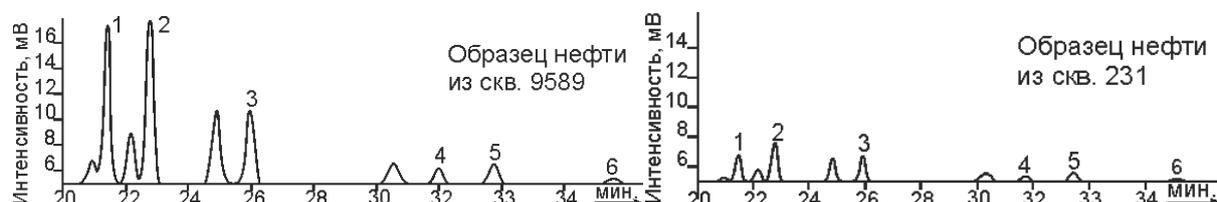


Рис. 9 – Исследование содержания растворенных газов состава C_1-C_6 в образцах нефтей из аномальной скважины 9589 и из скважины без признаков аномальности 231 с использованием техники парофазного анализа. Цифрам соответствуют растворенные газы состава: 1 - метан; 2 - этан; 3 - пропан; 4 - изобутан; 5 - бутан; 6 - пентан

Таким образом, полученные в ходе проведенного комплекса геохимических исследований данные свидетельствуют о возможности современных процессов миграции в районы добывающих скважин Миннибаевской площади Ромашкинского месторождения. Выявленные геохимические особенности в составе образцов нефтей из аномальных скважин в сравнении с образцами из скважин без признаков аномальности сводятся к следующим:

а) по групповому составу нефтей: преобладание содержания масляной фракции - более 60%, низкое содержание асфальтенов - менее 8%;

б) согласно результатам моделирования молекулярно-массового распределения нормальных алканов - повышенное содержание легкой конденсатной миграционной компоненты;

в) повышенное содержание в нефти растворенных газов состава C_1-C_6 - в среднем в 3 раза выше в сравнении с образцами из скважин без признаков аномальности;

г) биомаркерные параметры нефтей, характеризующие исходные условия осадконакопления, показывают несогласованность изменения их значений: триц.терп.(C22/C21), триц.терп.(C24/C23), триц.терп.(C26/C25), C3122R/G30, G29/G30, Ts/Tm и Диа/Рег.;

д) соответствие состава и распределения три- и пентациклических терпанов, стеранов, n-алканов значениям биомаркерных параметров нефтей, отвечающим за процессы миграции:

- широкий разброс значений параметра три/пента (0,34–1,85), и пониженные значения $\Gamma_{ам}/\Gamma_{30} (<0,30)$;
- высокие значения параметров зрелости стер. C29SSR, стер. C29 β aa, превышающие равновесные ($>0,55-159,10754,9589,20172,5188,1391$), и ($>0,67-159,166,20173,20458,1391$), соответственно;
- несогласованность изменения значений параметров C29SSR от C29 β aa и C29S/R от C29 β /aa и отклонение от эмпирической и теоретической кривых зрелости на графиках зависимости;
- высокие значения показателя C31S/(S+R) ($\geq 0,57-159,10754,9589,20458,5188,890,1391,1469$), низкие значения M/G (0,07-9589 – 0,15-5188), преобладание относительного содержания C31 (35–50%) среди гомогпанов состава C31-C35 (5188,890,1469,1391,20173);

- высокие значения параметров П/Ф (0,94-0,96 и выше); $\Sigma_n(C13-C15)/\Sigma_n(C23-C25)$ (2,6-3,2 и выше);
- $K_1=0,7-0,8$ и $K_2=1,6-1,7$ (и выше) и низкие значения параметров $\Sigma_n(C27-C31)/\Sigma_n(C15-C19)=0,27-0,28$ и $nC27/nC17=0,36-0,39$.

Выявленные геохимические особенности состава нефтей из аномальных скважин рассматриваемых залежей Южно-Татарского и Северо-Татарского сводов, подтверждая повышенное содержание в их составе легких низкомолекулярных соединений, позволили обосновать многоэтапность (минимум два) формирования залежей и современные процессы миграции новых порций легких углеводородов в районы добывающих скважин - процессы переформирования залежи подтверждены на участке скважины 9589 и спрогнозированы на участках скважин 20172, 20173, 20458, 20675, пробуренных недавно в предположительно полностью промытой зоне продуктивного пласта, но давшие притоки безводной нефти в пределах Миннибаевской площади Ромашкинского месторождения.

Необходимо отметить, что в отличие от случаев восстановления нефтеносности в обводненных скважинах, рассмотренных в работах И.А.Дьячука, П.П.Повжика и др. [3] и объясняемых гравитационным перераспределением нефти в залежи, на Ромашкинском месторождении в аномальных скважинах наоборот фиксируется длительная работа эксплуатационных скважин с постоянным либо слабо уменьшающимся дебитом (и периодической инверсией дебита на фоне падающей добычи), с постоянным процентом обводненности (который не увеличивается с годами), а общая накопленная добыча в аномальных скважинах превышает 1млн. тонн (достигая в отдельных случаях двух и более миллионов тонн). Данные факты трудно объяснить просто перераспределением нефти в пласте без предположения о поступлении новых порций УВ в данный участок залежи.

Полученные геохимические особенности нефтей из аномальных скважин целесообразно использовать в дальнейшем при проведении площадных мониторинговых исследований нефтей, что совместно с анализом геолого-промысловых параметров работы скважин позволит прогнозировать участки залежей, в нефтях которых присутствуют следы вновь поступивших порций легких УВ, и где возможны периодическое увеличение дебитов скважин и восстановление нефтяных скоплений в промытых зонах. Учет таких участков, в свою очередь, будет способствовать возможности скорректировать систему разработки наиболее оптимальным образом для повышения величины конечного коэффициента нефтеизвлечения, продления срока эксплуатации залежей и осуществления более экологически безопасной выработки недр. Возможно, проведение и анализ мониторинговых исследований приведут к улучшению понимания механизма формирования залежей углеводородов и действия геологических сил.

Список литературы / References

1. Бочкарев В.А. Концепция двухэтапного формирования залежей углеводородов западного борта Прикаспийской впадины / В.А. Бочкарев, С.Б. Остроухов, С.Э. Сианисян // Успехи органической геохимии: Материалы Всерос. науч. конф. – Новосибирск : ИНГГ СО РАН, 2010. – С. 64-69.
2. Глумов И.Ф. Нефтяные и газовые месторождения – саморазвивающиеся и возобновляемые объекты / И.Ф. Глумов, Р.Х. Муслимов, И.Н. Плотникова и др. // Геология нефти и газа. – 2004. – № 10. – С. 43-47.
3. Дьячук И.А. Оценка скорости накопления остаточной нефти в стволах простаивающих высокообводненных скважин / И.А. Дьячук // Георесурсы. – 2015. – № 1(60). – С. 70-78.
4. Каюкова Г.П. Органическая геохимия осадочной толщи и фундамента территории Татарстана / Г.П. Каюкова, Г.В. Романов, Р.Г. Лукьянова [и др.]. – М. : ГЕОС, 2009. – 487 с.
5. Муслимов Р.Х. Нефтегазоносность Республики Татарстан. Геология и разработка нефтяных месторождений. В 2 т. Т. 1. / Р.Х. Муслимов, Р.Г. Абдулмазитов, Р.Б. Хисамов [и др.]; под. ред. проф. Р.Х. Муслимова. – Казань : Изд-во ФЭН Академии наук РТ, 2007. – 316 с.
6. Остроухов С.Б. Особенности состава и строения нефтей Первомайского и Ромашкинского месторождений Татарстана / С.Б. Остроухов, И.Н. Плотникова, Ф.Ф. Носова [и др.] // Химия и технология топлив и масел. – 2014. – №6(586). – С. 70-74.
7. Остроухов С.Б. Потенциал прироста запасов нефти на юго-востоке Северо-Татарского свода и геохимические критерии выявления таких перспективных зон / С.Б. Остроухов, Ф.Ф. Носова, И.Н. Плотникова [и др.] // Георесурсы – 2015. – №3(62). – Т. 1. – С. 10-16.
8. Peters K.E. Curcum Arctic petroleum systems identified using decision-tree chemometrics / K.E. Peters, L.S. Ramos, J.E. Zumberge and others // AAPG Bulletin, V. 91 – 2007. – № 6. – P. 877-913.
9. Peters K.E. The Biomarker Guide. In 2 v. the V.2. / K.E. Peters, C.C. Walters, J.M. Moldowan and others. – Cambridge University press, 2005. – 713p.
10. Plotnikova I. Modern Processes of Hydrocarbon Migration and Re-Formation of Oil and Gas Fields (Based on the Results of Monitoring and Geochemical Studies) / I. Plotnikova, G. Salakhidinova, F. Nosova // Book of abstracts of EGU General Assembly. – Vienna, Austria, 2015.
11. Wanglu J. Isotopic compositions and biomarkers in crude oils from the Tarim Basin: Oil maturity and oil mixing [Electronic resource] / J. Wanglu, W. Quiling, P. Ping'an and others // Organic Geochemistry. – 2013. – № 57. – P. 95-106. – URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0146638013000041>

Список литературы на английском языке / References in English

1. Bochkarev V.A. Konceptsiya dvuhjetapnogo formirovaniya zalezhej uglevodorodov zapadnogo borta Prikaspijskoj vpadiny [The concept of two-stage formation of hydrocarbon deposits of the western edge of the Pre-Caspian depression] / V.A. Bochkarev, S.B. Ostroukhov, S.Je. Sianisjan // Uspehi organicheskoy geohimii: Materialy Vseros. nauch. konf. [Success of organic geochemistry: Proceedings of the All-Rus. Sci. Conf.]. – Novosibirsk : INGG SO RAN, 2010. – P. 64-69. [in Russian]
2. Glumov I.F. Neftjanye i gazovye mestorozhdeniya – samorazvivajushiesja i vozobnovljaemye ob'ekty [Oil and gas fields – self-developing and renewable objects] / I.F. Glumov, R.Kh. Muslimov, I.N. Plotnikova and others // Geologija nefi i gaza [Geology of oil and gas]. – 2004. – № 10. – P. 43-47. [in Russian]

3. D'jachuk I.A. Ocenka skorosti nakoplenija ostatochnoj nefi v stvolah prostaivajushhih vysokoobvodnennyh skvazhin [Estimation of the rate of accumulation of residual oil in inactive drowned wells] / I.A. D'jachuk // Georesursy [Georeources]. – 2015. – № 1(60). – P. 70-78. [in Russian]
4. Kajukova G.P. Organicheskaja geohimija osadochnoj tolshhi i fundamenta territorii Tatarstana [Organic geochemistry of the sedimentary strata and the basement of the territory of Tatarstan] / G.P. Kajukova, G.V. Romanov, R.G. Luk'janova and others. – M. : GEOS, 2009. – 487 p. [in Russian]
5. Muslimov R.Kh. Neftegazonosnost' Respubliki Tatarstan. Geologija i razrabotka neftjanyh mestorozhdenij. V 2 t. T. 1. [Geology and development of oil fields. In 2 v. the V. 1] / R.Kh. Muslimov, R.G. Abdulmazitov, R.B. Hisamov and others; edited by. Prof. R.Kh. Muslimov. – Kazan' : Izd-vo FJEN Akademii nauk RT, 2007. – 316 p. [in Russian]
6. Ostroukhov S.B. Osobennosti sostava i stroenija neftej Pervomajskogo i Romashkinskogo mestorozhdenij Tatarstana [Peculiarities of composition and structure of oils of Pervomaisky and Romashkinskoye deposits of Tatarstan] / S.B. Ostroukhov, I.N. Plotnikova, F.F. Nosova and others // Himija i tehnologija topliv i masel [Chemistry and technology of fuels and oils]. – 2014. - №6(586). – P. 70-74. [in Russian]
7. Ostroukhov S.B. Potencial prirosta zapasov nefi na jugo-vostoke Severo-Tatarskogo svoda i geohimicheskie kriterii vyjavlenija takih perspektivnyh zon [The potential for the growth of oil reserves in the southeast of the North Tatar arch and the geochemical criteria for identifying such perspective zones] / S.B. Ostroukhov, F.F. Nosova, I.N. Plotnikova and others // Georesursy [Georeources]. – 2015. – №3(62). – V. 1. – P. 10-16. [in Russian]
8. Peters K.E. Curcum Arctic petroleum systems identified using decision-tree chemometrics / K.E. Peters, L.S. Ramos, J.E. Zumberge and others // AAPG Bulletin, V. 91 – 2007. – № 6. – P. 877-913.
9. Peters K.E. The Biomarker Guide. In 2 v. the V.2. / K.E. Peters, C.C. Walers, J.M. Moldowan and others. – Cambridge University press, 2005. – 713p.
10. Plotnikova I. Modern Processes of Hydrocarbon Migration and Re-Formation of Oil and Gas Fields (Based on the Results of Monitoring and Geochemical Studies) / I. Plotnikova, G. Salakhidinova, F. Nosova // Book of abstracts of EGU General Assembly. – Vienna, Austria, 2015.
11. Wanglu J. Isotopic compositions and biomarkers in crude oils from the Tarim Basin: Oil maturity and oil mixing [Electronic resource] / J. Wanglu, W. Quiling, P. Ping'an and others // Organic Geochemistry. – 2013. – № 57. – P. 95-106. – URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0146638013000041>

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.013>

Салахидинова Г.Т.

ORCID: 0000-0003-4055-6831,

Товарищество с ограниченной ответственностью,

"Caspian Energy Research", г. Атырау, Республика Казахстан

К ВОПРОСУ О СОВРЕМЕННЫХ ПРОЦЕССАХ ПЕРЕФОРМИРОВАНИЯ УЧАСТКОВ НЕФТЯНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ НА ПОЗДНЕЙ СТАДИИ РАЗРАБОТКИ

Аннотация

В статье проведен обзор выполненных исследований по изучению процессов переформирования участков залежей и восполнения запасов углеводородов в пределах платформенных и складчатых территорий России и мира. Показано, что изучаемое явление носит масштабный характер, и не противоречит положениям существующих теорий нефтидогенеза. Материалы статьи могут быть использованы при построении геологических и флюидодинамических моделей, а также при проектировании наиболее оптимальных и экологически безопасных систем разработки залежей рассматриваемых регионов.

Ключевые слова: залежь нефти, миграция углеводородов, восполнение запасов, переформирование залежей углеводородов, длительная история добычи нефти.

Salakhidinova G.T.

ORCID: 0000-0003-4055-6831,

Limited Liability Partnership, "Caspian Energy Research", Atyrau, Republic of Kazakhstan

TO THE QUESTION OF MODERN PROCESSES OF REFORMING OF OIL DEPOSIT POINTS AT THE LATE STAGE OF DEVELOPMENT

Abstract

The article reviews the studies carried out to investigate the processes of reformation of deposits and replenishment of hydrocarbon reserves within the platform and folded territories of Russia and the world. It is shown that the studying phenomenon is widely spread and does not contradict the provisions existing theories of naftidogenesis. The materials of the article can be used in the construction of geological and fluid dynamic models, as well as in the design of the most optimal and environmentally safe deposit development systems for the distinguished regions.

Keywords: oil deposit, hydrocarbon migration, replenishment of reserves, reformation of hydrocarbon deposits, long history of oil production.

Традиционно запасы нефтяных и газовых месторождений относят к невозобновляемым природным ресурсам, залежи которых формировались в течение десятков и сотен миллионов лет и, по мнению большинства исследователей, – на геологически ранних этапах развития осадочных бассейнов. Однако обширный фактический геолого-геофизический и геолого-промысловый материал, накопленный за последние два десятилетия, дает основание для внесения некоторых дополнений в существующие представления.

Старейшие месторождения Волго-Уральского региона - Дмитровское (пласт С₄), Ромашкинское, Бавлинское, Туймазинское (горизонт Д₁) - одни из первых объектов, где К.Б.Ашировым было отмечено существование взаимосвязи между геодинамическим режимом недр и геолого-промысловыми характеристиками разрабатываемых залежей. Предполагается, что, наличие древних горизонтальных водонефтяных контактов; более низкие отметки контактов, меньшая плотность, вязкость, более высокие значения давления насыщения нефти, газового фактора, пластовой температуры на крутых крыльях относительно сводовой части и пологих крыльев структур связаны с миграцией нефтяных углеводородов в залежи из нефтематеринских пород доманика по прилегающим к крутым крыльям тектоническим нарушениям в течение продолжающейся эпохи альпийского тектогенеза, чему способствуют образующиеся в залежах в процессе разработки депрессии пластового давления, и что вкуче обуславливает увеличение количества запасов залежей при каждом новом их подсчете [1]. В то же время насыщение миграционными углеводородами истощенных залежей Ромашкинского месторождения В.П.Гавриловым объясняется их продолжающейся генерацией под воздействием высоких температур и водородного флюида недр на содержащиеся в толще фундамента пласты (до 5-6 км) высокоглиноземистых гнейсов большечеремшанской серии, содержащих до 15% графита биогенного происхождения, которые по разломам и трещинам мигрируют в осадочный слой. Показано, что месторождения Волго-Уральской нефтегазоносной провинции расположены в пределах развития рассматриваемого графитового комплекса, тогда как в районах отсутствия этой толщи - на западе и северо-западе Татарстана исчезает нефтегазоносность осадочного чехла [6]. Геохимические аспекты процесса восполнения запасов нефтяных залежей Татарстана рассмотрены в исследовании [14].

Почти полное восстановление пластового давления, наличие высокого столба нефти над ВНК, и дебиты нефти, близкие к начальным, были зафиксированы после 20-ти летнего перерыва в 60-е гг. в скважинах, ранее законсервированных по причине их высокой обводненности, на месторождениях Кинзебулатовской группы Башкортостана, разрабатываемых с 40-х гг. Современная миграция углеводородов отмечена и для месторождений Ишимбайской группы в связи с превышением объемов добычи над подсчитанными запасами [17]. Несмотря на то, что объяснение процессам, протекающим в залежах после остановки обводненных скважин, в работах И.А.Дьячука и П.П.Повжика дается за счет гравитационного перераспределения нефти в залежи [9], [10], [11], [15], в исследованиях Е.Ю.Горюнова на основе анализа динамики баланса запасов залежей, свойств углеводородов и пластовых температур для Урало-Поволжского региона с учетом работ К.Б.Аширова, Б.М.Юсупова, М.Н.Мингазова, Е.Н.Пермякова, в которых обоснованы мезозой-кайнозойское время поступления углеводородов в залежи, стадийная тектоническая активизация региона, наличие взаимосвязи неотектонических и флюидодинамических процессов, предполагается стадийное поступление углеводородов в осадочных чехол региона и современная миграция углеводородных флюидов в залежи региона, источником которых могут выступать глубокопогруженные части Предуральского прогиба и Прикаспийской впадины [7], [17].

А.В.Бочкаревым и С.Б.Остроуховым был описан ряд процессов, протекающих на месторождениях Волгоградского Поволжья и Прикаспийской впадины - Северо-Алексеевское, Малышевское, Восточно-Уметовское, Кудиновское, Степное, Ракушечное, - когда на последних стадиях разработки нефтяных залежей в скважины наблюдается поступление газоконденсата с восстановлением пластового давления [2], [3], [4], [5], [8], [16].

Объяснение наблюдаемым процессам исследователи дают за счет многостадийного процесса формирования залежей углеводородов, когда на первом этапе обогащенные органическим веществом породы, находясь в главной зоне нефтеобразования, генерируют нефть и отдают ее в пласты-коллекторы, а в процессе дальнейшего погружения вступают в главную зону газообразования и генерируют углеводородные газы. При отсутствии структурных изменений между первым и вторым этапом, продолжающаяся миграция углеводородных газов второго этапа в ранее сформированные залежи нефти определяет увеличение запасов, образование мультикомпонентных систем и изменение состава нефтей. При этом компенсация отборов нефти современными миграционными углеводородами может происходить в течение периода времени от нескольких месяцев до нескольких десятков лет в зависимости от близости к путям миграции, активных на различных этапах движения углеводородов от источника генерации к ловушке [5], [16].

В.П.Гавриловым было прослежено восстановление добычи безводной и мало обводненной нефти, образование новой горизонтальной поверхности ВНК и восстановление пластового давления в пределах неогеновых и меловых залежей на месторождениях Терско-Сунженского района, эксплуатирующихся с 1893г., за годы Великой Отечественной и Чеченских войн в скважинах, где до рассматриваемых событий наблюдалась высокая обводненность продукции, и велся насосный способ добычи. Современная миграция в залежи региона доказывается и высачиванием нефти через затрубное пространство в первых мелких скважинах на неогеновые песчаники, пульсирующим режимом работы скважин на Октябрьском месторождении и фактом превышения объема добытой нефти над вмещающим объемом структур этого района и прилегающих впадин [6]. В пользу рассматриваемой гипотезы может служить добыча значительных объемов конденсата и отсутствие падения давления внутри скважин на месторождениях Зых и Говсаны Апшеронского п-ва, несмотря на снижение объемов отбираемой нефти [16]. Наблюдаемые явления могут быть обоснованы посредством субдукционно-обдукционного механизма формирования залежей углеводородов с позиций тектоники литосферных плит, поскольку вдоль всей Крымско-Кавказской сутуры в настоящее время происходит внутриконтинентальная субдукция [6].

Подобные явления зафиксированы и зарубежными учеными - добыча нефти на месторождении Дигбой в Индии продолжается с 1890 г.; в США насчитывается более 100 месторождений с периодом разработки более 50 лет; в Мексиканском заливе на нефтяной залежи лицензионного блока Юджин Айленд, эксплуатируемой с 1972 г., установлено лишь незначительное истощение запасов в сравнении с прогнозными значениями [12]. Ситуацию на блоке Юджин Айленд доктор Джин Уэлан объясняет современной миграцией надкритического углеводородного флюида, которая в местах наибольшего развития разрывных нарушений пород может компенсировать добычу со скоростью отбора и обеспечивать стационарный режим работы залежи. Доктор К.К.Bissada, геохимик Texaco Inc.,

Houston, считает это положение спорным, но подчеркивает, что в долгосрочной перспективе, возможна компенсация отборов современной миграцией углеводородов в течение 10-20 лет [12], [18].

Другие известные районы длительной разработки месторождений - это Цхенис-Цхали (эксплуатируется с конца 19в.); Западная Кубань (Ново-Димитровское – 52 года, Левкинское – 39 лет, Абино-Ураинское – 43 года, Ахтырско-Бугундырское – 40 лет и северное крыло Зыбзы – Глубокий Яр – 56 лет); Шебелинское месторождение (Украина, эксплуатируется с 1956г.), на котором добытое количество газа (около 430 млрд. м³) давно превысило его начальные запасы (350 млрд. м³) [6], [12], [13].

Таким образом, в настоящее время прослеживается широкое развитие процессов миграции углеводородных флюидов в пределы разрабатываемых залежей как на платформенных, так и на складчатых территориях, объяснение которым может быть дано исходя из различных концепций нафтидогенеза. Как видно из приведенного анализа, компенсация отборов нефти на месторождениях вновь поступающими легкими углеводородами может происходить в течение нескольких десятков лет.

Поэтому, представляется целесообразным учитывать современные процессы генерации, миграции и аккумуляции углеводородов при планировании разведочных работ, рассматривая возможность существования в пределах изучаемых территорий современных очагов генерации нефтяных углеводородов и путей их миграции, и в ходе разработки залежей, внедряя новые способы их эксплуатации, которые позволят осуществлять экологически безопасный контролируемый отбор пластовых флюидов и увеличат продолжительность жизни нефтяных месторождений, необходимо дальнейшее развитие теоретических и прикладных направлений геологии нефти и газа.

Список литературы / References

1. Аширов К.Б. Обоснование причин многократной восполнимости запасов нефти и газа на разрабатываемых месторождениях Самарской области / К.Б. Аширов, Т.М. Боргест, А.Л. Карев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2000. – Т. 2. – № 1. – С. 166-173.
2. Бочкарев А.В. Модель строения и формирования залежей нефти и газа Ракушечной зоны поднятий / А.В. Бочкарев, С.Б. Остроухов, В.А. Бочкарев [и др.] // Тезисы доклада международной конференции Geomodel 2008 – 10th EAGE science and applied research conference on oil and gas geological exploration and development. doi: 10.3997/2214-4609.201404303.
3. Бочкарев А.В. Условия формирования углеводородных скоплений месторождения Укатное Северного Каспия / А.В. Бочкарев, С.Б. Остроухов, В.А. Бочкарев [и др.] // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. – 2011. – № 11. – С. 4-13.
4. Бочкарев В.А. Восполняемые и невосполняемые запасы как следствие многоэтапного формирования месторождений / В.А. Бочкарев, С.Б. Остроухов // Нефтепромышленное дело. – 2012. – № 7. – С. 4-10.
5. Бочкарев В.А. Концепция двухэтапного формирования залежей углеводородов западного борта Прикаспийской впадины / В.А. Бочкарев, С.Б. Остроухов, С.Э. Сианисян // Успехи органической геохимии: Материалы Всерос. науч. конф. – Новосибирск : ИНГГ СО РАН, 2010. – С. 64-69.
6. Гаврилов В.П. Возможные механизмы естественного восполнения запасов на нефтяных и газовых месторождениях / В.П. Гаврилов // Геология нефти и газа. – 2008. – № 1. – С. 56-64.
7. Горюнов Е.Ю. Закономерности пространственного распределения типов нефтей и их характеристик в нефтегазоносных комплексах на территории Волго-Урала / Е.Ю. Горюнов, П.А. Игнатов, Е.И. Чесалова [и др.] // Геология нефти и газа. – 2014. – № 2. – С. 27-37.
8. Дорофеев Н.В. Формирование, переформирование и деградация нефтяных залежей Среднего Каспия / Н.В. Дорофеев, А.В. Бочкарев, С.Б. Остроухов [и др.] // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. – 2014. – № 12. – С. 4-10.
9. Дьячук И.А. Исследование процессов, происходящих при переформировании нефтяной залежи на заключительной стадии разработки [Электрон. ресурс] / Автореф. дис..канд. техн. наук.: 05.15.06 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений / И.А. Дьячук ; УГНТУ. – Уфа, 1997. – 21 с. – URL: <http://dlib.rsl.ru/viewer/01000280684#?page=1>
10. Дьячук И.А. К вопросу о формировании иных условий разработки нефтяных месторождений в условиях заводнения на завершающей стадии [Электрон. ресурс] / И.А. Дьячук // Нефтегазовое дело. – 2015. – № 1. – С. 93-140. – URL: http://www.ogbus.ru/issues/1_2015/ogbus_1_2015_p93-140_DyachukIA_ru.pdf
11. Дьячук И.А. Оценка скорости накопления остаточной нефти в стволах простаивающих высокообводненных скважин / И.А. Дьячук // Георесурсы. – 2015. – № 1(60). – С. 70-78.
12. Запывалов Н.П. Динамика жизни нефтяного месторождения [Электрон. ресурс] / Н.П. Запывалов // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2011. – Т. 6. – № 3. – URL: http://www.ngtp.ru/rub/6/28_2011.pdf
13. Казанцев Ю.В. Возможность пополнения запасов углеводородного сырья в старых месторождениях в свете сейсмоструктурных исследований / Ю.В. Казанцев, Т.Т. Казанцева // Геологический сборник №6: Информационные материалы ИГ УНЦ РАН. – Уфа : ИГ УНЦ РАН, 2007. – С. 74-78.
14. Каюкова Г.П. Геохимические аспекты исследования процесса восполнения нефтяных залежей / Г.П. Каюкова, Г.В. Романов, И.Н. Плотникова // Георесурсы. – 2012. – № 5(47). – С. 37-40.
15. Повжик П.П. Повышение эффективности разработки карбонатных коллекторов путем реэксплуатации обводненных скважин / Автореф. дис..канд. техн. наук.: 25.00.17 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений / П.П. Повжик; РГУНГ. – М., 2010. – 34 с.
16. Убедительные доказательства концепции воспроизводимости углеводородов / [Электрон. ресурс] // EnergyFuture.RU. – URL: <http://energyfuture.ru/ubeditelnye-dokazatelstva-konceptii-vosproizvodimosti-uglevodorodov>
17. Халиков А.Н. О восполнении запасов нефти на группе месторождений Кинзебулатовского типа (Башкортостан) / А.Н. Халиков, Е.Ю. Горюнов, И.В. Моторин // Геология нефти и газа. – 2014. – № 6. – С. 30-34.

18. Malcolm W. Browne Geochemist says oil fields may be refilled naturally [Electronic resource] // The New York Times. – 1995. – 26, September. – URL: <http://www.nytimes.com/1995/09/26/science/geochemist-says-oil-fields-may-be-refilled-naturally.html?pagewanted=1>

Список литературы на английском языке / References in English

1. Ashirov K.B. Obosnovanie prichin mnogokratnoj vospolnimosti zapasov nefiti i gaza na razrabatyvaemyh mestorozhdenijah Samarskoj oblasti [Substantiation of the reasons for the multiple replenishment of oil and gas reserves in the developed fields of the Samara Region] / K.B. Ashirov, T.M. Borgest, A.L. Karev // Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk [Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. – 2000. – V. 2. – № 1. – P. 166-173. [in Russian]
2. Bochkarev A.V. Model' stroenija i formirovanija zalezhej nefiti i gaza Rakushechnoj zony podnjatij [Model of the structure and formation of the oil and gas deposits of the Rakushechnaja zone of uplifts] / A.V. Bochkarev, S.B. Ostroukhov, V.A. Bochkarev and others // Tezisy doklada mezhdunarodnoj konferencii Geomodel 2008 [Book of abstracts of the International Conference Geomodel 2008] – 10th EAGE science and applied research conference on oil and gas geological exploration and development. doi: 10.3997/2214-4609.201404303. [in Russian]
3. Bochkarev A.V. Uslovija formirovanija uglevodorodnyh skoplenij mestorozhdenija Ukatnoe Severnogo Kaspija [Conditions for the formation of hydrocarbon accumulations in the Ukatnoe deposit of the North Caspian Basin] / A.V. Bochkarev, S.B. Ostroukhov, V.A. Bochkarev and others / Geologija, geofizika i razrabotka neftjanyh mestorozhdenij [Geology, geophysics and oil field development]. – 2011. – № 11. – P. 4-13. [in Russian]
4. Bochkarev V.A. Vospolnjaemye i nevospolnjaemye zapasy kak sledstvie mnogoetapnogo formirovanija mestorozhdenij [Renewable and non-renewable reserves as a consequence of multi-stage formation of deposits] / V.A. Bochkarev, S.B. Ostroukhov // Neftepromyslovoe delo [Oilfield Engineering]. – 2012. – № 7. – P. 4-10. [in Russian]
5. Bochkarev V.A. Koncepcija dvuhjetapnogo formirovanija zalezhej uglevodorodov zapadnogo borta Prikaspijskoj vpadiny [The concept of two-stage formation of hydrocarbon deposits of the western edge of the Pre-Caspian depression] / V.A. Bochkarev, S.B. Ostroukhov, S.Je. Sianisjan // Uspehi organicheskoj geohimii: Materialy Vseros. nauch. konf. [Success of organic geochemistry: Proceedings of the All-Rus. Sci. Conf.]. – Novosibirsk : INGG SO RAN, 2010. – P. 64-69. [in Russian]
6. Gavrilov V.P. Vozmozhnye mehanizmy estestvennogo vospolnenija zapasov na neftjanyh i gazovyh mestorozhdenijah [Possible mechanisms of natural replenishment of reserves in oil and gas fields] / V.P. Gavrilov // Geologija nefiti i gaza [Geology of oil and gas]. – 2008. – № 1. – P. 56-64. [in Russian]
7. Gorjunov E.Ju. Zakonomernosti prostranstvennogo raspredelenija tipov neftej i ih harakteristik v neftegazonosnyh kompleksah na territorii Volgo-Urala [Regularities of the spatial distribution of oil types and their characteristics in the oil and gas bearing strata in the territory of the Volga-Ural Region] / E.Ju. Gorjunov, P.A. Ignatov, E.I. Chesalova and others // Geologija nefiti i gaza [Geology of oil and gas]. – 2014. – № 2. – P. 27-37. [in Russian]
8. Dorofeev N.V. Formirovanie, pereformirovanie i degradacija neftjanyh zalezhej Srednego Kaspija [Formation, reformation and degradation of oil deposits in the Middle Caspian Basin] / N.V. Dorofeev, A.V. Bochkarev, S.B. Ostroukhov and others // Geologija, geofizika i razrabotka neftjanyh mestorozhdenij [Geology, geophysics and oil field development]. – 2014. – № 12. – P. 4-10. [in Russian]
9. D'jachuk I.A. Issledovanie processov, proishodjashih pri pereformirovanii neftjanoy zalezhi na zakljuchitel'noj stadii razrabotki [Investigation of the processes occurring during the reformation of the oil deposit at the final stage of development] [Electronic resource] / Abstract of dis. of PhD in Engineering: 05.15.06. / Ivan .Aleksievich D'jachuk; UGNTU. – Ufa, 1997. – 21 p. – URL: <http://dlib.rsl.ru/viewer/01000280684#?page=1>. [in Russian]
10. D'jachuk I.A. K voprosu o formirovanii inyh uslovij razrabotki neftjanyh mestorozhdenij v uslovijah zavodnenija na zavershajushhej stadii [On the issue of the formation of other conditions for the development of oil fields in the conditions of flooding at the final stage] [Electronic resource] / I.A. D'jachuk // Neftegazovoe delo [Oil and gas business]. – 2015. – № 1. – P. 93-140. – URL: http://www.ogbus.ru/issues/1_2015/ogbus_1_2015_p93-140_DjachukIA_ru.pdf [in Russian]
11. D'jachuk I.A. Ocenka skorosti nakoplenija ostatochnoj nefiti v stvolah prostaivajushhijh vysokoobvodnennyh skvazhin [Estimation of the rate of accumulation of residual oil in inactive drowned wells] / I.A. D'jachuk // Georesursy [Georesources]. – 2015. – № 1(60). – P. 70-78. [in Russian]
12. Zapivalov N.P. Dinamika zhizni neftjanogo mestorozhdenija [The dynamics of the life of the oil field] [Electronic resource] / N.P. Zapivalov // Neftegazovaja geologija. Teorija i praktika [Petroleum Geology – Theoretical and Applied Studies]. – 2011. – V.6. – №3. – URL: http://www.ngtp.ru/rub/6/28_2011.pdf [in Russian]
13. Kazancev Ju.V. Vozmozhnost' popolnenija zapasov uglevodorodnogo syr'ja v staryh mestorozhdenijah v svete sejsmotektonicheskijh issledovanij [The possibility of replenishing hydrocarbon reserves in old oil fields in the light of seismotectonic studies] / Ju.V. Kazancev, T.T. Kazanceva // Geologicheskij sbornik №6: Informacionnye materialy IG UNC RAN [Geological collection №6: Information proceedings IG USC RAS]. – Ufa : IG UNC RAN, 2007. – P. 74-78. [in Russian]
14. Kajukova G.P. Geohimicheskie aspekty issledovanija processa vospolnenija neftjanyh zalezhej [Geochemical aspects of the investigation of the process of replenishment of oil deposits] / G.P. Kajukova, G.V. Romanov, I.N. Plotnikova // Georesursy [Georesources]. – 2012. – № 5(47). – P. 37-40. [in Russian]
15. Povzhik P.P. Povyshenie jeffektivnosti razrabotki karbonatnyh kollektorov putem rejekspluatcii obvodnennyh skvazhin [Increase of efficiency of development of carbonate reservoirs by re-exploitation of drowned wells] / Abstract of dis. of PhD in Engineering: 25.00.17. / Petr Petrovich Povzhik; RGUNG. – M., 1997. – 34 p. [in Russian]
16. Ubeditel'nye dokazatel'stva koncepcii vosproizvodimosti uglevodorodov [Strong evidence of the concept of hydrocarbon reproducibility] / [Electronic resource] // EnergyFuture.RU. – URL: <http://energyfuture.ru/ubeditelnye-dokazatelstva-koncepcii-vosproizvodimosti-uglevodorodov> [in Russian]

17. Halikov A.N. O vospolnenii zapasov nefi na gruppe mestorozhdenij Kinzebulatovskogo tipa (Bashkortostan) [On the replenishment of oil reserves on a group of deposits of the Kinzebulat type (Bashkortostan)] / A.N. Halikov, E.Ju. Gorjunov, I.V. Motorin // Geologija nefi i gaza [Geology of oil and gas]. – 2014. - № 6. – P. 30-34. [in Russian]

18. Malcolm W. Browne Geochemist says oil fields may be refilled naturally [Electronic resource] // The New York Times. – 1995. – 26, September. – URL: <http://www.nytimes.com/1995/09/26/science/geochemist-says-oil-fieldsmay-be-refilled-naturally.html?pagewanted=1>

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.083>

Хартиев С.М.¹, Иошпа А.Р.²

¹ORCID: 0000-0002-7114-8008, Кандидат физико-математических наук,

²ORCID: 0000-0003-4573-4393, Кандидат географических наук,

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

Работа выполнена в рамках гранта ВнГр-07/2017-4 «Разработка методических основ и рекомендаций для комплексного управления прибрежной зоной Азовского моря в условиях роста опасных экзогенных процессов, рекреационной нагрузки, климатической изменчивости».

РАСЧЕТ КРИТИЧЕСКИХ ЗНАЧЕНИЙ СКОРОСТИ ВЕТРА И РАСХОДА ВОДЫ ПРИ МАКСИМАЛЬНОЙ АККУМУЛЯЦИИ ВЗВЕШАННЫХ ВЕЩЕСТВ В РУКАВАХ НИЖНЕГО ДОНА

Аннотация

В работе исследовано влияние ветровой динамики на аккумуляцию взвешенных веществ в проточных водоемах. С помощью гидродинамической модели, основанной на решении краевой задачи о дрейфово-градиентном течении для участка реки найдены критические значения скоростей ветра, вызывающих обратные течения в рукавах Нижнего Дона. Методом множителей Лагранжа решена оптимизационная задача, определения критических значений скорости и расхода воды при максимальной аккумуляции взвешенных веществ в водоемах. Рассчитана интенсивность аккумуляции веществ на баре с использованием гидрометеорологических данных для трех рукавов Нижнего Дона. Проведено сравнение полученных результатов в случае отсутствия ветровой динамики и проанализированы сезонные изменения интенсивности аккумуляции взвешенных веществ.

Ключевые слова: аккумуляция, водоем, интенсивность, гидродинамическая модель, Нижний Дон.

Khartiev S.M.¹, Ioshpa A.R.²

¹ORCID: 0000-0002-7114-8008, PhD in Physics and Mathematics,

Southern Federal University, Rostov-on-Don

²ORCID: 0000-0003-4573-4393, PhD in Geography,

Southern Federal University, Rostov-on-Don

The work was carried out within the framework of the grant VnGr-07/2017-4 “Development of Methodological Bases and Recommendations for Integrated Management of the Coastal Zone of the Azov Sea under the Conditions of Growth of Dangerous Exogenous Processes, Recreational Load, and Climate Variability.”

CALCULATION OF CRITICAL VALUES OF WIND VELOCITY AND WATER EXPENDITURE AT MAXIMUM ACCUMULATION OF SOLID MATERIAL IN ANABRANCHES OF NIZHNIY DON

Abstract

The influence of wind dynamics on the accumulation of suspended material in flowing water reservoirs is considered. Critical values of the wind velocities causing backflows in the anabranches of the Nizhniy Don are found with the help of the hydrodynamic model based on the solution of the boundary value problem on the drift-gradient flow for the river section. Lagrange multipliers solved the optimization problem, the determination of the critical values of the velocity and water flow rate at the maximum accumulation of suspended material in water bodies. The intensity of accumulation of material at the bar was calculated using hydro-meteorological data for the three anabranches of the Nizhniy Don. The results obtained in case of wind dynamics and seasonal changes absence in the intensity of accumulation of suspended material are compared.

Keywords: accumulation, water reservoir, intensity, hydrodynamic model, Nizhniy Don.

Гидрографическая сеть дельты Дона представляет собой систему проточных водоемов в виде рукавов, протоков и ериков образованных, главным образом, в результате заполнения в восточной части Таганрогского залива аллювиальными выносами Дона. В настоящее время, в рамках полуэмпирических теорий турбулентности, разработаны методы прогноза эрозионных процессов, и успешно решаются одномерные и двумерные задачи гидравлики и гидродинамики по расчету осредненных кинематических характеристик русловых течений [1], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [15], [16]. При прогнозировании эрозионных в практике применения указанных выше гидродинамических моделей используются распределения по глубине значений осредненных скоростей течений в виде логарифмических, степенных и эллиптических зависимостей [4], [5], [7], [8], [10], которые не описывают эффект возникновения противотечений в русловых потоках, характерных в частности для Нижнего Дона. Следует учитывать, что как раз особенностью гидрологического режима Нижнего Дона являются сгонно-нагонные гидрологические процессы, порождающие противотечения в рукавах и протоках дельты Дона.

Сгоны и нагоны уровня возникают на предустьевом взморье Дона под непосредственным воздействием ветра на водную поверхность. Колебания уровня с непрерывным чередованием пиков (нагонов) и впадин (сгонов) прослеживаются далеко вверх по реке. Детальные систематические наблюдения за уровнем реки и циркуляцией вод, а также механическим и минералогическим составом донных и взвешенных наносов проводились учеными ЮНЦ РАН и сотрудниками Южного федерального университета в период с 2010 по 2016 гг.

В данной работе используется гидродинамическая модель, учитывающая ветровую динамику, основанная на решении задачи о дрейфово-градиентном течении в проточных водоемах [2,10,13, 14]. Методика расчета интенсивности аккумуляции веществ на бере без учета ветровой динамики была изложена в работах Бронфмана [2,3]. Принимая расход воды на всем протяжении участка реки неизменным и не зависящим от ветра ($Q_0 = Q_l$), была получена следующая формула[2]:

$$\pm R = \frac{36 \cdot 10^{-4} (\rho_0 - \rho_l) Q_0}{\delta}, \quad (1)$$

где $\pm R$ – интенсивность аккумуляции или эрозии, $\text{м}^3/\text{ч}$;
 ρ_0, ρ_l – средняя мутность в «0» створе и на расстоянии l , $\text{г}/\text{м}^3$;
 Q_0 – средний расход воды, $\text{м}^3/\text{с}$;
 δ – объемный вес аллювия, принятый $1,56 \text{ г}/\text{см}^3$ [2].

Данная формула может быть применена для расчета интенсивности аккумуляции или эрозии веществ в условиях штилевой ситуации. Чтобы оценить влияние ветровой динамики необходимо рассчитать изменение расхода воды с учетом скорости ветра. Формула Бронфмана, учитывающая ветровую динамику получена в работе [2] и имеет вид:

$$\pm R = \frac{36 \cdot 10^{-4} (\rho_0 Q_0 - \rho_l Q_l)}{\delta}, \quad (2)$$

$$R(Q_0(V), V) = a_1 Q_0(V) - a_2 V^2, \quad (3)$$

где

$$a_1 = \frac{\rho_0 - \rho_l}{\delta} 36 \cdot 10^{-4}, \quad (4)$$

$$a_2 = \frac{\rho_l}{\delta} 36 \cdot 10^{-4} \frac{m \gamma_0 L h_0^2}{6 \rho A}. \quad (5)$$

$Q_0(V)$ – расход воды в начальном створе зависит от скорости ветра V ;

$m = 1$ – направление ветра по течению; $m = -1$ – направление ветра против течения; L, h_0 – средняя глубина и ширина водоема, соответственно; $\gamma_0 = 0,00325 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Используя морфометрические, гидрометеорологические и гидрологические данные из работы [7] (табл. 1-3), рассчитаем по формулам (2) и (3) интенсивность аккумуляции веществ на бере для трех рукавов Дона: Большая Каланча, Мертвый Донец, и Старый Дон, схематично представленных в соответствии с рисунком 1.

Таблица 1 – Морфометрия трех рукавов Дона

Название	Длина, км	Ср. ширина, м	Ср. глубина по фарватеру, м
Мертвый Донец	35.5	70	2.5
Старый Дон	19	500	7.5
Б. Каланча	13	370	9

Таблица 2 – Средние скорости ветра, м/с

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
Скорость ветра	5.8	5.6	5.2	4.5	4.3	3.6	2.9	3.4	3.5	3.8	4.2	5.0	4.3

Таблица 3 – Средние расходы воды, $\text{м}^3/\text{с}$

Название	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Мертвый Донец	11	16	21	38	35	22	19	17	17	18	18	13
Старый Дон	110	151	204	368	342	216	180	167	166	170	173	121
Б. Каланча	258	353	477	864	802	506	428	390	389	399	404	284

На рисунках 1-3 показаны зависимости интенсивности аккумуляции веществ на бере от величины и направления скорости ветра V . Для сравнения со штилевой ситуацией использовалась формула Бронфмана (2).

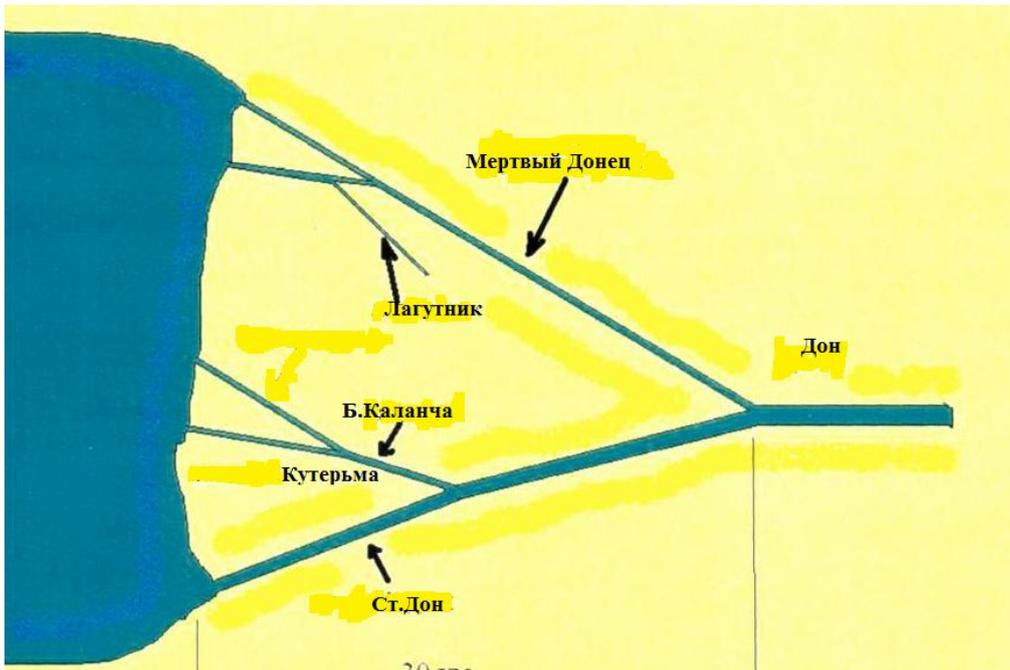


Рис. 1 – Схема дельты реки Дон

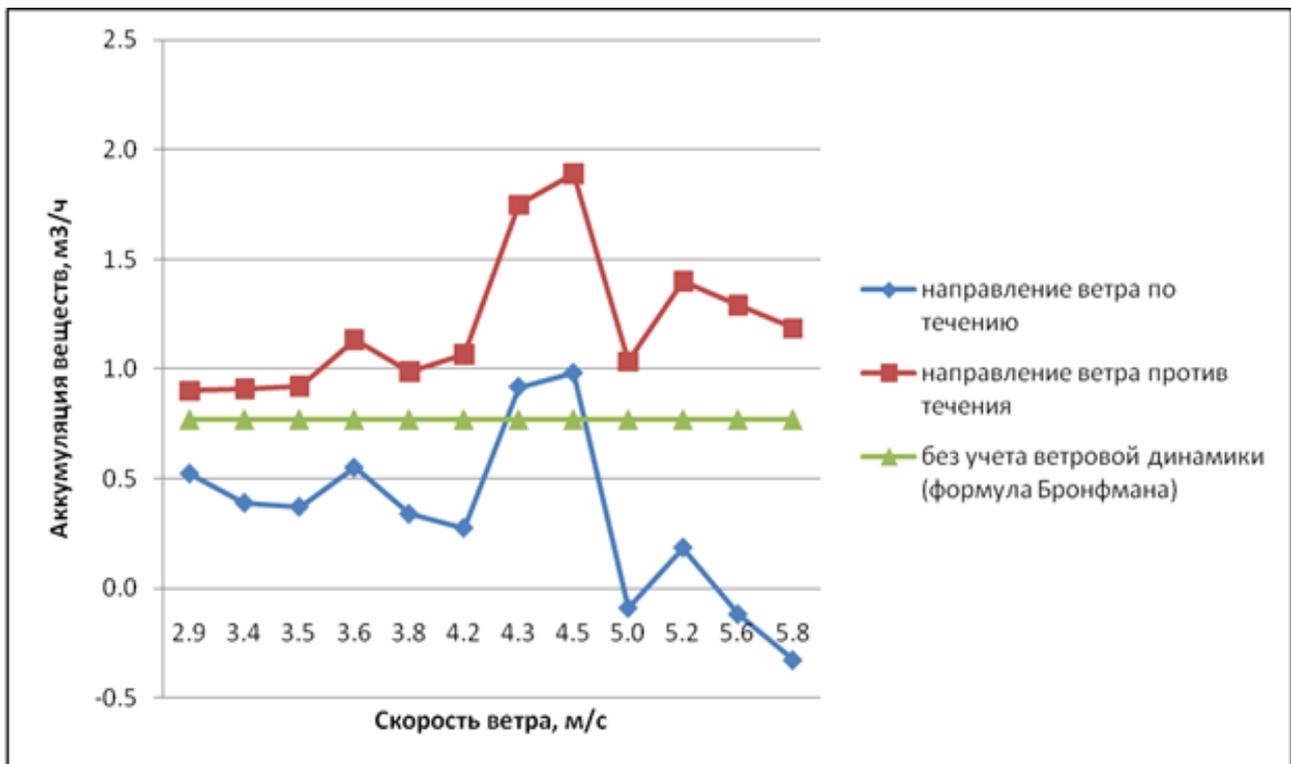


Рис. 2 – Зависимость интенсивности аккумуляции веществ на баре от скорости ветра для Мертвого Донца

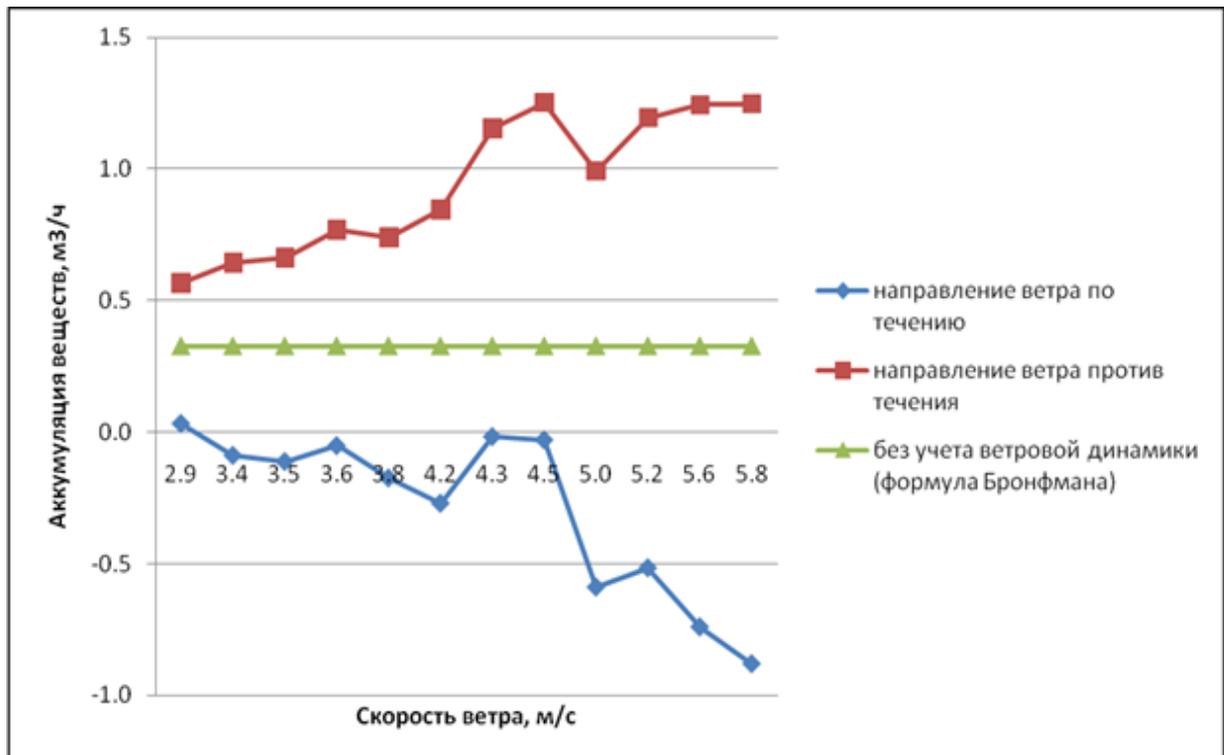


Рис. 3 – Зависимость интенсивности аккумуляции веществ на баре от скорости ветра для Старого Дона

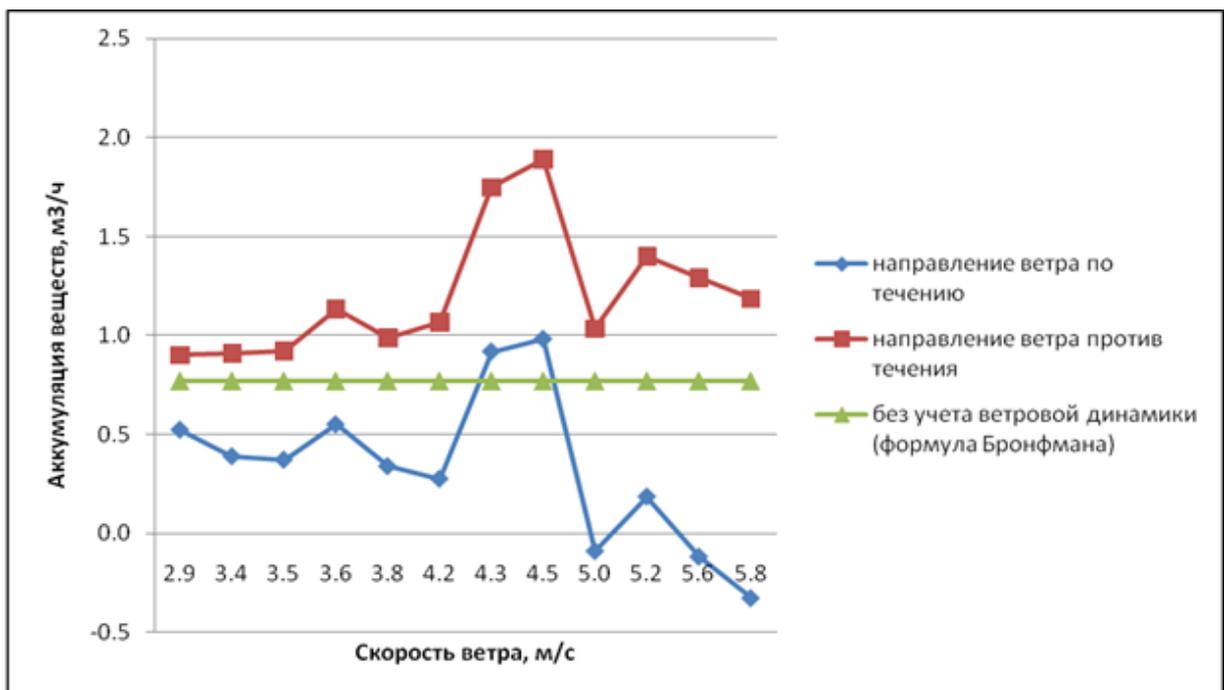


Рис. 4 – Зависимость интенсивности аккумуляции веществ на баре от скорости ветра для Большой Каланчи

Можно констатировать, что влияние скорости и направления ветра на аккумуляцию вещества довольно велико. В случае если ветер направлен против течения реки, накопление вещества всегда больше, чем в случае направления ветра по течению или отсутствия ветра. При ветре, дующем по течению реки при определенных скоростях для всех трех рукавов наблюдается отрицательная аккумуляция веществ – эрозия. Если рассматривать Старый Дон, то для этого водоема при направлении ветра по течению при любой скорости ветра, кроме минимальной – 2,9 м/с, наблюдается эрозия веществ.

На рисунках 5 – 7 представлены результаты расчетов распределения интенсивности аккумуляции веществ по сезонам для трех рукавов Дона. Из данных графиков очевидно, что максимум аккумуляции веществ для всех водоемов приходится на апрель – пик половодья. Однако если рассматривать Старый Дон, в случае, когда ветер направлен по течению реки, максимум аккумуляции приходится не на период половодья, а на июль, хотя по данным таблицы 3 для всех расчетных рек максимум расхода воды приходится на апрель.

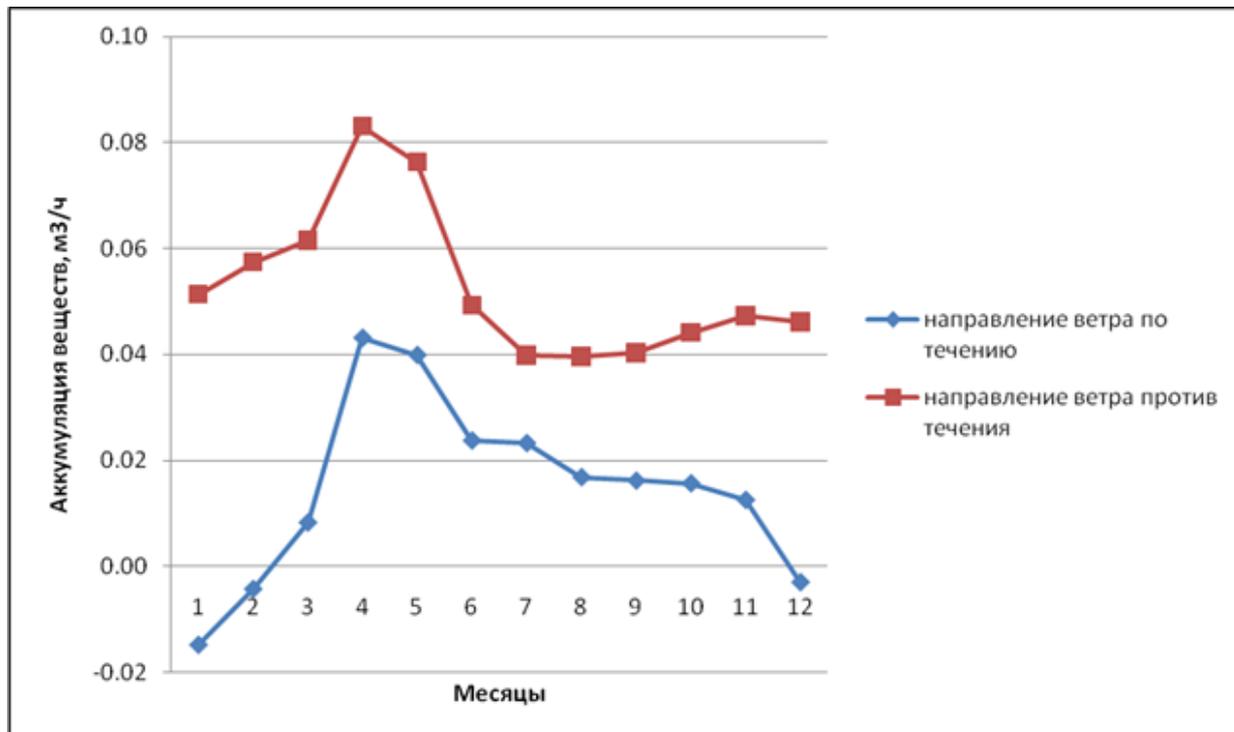


Рис. 5 – Сезонная зависимость интенсивности аккумуляции веществ на बारे для Мертвого Дона

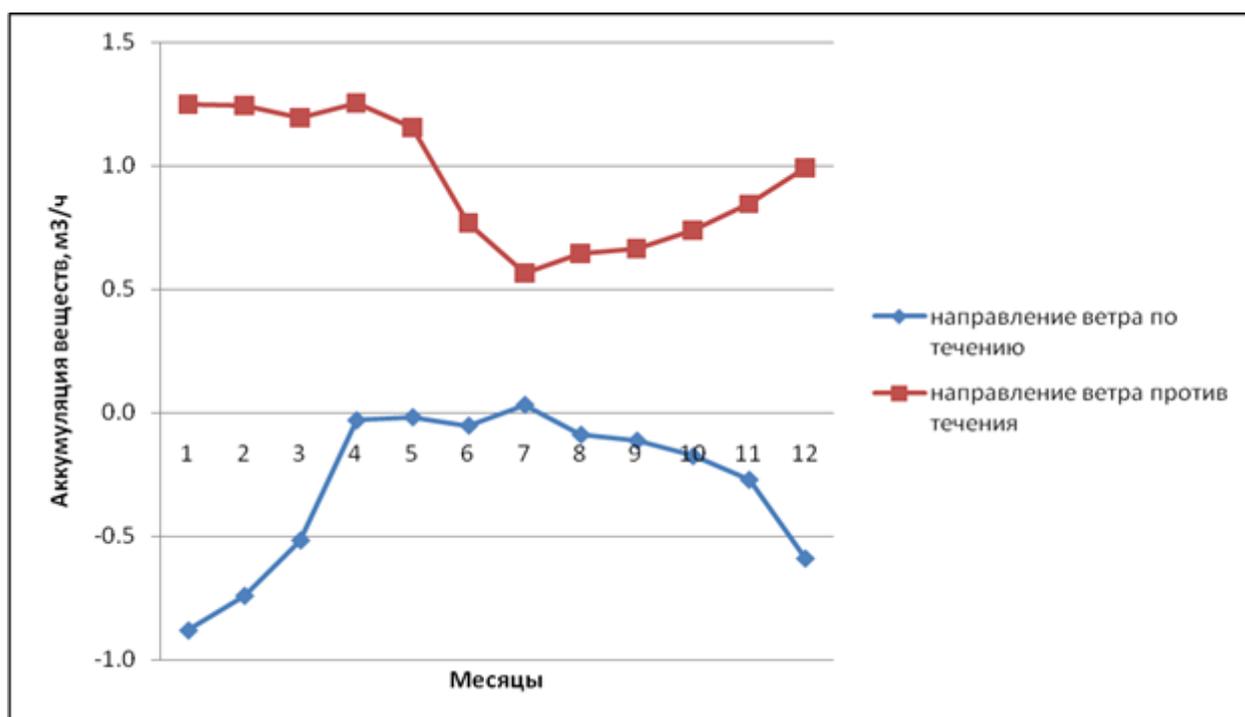


Рис. 6 – Сезонная зависимость интенсивности аккумуляции веществ на बारे для Старого Дона

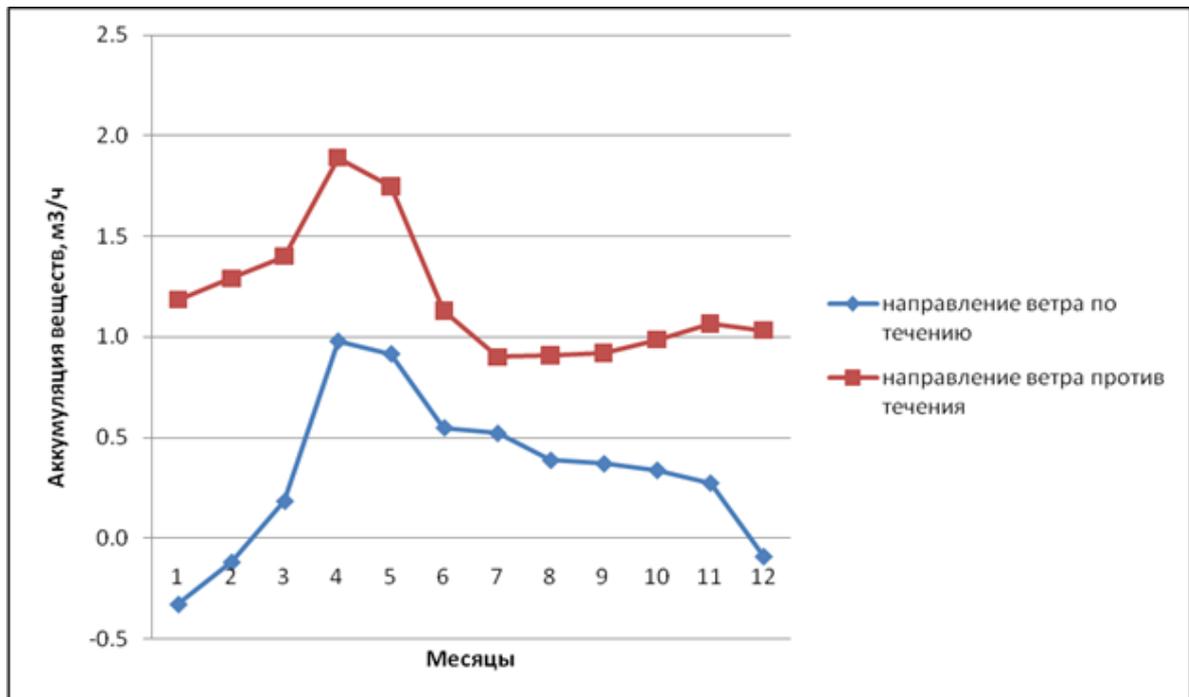


Рис. 7 – Сезонная зависимость интенсивности аккумуляции веществ на баре для Большой Каланчи

Таким образом, анализ общей картины сезонной и ветровой зависимости интенсивности аккумуляции веществ на баре по трем рукавам показывает, что Мертвый Донец и Большая Каланча в целом имеют схожие, хотя и не абсолютно идентичные графики распределения. Старый Донец, напротив, сильно отличается от других рукавов по графикам распределения как сезонной, так и ветровой зависимости аккумуляции веществ. Это связано, по-видимому, с определенными морфометрическими и гидрологическими особенностями водоема (табл. 1,3).

В работе [8] для расчета максимальных значений интенсивности аккумуляции веществ на баре была решена задача на отыскание условного экстремума:

$$\begin{cases} R(Q, V) \rightarrow \max \\ F(Q, V) = \alpha V \end{cases} \quad (6)$$

В данном случае целевая функция – это интенсивность аккумуляции веществ на баре:

$$R(Q, V) \rightarrow \max, \quad (7)$$

а условие – значение горизонтальной скорости на поверхности потока:

$$F(Q, V) = \alpha V, \quad (8)$$

где α – эмпирический коэффициент пропорциональности ($\alpha = 0,06$) [10].

Целевая функция (7) задается выражением (3). Условие (8), в случае дрейфового течения имеет вид (9-11):

$$F(Q, V) = U(0, l) = a_3 Q + a_4 V^2, \quad (9)$$

$$\text{где } a_3 = \frac{3}{2h_0 L}, \quad (10)$$

$$a_4 = \frac{\gamma_0 h_0}{2\rho A}. \quad (11)$$

Оптимизационная задача (6) решалась методом множителей Лагранжа [10]. В результате для расчета критических значений скорости ветра V и расхода воды Q , при которых интенсивность аккумуляции веществ будет максимальной, были получены такие выражения:

$$V = \frac{\alpha a_3}{2(a_4 \frac{a_1}{a_3} + a_2)}, \quad (12)$$

$$Q = \frac{\alpha V - a_4 V^2}{a_3}. \quad (13)$$

Используя формулы (12), (13), а также морфометрические данные из таблицы 1, рассчитаем критические значения скорости ветра и расхода воды для трех рукавов Дона: Большая Каланча, Мертвый Донец и Старый Донец

В таблице 4 приведены результаты выполненных расчетов для рукавов Нижнего Дона. В четвертой строке таблицы указано время года, когда критическая ситуация наиболее вероятна в рассматриваемом районе.

Таблица 4 – Критические значения скорости ветра и расхода воды для аккумуляции загрязняющих веществ в водоемах Нижнего Дона

Параметр \ Название	Старый Донец	Мертвый Донец	Большая Каланча
Скорость ветра	2,18 м/с	3,28 м/с	2,73 м/с
Расход воды	255 м³/с	18 м³/с	283 м³/с
Месяц	май-июнь	октябрь-ноябрь	декабрь

Сопоставляя полученные результаты (табл.4) с данными наблюдений (табл. 2, и 3) определяем, что критические расходы, при которых аккумуляция взвешенных веществ будет максимальной, наблюдаются на реке Большая Каланча в декабре месяце и в октябре-ноябре на реке Мертвый Донец.

Список литературы / References

1. Агроскин И.И. и др. Гидравлика. - М.- Л.:Энергия, 1964. - 484.
2. Бронфман А.М. Седиментационные процессы на взморье и динамика морского края дельты реки Дон // Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук. - Ростов н/Д, 1966. – 361 с.
3. Бронфман А.М., Спичак М.К. Некоторые вопросы формирования стока р. Дон в зависимости от характера атмосферной циркуляции // Сб. работ Ростовской гидрометеорологической обсерватории. Ростов н/Д, 1967. Вып.6. С. 3–10.
4. Гончаров В.Н. Динамика русловых потоков. – Л. 1962. - 374с.
5. Гришанин К.В. Динамика русловых потоков. - Л., 1979. - 312с.
6. Грушевский М.С. Неустановившиеся движения воды в реках и каналах. - Л., 1982. - 288с.
7. Железняков Г.В. Гидрология и гидрометрия. - М., 1981. - 264 с.
8. Караушев А.В. Теория и методы расчета речных наносов. - Л., 1977. - 277 с.
9. Магомедова А.В. Эрозионные процессы в руслах рек и каналов. - М.:ВЗПИ, 1990. - 203 с.
10. Мамаев О.И. Физическая океанография: Избранные труды. - М.:Изд.Вниро, 2000. - 364 с.
11. Матишов Г.Г., Бердников С.В., Беспалова Л.А. Современные экзогенные процессы в береговой зоне Азовского моря / Матишов Г.Г., Бердников С.В., Беспалова Л.А. и др. – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2015. – 321 с.
12. Симов В.Г. Гидрология устьев рек Азовского моря. – М.: Гидрометиздат, 1989. – 326 с.
13. Фельзенбаум А.М. Теоретические основы и методы расчета установившихся морских течений.-М.:Изд.АН СССР,1960-127с.
14. Хартиев С.М, Иошпа А.Р. Основы гидродинамики океана: учебник- Ростов-на-Дону: Изд.ЮФУ,2014-240 с.
15. Чугаев Р.Р. Гидравлика.– М, 1975. - 599 с.
16. Шустов В.Л., Хартиев С.М. и др. Прогнозирование состояния водных ресурсов региона (на примере бассейна Нижнего Дона) // Изв.вузов Северо-Кавказского региона. 1998. – №4.– С.106-109.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Agroskin I.I. i dr. Gidravlika [Hydraulics]. – М.-L.:Inergiya, 1966. – P. 484. [in Russian]
2. Bronfman A.M. Sedimentacionnii processy na vzmorie I dinamika morskogo krai delite reki Don [Sedimentary processes on the seashore and the dynamics of marine margin Don River Delta//the dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of geographical sciences]. - Rostov n/d, 1966. – P. 361. [in Russian]
3. Bronfman A.M, Spichak M.K. Nekotoryitie voprosy formirovaniya stoka r.Dun v zavisimosti ot haraktera atmosfernoj tsirkulyatsii [Some questions Don river runoff formation depending on the nature of atmospheric circulation].Sb.trudov Rostovskoi gidrometeorologicheskoi observatorii [Collection works of Rostov hydrometeorological Observatory]. - Rostov n/d, 1967. V. 6, P. 3-10. [in Russian].
4. Gonsharov V.N. Dinamika ryslovix potokov [Dynamics of channel flows]. - L. 1962. - P.374. [in Russian].
5. Grishanin K.V. Dinamika ryslovix potokov [Dynamics of channel flows]. - L. 1979. - P.312. [in Russian].
6. Grushevskii M.S.Neustanovivshiisi dvigenia vodi v reках I kanalah [Unsettled water movement in rivers and canals].- L.1982. - P.288. [in Russian].
7. Geleznikov G.V. Gidrolodia I gidrometria [Hydrology and hydrometry] .- M. 1981.- P.264. [in Russian].
8. Karaushev A.V. Teory i metodi rascheta reshnish nanosov [Theory and methods of calculation of river sediment].-L. 1977. - P. 374. [in Russian].
9. Magomedova A.V. Iroziionnie proccesi v ruslash rek I kanalov . [Erosive processes in rivers and canals].- M.:Izd.VZPI,1990. - P.203. [in Russian].
10. Mamaiv O.I. Fizicheskaa okeanografia [Physical Oceanography]. : Selected works -M.:Izd.Vniro,2000.-P.364. [in Russian].
11. Matishov G.G. Sovremennyye ikzogennyie protsessy v beredovoi zone Azovskogo moray [Modern exogenous processes in the coastal zone of the sea of Azov] / Matishov G.G., Berdnikov S.V., Bepalova L.A. and others - Rostov-na-Donu: Southern Federal University, 2015. – P.321. [in Russian]
12. Simov V.G. Hidrologiya ystevyih rek Azovskogo moray/[Hydrology estuaries of the Azov Sea-m].: Gidrometizdat, 1989. –P.326. [in Russian].
13. Felzenbaum A.M. Teoreticheskie osnovi I metodi rascheta ustanovivhixsi morskix techenii [The theoretical framework and methods of calculation of steady-state currents].-izd.AN SSSR,1960. –P.127. [in Russian].
14. Shartiev S.M.,Ioshpa A.R. Osnovi gidrodinamiki okeana [The basics of ocean hydrodynamics]: tutorial. - Rostov-na-Donu: Southern Federal University, 2014. – P.240. [in Russian]
15. Chuguev R.R. Gidravlika [Hydraulics]. – М.- 1975. – P. 599. [in Russian]
16. Shustov V.L., Shartiev S.M.i dr. Prognozirovanie sostoania vodnix resursov regiona (na primere basseina Nignego Dona) [Prediction of the State of water resources in the region (by the example of the lower Don)] // Izv. universities of the North Caucasus region.1998.V4.P.106-109.

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / PSYCHOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.093>

Крстеска Р.¹, Батик Д.², Горгевић Ф.³

¹ORCID:0000-0002-1273-1842, Кандидат медицинских наук, доцент,

²ORCID:0 000-0001-8992-2877, Кандидат психологических наук, доцент,

³ORCID: 0000-0001-7853-1029, Ассистент, Массачусетский университет, Факультет психологии
Скопье, Македония

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ НЕКОТОРЫМИ ЧЕРТАМИ ХАРАКТЕРА И ДЕПРЕССИЕЙ В ПОЖИЛОМ ВОЗРАСТЕ

Аннотация

Вступление: Депрессия в пожилом возрасте является одним из наиболее часто встречающихся заболеваний среди пожилых людей, но она часто остается непризнанной. Возможное влияние личностных качеств человека на этиологию депрессии в пожилом возрасте уже давно представляет интерес для врачей. Предполагается, что некоторые особенности личности предрасполагают людей к развитию депрессии в пожилом возрасте.

Цель: Оценить влияние некоторых личностных качеств на развитие депрессии в пожилом возрасте.

Предмет и методы: Исследование проводилось по выборке из 120 участников: 60 пациентов с депрессией в пожилом возрасте и 60 пожилых людей, живущих в общине, без симптомов депрессии в возрасте 60+ лет. Все участники исследования отвечали на вопросы анкеты, созданной специально для целей исследования, по шкале гериатрической депрессии и международной классификации болезней десятого пересмотра.

Результаты: Более высокий процент депрессии обнаружен в группе пациентов, а не в контрольной группе в отношении трех личностных особенностей: низкая самооценка ($Yateschi-square=24.99$ $df=1$ $p=0.00000$), зависимость от другого человека ($Yateschi-square=22.03$ $df=1$ $p=0.00000$) и пессимизм ($Yateschi-square=25.04$ $df=1$ $p=0.00000$).

Вывод: Наше исследование показало наличие значительной связи между низкой самооценкой, зависимостью от другого человека, пессимизмом и депрессией в пожилом возрасте. Эти данные свидетельствуют о том, что риск депрессии в пожилом возрасте выше среди пожилых пациентов с этими личностными качествами.

Ключевые слова: личностные черты, депрессия в пожилом возрасте, пожилые люди.

Krsteska R.¹, Batic D.², Gorgevic A.³

¹ORCID:0000-0002-1273-1842, PhD in medicine, assistant professor

²ORCID:0 000-0001-8992-2877, PhD in psychology, associate professor,

³ORCID: 0000-0001-7853-1029, assistant, MIT University, Faculty for Psychology, Skopje, Macedonia

THE RELATIONSHIP BETWEEN SOME PERSONALITY TRAITS AND LATE LIFE DEPRESSION

Abstract

Introduction: Late-life depression is one of the most frequent disorders in elderly and often remains unrecognized. The possible influence of personality traits on the etiology of late-life depression has long been of interest to clinicians, often with the assumption that some personality features predispose individuals to develop depression in late life.

Objective: To estimate the impact of some personality traits on late-life depression.

Subjects and Methods: The research was conducted on a sample of 120 participants, 60 patients with late-life depression and 60 community-dwelling older adults without depressive symptoms, aged 60+. All participants were examined using a general questionnaire created for the purpose of the study, the Geriatric Depression Scale, and ICD-10.

Results: A higher percentage with statistical significance was found in the group of patient than in the control individuals, regarding the three personality features: Low self-esteem ($Yates chi-square=24.99$ $df=1$ $p=0.00000$), Dependence from other person ($Yates chi-square=22.03$ $df=1$ $p=0.00000$), and Pessimism ($Yates chi-square=25.04$ $df=1$ $p=0.00000$).

Conclusion: Our study has shown a significant positive relationship between low self-esteem, dependence from other person and pessimism with late life depression. These data suggest that late-life depression risk is elevated among elderly patients with these personality traits.

Keywords: personality traits, late-life depression, elderly.

Introduction

Late-life depression is a disorder in many cases of elderly patients and unfortunately, it is generally not recognized. Numerous studies have explored the connection between personality traits and depression in aged people but from a different view. It is possible the long-standing personality traits to be the possible factor that favors the appearance of depression in advancing years, and to predict the onset of depressed state in the older people. Some studies have shown that low self-esteem, dependence from other person and pessimism are discussed as potential causes that are possibly liable for depression in the elderly [1], [2].

Objective

Our study objective was to inspect where there is an influence from the risk factors like low self-esteem, dependence from other person and pessimism to the risk of the occurrence of depression in older people.

Subject and Methods

Our examination was a cross-sectional study that used interviewer-administered surveys. 120 older people were included in the study, out of which 60 people were with a diagnosis of a depressed state. These 60 people represented the experimental group. The control group was 60 people who lived in community and depression was excluded before they entered the study. The experimental group was consisted of 45 female patients and 15 male patients, while the control group was composed of 42 women and 18 men. Between the two groups the proportion was with $p>0.05$, respectively it was insignificant. All participants

were aged sixty and more, and the examinees from the two groups did not differ significantly in regard to the years, so the statistical difference was also insignificant with $p=0.56$. The two groups were homogenous groups about the gender and the age.

Data were taken from all examinees from both groups using a general query created for the needs of our study, and also all participants were examined with the Geriatric Depression Scale (GDS) and the criteria by the International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 10th Revision (ICD-10)-WHO. A significant difference of $p<0.001$ was found in the two groups in regard to their mean scores on the GDS.

Results with discussion

The professional literature suggests that low self-esteem is connected to depressed moods, depression, hopelessness, and tendencies with suicidal behavior and attempted suicide. The investigation showed a significant negative correlation between self-esteem and depressiveness [3].

Also in some studies, a correlation between optimism and depression, as well as among optimism and suicidal thinking was found [4].

In our research performed on participants from both the experimental and the control group, we explored the existence of the three personality traits of the experimental and the control group: low self-esteem, dependent from other person and pessimism, named like possible risk factors for depression in elderly people (Table 1).

Table 1 –The existence of the personality features low self-esteem, dependent from other person and pessimism in the two examined groups

The opinion of the examinees and their families about existence of the personality features		Experimental group		Control group	
		N	%	N	%
1.Low self-esteem	No	21	35.00	49	81.67
	Yes	39	65.00	11	18.33
2.Dependent on another person	No	24	40.00	50	83.33
	Yes	36	60.00	10	16.67
3. Pessimism	No	26	43.33	53	88.33
	Yes	34	56.67	7	11.67

1. Yates chi-square=24.99 df=1 $p=0.00000^{**}$

Odds ratio=8.27 95%CL 3.31<OR<21.21

2. YATES CHI-SQUARE=22.03 DF=1 P=0.00000^{**}

Odds ratio=7.5 95%CL 2.97<OR<19.38

3. Yates chi-square=25.04 df=1 $p=0.00000^{**}$

ODDS RATIO=9.9 95%CL 3.58<OR<28.47

Table 1 displays the results of the existence of the personality features low self-esteem, dependent from other person and pessimism in the investigated groups.

Higher percentages were exposed in the experimental group, than in the control group in regards to the three personality features, with statistically significant difference.

67% of the examinees from the experimental group, likewise their family, held the opinion for the existence of low self-esteem against 18.3% of the participants in the control group (Yates chi-square=24.99 df=1 $p=0.00000$), thus the people with low self-esteem have 8.27 times significantly greater risk to develop a depression in elder ages matched to people who don't have this personality trait (Odds ratio=8.27 95%CL 3.31<OR<21.21).

The second investigated personal trait - dependent of other person was found in 60% v.v. 16% among the group with depressed patients and people without of depression (Yates chi-square=22.03 df=1 $p=0.00000$). Accordingly, individuals with this personal characteristic have 7.5 times significantly greater risk for depression in contrast with the people who weren't dependent on another person (Odds ratio=7.5 95%CL 2.97<OR<19.38).

Also, in our research the examinees from the experimental group had 34% v.v.11.67% in the examinees without depression from the second group about the existence of pessimism (Yates chi-square=25.04 df=1 $p=0.00000$), with 9.9 times significantly greater risk for depression in elderly ages compared to the individuals who didn't have pessimism like personal trait (Odds ratio=9.9 95%CL 3.58<OR<28.47).

Several investigations noted that optimism has a positive influence on the health, as well as the physical and mental wellness. The investigators revealed that pessimism was in relation with greater depressive symptoms and lower self-esteem indirectly through constraints beliefs [4].

Our study has proven the relationship of the three personality traits: low self-esteem, a dependence of other person and pessimism with depression in older ages. These personality characteristics were more common in the depressed patients against individuals without depression.

Pakiev et al. noted that the factors related with self-esteem in people who don't have depression raise the sensitivity of the people for depression (causal risk factors), and too, these factors in the patients with depression cause the episode of depression more severe (pathoplastic risk factors). If the physicians start to think more about the mention factors of personality like risk factors for depression, they can enhance identification of depression and/or identification of more serious episodes of depression [5].

We have done a detailed examination of these personality characteristics of the people in our investigation. A difference with high statistical significance between the experimental and the control group in relation to the number of the risk personality traits ($p=0.00000$) was detected (Table 2, Figure 1).

Table 2 – The number of the personality traits: Low self-esteem, Dependent on another person and Pessimism in the both examiner groups

The number of the personality traits	Experimental group		Control group	
	N	%	N	%
one without	7	11.67	38	63.33
with one	14	23.33	16	26.67
with two	22	36.67	6	10.00
with three	17	28.33	/	/
Total	60	100	60	100

Note: Mann-Whitney $U=549.0$ $Z=6.57$ $p=0.00000^{**}$

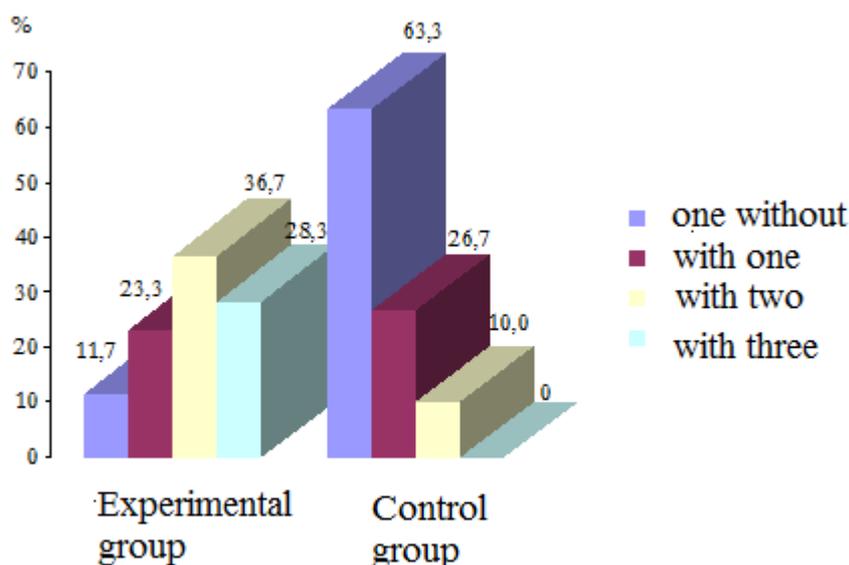


Fig. 1 – The percentages of the number of the personality traits (Low self-esteem, Dependent on another person and Pessimism) in the two examined groups

The finding in our study offers that the sum of the personal risk characteristics also is a risk for the manifestation of late-life depression. Respectively, the presence of two, or even three risk personality traits elevate the risk for depression in elderly people.

The gender differences in people with depression related to the personality traits were examined from a different view from several authors [6-11].

We have analyzed the existence of the personality risk traits among male and female individuals with depression in the elderly age. It was found that the male individuals with depression had significantly more low self-esteem, however about the dependent on another person and pessimism, we didn't find the difference with statistical significance among the male and female individuals with depression (Table 3).

Table 3 –The percentages of the existence of the personality traits between male and female patients in the experimental group

The opinion of participants and his/her family about presence of the personality features in experimental group		Male		Female	
		N	%	N	%
1. Low self-esteem	Yes	13	86.67	26	57.78
	No	2	13.33	19	42.22
2. Dependent on another person	Yes	11	73.33	25	55.56
	No	4	26.67	20	44.44
3. Pessimism	Yes	9	60.00	25	55.56
	No	6	40.00	20	44.44

Note:

1. Yates chi-square=4.13 $df=1$ $p=0.042^{*}$; $OR=4.75$ 95% CL 3.75< OR <34.61

2. Yates chi-square=0.83 $df=1$ $p=0.36$

According to Pakriev [5], it is promising our findings for these risk factors to improve attention in physician for their older patients with the possibility these personality characteristics to predict the onset and do early detection of late-life depression.

Duberstein [2] said that the findings of their study suggest that long-standing personality traits can predict the onset of depression in elderly people. He underlines that even in older age, these traits can be the risk. He supposed that something in regard with aging helps take down the protective mechanisms that protect them from the appearance of depression.

Unfortunately, there are not enough studies about the relationship again personality traits and depression in the elderly people. Our findings give a small contribution to clarifying the risk factors for depression in older ages. Further, according to Duberstein, we think that more surveys are needed for understanding of relationships among personality, ages, and appearance of depression [2].

Conclusion

The findings in our research have shown a significant relationship between low self-esteem, dependence from other person and pessimism with late-life depression. Our data confirmed the role of the personality characteristics, such as low self-esteem, dependence on other people and pessimism, which are psychological factors of risk for occurrence of depression in elderly. These personality features predispose persons to develop depression in late life.

The awareness of these personal risk factors could improve attention in physician for their older patients with these personality characteristics to predict onset or do early detection of depression in this population.

Our investigation enhances the consideration of the factors which raise the risk of depression and could aid in the identification of people at risk.

With bigger awareness of these risk factors, the individuals that have a greater risk for depression could benefit a lot in the process of depression recognition. An opportunity would be opened for designing the best strategy to prevent the beginning of the depressive symptoms in older ages, to detect the depression on time and to find the most suitable treatment for the patients.

Список литературы / References

1. Abrams R. C., Rosendahl E., Card C. and Alexopoulos G. S. Personality Disorder Correlates of Late and Early Onset Depression. *Journal of the American Geriatrics Society*. -1994.-Vol. 42.-P. 727–731. doi:10.1111/j.1532-5415.1994.tb06532
2. Duberstein PR. Personality Study Shows Risk Of First Depression Episode Late In Life. Available from: http://www.eurekalert.org/pub_releases/2008-04/uorm-pss041108.php
3. Mann M., Hosman C., Schaalma H., de Vries N. Self-esteem in a broad-spectrum approach for mental health promotion. *Health Educ Res*.-2004. - Vol. 19 (4).-P.357-372. doi: 10.1093/her/cyg041
4. Conversano C., Rotondo A., Lensi E., Vista O.D., Arpone F., Reda M. A. Optimism and Its Impact on Mental and Physical Well-Being. *Clin Pract Epidemiol Ment Health*. -2010. -Vol. 6.-P.25–29. doi:10.2174/1745017901006010025
5. Pakriev S., Poutanen O., Salakangas R.K. Causal and pathoplastic risk factors of depression: findings of the Tampere Depression Project. *Nord J Psychiatry*. -2002. - Vol.56 (1).-P. 29-32
6. Goodwin R.D., Gotlib I.H. Gender differences in depression: the role of personality factors. *Psychiatry Res*. -2004.-Vol. 126 (2). -P.135-142
7. Kikuchi Y., Nakaya M., Ikeda M., Okuzumi Sh., Takeda M., Nishi M. Sense of Coherence and Personality Traits Related to Depressive State. *Psychiatry Journal*. -2014.-Article ID 738923, 6 pages. Available from: <http://dx.doi.org/10.1155/2014/738923>
8. Irigaray T. Q., Schneider R. H. Characteristics of personality and depression in elderly women of the University for the Third Age. *Annu Rev Clin Psychol*. -2009.-Vol5.-P.363–389. doi: 10.1146/annurev.clinpsy.032408.153621
9. Fiske A., Wetherell J. L., Gatz M. Depression in Older Adults. *Annu Rev Clin Psychol*. -2011.-Vol.7.-P- 269–295. doi: 10.1146/annurev-clinpsy-032210-104540 PMID: PMC3518491 NIHMSID: NIHMS423794
10. Klein D.N., Kotov R., Bufferd S. J. Personality and Depression: Explanatory Models and Review of the Evidence. *Pers Individ Dif*. -2007. - Vol.43 (06).-P. 1594–1603. doi: 10.1016/j.paid.2007.04.028.
11. Chapman BP., Duberstein PR., Sörensen S., Lyness JM. Gender Differences in Five Factor Model Personality Traits in an Elderly Cohort: Extension of Robust and Surprising Findings to an Older Generation. *Pers Individ Dif*. -2007. - Vol.43 (6).-P.1594-1603.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.023>

Левкова Т.В.

ORCID: 0000-0002-9347-6918, Кандидат педагогических наук,

ФГБОУ ВО «Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема»

К ВОПРОСУ О ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ ПСИХОЛОГОВ

Аннотация

Приведен анализ теоретический анализ личностного развития и профессиональной подготовки будущих психологов. Анализ проблемы подготовки психологов подтверждается результатами пилотажного исследования, которое было проведено в ФГБОУ ВО «Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема». Подтверждена необходимость лично-психологической работы в рамках подготовки психологов в вузе. Результаты исследования доказывают необходимость глубокой проработки своих личных переживаний студентами для более эффективной профессиональной подготовки.

Ключевые слова: личностное развитие, профессиональная подготовка, студенчество, личный опыт.

Levkova T.V.

ORCID: 0000-0002-9347-6918, PhD in Pedagogy,

FSBEI of Higher Education "Sholem Aleichem Amur State University"

ON PROFESSIONAL TRAINING OF FUTURE PSYCHOLOGISTS

Abstract

The article contains theoretical analysis of personal development and professional training of future psychologists. The analysis of the problem of training psychologists is confirmed by the results of a pilot study, which was conducted at the FSBEI of Higher Education "Sholem Aleichem Amur State University." The necessity for personal psychological work within the training of psychologists at the university was confirmed. The results of the research prove the need for deep study of personal experiences by students for more effective professional training.

Keywords: personal development, vocational training, students, personal experience.

В условиях радикальной трансформации общества рождается новое понимание психологического образования не только как профессионального становления, но и как лично-преобразовывающей практики.

В процессе подготовки психологов в системе вуза возникает ситуация, когда фундаментальные научные факты о психологических закономерностях и механизмах личностного и профессионального становления человека имеются в арсенале студентов (Вязникова Л.Ф., 2002), но оказываются совершенно не применимы к процессу личностного роста самого обучающегося [1].

На наш взгляд процесс образования будущих психологов – это образовательный процесс возвращения (Слободчиков В.И.), который в первую очередь включает заботу студентов о своем психологическом здоровье, его сохранении и развитии [2].

Образовательный процесс подготовки студентов-психологов в современных условиях требует понимания непрерывности и связанности личностного и профессионального развития.

Природа обозначенной проблемы отражает не только онтогенетический характер личностного развития, и совокупность позитивных изменений в личностном самоощущении, которые позволяют решать психологические трудности, накопленные в рамках личностного опыта студентов. Важным на наш взгляд при решении заявленной проблемы является запуск такого механизма лично-профессионального роста как принятие личностного переживания, который помогает осознанию своих возможностей и утверждению собственной позиции.

Значимыми для рассмотрения заявленной проблемы являются методологические разработки модели подготовки бакалавров – психологов образования (В. В. Рубцов, А. А. Марголис, Ю. М. Забродин и др.) [3]; - компетентностный подход к образованию, определяющий стратегию качества подготовки [4] (А. Л. Андреев, В. И. Байденко, В. А. Болотов и др.); идеи психологического становления личности (К. А. Абульханова, Б. Г. Ананьев, Л. И. Анцыферова [5], В. Г. Асеев, А. В. Брушлинский, В. И. Слободчиков), профессионального самоопределения личности [6] (Е. М. Борисова, М. Р. Гинзбург, Е. А. Климов, Н. С. Пряжников), а также - концепции профессионального развития личности В. А. Бодрова, Э. Ф. Зеера, Е. А. Климова, А. К. Марковой, Л. М. Митиной, В. Д. Шадрикова и др.[7].

Психологическими ресурсами лично-профессионального становления будущих психологов можно определить способность к осмыслению информации без дисфункциональных убеждений, которые обнаруживаются в автоматических мыслях личности, способности осознавать, выразить свои чувственные переживания, а также стремление к собственным достижениям и способность преодолевать трудности [8].

Значимость определяемой нами проблемы отражается в исследовании, которое было проведено в ПГУ имени Шолом-Алейхема на факультете Педагогике и психологии центре педагогического образования, где осуществляется подготовка педагогов-психологов и психологов.

Выборку исследования составили студенты в количестве 70 человек, в возрасте 18-21 года.

Значимым для нас показателем лично-рефлексивного анализа своего жизненного опыта и «авторства» своего профессионального опыта является слабая выраженность когнитивных искажений осмысления жизненных обстоятельств. Для исследования основных когнитивных стратегий личности мы использовали опросник А. Фримена «Когнитивные стратегии личности»[9]. Количественные показатели, полученные при исследовании, представлены в рис. 1.

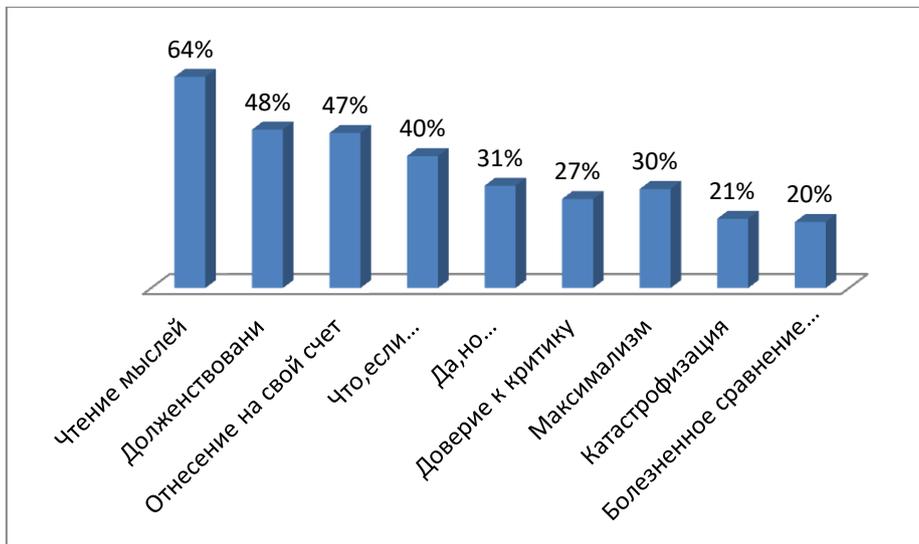


Рис. 1 – Представленность когнитивных искажений в выборке

Выраженность когнитивных стратегий «Чтение мыслей» (когнитивная стратегия, которая предполагает додумывание оценки ситуации и характеристик личности), «Долженствование» (когнитивная стратегия, связанная с наличием установок, которые не способствуют получению нового опыта личностью), «Отнесение на свой счет» (приписывание себе ответственности за события и поведение других людей) у студентов – будущих психологов будет существенно трансформировать процесс консультирования, психокоррекции клиентов.

Так же при исследовании мотивации достижений у данной выборки с помощью теста А. Мехрабиана «Мотивация достижений» четко прорисовалась картина снижения мотивации личных достижений [10]. У 94% респондентов обнаруживается стремление избегать трудные жизненные ситуации в разной степени выраженности (рис.2).

Выраженность мотивации достижений личности

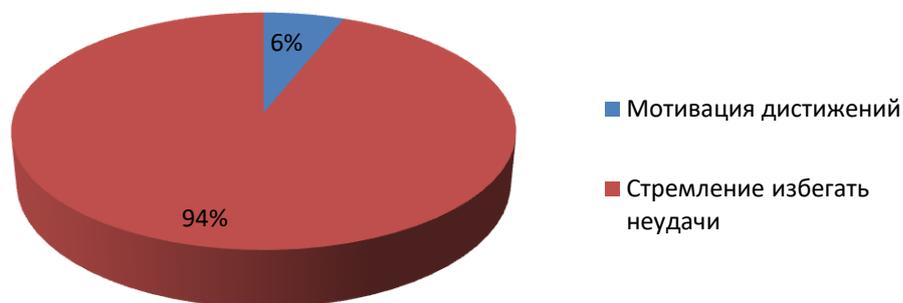


Рис. 2 – Выраженность уровня мотивации достижений личности

Еще одним направлением изучения личности студентов-психологов – исследование уровня алекситимии с помощью Торонтской Алекситимической Шкалы. По результатам исследования было обнаружено, что из выборки 78% студентов могут охарактеризоваться как личности с алекситимическим типом. 22% студентов с неалекситимическим типом (рис.3).

Выраженность алекситимии у испытуемых

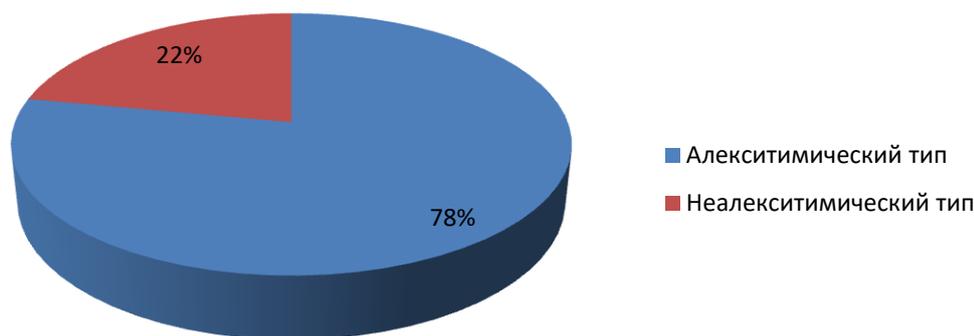


Рис. 3 – Выраженность алекситимии у респондентов

Сложности с вербализацией чувств, скудность в выражении не только чувств, но и скудность в цветовом выражении своих переживаний является по А.Бэку одним из признаков психосоматических расстройств.

При наличии таких результатов можно констатировать, что возможность реализовывать свои профессиональные навыки эффективно значительно падает, так как возникает возможность появления переносов в процессе психологического консультирования, актуализация психологических защит консультанта и т.п.

Также для выявления связи между изученными показателями – когнитивными искажениями, алекситимией и уровнем мотивации достижений с помощью многофакторной корреляции мы получили следующие коэффициенты корреляционной связи. Итак, наиболее выраженная корреляционная связь проявилась между компонентами – когнитивное искажение «долженствование» и высокий уровень алекситимии. При этом корреляционный коэффициент при оценке статистической значимости корреляционной связи $r = 0,48$ при степенях свободы ($p > 0,05(0,31)$ и при $p > 0,01(0,40)$). Также ярко выраженная корреляционная связь была выявлена между показателями: когнитивное искажение «чтение мыслей» и выраженная мотивация избегания неудач. Коэффициент корреляционной связи этих показателей $r = 0,53$ при степенях свободы ($p > 0,05(0,31)$ и при $p > 0,01(0,40)$).

Проведенное пилотажное исследование подтверждает значимость личностно-профессиональной психологической работы студентов-психологов. Эта идея отражена в общекультурной компетенции в ФГОС ВО по направлению подготовки 37.03.01 - Психология, как ОК-7 – способность к самоорганизации и самообразованию [11]. Существенным дополнением к пониманию этой компетенции будет и необходимость проработки своего личного опыта еще в процессе профессиональной подготовки будущих психологов.

Результаты пилотажного исследования состояния обозначенной проблемы обуславливают определение основных направлений личностно-профессиональной подготовки будущих психологов: осознание субъектного опыта студентами-психологами и опора на него в процессе профессиональной подготовки, осознание сложностей вербализации чувственных переживаний, актуализация копинг-ресурсов личности. Переживание своего личностного опыта будущими психологами помогает осознанию изменений в себе, в своем внутреннем мире.

Процессы переосмысления студентами – психологами своего личностного опыта соотносимы с глубокими интенсивными переживаниями, которые помогают актуализировать новые психологические ресурсы развития. Продукт такой работы будущих психологов нам видится в развитии самобытности, ориентации на профессиональное «авторство» в дальнейшем.

Список литературы / References

1. Вязникова Л.Ф. Психологические основания процесса профессиональной переподготовки руководителей системы образования: автореферат дис...докт.псих.наук: 19.00.07, защищена 2002./ Вязникова Любовь Федоровна – URL: <http://www.dissercat.com/> (дата обращения: 23.06.2017)
2. Слободчиков В.И. Психология образования человека. - М., 2003. – URL: <http://www.e-reading.mobi/book.php?book=1034564> (дата обращения: 18.05.2017).
3. Зволейко Е. В. Система профессиональной подготовки бакалавров - специальных психологов: диссертация ... доктора педагогических наук : 13.00.08 / Зволейко Елена Владимировна [Место защиты: Забайк. гос. ун-т].- Чита, 2013.- 422 с. – URL: <http://www.dslib.net/prof-obrazovanie/sistema-professionalnoj-podgotovki-bakalavrov-specialnyh-psihologov.html> (дата обращения: 15.07.2017)
4. Ильцова М.Д. Проблема компетентностного подхода в образовании// Интеграция образования. – 2007. -1(86). – том 21.– URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-kompetentnostnogo-podhoda-v-obrazovanii> (дата обращения: 15.07.2017)
5. Анцыферова Л.И. Психологическое учение о человеке: теория Б.Г. Ананьева, зарубежные концепции, актуальные проблемы. / Психологический журнал - 1998. - № 1. – С. 315.
6. Цветкова Н. А. Профессиональное самоопределение личности на разных этапах становления профессионала : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата психологических наук , 19. 00. 03 - психология труда, инженерная психология, эргономика , Ярославль – 2005. – URL: <http://nauka-pedagogika.com/> (дата обращения: 18.05.2017).

7. Козырева О.А. Основные аспекты отечественных и зарубежных концепций профессионального развития// *Educational Technology & Society*. 10(4) 2007. – URL: http://ifets.ieee.org/russian/depository/v10_i4/html/7.htm (дата обращения: 11.05.2017).
8. Моисеева Т.В., Левкова Т.В. Психологическое здоровье студентов вуза в контексте антропологического подхода // *Alma mater (Вестник высшей школы)*. - 2014. -№ 9. - С. 117-120.
9. Журавкова М. А., Левкова Т. В. Когнитивные стратегии обработки информации в контексте личностного развития студентов// *Современные научные исследования и инновации*. - № 5 (61). - 2016. – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2016/05/67653> (дата обращения: 28.06.2017)
10. Примак М.П., Левкова Т.В. Психологические особенности трудных жизненных ситуаций переживаемых в студенчестве // *Постулат*. - 2017. -№ 5 - 1 (19). С. 28. – URL: <http://e-postulat.ru/index.php/Postulat/article/view/536/556> (дата обращения: 27.05.2017).
11. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования. Уровень высшего образования. Бакалавриат. Направление подготовки . 37.03.01 Психология (утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 7 августа 2014 г. N 946) – URL: <http://fgosvo.ru/news/7/477>(дата обращения: 15.07.2017)

Список литературы на английском языке / References in English

1. Vjaznikova L.F. Psihologicheskie osnovanija processa professional'noj perepodgotovki rukovoditelej sistemy obrazovanija [Psychological foundations of the process of professional retraining of heads of the education system]: avtoreferat dis...dokt.psih.nauk: 19.00.07, zashhishhena 2002./ Vjaznikova Ljubov' Fedorovna – URL: <http://www.dissercat.com/> (data obrashhenija: 23.06.2017) [in Russian]
2. Slobodchikov V.I. Psihologija obrazovanija cheloveka. [Psychology of Human Education] M., 2003. – URL: <http://www.e-reading.mobi/book.php?book=1034564> (data obrashhenija: 18.05.2017) [in Russian]
3. Zvolejko E. V. Sistema professional'noj podgotovki bakalavrov - special'nyh psihologov [The system of professional training of bachelors - special psychologists] : dissertacija ... doktora pedagogicheskikh nauk : 13.00.08 / Zvolejko Elena Vladimirovna [Mesto zashhity: Zabajk. gos. un-t].- Chita, 2013.- 422 s. – URL: <http://www.dslib.net/prof-obrazovanie/sistema-professionalnoj-podgotovki-bakalavrov-specialnyh-psihologov.html> (data obrashhenija: 15.07.2017) [in Russian]
4. Il'jazova M.D. Problema kompetentnostnogo podhoda v obrazovanii// *Integracija obrazovanija*. – 2007. 1(86). – том 21. [Integration of education – 2007. -1(86). – том 21] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-kompetentnostnogo-podhoda-v-obrazovanii> (data obrashhenija: 15.07.2017) [in Russian]
5. Ancyferova L.I. Psihologicheskoe uchenie o cheloveke: teorija B.G. Anan'eva, zarubezhnye koncepcii, aktual'nye problemy.[The problem of competence approach in education] / *Psihologicheskij zhurnal*/ [Psychological journal] 1998. № 1. – S. 315 [in Russian]
6. Cvetkova N. A. Professional'noe samoopredelenie lichnosti na raznyh jetapah stanovlenija professionala [Professional self-determination of personality at different stages of professional development]: avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata psihologicheskikh nauk , 19. 00. 03 - psihologija truda, inzhenernaja psihologija, jergonomika , Jaroslavl' – 2005. – URL: <http://nauka-pedagogika.com/> (data obrashhenija: 18.05.2017) [in Russian]
7. Kozyreva O.A. Osnovnye aspekty otechestvennyh i zarubezhnyh koncepcij professional'nogo razvitiya [Basic aspects of domestic and foreign concepts of professional development]// *Educational Technology & Society*. 10(4) 2007. – URL: http://ifets.ieee.org/russian/depository/v10_i4/html/7.htm (data obrashhenija: 11.05.2017) [in Russian]
8. Moiseeva T.V., Levkova T.V. Psihologicheskoe zdorov'e studentov vuza v kontekste antropologicheskogo podhoda [Psychological health of university students in the context of the anthropological approach] // *Alma mater (Vestnik vysshej shkoly)*. [Alma mater (Herald of Higher School)] 2014. № 9. S. 117-120 [in Russian]
9. Zhuravkova M. A., Levkova T. V. Kognitivnye strategii obrabotki informacii v kontekste lichnostnogo razvitiya studentov [Cognitive strategies of information processing in the context of personal development of students]// *Sovremennye nauchnye issledovanija i innovacii*. [Modern scientific research and innovations.]- № 5 (61). 2016. – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2016/05/67653> (data obrashhenija: 28.06.2017) [in Russian]
10. Primak M.P., Levkova T.V. Psihologicheskie osobennosti trudnyh zhiznennyh situacij perezhivaemyh v studenchestve [Psychological features of difficult life situations experienced in the students]// *Postulat*. [Postulate] 2017. № 5 1 (19).S. 28. – URL: <http://e-postulat.ru/index.php/Postulat/article/view/536/556> (data obrashhenija: 27.05.2017) [in Russian]
11. Federal'nyj gosudarstvennyj obrazovatel'nyj standart vysshego obrazovanija. Uroven' vysshego obrazovanija. Bakalavriat. Napravlenie podgotovki . 37.03.01 Psihologija [Federal State Educational Standard of Higher Education. The level of higher education. Undergraduate. Direction of preparation. Psychology](utv. prikazom Ministerstva obrazovanija i nauki RF ot 7 avgusta 2014 g. N 946) – URL: <http://fgosvo.ru/news/7/477>(data obrashhenija: 15.07.2017) [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.024>

Орлова А.В.

Аспирант,

Российский университет дружбы народов

ВЛИЯНИЕ СТИЛЯ СЕМЕЙНОГО ВОСПИТАНИЯ НА РАЗВИТИЕ ЛИЧНОСТИ ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Аннотация

В статье рассматривается проблема влияния семейного воспитания на формирование личности ребенка. Приводятся основные классификации стилей воспитания и их особенности. Отмечается, что стиль воспитания позволяет не только влиять на развитие личности ребенка, привить ему те или иные качества, убеждения, установки, но и помочь ему адаптироваться к условиям социальной среды. В заключении автором утверждается, что наиболее эффективным, а, главное, способным решить множество проблем, связанных с развитием психически и психологически здоровой, интеллектуально развитой, коммуникабельной личности, является демократический стиль воспитания, в основе которого лежит взаимная любовь между ребенком и родителями, уважение, забота друг о друге.

Ключевые слова: стиль семейного воспитания, развитие личности, демократический стиль, самооценка, классификация стилей.

Orlova A.V.

Postgraduate student, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN)

INFLUENCE OF FAMILY EDUCATION STYLE ON A DEVELOPMENT OF PERSONALITY OF SCHOOL-AGED CHILD

Abstract

The article deals with the problem of the influence of family education on the formation of child's personality. The basic classification of education styles and their peculiarities are also given. It is noted that the education style allows not only to influence the development of the child's personality, but to acquire particular qualities and beliefs, and also helps a child to adapt to the conditions of a social environment. In conclusion, the author states that the democratic style of education, based on the mutual love between the child and parents, respect, and taking care of each other is the most effective and, what is more important, able to solve many problems associated with the development of mentally and psychologically healthy, intellectually developed, communicative person.

Keywords: family education style, development of a personality, democratic style, self-evaluation, classification of styles.

Семья традиционно считается одним из важнейших институтов воспитания, значимость которого определяется, прежде всего, тем, что ребенок в кругу семьи проводит большое количество времени. По силе и продолжительности своего влияния на личность ни одна система воспитания не может быть сопоставлена с семьей, поскольку именно в ней формируются процессы, направленные на развитие личности ребенка. Семья, будучи некой «микромоделью общества», определенным образом воздействует на развитие системы общественных установок и личностных черт ребенка [5, С. 16-25]. Степень воздействия на развитие личности ребенка зависит от многих факторов, в частности: от возраста, темперамента, менталитета, пристрастий, интересов, отношений ребенка и его родителей, и, конечно же, от стиля семейного воспитания, который позволяет не только воздействовать на развитие личности ребенка, привить ему те или иные качества, убеждения, установки, представления [12, С. 35-41], но и помочь ему адаптироваться к условиям социальной среды.

Вопрос влияния стиля семейного воспитания на формирование личности ребенка сегодня особенно актуален, поскольку из него (вопроса) вытекает куда более важная для современного общества проблема, а именно: проблема развития психически и психологически здоровой, открытой, интеллектуально развитой, самодостаточной и коммуникабельной личности, которая формирует нацию и общество в целом. Кроме того, актуальность данного вопроса обуславливается и тем, что сегодня наблюдается рост социальной дезадаптации детей [3, С. 62-65], которая проявляется в потере социальных связей с семьей; а также необходимостью возрождения семейных ценностей, воссоздания функционального значения семьи как института, который способствует формированию элемента социума [10], где определяющую роль играет стиль воспитания.

Под стилем семейного воспитания мы понимаем способ взаимоотношений в семье, подразумевающий использование родителями комплекса приемов и методик влияния на ребенка, которые определяются оригинальной манерой вербального и невербального взаимодействия, а также характеризуются уровнем контроля, опеки и заботы, качеством психоэмоциональных контактов между взрослыми и детьми, характером влияния на поведение ребенка со стороны родителей, числом запретов и т.д. [4, С. 101-114]. На сегодняшний день существует множество классификаций стилей семейного воспитания, традиционной считается классификация Д. Баумринд, которая включает в себя следующие типы [2, С. 54-72]:

1) авторитарный стиль воспитания (характеризуется беспрекословным подчинением и послушанием взрослым (взрослому); в таких семьях не учитываются индивидуальные и возрастные особенности ребенка, его интересы, желания, стремления, что отрицательно сказывается на развитии его личностных качеств);

2) либеральный стиль воспитания (предполагает, что ребенок получает полную свободу действия, в отношении его не устанавливаются никаких рамок и ограничений; при этом родители стремятся больше отдавать, чем требовать, не ждут от ребенка зрелого поведения и самостоятельности, что в последствии отражается и на самом ребенке, он становится неуверенным в себе, неспособным противостоять ежедневным трудностям, подверженным депрессиям и фобиям [8, С. 18-29]);

3) демократический стиль воспитания (в основе лежит взаимная любовь, поддержка, уважение, забота друг о друге, частое общение и т.д.; родители тверды, справедливы и последовательны в своих требованиях (используют разумные доводы, обсуждение и убеждение, но не силу), поощряют личную ответственность и самостоятельность ребенка, при этом настаивают на подчинении установленным стандартам поведения [12, С. 44-53]; ребенок получает хорошие возможности для своего личностного развития, он менее подвержен негативному воздействию со стороны сверстников и взрослых, успешно выстраивает с ними отношения);

Э. Маккоби и Дж. Мартин дополнили классификацию Д. Баумринд еще одним типом [5, С. 16-25]:

4) индифферентный стиль воспитания (характеризуется отсутствием требований, определенных реакций на потребности ребенка, а также близкого взаимодействия с ним; родители хоть и удовлетворяют все основные потребности ребенка, однако в целом практически не интересуются его жизнью (им безразлично, что с ним происходит), все это отражается на ребенке – он становится замкнутым, отчужденным, зачастую агрессивным [3, С. 79-84]).

Существуют и другие классификации стилей семейного воспитания, в частности, классификации: Е.П. Алексеевой и Л.П. Кибардиной (включает в себя шесть стилей семейного воспитания) [1]; А.В. Петровского (пять стилей) [9]; В.В. Столина (пять стилей) [12]; В.М. Миниярова (семь стилей) [8]; А.С. Спиваковской (три стиля) [11]; Э.Г. Эйдемиллер (шесть стилей) [14] и др. Как отмечает Т.Л. Кузьмишина, в современной психологии существует множество работ, которые рассматривают типы семейного воспитания. Классификации в этих работах, как правило, базируются на авторских интерпретациях, в связи с этим очень трудно «определить единую типологию стилей семейного воспитания» [5, С. 16-25]. На наш взгляд, все рассмотренные нами типологии, в той или иной степени, пересекаются с классификацией, предложенной Д. Баумринд, поэтому в статье мы исходим именно из нее.

Следует также отметить, что в реальности очень сложно встретить семью, которая применяет лишь один из вышеназванных стилей воспитания. Как правило, практикуется их (стилей) сочетание [7, С. 201-220] (к примеру, отец использует авторитарный стиль, мать – демократический; либо каждый из родителей в процессе воспитания использует приемы как авторитарного, так и либерального стилей). Поэтому для более глубокого понимания вопроса влияния семейного воспитания на формирование личности ребенка необходимо рассматривать все нюансы относительно того, как складываются взаимоотношения в каждой конкретной семье, какие методы используются родителями для наказания и поощрения, каких нравственных ценностей придерживается семья и т.д. [9, С. 80-95]. Только после этого можно говорить о наиболее характерном для данной семьи стиле воспитания.

Таким образом, стиль воспитания является многоаспектной категорией, обладающей условным характером и изменчивой природой (например, авторитарный стиль воспитания, который используется родителями, с течением времени может перейти в демократический, либо либеральный стиль – в авторитарный [3, С. 73-89] и т.д.). Соответственно, все это необходимо учитывать при анализе особенностей стиля воспитания, влияющего на развитие личности ребенка, его самооценки, представления о самом себе. Так, демократический стиль, в отличие от либерального и авторитарного, способствует формированию в ребенке адекватной самооценки, которая, в свою очередь, позволяет ему правильно выбирать те личностные качества, которые необходимо развивать [5, С. 16-25]. При этом ребенок будет адекватно оценивать свои способности, не преувеличивая их и не приуменьшая.

Адекватная самооценка подразумевает определение не только тех направлений, где могут быть достигнуты большие результаты, но и тех, где человек не может на них претендовать [8, С. 33-51], иными словами самооценка формирует четкое представление своих сильных и слабых сторон. Неадекватная самооценка негативно воздействует на личность ребенка, она провоцирует появление чувства неуверенности, страха и апатии. Как отмечает М. И. Лисина [7, С. 201-220]:

- ребенок с точным (адекватным) представлением о себе, растет в семье, где взрослые уделяют ему необходимое количество времени; адекватно оценивают его физиологические и интеллектуальные способности (демократический тип воспитания);

- ребенок с завышенным (преувеличенным) представлением о себе растет в семье, где его часто хвалят, балуют, преподносят подарки; взрослые наказывают его довольно редко, система требований носит мягкий характер (либеральный стиль);

- ребенок с заниженным (преуменьшенным) представлением о себе растет в семье, где взрослые с ним практически не занимаются, однако требуют послушания; невысоко оценивают, очень часто упрекают и наказывают (индифферентный либо авторитарный стиль).

Так, нами было проведено исследование (на базе методики А.И. Липкиной «Три оценки» [6, С. 55-89]) в московской школе среди учеников 5-х классов; всего участвовало 83 человека. Ученикам предлагалось письменно выполнить учебное задание, после чего работы школьников были собраны и оценены учителем тремя различными оценками: соответствующей адекватной оценки, завышенной, а также заниженной. Далее перед тем, как объявить оценки ученикам мы сообщили, что их работу оценивали три учителя из разных школ, у каждого сформировалось свое мнение, в результате чего они поставили неодинаковые оценки – ученикам необходимо было указать, с какой оценкой они согласны.

На основе полученных данных мы определили уровень самооценки учеников, при этом были важны следующие показатели [13, С. 31-50]: а) совпадает или не совпадает самооценка с адекватной оценкой учителя; б) уровень аргументации самооценки; в) устойчивый или неустойчивый тип самооценки, который характеризуется степенью совпадения определенной для себя оценки. Исследование показало, что 63% школьников, участвующих в эксперименте, адекватно оценивают свои способности, 16% – завышают и 21% – занижают (рис.1).



Рис. 1 – Уровень самооценки учеников младших классов

В рамках данного исследования также было предложено родителям всех участвующих в эксперименте школьников ответить на вопрос: «Какой тип семейного воспитания они используют при взаимодействии со своим ребенком?» (предварительно объяснив родителям, что подразумевается под типом семейного воспитания, а также какие существуют основные типы воспитания). Нами было установлено, что дети, которые адекватно оценивают свои способности, как правило, воспитываются в семьях с демократическим и демократически-индифферентным стилем воспитания. Дети с завышенной самооценкой воспитываются в семьях с авторитарно-индифферентным и либеральным стилем воспитания. Дети с заниженной самооценкой – в семьях с авторитарным, индифферентным и авторитарно-индифферентным стилем воспитания.

Таким образом, проблема влияния стиля воспитания на формирование личности занимает одно из важнейших мест среди проблем психологии. Поскольку в основу личности входит самооценка, которая базируется на представлениях о самом себе [11, С. 301-324], то особое внимание следует уделять проблемам влияния семейного воспитания на детскую самооценку.

Семья в этом смысле играет одну из главных ролей; она создает определенную систему (речь идет о решении целей и задач, об обоснованном применении комплекса методик, и т.д.), которая позволяет воздействовать на формирование личности ребенка. Например, взрослые, использующие демократический стиль воспитания, принимают своего ребенка таким, какой он есть, любят его и уважают, используют разумные доводы, обсуждение и убеждение, тем самым, способствуют формированию полноценной, самостоятельной, адекватно оценивающей себя личности.

Что нельзя сказать об остальных стилях: так, либеральный стиль воспитания приводит к тому, что ребенок становится неуверенным в себе, тревожным, эгоистичным, неприспособленным к жизни; авторитарный стиль – делает ребенка мнительным, агрессивным, некоммуникабельным; и т.д. Именно демократический стиль воспитания является наиболее эффективным, и, главное, способным решить проблему развития психически и психологически здоровой, интеллектуально развитой, коммуникабельной личности, которая в будущем сформирует нацию и общество в целом.

Список литературы / References

1. Алексеева Е. П., Кибардина Л.П. Родительское собрание / Е. П. Алексеева. – М., 2002. – 88с.
2. Баумринд Д. Практическая психология / Д. Баумринд. – М., 1995. – 411с.
3. Варга А. Я. Системная семейная психотерапия / А. Я. Варга // Краткий лекционный курс. – СПб.: «Речь», 2001. – 143с.
4. Венгер А. Л. Психология развития. Психологический лексикон / А. Л. Венгер // Энциклопедический словарь в 6-ти томах. – М.: ПЕР СЭ, 2005. – 176с.
5. Кузьмишина Т. Л., Амелина Е. С., Пермякова А. А., Хохлова Е. А. Стили семейного воспитания: отечественная и зарубежная классификация / Т. Л. Кузьмишина. – М., 2014. – С.16-25.
6. Липкина А. И. Педагогическая оценка и ее влияние на формирование личности неуспевающего школьника // Психологические проблемы неуспеваемости школьников / А. И. Липкина. – М.: Просвещение, 2007. – 326 с.
7. Лисина М. И. Формирование личности ребенка в общении / М. И. Лисина. – СПб.: «Питер», 2009. – 320с.
8. Минияров В. М. Психология семейного воспитания / В. М. Минияров. – М.: изд-во МПСИ, 2000. – 256с.
9. Петровский А. В. Дети и тактика семейного воспитания / А. В. Петровский. – М.: «Знание», 1981. – С.80-95.
10. Письмо Министерства образования и науки РФ от 18 мая 2007 г. N АФ-163/06 «О концепции государственной политики в отношении молодой семьи» // Электронный ресурс. – Режим доступа (дата обращения – 27.06.2017): <http://base.garant.ru/191723>.
11. Спиваковская А. С. Психотерапия: игра, детство, семья (т.2) / А. С. Спиваковская. – М.: ООО «Апрель Пресс», 2000. – 463с.
12. Столин В. В. Самосознание личности / В. В. Столин. – М.: «Педагогика», 2006. – 212с.
13. Шаповаленко И. В. Возрастная психология // Психология развития и возрастная психология / И. В. Шаповаленко. – М., 2005. – 348 с.
14. Эйдемиллер Э. Г., Юстицкис В. Психология и психотерапия семьи / Э. Г. Эйдемиллер. – СПб.: Питер, 1999 – 655 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Alekseeva E. P., Kibardina L. P. Roditel'skoe sobranie [Parent meeting] / E. P. Alekseeva. – М., 2002. – 88 p. [in Russian]
2. Baumrind D. Prakticheskaja psihologija [Practical psychology] / D. Baumrind. – М., 1995. – 411 p. [in Russian]

3. Varga A. Ja. Sistemnaja semejnaja psihoterapija [Systemic family psychotherapy] / A. Ja. Varga // Kratkij lekcionnyj kurs [Short lecture course]. – SPb.: «Rech'», 2001. – 143 p. [in Russian]
4. Venger A. L. Psihologija razvitija. Psihologicheskij leksikon [Developmental psychology. Psychological vocabulary] / A. L. Venger // Jenciklopedicheskij slovar' v 6-ti tomah [Encyclopaedic dictionary in 6 volumes]. – M.: PER SJe, 2005. – 176 p. [in Russian]
5. Kuz'mishina T. L., Amelina E. S., Permjakova A. A., Hohlova E. A. Stili semejnogo vospitanija: otechestvennaja i zarubezhnaja klassifikacija [Family Styles: Domestic and Foreign Classification] / T. L. Kuz'mishina. – M., 2014. – P.16-25. [in Russian]
6. Lipkina A. I. Pedagogicheskaja ocenka i ee vlijanie na formirovanie lichnosti neuspevajushhego shkol'nika [Pedagogical evaluation and its impact on the formation of the personality of a poor student] // Psihologicheskie problemy neuspevaemosti shkol'nikov [Psychological problems of underachievement of schoolchildren] / A. I. Lipkina. – M.: Prosveshhenie, 2007. – 326 p. [in Russian]
7. Lisina M. I. Formirovanie lichnosti rebenka v obshhenii [Formation of the child's personality in communication] / M. I. Lisina. – SPb.: «Piter», 2009. – 320 p. [in Russian]
8. Minijarov V. M. Psihologija semejnogo vospitanija [Psychology of Family Education] / V. M. Minijarov. – M.: izd-vo MPSI, 2000. – 256 p. [in Russian]
9. Petrovskij A. V. Deti i taktika semejnogo vospitanija Children and tactics of family upbringing] / A. V. Petrovskij. – M.: «Znanie», 1981. – P.80-95.[in Russian]
10. Pis'mo Ministerstva obrazovanija i nauki RF [Letter from the Ministry of Education and Science of the Russian Federation] ot 18 maja 2007 g. N AF-163/06 «O koncepcii gosudarstvennoj politiki v otnoshenii molodoj sem'i» [«On the concept of state policy for a young family»] // Jelektronnyj resurs. – Rezhim dostupa (data obrashhenija – 27.06.2017): <http://base.garant.ru/191723>. [in Russian]
11. Spivakovskaja A. S. Psihoterapija: igra, detstvo, sem'ja [Psychotherapy: play, childhood, family] (V.2) / A. S. Spivakovskaja. – M.: ООО «Апрел' Press», 2000. – 463 p. [in Russian]
12. Stolin V. V. Samosoznanie lichnosti [Self-awareness of personality] / V. V. Stolin. – M.: «Pedagogika», 2006. – 212 p. [in Russian]
13. Shapovalenko I. V. Vozrastnaja psihologija [Age-related psychology] // Psihologija razvitija i vozrastnaja psihologija [Developmental Psychology and Developmental Psychology] / I. V. Shapovalenko. – M., 2005. – 348 p. [in Russian]
14. Jejdemiller Je. G., Justickis V. Psihologija i psihoterapija sem'i [Psychology and psychotherapy of the family] / Je. G. Jejdemiller. – SPb.: Piter, 1999 – 655 p. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.094>

Петрова Л.В.

Клинический психолог, руководитель Психологического центра. Аспирант ФГБОУ ВПО «Уральский государственный педагогический университет»

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ИНДУЦИРОВАНИЕ В ФОРМИРОВАНИИ ЦЕННОСТЕЙ ШКОЛЬНИКОВ

Аннотация

Статья рассматривает актуальные вопросы, связанные с формированием ценностей школьников. Основание механизма строится на методе отраженной субъектности. Определены ценности значимых взрослых, отношение к здоровью и здоровому образу жизни, описаны и представлены его структурные компоненты. С помощью сравнительного анализа установлено влияние жизненно важных ценностей взрослых на ценности, в том числе на здоровый образ жизни, старших школьников.

Ключевые слова: механизм формирования, психологическое индуцирование, эффект психологического индуцирования, метод отраженной субъектности.

Petrova L.V.

Clinical Psychologist, Head of the Psychological Centre. Postgraduate Student of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education “Ural State Pedagogical University”

PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL INDUCTION IN THE FORMATION OF VALUES OF SCHOOLCHILDREN

Abstract

The article considers topical issues related to the formation of values of schoolchildren. The mechanism is based on the method of reflected subjectivity. The values of significant adults, attitudes towards health and a healthy lifestyle are defined; their structural components are described and presented. With the help of the comparative analysis, we identified the influence of vital values of adults, including their attitude to a healthy lifestyle, on values of older schoolchildren.

Keywords: mechanism of formation, psychological induction, effect of psychological induction, method of reflected subjectivity.

На наш взгляд одним из механизмов формирования ценностей, установок, в том числе отношения к здоровому образу жизни является психолого-педагогическое индуцирование [4, С. 456]. Педагоги и родители знакомы с проблемами подростков и авторитарно влияют на мнение школьника. Этот механизм осуществляется в различных формах: от отражения ребенком мнений и оценок взрослых до активного настраивания ребенка взрослыми (родителями, педагогами, тренерами и др.) [6, С. 46-47].

Действие данного механизма может осуществляться в различных формах от отражения ребенком мнений и оценок значимых взрослых до активного настраивания ребенка значимыми взрослыми (родителями, педагогами, тренерами и др.) [6, С. 46-47]. Психической индукции способствуют, с одной стороны, естественная возрастная незрелость детей, их внушаемость; а с другой стороны, повышенная эмоциональная близость с родителем, педагогом [3, С. 101]. Необходимой предпосылкой для психологического индуцирования является включенность ребенка в транслируемую ситуацию (например, формирование ценности здоровья у часто болеющего ребенка или наоборот у увлеченного спортом школьника) при одновременной личной заинтересованности значимых взрослых [7, С. 28]. При наличии психологического индуцирования изложение учащимся информации о важности здорового образа жизни (ЗОЖ) и собственного отношения к данной теме происходит эмоционально насыщенно. Слова и выражения мыслей в отношении здорового образа жизни, похожи или полностью соответствуют тому, как об этом говорит значимый взрослый (педагог или родитель) [7, С. 90]. Известно, что психологическое влияние индуктора и реципиента взаимно, то есть реципиент своим поведением и высказыванием способствует усилению продукции индуктора. Данное видение, согласуется с идеями А.В. Петровского, выраженными в концепции и использовании метода отраженной субъектности, а именно понимание сущности влияния на ребенка взрослого через детальное изучение последнего [9, С. 15].

Для феномена отраженной субъективности, по В.А. Петровскому, характерны не воздействия Другого, а те изменения, которые существенны для «моего Я» [9, С. 17]. Постановка собственных проблем и задач важна для самоопределения. Субъективность человека - «предельная категория», которая отражает ценностно-смысловое отношение к собственной психике, направляя и организуя развитие и самосознание, именно поэтому субъектное влияние значимых взрослых на старшего школьника явилось условием формирования ценности ЗОЖ [1, С. 134]. Психолого-педагогическое индуцирование происходит в процессе общения, в процессе обмена личностными смыслами, когда личность полностью вовлечена в процесс и представляет собой доверительное, партнёрское общение, пропитанное яркими эмоциями. Принцип формирования ЗОЖ заключен в эффекте психологического индуцирования, выражающемся в формировании (возбуждении) у старших школьников (в объекте) ценности здорового образа жизни (какого-либо свойства или активности) с помощью значимых взрослых, таких как родителей или педагогов (в присутствии возбуждающего субъекта (индуктора), но без непосредственного контакта [9, С. 45].

Проведенное нами исследование было связано с изучением ценностного отношения к здоровью и здоровому образу жизни педагогов, родителей и старших школьников. На основании результатов исследования, согласно методу отраженной субъективности А.В. Петровского [9], делались предположения об отношении к здоровью и о ценностях здоровья у старших школьников. Интерпретация данных осуществлялась исходя из анализа трех её компонентов: *познавательного* (анкетирование с целью выявления состояния здоровья и отношение к здоровому образу жизни; Опросник «Отношение к здоровью» Р.А. Березовской) [2], *эмоционально-ценностного* (методика «Ценностные ориентации» М. Рокича [10]; опросник «Уровень притязаний личности» В.К. Гербачевского) [5]; *поведенческого* («Тест жизнестойкости» С. Мадди в адаптации Д.А. Леонтьева [8]; 16-ти факторный личностный опросник Кетелла; Опросник СОМО С.В. Духновского).

Математико-статистическая обработка полученных данных осуществлялась с использованием статистического пакета SPSS 19.0 for Windows, Microsoft Excel, SPSS Statistics 17.0. С целью выявления различий использована интегрированная система для комплексного статистического анализа и обработки данных в среде STATISTICA. Для оценки значимости различий применяли непараметрические критерии Манна – Уитни (U). Количественный анализ включал статистический критерий нормальности Колмогорова-Смирнова, параметрический критерий t-Стьюдента для независимых выборок.

Анализ анкетных данных показал, что как родители, так и педагоги, считают, здоровье значимой жизненной ценностью, которая очень важна для ребенка, а также то, что она формируется в семье. Абсолютно здоровых родителей и педагогов нет, однако нет и тех, кто стремился бы вести здоровый образ жизни по-настоящему и благодаря хорошим отношениям с ребенком передавать данную ценность. Как родители, так и педагоги мало внимания и времени уделяют своему здоровью и здоровью близких. Причинами подобного поведения являются: недостаток времени и знаний здоровьесберегающих технологий. Источниками получения информации о здоровье как важной *познавательной* составляющей ЗОЖ для педагогов и родителей являются: СМИ: педагоги – 72,2%, родители – 36,0%; доверяют врачам и другим специалистам: педагоги – 88,9%, родители – 54,1%; прислушиваются к мнению друзей и знакомых: педагоги – 94,4%, родители – 7,5%; читают научно-популярные книги о здоровье: педагоги – 83,3%, родители 49,2%.

Эмоционально-ценностный аспект свидетельствует о том, что у 9,2% педагогов ценность здоровья имеет высокий уровень в 83,3%, средний уровень – в 16,7% случаев. Низкого уровня нет, т.е. для педагогов здоровье представляет собой наиважнейшую ценность. У родителей, данный показатель несколько иной. Так, считают здоровье важнейшей ценностью 78,7%. Средний уровень данной ценности установлен у 9,8% родителей и низкий у 11,5%. В целом можно заключить, что здоровье для педагогов и родителей является значимой ценностью. Наряду со схожими установками в отношении к здоровью у педагогов и родителей были выявлены следующие различия в жизненных ценностях: здоровье (U = 355,500; P = 0,021), интересная работа (U = 247,500; P = 0,000), образованность (U = 355,500; P = 0,028), терпимость (U = 265,500; P = 0,001), широта взглядов (U = 321,000; P = 0,007). Мотивация к здоровому образу жизни проявляется больше у родителей старших школьников, чем у педагогов (t=367).

Для поддержания ЗОЖ как важного *поведенческого* аспекта диету соблюдают 33,3% педагоги и 52,5% родители. Для сохранения здоровья: заботятся о режиме сна и отдыха педагоги – 55,5%, родители – 75,4%; закаляются педагоги – 38,9%, родители – 54,1%; посещают врача педагоги – 50%, родители – 4,9%; следят за весом педагоги – 38,9%, родители – 63,9%; ходят в баню (сауну) педагоги – 50%, родители – 96,7%; избегают вредных привычек педагоги – 72,2%, родители – 62,3%; посещают спортивные секции: педагоги – (38,9%), родители – (19,7%); практикуют

специальные оздоровительные системы: педагоги - 50%, родители - 21,3%. Однако, все указанные действия не имеют системного характера и появляются в ситуации болезни или угрозы здоровью.

Соотнесение и сравнение показателей по каждому компоненту ценностного отношения к ЗОЖ обнаружило прямую положительную связь, сходство ценностей мальчиков с родителями, а девочек с педагогами.

Высокие значения при анализе «Эмоционально-ценностного компонента» получены в терминальных ценностях девочек и педагогов и практически все инструментальные ценности девочек старшего школьного возраста и их педагогов совпали (табл. 1).

Таблица 1 – Сравнительный анализ эмоционально- ценностного компонента ЗОЖ

Компоненты	Мальчики n = 146	Девочки n= 211	Педагоги n= 18	Родители n= 60
Терминальные ценности (%)				
Здоровье	67,6	72,5	83,3	78,7
Любовь	53,1	61,9	72,2	44,3
Выбор друзей	56,6	60,2	27,8	29,5
Счастливая семейная жизнь	59,2	44,8	72,2	42,6
Интересная работа	40,0	30,8	88,9	50,8
Инструментальные ценности (%)				
Воспитанность	56,6	67,8	72,2	80,3
Непримиримость	61,4	73,9	83,3	68,9
Аккуратность	47,6	48,1	63,9	44,4
Образованность	40,0	50,7	72,2	55,7
Ответственность	39,3	49,8	61,1	47,5
Терпимость	23,6	27,0	72,2	44,3

Изучение «Поведенческого компонента» показало, что: девочки старшего школьного возраста, как и педагоги обладают внутренним мотивом сохранения и поддержания здоровья; могут выполнять задания повышенной сложности и риска. Мальчики старшего школьного возраста имеют схожие с родителями поведенческие проявления, а именно оценивают уровень достигнутых результатов и видят закономерности в получаемых результатах (табл. 2).

Таблица 2 – Сравнительный анализ поведенческого компонента ЗОЖ

Компоненты	Мальчики n = 146	Девочки n= 211	Педагоги= 18	Родители= 60
	%	%	%	%
Внутренний мотив	60,0	64,5	27,8	
Мотив избегания			66,7	54,1
Уровень сложности задания	11,0	40,9	50,0	
Проявление волевого усилия	64,5	59,3		
Придание личностной значимости результатам деятельности			61,1	44,3
Оценка уровня достигнутых результатов	50,0		44,4	62,3
Оценка своего потенциала			50,0	67,2
Намеченный уровень мобилизации усилий	52,1	57,6	27,8	57,4
Закономерность результатов	11,0		61,1	68,9

Взрослые, влияющие на жизненные ценности учащихся, в том числе на ценность здорового образа жизни разделились. Так, объектами отражения для мальчиков являются родители (семья), объектами отражения для девочек являются педагоги. Педагоги индуцируют (передают) девочкам: высокую ценность здоровья, ведущую ценность образования, независимость поведения, высокий контроль, а также нонконформизм и отказ от ограничений. Родители (семья) индуцируют (передают) мальчикам следующие качества: ценность материального благополучия, самоуважение, принятие риска, мобилизацию усилий, оценку потенциала и ориентацию на результат.

Проведенное нами исследование по методу отраженной субъективности А.В. Петровского продемонстрировало влияние взрослых на формирование старших школьников с различными жизненными ценностями, в том числе отношение к здоровью и здоровому образу жизни. Подростки принимают жизненные ценности взрослых отражая позитивное отношение, как к своему здоровью, так и здоровью окружающих. Проведенное исследование ориентирует практическое применение здоровьесберегающих мероприятий в собственной жизнедеятельности и значимости взрослых (родителей и педагогов).

Список литературы / References

1. Асмолов А.Г. Психология личности: культурно-историческое понимание развития человека / А. Г. Асмолов. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Смысл: Изд-во «Академия», 2007. – 528 с.

2. Березовская Р.А. Опросник. «Отношение к здоровью» [Электронный ресурс] / Р.А. Березовская. – Рнжим доступа: [http://www.studfiles.ru/preview/4199952/отношение к здоровью Березовская Р.А. docx.\(обращение 04.04.2012\)](http://www.studfiles.ru/preview/4199952/отношение%20к%20здоровью%20Березовская%20Р.А.%20docx.%20(обращение%2004.04.2012)).
3. Бернес Р. Развитие Я–концепции и воспитание / Р. Бернес. – М.: Прогресс, 2015. – 230 с.
4. Большой Энциклопедический Словарь Электронный каталог. Изд–во Большая Российская энциклопедия. – М., 2000. ISBN 5–85270–160–2.
5. Гербачевский В.К. Опросник. «Уровень притязаний личности» / В.К.Гербачевский. – Режим доступа: [http://books.house/akmeologiya/oprosnik gerbachevskogo–uroven–prityazaniy–77128.html](http://books.house/akmeologiya/oprosnik%20gerbachevskogo–uroven–prityazaniy–77128.html). (дата обращения 04.04.2012).
6. Гримак Л.П. Психология активности человека. Психологические механизмы и приемы саморегуляции / Л.П. Гримак. – М.: «Либроком», 2015. – 322 с.
7. Дрибидинский П. Воспитание ценностного отношения к здоровью / П. Дрибидинский // Воспитание школьников. Педагогика. – 2008. – № 8 – С.28 – 32
8. Леонтьев, Д.А. Рассказова, Е.И. Тест жизнестойкости/Д.А. Леонтьев, Е.И. Рассказова //Психодиагностическая серия – М.: Смысл, 2006. – 63 с.
9. Петровский А.В. Личность в психологии: парадигма субъектности: учеб. пособие для вузов / А. В. Петровский. – Ростов н/Д: Феникс, 2015. –512 с.
10. Рокич М. Методика «Ценностные ориентации» / М. Рокич. – Дата обращения: <http://psychok.net/testy/320-metodika-rokicha-tsennostnye-orientatsii-test-milona-rokicha-issledovanie-tsennostnykh-orientatsij-m-rokicha-oprosnik-tsennosti-po-rokichu> (дата обращения: 04.04.2012).

Список литературы на английском языке / References in English

1. Asmolov A. G. Psihologija lichnosti: kul'turno-istoricheskoe ponimanie razvitija cheloveka [Psychology of personality: The text of the cultural–historical understanding of human development] / A. G. Asmolov / 3 rd ed. Rev. and extra – М: Meaning: Publishing house "Academy". – 2007. – 528 p.[in Russian]
2. Berezovskaya R. A. Oprosnik. «Otnoshenie k zdorov'ju» [Electronic resource] [Questionnaire. "Attitude to health" "Relations to health"] / R. A. Berezovskaya. – URL: <http://www.studfiles.ru/preview/4199952> (accessed: 04.0420012) [in Russian]
3. Bernes R. Razvitie Ja-konceptii i vospitanie [Development of I–concept and parenting. The text of the development and upbringing of a teenager] / R. Bernes – М.: Progress, 2015. – 230 p. [in Russian]
4. Bol'shoj Jenciklopedicheskij Slovar' [Big Encyclopaedic Dictionary Publishing house of the Great Russian ENCYCLOPAEDIA] [Electronic resource] – М., 2000 – 1000 p. ISBN 5–85270–160–2 [in Russian]
5. Gerbachevskij V.K. Oprosnik. «Uroven' prityzaniy lichnosti» [Questionnaire. "The level of claims personality" [Electronic resource] / V. K. Gerbachevski. – URL: [books.house/ akmeologiya /oprosnik gerbachevskogo–uroven–prityazaniy–77128.html](http://books.house/akmeologiya/oprosnik%20gerbachevskogo–uroven–prityazaniy–77128.html). (accessed: 04.0420012) [in Russian]
6. Grimak L. P. Psihologija aktivnosti cheloveka. Psihologicheskie mehanizmy i priemy samoreguljatsii [Psychology of human activity. Psychological mechanisms and techniques of self–regulation] / L. P. Grimak. – М.: "Librokom", 2015. – 322 p. [in Russian]
7. Drabivsky P. Vospitanie cennostnogo otnoshenija k zdorov'ju [Education of valuable attitude to health] / P. Drabivsky // Vospitanie shkol'nikov [The education of schoolchildren. Pedagogy]. – 2008. – № 8 – P. 28–32 [in Russian]
8. Leont'ev D. A. Rasskazov E. I. Test zhiznestojkosti [Test of viability] / D. A. Leont'ev, E. I. Rasskazov / Psihodiagnosticheskaja serija [Psychodiagnostic series] – М: Meaning, 2006. – 63 p. [in Russian]
9. Petrovsky V. A. Lichnost' v psihologii: paradigma sub#ektnosti: ucheb. posobie dlja vuzov [Personality in psychology] / V. A. Petrovsky. – Ростов н/Д: Feniks, – 2015. –512 p. [in Russian]
10. Rakic, M. Metodika «Cennostnye orientacii» [Methodology "Value orientation"] [Electronic resource] / M. Rakic. – URL: <http://psychok.net/testy/320-metodika-rokicha-tsennostnye-orientatsii-test-milona-rokicha-issledovanie-tsennostnykh-orientatsij-m-rokicha-> (accessed: 04.04.2012) [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.048>

Прохорова Н.В.

ORCID: 0000-0003-3639-8842, Студент, Национальный исследовательский университет, Высшая школа экономики
ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ САМООЦЕНКИ И УРОВНЯ ПРИТЯЗАНИЙ ПОДРОСТКОВ*Аннотация*

В статье представлен анализ результатов эмпирического исследования психологических особенностей самооценки и уровня притязаний в период ранней юности и их содержательная интерпретация. Представлена возрастная специфика динамических особенностей проявлений самооценки и уровня притязаний подростков. Анализируются особенности соотношения самооценки и уровня притязаний юношей и девушек, продемонстрированы тенденции взаимосвязей и различий проявления самооценки и уровня притязаний подростков на нижнем и верхнем пределах возраста.

Ключевые слова: самосознание, образ-Я, самооценка, уровень притязаний, аффект неадекватности, ранняя юность.

Prokhorova N.V.

ORCID: 0000-0003-3639-8842, Student, National Research University "Higher School of Economics"

PSYCHOLOGICAL FEATURES OF SELF-ESTEEM AND LEVEL OF TEENAGERS' ASSERTION*Abstract*

The article presents the analysis of the results of an empirical study of the psychological features of self-esteem and the level of assertion in early adolescence and their meaningful interpretation. It presents the age specificity of the dynamic features of self-esteem manifestation and the level of assertion of teenagers. The main features of self-esteem ratio and the level of assertion of boys and girls are analysed, the tendencies of interrelations and differences in the manifestation of self-esteem and the level of assertion of teenagers on the lower and upper age limits are demonstrated.

Keywords: self-awareness, self-image, self-esteem, level of assertion, affect of inadequacy, early adolescence.

Социально-экономические и политические изменения, усложнение условий труда и жизни требуют усилий творческой активности личности, возрастание требований к себе и своей деятельности. Очень важным для формирования всесторонне развитой личности, является развитие самосознания, определение собственного «Я», своих личностных особенностей для правильной организации взаимоотношений с окружающими людьми. Решение этих аспектов привлекает внимание к таким фундаментальным образованиям личности как самооценка и уровень притязаний.

Уже классическими стали тезисы, подтвержденные в отечественной и зарубежной психологии о том, что важным этапом становления самооценки и уровня притязаний является период ранней юности [7, С. 12], когда принимаются ответственные решения, которые определяют всю будущую жизнь человека: формирование мировоззрения и убеждений, поиск смысла жизни, профессиональное и личностное самоопределение. Самооценка и уровень притязаний юношей и девушек занимают ведущее место в процессе социализации личности, поиска своего места в будущей самостоятельной жизни. Однако, в условиях ослабления роли ответственности государственных институтов в определении ориентиров профессионального и личностного направления подрастающего поколения, возможно усиление несогласованности и противоречивости уровня притязаний и самооценки учащихся старших классов школы.

Все вышеприведенное позволяет констатировать социальную значимость и необходимость системных психологических исследований самооценки и уровня притязаний современных подростков, что и обусловило выбор темы статьи.

Необходимость дальнейшего изучения взаимоотношений между самооценкой и уровнем притязаний обусловлена не только их сложностью, влиянием (специфика этих взаимоотношений оказывает влияние на развитие личности, самосознания, процессов саморегуляции поведения и деятельности), но и тем, что в русле современных научных взглядов углубление представлений о развитии и функционировании самооценки и уровня притязаний предполагает движение в направлении динамического и структурного объединения в единое целое, в динамическую систему [9, С. 22].

Цель статьи заключается в обобщении данных эмпирического исследования возрастной специфики самооценки и уровня притязаний подростков. Достижение этой цели происходило путем решения ряда задач: выявление динамических особенностей становления самооценки и уровня притязаний личности в период ранней юности; установление характера связи между самооценкой подростков и их уровнем притязаний.

Для выяснения возрастной динамики становления самооценки и уровня притязаний в ранней юности было проведено эмпирическое исследование среди подростков. В диагностический комплекс вошли валидные, стандартизированные инструменты: «Шкала самооценки и уровня притязаний Т.В. Дембо, С.Я. Рубинштейн (модификация Г.М. Прихожан), методика количественного измерения самооценки (С.А. Будасси), «Моторная проба» Шварцландера. Выборку составили 97 учащихся 10-11 классов общеобразовательной школы (возраст 15-17 лет, пол – 47 юношей и 50 девушек).

Нижняя граница анализируемого возрастного периода (10-ый класс): реалистичная (адекватная) самооценка – 52% исследуемых (соответственно – средняя самооценка – 30% и высокая – 22%), завышенная самооценка (очень высокая) – 37%, заниженная (низкая) самооценка – 11%. Верхняя граница возраста (11-ый класс) – реалистичная (адекватная) самооценка – 73% исследуемых (соответственно – средняя самооценка – 40% и высокая – 33%), завышенная самооценка (очень высокая) – 21%, заниженная (низкая) самооценка – 6%. Как видим, в 11 классе более отчетливой становится тенденция к росту адекватности самооценки, снижается полюсность ее представленности.

Подтверждение этой тенденции получает свое отражение и в результатах исследования, полученных с помощью методики количественного измерения самооценки (С.А. Будасси): 10-ый класс: адекватная самооценка – у 35%

респондентов, тенденция к завышению самооценки – 28%, завышенная самооценка – 30%, заниженная самооценка – 7%. Половина 11-классников демонстрирует адекватную самооценку, у 30% юношей зафиксирована тенденция к завышению, а в 17% завышенной самооценки, заниженная самооценка зафиксирована лишь у 3% опрошенных.

По методике Т.В. Дембо, С.Я. Рубинштейн в модификации Г.М. Прихожан были выявлены следующие показатели: нижняя граница раннего юношеского возраста (10-ый класс) – реалистичный уровень притязаний – 59% исследуемых (соответственно – средний уровень – 38% высокий – 21%), завышенный уровень притязаний (очень высокий) – 28%, заниженный (низкий) уровень – 13%; верхняя граница возраста (11-ый класс) – реалистичный (адекватный) уровень притязаний – 79% исследуемых (соответственно – средний уровень – 39% и высокий – 40%), завышенный уровень притязаний (очень высокий) – 18%, заниженный (низкий) уровень – 3%.

Анализ приведенных выше результатов исследования позволяет констатировать, что большинство учащихся и 10-ого и 11-ого классов демонстрируют реалистичный (адекватный) уровень притязаний, свидетельствующий об оптимальном представлении о своих возможностях, что является важным фактором личностного развития, однако на верхней границе возраста этих исследуемых на 20% больше, чем в 10-ом классе.

В 11-ом классе на 10% уменьшилось количество лиц с завышенным (очень высоким) уровнем притязаний, которые характеризуются нереалистичным, некритичным отношением к собственным возможностям. Уменьшается также количество юношей и девушек (на 10%), которые имеют заниженный (низкий) уровень притязаний, то есть недооценивают свои возможности и способности, не доверяют себе, не уверены в своих силах, что является индикатором неблагоприятного развития личности.

Сравнительный анализ диагностических показателей уровня притязаний подростков на нижний и верхний пределы возраста по методике Т.В. Дембо, С.Я. Рубинштейн в модификации Г.М. Прихожан обнаружил постепенное уменьшение с возрастом числа школьников с завышенным уровнем притязаний и увеличение количества учащихся с адекватным уровнем притязаний. Такие возрастные закономерности развития уровня притязаний можно объяснить тем, что проблема становления субъекта саморазвития становится именно в юношеском возрасте, когда решаются важнейшие задачи личностного развития: построение и интеграция целостного образа Я, достижение самоидентичности, личностное, социальное и профессиональное самоопределение. За логикой и закономерностями становления личности, юноши и девушки в начале взрослой жизни должны определить свои ценности, жизненные намерения и взять ответственность за их реализацию [2, С. 99].

Сравнительный анализ результатов эмпирического исследования уровня притязаний подростков на основе самоописаний (субъективного оценивания) (методика Т.В. Дембо, С.Я. Рубинштейн в модификации Г.М. Прихожан) и в процессе выполнения деятельности на основе успешности-неуспешности («Моторная проба» Шварцландера) выявил существенные различия диагностируемых показателей.

Самые существенные различия диагностических показателей уровня притязаний подростков на основе самоописаний и в процессе выполнения деятельности выявлено в 10-м классе. Для доказательства статистической разницы между этими показателями был использован t-критерий Стьюдента. Выявлена статистическая разница показателей на уровне $p < 0,01$ именно для нижней границы раннего юношеского возраста (10-ого класса). Для верхней границы данного возрастного периода (11-ого класса) статистически достоверной разницы между диагностическими показателями уровня притязаний подростков на основе самоописания и в процессе выполнения деятельности не было выявлено.

Полученные результаты проведенного исследования можно объяснить тем, что в начале периода ранней юности у школьников еще недостаточно развиты рефлексивные способности и способность к адекватной оценке структуры собственной деятельности. Десятиклассники склонны демонстрировать стремление к сложным высоким целям, однако они еще не способны последовательно реализовать это стремление в своем поведении. В процессе личностного и профессионального самоопределения у юношей и девушек постепенно развивается способность к рефлексии и становится более адекватной оценка структуры собственной деятельности на верхней границе возраста (11-ый класс).

С целью установления характера взаимосвязи уровня самооценки старшеклассников и их уровня притязаний по методике Т.В. Дембо, С.Я. Рубинштейн в модификации Г.М. Прихожан был проведен корреляционный анализ. Это позволило установить существование тесной статистически значимой связи между самооценкой юношей и девушек и их уровнем притязаний. Это дает основания прийти к выводу, что между самооценкой личности и уровнем притязаний существует тесная функциональная связь. В работах, посвященных изучению взаимодействия самооценки и уровня притязаний, подчеркивается, что от их характера во многом зависит личностное развитие, способность личности к саморегуляции поведения и деятельности.

В разработке и апробации программы такой коррекционно-развивающей работы и анализе динамики уровней самооценки и уровня притязаний старшеклассников после ее реализации видятся перспективы дальнейших исследований этой проблемы [6, С. 6].

Сравнительный анализ результатов исследования нижней и верхней границ раннего юношеского возраста дает основания утверждать, что в процессе взросления самооценка юношей и девушек становится более адекватной и дифференцированной. Исследование динамических особенностей уровня притязаний подростков выявило постепенное уменьшение с возрастом числа школьников с завышенным уровнем притязаний и увеличение количества учащихся с адекватным уровнем притязаний.

Корреляционный анализ полученных результатов эмпирического исследования убедительно доказал существование тесной статистически значимой связи между самооценкой юношей и девушек и их уровнем притязаний, что подтверждает их функциональную связь.

Преобладание у определенной части подростков неадекватной самооценки и уровня притязаний обуславливают необходимость проведения специальной коррекционно-развивающей работы, которая базируется на взаимосвязи

самооценки, уровня притязаний и готовности подростка к личностному и профессиональному самоопределению с целью активизации механизмов саморазвития растущей личности.

Список литературы / References

1. Божович Л. И. Проблемы формирования личности // Журнал практического психолога. – 2008. – №5. – С. 44-65.
2. Бороздина Л. В. Что такое самооценка? / Л. В. Бороздина // Психологический журнал. – 1999. – Т. 13. – №4. – С. 99-101.
3. Бороздина Л.В. Теоретико-экспериментальное исследование самооценки: автореф. дис. ... д-ра психол. наук / Л.В. Бороздина. – М., 1999
4. Захарова А.В. Структурно-динамическая модель самооценки / А.В. Захарова // Вопросы психологии. – 1989. – №1. – С. 5-15.
5. Зинченко В.П. Миры сознания и структура сознания / В.П. Зинченко // Вопросы психологии. – 1991. – №2. – С. 15-34.
6. Кокоренко В.Л. Факторы лечебной среды в образовательном пространстве для детей с нарушениями психического развития / В.Л. Кокоренко // Медицинская психология в России. – 2014. – № 1 (24). – С. 6.
7. Кон И. С. Психология юношеского возраста / И. С. Кон // Проблемы формирования личности. – М.: Просвещение, 1989. – С. 175.
8. Кулаков Г. С. Особенности становления самооценки и уровня притязаний старшеклассников как психологических детерминант их профессионального самоопределения: автореф. дис. ... канд. психол. наук: спец. 19.00.07 «Педагогическая и возрастная психология» / Г. С. Кулаков. – Киев, Нац. мед. ун-тет. М.П. Драгоманова, 2013. – С. 20.
9. Медникова Г. И. Самооценка и уровень притязаний личности как динамическая система / Г. И. Медникова // Общая психология, история психологии. – 2002. – С. 22.
10. Молчанова О.Н. Проблемы самооценки индивидуальной личности / О.Н. Молчанова // Мир психологии. – 2011. – №1. – С. 82-95.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Bozhovich L.I. Problemy formirovaniya lichnosti [Problems of identity formation] // Zhurnal prakticheskogo psihologa [Journal of the practical psychologist]. – 2008. – №5. – P. 44-65. [in Russian]
2. Borozdina L. V. Chto takoe samoocenka? [What is self-esteem?] / L. V. Borozdina // Psihologicheskij zhurnal [Psychological journal]. – 1999. – Т. 13. – №4. – P. 99-101. [in Russian]
3. Borozdina L.V. Teoretiko-jeksperimental'noe issledovanie samoocenki [Theoretical and experimental study of self-assessment]: The author's abstract of dis. ... of PhD in psychological sciences / L.V. Borozdina. – М., 1999. [in Russian]
4. Zaharova A.V. Strukturno-dinamicheskaja model' samoocenki [Structural-dynamic model of self-esteem] / A.V. Zaharova // Voprosy psihologii [Questions of psychology]. – 1989. – №1. – P. 5-15. [in Russian]
5. Zinchenko V.P. Miry soznaniya i struktura soznaniya [The worlds of consciousness and structure of consciousness] / V.P. Zinchenko // Voprosy psihologii [Questions of psychology]. – 1991. – №2. – P. 15-34. [in Russian]
6. Kokorenko V.L. Faktory lechebnoj sredy v obrazovatel'nom prostranstve dlja detej s narushenijami psihicheskogo razvitija [Factors healing environment in the educational space for children with disorders of mental development] / V.L. Kokorenko // Medicinskaja psihologija v Rossii [Medical psychology in Russia]. – 2014. – № 1 (24). – P. 6. [in Russian]
7. Kon I. S. Psihologija junosheskogo vozrasta [The psychology of adolescence] / I. S. Kon // Problemy formirovaniya lichnosti [problems of formation of personality]. – М.: Prosveshhenie, 1989. – P. 175. [in Russian]
8. Kulakov G. S. Osobennosti stanovlenija samoocenki i urovnja pritjazanij starsheklassnikov kak psihologicheskij determinant ih professional'nogo samoopredelenija [Features of formation of self-esteem and level of aspiration of high school students as psychological determinants of professional self-determination]: The author's abstract of dis. ... of PhD in psychological sciences: spec. 19.00.07 «Educational and developmental psychology» / G. S. Kulakov. – Kiev, Nac. med. un-tet. M.P. Dragomanova, 2013. – P. 20. [in Russian]
9. Mednikova G. I. Samoocenka i uroven' pritjazanij lichnosti kak dinamicheskaja sistema [Self-esteem and level of claims personality as a dynamic system] / G. I. Mednikova // Obshhaja psihologija, istorija psihologii [General psychology, history of psychology]. – 2002. – P. 22. [in Russian]
10. Molchanova O.N. Problemy samoocenki individual'noj lichnosti [Problems of the self of the individual personality] / O.N. Molchanova // Mir psihologii [The world of psychology]. – 2011. – №1. – P. 82-95. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.034>

Родермель Т.А.

ORCID: 0000-0002-8837-8838, Кандидат философских наук, доцент, Сургутский государственный университет

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ СФЕРЫ У УМСТВЕННО ОТСТАЛЫХ ДЕТЕЙ, НАХОДЯЩИХСЯ ПОД ОПЕКОЙ: ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Аннотация

в работе мы рассматриваем основные теоретические аспекты, изучения эмоциональной сферы у умственно отсталых детей. В статье представляет интерес практическая часть в рамках пилотажного исследования, на младших школьников. Также, проанализированы результаты диагностического обследования личностных характеристик эмоциональной сферы у опекаемых детей. Сделан вывод о том, что нехватка эмоций, в опекаемых семьях соответствует недостаточной психологической адаптации несовершеннолетних в социальной среде, а также их интеллектуальному развитию.

Ключевые слова: умственная отсталость, психические функции, опекаемые дети, эмоциональная сфера, психическое развитие, успешная адаптация.

Rodermel T.A.

ORCID: 0000-0002-8837-8838, PhD in Philosophy, Associate Professor, Surgut State University

MAIN ASPECTS OF EMOTIONAL SPHERE DEVELOPMENT OF MENTALLY RETARDED CHILDREN UNDER CHARGE: PSYCHOLOGICAL ANALYSIS

Abstract

The paper considers the main theoretical aspects of the emotional sphere of mentally retarded children. The practical part of the pilot study on the younger schoolchildren is of special interest. The results of the diagnostic examination of personal characteristics of the emotional sphere of charged children are analyzed. The conclusion is drawn on the lack of emotions in charged families which corresponds to insufficient psychological adaptation of underage children to social environment, as well as to their intellectual development.

Keywords: mental retardation, mental functions, charged children, emotional sphere, mental development, successful adaptation.

Исследованием темы умственной отсталости занимается большое количество ученых. В работе нами сделан акцент на особенностях развития эмоциональной сферы у детей, находящихся под опекой, с диагнозом умственная отсталость легкой степени. Как уже известно, с самого рождения ребенку требуется эмоциональная связь с матерью, которая является основным компонентом, формирующим ценностные установки по отношению к себе, к другим, к социуму. Нам известно, что состояние эмоциональной сферы отражается напрямую на состоянии личностного здоровья детей и обусловлено его социализацией. Следовательно, ребенку, оставшемуся без попечения родителей, этого не хватает, несмотря на то, что они находятся под опекой. Так же необходимо отметить, что развитие несовершеннолетних и их социализация, зависит от возрастных характеристик, а также период, когда он остался без попечения родителей. С ребенком с умственной отсталостью это все гораздо труднее, таким детям необходима постоянная поддержка и закрепление нового знания.

Рассмотрение данной темы является актуальной, а сложность ситуации состоит в том, что образовательный процесс в школе не включает развитие эмоциональной сферы личности ребенка. Поэтому, в таких условиях дети с диагнозом умственной отсталости легкой степени, часто бывают неспособны самостоятельно регулировать учебную деятельность. Исследования ученых показывают тот факт, что данная группа детей, у которых неразвита эмоциональная сфера, также проявляются слабые функциональные целенаправленные действия, повышается неусидчивость, импульсивность, возбудимость.

Далее, рассмотрим полезность психологического сопровождения развития умственно отсталых детей, которое влияет напрямую на развитие эмоциональной сферы, сглаживания и коррекции имеющихся недостатков [7].

В психологическое сопровождение включается диагностическое обследование, в том числе изучение уровня умственной отсталости. Часто используются стандартные тесты, с помощью которых можно определить состояние пациента, данные методики показывают уровень, не только умственной отсталости, но и социальные установки. Результаты могут зависеть от общей оценки интеллектуального функционирования по выявленному уровню навыков [4].

Нами сделан акцент на (F70) легкую степень умственной отсталости, показатель IQ составляет 50-69, что соответствует развитию в возрасте 9-12 лет. Несовершеннолетние испытывают трудности в учебном процессе, но в старшем возрасте, такие люди могут работать на благо обществу [2].

Также, кроме выявления сложностей в образовательной среде, психологи занимаются коррекционной работой. Кроме изменения интеллектуальных способностей, мы наблюдаем и социальную дезадаптацию, хотя, это проявляется достаточно слабо. [2].

Вновь возвращаясь к чувствам, мы говорим о зависимости удовлетворения потребности, которые вызывают положительные переживания. Объекты, препятствующие удовлетворению потребностей, вызывают соответственно отрицательные переживания [6].

Развитие личностных качеств и познавательных процессов у несовершеннолетних с нарушением интеллекта является важной задачей. Продолжая рассуждать, мы думаем важно знать, что психологическое сопровождение данной категории детей, также, включает в себя работу психолога с педагогическим коллективом. Каждый учебный план, включающий целевую установку на развитие личности, корректируется с учетом индивидуальных особенностей ребенка.

Рассматривая разные аспекты научного познания в философии, психологии, педагогике социальная, психологическая адаптация рассматривается как единство личности и социальной среды.

Таким образом можно сказать, что психологической адаптацией может быть процесс вхождения личности в коллектив. Включение его в межличностные контакты в группе, а также установка и усвоение норм, ценностей, традиций, что отражается в идентификации личности и рабочей группы [3].

В середине 20 века проводились новые исследования детского развития, опирающиеся на учения Л. С. Выготского. Исследования проводились учеными: А. В. Запорожец, Д. Б. Эльконин, Л. И. Божович, М. И. Лисина и др.

Анализируя разные подходы к рассмотрению развития детей с диагнозом умственной отсталости легкой степени, мы делаем акцент на трудах Л. С. Выготского. Он описал особенности и суть концепции, в которой есть необходимость разобраться в онтогенезе умственной отсталости у детей.

Нельзя не упомянуть работу «Развитие высших психических функций» ученого, в которой он указал на необходимость различать культурный и биологический процессы развития. Сплетение культурного и биологического процессов развития в реальной жизни обычного ребенка говорит об устойчивости приспособления к социальным условиям.

Л. С. Выготский, указывал на тот факт, что в детской психологии, ставится акцент на то, что овладение культурными формами поведения не всегда позитивно влияет на поведенческие установки, а еще и находит свое отражение на физиологических признаках [1].

Рассмотрим доводы основоположника метода изучения детской психики - А. Бине. Ученый первый исследовал мышление, и разработал серию вопросов разной степени сложности, которые позволили определить умственный возраст и отграничить детей с отставанием или задержкой умственного развития. Затем, В. Штерн предложил ввести более точную диагностику коэффициент интеллекта (IQ) [8].

Они указали на то, что у умственно отсталых детей недоразвитие познавательной и эмоциональной сферы проявляется не только в отставании от нормы, но и в глубоком своеобразии. Они способны к развитию, но происходит все замедленно, атипично, иногда с резкими отклонениями [4].

Поэтому, психическое развитие ребенка можно отследить в соответствии с возрастной периодизацией развития. Мы в своей работе делаем акцент на младший школьный возраст.

Начнем с дошкольного возраста, который определяется как начальный период изучения жизнедеятельности человека. Отметим особенность социализации несовершеннолетнего с умственной отсталостью, потому, что их познание замедляется и им необходимо постоянное сопровождение взрослого, в частности, психолога.

Такая помощь необходима для того, чтобы ребенок не только запоминал, но и начинал сам понимать окружающий его мир. Все вышеописанное говорит об отставании в сенсорном развитии [6].

В проведенном нами исследовании, мы подтвердили факт того, что у несовершеннолетних с легкой умственной отсталостью выявлены: нарушение и развитие речи, а также зрительные образы, которые не соотносились со словесными обозначениями. Но, мы уже упоминали, что это успешно корректируется и отклонения в речи улучшаются.

Для диагностики ребенка существуют множество методик, наилучшими из них можно назвать проективные рисуночные методики, в которые входят: «рисунок семьи»; «несуществующее животное»; «дом, дерево, человек». Данные методики дают более точное толкование, дает понять каких эмоций у ребенка больше и что он на сегодняшний день переживает. В нашей работе, мы будем использовать «рисунок семьи». Методика позволяет узнать не только эмоциональное состояние ребенка, но и отношение близких людей к ребенку, а самое главное невозможность сделать окончательное заключение без клинической беседы. Необходимо учитывать, при психологическом обследовании эмоциональной сферы у умственно отсталых детей, возрастные характеристики степени отсталости.

Опишем особенности эмоциональной сферы умственно отсталых детей в младших классах. Этот возраст характеризуется незрелостью и недоразвитием. Несовершеннолетние с данными характеристиками обычно включены, инертны в эмоциональных реакциях, имеют ярко выраженный эгоцентричный характер. Ученик с нарушением интеллекта слабо контролирует свои эмоциональные действия, а часто и не пытаются этого делать [4].

Также, мы должны учитывать особенности социальной среды, в которой находится ребенок, нами в статье рассматривается категория детей, оставшихся без попечения родителей. Возрастная характеристика по Эриксону (ребенок от 7 до 11 лет) включает в себя важный компонент в общении, который ориентирован на соседей и школьных товарищей, далее - на отношения со сверстниками.

У детей, оставшихся без попечения родителей наблюдаются трудности с коллективистскими мотивами деятельности. Младший школьник подвержен влиянию группы или лидера. Эмоциональная идентификация в приемной семье зависит от стадии вживания. Если адаптация проходит успешно, безболезненно, то мотивация поступков достаточно успешна.

Также, как и в семье процесс обучения у умственно отсталых учеников проходит в проблемной зоне взаимоотношений со взрослыми, в школе со сверстниками. Эмоциональные взаимоотношения зависят и от оценки учителя. Учитель, с позитивным взглядом на учеников с умственной отсталостью, не дает возможности возникновения таких черт, как грубость, злобность, драчливость по отношению к сверстникам. Поэтому чувства, как и другие свойства личности, носят социальный характер.

Следовательно, опосредствованность и обусловленность соотносятся с реальными общественными отношениями, с поведенческой идентификацией с семьей, которая свидетельствует о разделении мира на «мы» и «они». В кровной семье она начинается с внешнего сходства ребенка и родителей, что затруднено в приемной семье.

Обоснованный вклад в исследовании, описываемой проблемы внес М. Люшер, он доказывал, что, выбирая цвет личность бессознательно показывает свое психическое и физическое состояние. Автор описал символическое

значение цветов и предложил по любимому цвету определять характер ребёнка, психологический тип его личности и даже эмоциональную обстановку в семье [6].

Представляем некоторые итоги исследования, которое мы провели. Целью данной работы было: сравнить представление рисунка семьи у детей с умственной отсталостью легкой степени, живущих в опекаемой и полной семье.

Ход исследования подтвердил, что представление о семье у каждого ребенка индивидуально, но тот факт, что дети воспитываются в семье или находятся под опекой, имеет значимую роль. Нехватка эмоций от родных влияет на его адаптацию и развитие. В клинической беседе, мы убедились в предположениях, сделанных по рисункам детей.

Для развития школьников с проблемами в интеллектуальном развитии нужны особые условия. Поэтому при проведении методик, мы придерживались принципа работы в коррекционном процессе.

В первую очередь мы акцентировали работу на принципах: систематичности и последовательности. В начале исследования, нами был установлен контакт с детьми, далее было предложено нарисовать «рисунок семьи», затем были заданы вопросы (клиническая беседа).

В рисунке учитываем состав семьи и содержание работы, а также зоны конфликта с ребенком, может быть степень неприязни.

На одном из рисунков наблюдаем интересную картину: бабушка занимает центральное место, с ней хорошие отношения много внесенных деталей, но нет родителей. Выясняем, что ребенок, находится под попечением бабушки, а родители были лишены родительских прав.

В практической части нашей работы, мы исследуем эмоциональную сферу в приемной семье, в частности, испытуемые, являются учениками коррекционной школы, также выявили личностные характеристики эмоциональной сферы у опекаемого ребенка и детей, воспитывающихся в семье. Опекуну часто не обращают внимание на адаптационный процесс, который переживает ребенок. Подтверждаются проблемы с учебой, низкий уровень коммуникации, закрытость.

В полной семье наблюдается другая картина, дети более раскрепощенные и открытые. В данном рисунке по результатам видно, что наиболее тревожные, напряженные отношения у ребенка с отцом. Мы наблюдаем у ребенка высокую степень неудовлетворения отношениями. С мамой у ребенка хорошие отношения, с материнской стороны наблюдается гиперопека. Далее выясняется, что напряженные отношения, кроме отца и с братом. В ходе работы над рисунком, ребенок прокомментировал, что брат его бьет и ругается на него, это и повлияло на его негативное отношение к нему.

Но, данные описанные выше не является поводом для нарушения контактного уровня, дети с лёгкой степенью отсталости, из полных семей чувствуют свою защиту.

Таким образом, результаты исследования показали: у умственно отсталого ребенка, находящегося под опекой рисунок отличается от рисунка детей из полноценной семьи. Все проблемные зоны жизнеустройства детей, находящихся под опекой, имеющих лёгкую степень умственной отсталости подтверждаются влиянием социальной среды и эмоционального сопровождения. Поэтому, следует основной акцент в психологической адаптации детей в приёмной семье, необходимо ставить на развитие у них коммуникативных навыков, а также эмоциональную составляющую.

Список литературы / References

1. Выготский, Л.С. Педагогическая психология / Выготский Л. С.; под ред. В.В. Давыдова. – М.: Педагогика-Пресс, 1999. – 536 с.
2. Варенова Т. В. Коррекция развития детей с особыми образовательными потребностями; Форум /Варенова Т. В. - Москва, 2012. - 272 с.
3. Калмыкова, Е. А. Психология лиц с умственной отсталостью / Е. А. Калмыкова. – Курск: Курск. гос. ун-т, 2007. – 121 с.
4. Кащенко В. П. Педагогическая коррекция. /В. П. Кащенко. - Москва: Академия, 2010. - 304 с.
5. Коняева Н. П., Никандрова Т. С. Воспитание детей с нарушениями интеллектуального развития. / Н. П. Коняева, Т. С. Никандрова.- Москва: Владос, 2010. - 200 с.
6. Орехова, О.А. Цветовая диагностика эмоций ребенка / О.А. Орехова. – Санкт-Петербург: Речь, 2003. – 112 с.
7. Петрова В.Г. Психология умственно отсталых школьников: Учеб.пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / В.Г. Петрова, И. В. Белякова. 2-е изд., стереотип. — М.: Издательский центр «Академия», 2004. — 160 с.
8. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. - СПб.: Питер, 2008. – 713
9. Стребелева Е. А., Мишина Г. А. Психолого-педагогическая диагностика нарушений развития детей раннего и дошкольного возраста; Владос - Москва, 2010. - 144 с.
10. Штерн В. Дифференциальная психология и её методические основы = Die differentielle Psychologie in ihren methodischen Grundlagen / [Послесл. А. В. Брушлинского и др.]; РАН, Ин-т психологии. — М.: Наука, 1998.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Vygotskij, L.S. Pedagogicheskaja psihologija [Pedagogical psychology] / Vygotskij L. S.; ed. V.V. Davydova. – М.: Pedagogika-Press, 1999. – 536 p. [in Russian]
2. Varenova T. V. Korrekcija razvitija detej s osobymi obrazovatel'nymi potrebnoš'tjami [Correction of the development of children with special educational needs]; Forum / Varenova T. V. – М., 2012. - 272 p. [in Russian]
3. Kalmykova, E. A. Psihologija lic s umstvennoj otstalost'ju [Psychology of persons with mental retardation] / E. A. Kalmykova. – Kursk: Kursk. gos. un-t, 2007. – 121 p. [in Russian]
4. Kashhenko V. P. Pedagogicheskaja korrekcija [Pedagogical correction] /V. P. Kashhenko. - Moskva: Akademija, 2010. – 304 p.
5. Konjaeva N. P., Nikandrova T. S. Vospitanie detej s narushenijami intellektual'nogo razvitija [Educating children with intellectual disabilities] / N. P. Konjaeva, T. S. Nikandrova.- Moskva: Vlados, 2010. - 200 p. [in Russian]

6. Orehova, O.A. Cvetovaja diagnostika jemocij rebenka [Color diagnostics of the child's emotions] / O.A. Orehova. – Sankt-Peterburg: Rech', 2003. – 112 p. [in Russian]
7. Petrova V.G. Psihologija umstvenno otstalyh shkol'nikov: Ucheb.posobie dlja stud. vyssh. ped. ucheb. Zavedenij [Psychology of mentally retarded schoolchildren: manual for stud. Supreme. Ped. Training. Institutions] / V.G. Petrova, I. V. Beljakova. 2-e izd., stereotip. – M.: Izdatel'skij centr «Akademija», 2004. – 160 p. [in Russian]
8. Rubinshtejn S.L. Osnovy obshhej psihologii [Fundamentals of General Psychology]. - SPb.: Piter, 2008. – 713 p. [in Russian]
9. Strebeleva E. A., Mishina G. A. Psihologo-pedagogičeskaja diagnostika narushenij razvitija detej rannego i doškol'nogo vozrasta [Psychological and pedagogical diagnostics of developmental disorders of children of early and preschool age]; Vados - Moskva, 2010. - 144 p. [in Russian]
10. Shtern V. Differencial'naja psihologija i ejo metodičeskie osnovy [Differential psychology and its methodological basis] = Die differentielle Psychologie in ihren methodischen Grundlagen / [Poslesl. A. V. Brushlinskogo i dr.]; RAN, In-t psihologii. — M.: Nauka, 1998. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.029>

Щербина Н.А.¹, Бурмистрова Н.О.²

^{1,2}HR-консультант, Санкт-Петербургский Институт практической психологии и HR-технологий
ЭКСПРЕСС-МЕТОД ОЦЕНКИ ПРИВЕРЖЕННОСТИ СОТРУДНИКОВ КОМПАНИИ

Аннотация

В статье рассмотрена важность и показатели приверженности сотрудников, как неотъемлемого условия развитой корпоративной культуры компании и результативной работы. Представлена авторская методика оценки приверженности сотрудников, ориентированная на практиков, работающих на предприятиях и в организациях в различных отраслях. Результаты разработанной авторами методики позволяют делать количественные оценки и выбирать оптимальные инструменты влияния, позволяющие качественно улучшить ситуацию в коллективе.

Ключевые слова: Приверженность сотрудников, интеграция, вовлеченность, лояльность.

Shcherbina N.A.¹, Burmistrova N.O.²

^{1,2}HR-consultant, St. Petersburg Institute of Practical Psychology and HR-technologies

RAPID TEST METHOD OF ASSESSMENT OF EMPLOYEES COMMITMENT TO THE COMPANY

Abstract

The article considers the importance and indicators of employees' commitment as an integral condition of the company's developed corporate culture and effective work. The author's methodology for assessing the commitment of employees is presented in the paper. It is focused on practitioners working at enterprises and organizations in various industries. The results of the developed methodology enable quantitative estimation and the choice of the most efficient tools of influence, enabling the improvement of the situation in the working group qualitatively.

Keywords: employees' commitment, integration, involvement, loyalty.

Лучше всего мы делаем то, что любим для тех, кого любим в том месте, которое считаем своим. Позитивное отношение работника к организации, а также соответствующее этому отношению поведение в научных изданиях зачастую определяется различными терминами: лояльность, приверженность, преданность, патриотизм. Единого понятийного поля и единства мнений по этому вопросу до сих пор не выработано.

Анализ семантического поля понятия «лояльность» на основании словарных определений позволил выделить следующие основные аспекты его значения [10]:

- доброжелательность, приветливость, открытость работника как в отношении компании в целом, так и в отношении других сотрудников;
- честность, принципиальность;
- верность, преданность, приверженность;
- соблюдение правил, законов, отказ от предосудительных и недоброжелательных действий.

Главный результат успешной работы по формированию и развитию корпоративной культуры компании – это именно приверженность сотрудников.

Приверженность – это отождествление человека со своей организацией, выражающееся в стремлении работать в ней и способствовать ее успеху[9].

Основными составляющими приверженности являются [7]:

- Интеграция – это присвоение работниками организационных целей, объединение работников вокруг целей организации.
- Вовлеченность – это желание работника предпринимать личные усилия, вносить свой вклад в достижение целей организации.
- Лояльность – это эмоциональная привязанность к своей организации, желание оставаться ее членом.

Лояльность персонала – одно из наиболее важных условий профессиональной мотивации. Уровень лояльности персонала оказывает влияние на уровень замотивированности сотрудников, а также на эффективность и результативность работы организации в целом.

Важнейшими отличительными чертами, характеризующими лояльных сотрудников, являются [1], [2]:

1. Чувство гордости за деятельность и успехи компании.
2. Готовность принимать различные инновации и изменения.

3. Способность учитывать интересы своих коллег.
4. Стремление к достижению наилучшего результата, используя для решения проблем самые разные средства.
5. Готовность к определенным жертвам ради успехов компании.
6. Стремление к преодолению препятствий и профессиональному развитию.
7. Желание оставаться членом данной компании, несмотря на возникающие проблемы и сложности.

Любой компании, чья цель – выжить в долгосрочной перспективе, необходимо позаботиться о лояльности своего персонала. На сновании этого для каждого руководителя, заинтересованного в успехе развития организации важными становятся вопросы:

- С каким отношением сотрудники ходят на работу?
- Какие инструменты помогут повысить уровень приверженности и лояльности сотрудников?

В целях решения данных вопросов, нами разработана методика оценки приверженности сотрудников, которая ориентирована на практиков, работающих на предприятиях и в организациях, и учитывает дефицит времени на проведение оценочных процедур в процессе их профессиональной деятельности. Результаты методики позволяют делать количественные оценки и выбирать оптимальные инструменты влияния, позволяющие качественно улучшить ситуацию в коллективе.

Порядок проведения. Сотрудникам компании предлагается ответить на ряд вопросов закрытого типа. Процедура может проводиться с применением автоматизированной программы. В том случае, если необходимо получить информацию о коллективах, целесообразно проводить анонимное анкетирование, соблюдая конфиденциальность заполнения опросных листов (Таблица 1). Ключ к тесту представлен в Таблице 2. Оценка проводится по каждому показателю (Таблица 3).

Интерпретация результатов может быть настолько глубокой, насколько это требуется для практических задач. Как минимум, суммарный показатель приверженности персонала при анонимном опросе позволит оценить качество работы по формированию корпоративной культуры. Главная задача всех мероприятий по формированию корпоративной культуры – это отождествление человека со своей организацией, выражающееся в стремлении работать в ней и способствовать ее успеху.

Таблица 1 – Опросный лист (тест)

№	Вопросы	Варианты ответов (выберите и обведите один вариант из трех предложенных)		
		Горжусь	Огорчаюсь	Безразличен
1.	Как Вы относитесь к тому, что говорят и пишут об организации, в которой Вы трудитесь?	Горжусь	Огорчаюсь	Безразличен
2.	Насколько важно для Вас наличие в организации условий для развития профессиональных навыков и умений, повышения уровня знаний?	Мне достаточно того, что есть	Я постоянно учусь, независимо от того, какие условия предоставляет организация	Очень ценю возможность повышать свою квалификацию
3.	Нужны ли корпоративные праздники, по Вашему мнению?	Это лишнее, работа – место, где я зарабатываю деньги	Было бы лучше, если бы они проводились с учетом пожеланий сотрудников	Нужны, они сплачивают людей
4.	Интересуетесь ли Вы тем, что размещают корпоративные СМИ (газета, сайт, другое)	Часто	Не интересуюсь	Время от времени
5.	Как Вы оцениваете возможность рядовыми сотрудниками проявлять инициативу по совершенствованию своей работы, работы подразделения, всей компании?	Наличие такой возможности очень важно	Думать о том, как улучшить работу должны руководители	Это бесполезно, к рядовым сотрудникам не прислушиваются.
6.	Как Вы относитесь к развитию социальных программ в Вашей организации?	Считаю очень разумным то, что руководство создает такие условия	Мне не нужны льготы, пусть лучше зарплату повысят	Маловато заботы со стороны руководства о рядовых сотрудниках
7.	Миссия Компании и цели Вашей работы на ближайшее время	Частично отвечают моим ценностям	Полностью совпадают с моими ценностями	Не вполне мне понятны
8.	Нужно ли развивать спортивные занятия на предприятии?	Нужно, но в нашей организации этому уделяется недостаточное внимание	Нужно, это позволяет поддерживать форму	Это лишнее, я сам решаю, чем и где мне заниматься.

Окончание табл. 1 – Опросный лист (тест)

№	Вопросы	Варианты ответов (выберите и обведите один вариант из трех предложенных)		
9.	Что Вы думаете о профессиональных конкурсах, проводимых в организации?	Они проводятся «для галочки», формально	Они повышают статус профессии и стимулируют работать лучше	Они отвлекают от работы
10.	Семейные программы и поддержка отдельных категорий персонала (молодые специалисты и рабочие, пенсионеры, малообеспеченные инвалиды и пр.)	Не достаточно развиты на нашем предприятии	Дают большую уверенность в завтрашнем дне	Не нужны, лучше эти затраты добавить в зарплату
11.	Корпоративные стандарты, локальные нормативные документы (положения, рабочие инструкции)	Слабо связаны с тем, что происходит в реальности	Помогают лучше понимать рабочие процессы	Мне не интересны
12.	Как Вы считаете, насколько важно проводить групповые обсуждения рабочих вопросов?	Это ничего не меняет	Важно потому, что позволяет выработать лучшее решение	Не считаю нужным в этом участвовать

Таблица 2 – Ключ к тесту

№ Вопроса	Баллы в соответствии с выбранными вариантами		
1.	2	1	0
2.	0	1	2
3.	0	1	2
4.	2	0	1
5.	2	0	1
6.	2	0	1
7.	1	2	0
8.	1	2	0
9.	1	2	0
10.	1	2	0
11.	1	2	0
12.	1	2	0

Таблица 3 – Оценка результатов теста

Показатель	Номера вопросов	Формула расчета степени проявленности показателя
Интеграция	1, 4, 7, 11	= (сумма набранных баллов/ 12) x 100%
Вовлеченность	3, 6, 8, 10	= (сумма набранных баллов/ 12) x 100%
Лояльность	2, 5, 9, 12	= (сумма набранных баллов/ 12) x 100%
Общий показатель Приверженности	= (сумма набранных баллов/ 36) x 100%	

Оценка результатов по составляющим приверженности позволит сделать выводы о том, каких мероприятий не хватает, какие инструменты можно порекомендовать для повышения отдельных показателей.

Так, низкие показатели (менее 50%) лояльности говорят о необходимости развивать социальную работу на предприятии (программы и особые условия для отдельных категорий персонала, корпоративные мероприятия спортивно-развлекательной направленности, благотворительность и т.п.) В зависимости от специфики, особенностей компании и качественных характеристик персонала это могут быть разные мероприятия, но суть их одна – развитие социальной работы.

Низкие показатели (менее 50%) вовлеченности скажут нам о том, что у ценности персонала существенно разнятся с представлениями руководства. В данном случае руководителю необходимо направить свои усилия на формирование общих ценностей. Для этого существуют огромное количество инструментов: организация групповых обсуждений по рабочим вопросам, конференции, развитие системы корпоративного обучения и развития персонала; внедрение системы сбора инициативных предложений по улучшению работы с обязательным рассмотрением каждого предложения комиссией и возможностью получить обратную связь; внедрение в управленческую среду навыка «мотивирующей беседы», позволяющей управлять активностью сотрудников; системная работа по проведению конкурсов профессионального мастерства и пр.

Низкие показатели (менее 50%) интеграции говорят о том, что цели бизнеса и подразделений компании, скорее, не связаны с целями работы отдельных сотрудников. В этом случае целесообразно больше уделять внимание работе корпоративных СМИ, брендингом, наладить системную работу по организации информационных потоков для всех слоев персонала; сделать более доступными корпоративные стандарты и т.п.

Предложенная методика позволит руководителям приблизиться к пониманию областей развития в системной работе по формированию корпоративной культуры компании. Применение результатов, во многом, зависит от особенностей компании, специфики производства и (или) оказания услуг, стратегии бизнеса и качественных характеристик персонала.

Список литературы / References

1. Магура М.И., Курбатова М.Б. Современные персонал-технологии. – М.: ООО «Журнал «Управление персоналом», 2003 – 388 с.
2. Соломанидина Т.О., Соломанидин В.Г. Мотивация трудовой деятельности персонала. – М.: «Журнал «Управление персоналом», 2005. – 278 с.
3. Ульяновский А.В. Корпоративный имидж: технологии формирования для максимального роста бизнеса / А.В. Ульяновский. – Изд. 2-е дораб.: М.: Эксмо, 2008. – 93 с.
4. Ульяновский А.В. Стратегии корпоративного имиджа и управление лояльностью / А.В. Ульяновский. – С-Пб.: Zero B2B Advertising, 2006. – 376 с.
5. Харский К.В. Благонадежность и лояльность персонала. – С-Пб.: Питер, 2003. – 495 с.
6. Аракелова И.В. Причины и условия институционализации партнерских отношений в малом и микробизнесе / И.В. Аракелова // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. – 2013. – №3.
7. Валуженич Н.Е. Организационная культура и трудовая мотивация как факторы лояльного отношения персонала к организации / Н.Е. Валуженич // Управление персоналом – 2007. – №16.
8. Гончаров А. Феномен лояльности персонала / А. Гончаров // Управление персоналом. – 2006. – №10.
9. Корпоративная культура [Электронный ресурс] / Управление персоналом: 100% практика. URL: <http://www.hr100.ru/wmc/function/culture/> (дата обращения 01.06.17.)
10. Организационная лояльность: основные подходы [Электронный ресурс] / HR-Лига. Сообщество кадровиков и специалистов по управлению персоналом. URL: <http://hrliga.com/index.php?module=profession&op=view&id=542> (дата обращения 07.07.17.)

Список литературы на английском языке / References in English

1. Magura M.I., Kurbatova M.B. Sovremennye personal-tehnologii [Modern personnel technologies] – М.: ООО «Zhurnal «Upravlenie personalom», 2003 – 388 p. [in Russian]
2. Solomanidina T.O., Solomanidin V.G. Motivacija trudovoj dejatel'nosti personala. [Motivation of staff] – М.: «Zhurnal «Upravlenie personalom», 2005. – 278 p. [in Russian]
3. Ul'janovskij A.V. Korporativnyj imidzh: tehnologii formirovanija dlja maksimal'nogo rosta biznesa [Corporate image: forming technology for maximum business growth] / A.V. Ul'janovskij. – Izd. 2-e dorab.: М.: Jeksmo, 2008. – 93 p. [in Russian]
4. Ul'janovskij A.V. Strategii korporativnogo imidzha i upravlenie lojal'nost'ju [The strategy of corporate image and loyalty management] / A.V. Ul'janovskij. – S-Pb.: Zero B2B Advertising, 2006. – p. [in Russian]
5. Harskij K.V. Blagonadezhnost' i lojal'nost' personala [The trustworthiness and loyalty of staff]. – S-Pb.: Piter, 2003. – 495 p. [in Russian]
6. Arakelova I.V. Prichiny i uslovija institucionalizacii partnerskih otnoshenij v malom i mikrobiznese [The causes and conditions of institutionalization of partnerships in small and micro businesses] / I.V. Arakelova // Izvestija Volgogradskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta [Proceedings of Volgograd state pedagogical University] – 2013. – №3. [in Russian]
7. Valjuzhenich N.E. Organizacionnaja kul'tura i trudovaja motivacija kak faktory lojal'nogo otnoshenija personala k organizacii [Organizational culture and work motivation as the factors of loyalty of staff to organization] / N.E. Valjuzhenich // Upravlenie personalom [Personnel management] – 2007. – №16. [in Russian]
8. Goncharov A. Fenomen lojal'nosti personala [The phenomenon of staff loyalty] / A. Goncharov // Upravlenie personalom. – 2006. – №10. [in Russian]
9. Korporativnaja kul'tura [Corporate culture] [Jelektronnyj resurs] / Upravlenie personalom: 100% praktika [Personnel management: 100% of practice]. URL: <http://www.hr100.ru/wmc/function/culture/> (accessed: 01.06.17.) [in Russian]
10. Organizacionnaja lojal'nost': osnovnye podhody [Organizational loyalty: the approach] [Jelektronnyj resurs] / HR-Liga. Soobshhestvo kadrovikov i specialistov po upravleniju personalom [HR-League. Community of HR managers and specialists in personnel management]. URL: <http://hrliga.com/index.php?module=profession&op=view&id=542> (accessed: 07.07.17.) [in Russian]

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ НАУКИ / PHARMACEUTICS

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.079>

Гарифуллина Г.Х.¹, Грибова Я.В.², Муслимова Н.Н.³, Шакирова Д.Х.⁴

¹ ORCID: 0000-0002-1825-0023, Кандидат фармацевтических наук, ФГБОУ ВО «Казанский медицинский университет»,

² ORCID: 0000-0002-1825-0023, Кандидат фармацевтических наук, ФГБОУ ВО «Казанский медицинский университет»,

³ ORCID: 0000-0002-1825-0023, Кандидат педагогических наук, ФГБОУ ВО «Казанский медицинский университет»,

⁴ ORCID: 0000-0002-1825-0097, Доктор фармацевтических наук, ФГБОУ ВО «Казанский медицинский университет»

ОСНОВА УСПЕХА В РАБОТЕ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОМ БИЗНЕСЕ - СИЛА МОБИЛИЗАЦИИ И МОТИВАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ-ПРОВИЗОРОВ

Аннотация

Перед нами стояла задача теоретически проанализировать особенности мотивации и мобилизации сотрудников различных аптечных организаций в труде, инновационной деятельности для достижения наилучших результатов путем принятия правильных руководящих стратегий, избегая эмоционального выгорания работников. И, в дальнейшем, экспериментальным путем выявить наиболее значимые мотивы трудовой деятельности провизоров.

Проведен анализ существующих данных о мотивации и мобилизации сотрудников организации (в конкретном аспекте-фармацевтической). Выявлены основные направления и перспективы.

Обозначены опасности и особенности эмоционального выгорания у разных категорий сотрудников в аптечном коллективе.

На основе проведенного анализа и выявления особенностей разработана анкета для провизоров с последующим анализом профилей мотивов трудовой деятельности провизоров аптек г. Казани.

Выявлено высокое значение уважения в коллективе, социальной значимости труда и морального стимулирования в процессе мотивирования сотрудников аптек их руководителями.

Ключевые слова: мотивация, конкуренция, обратная связь с рынком, мобилизация, эмоциональное выгорание, моральное стимулирование.

Gariffulina G.Kh.¹, Gribova Ya.V.², Muslimova N.N.³, Shakirova D.Kh.⁴

¹ ORCID: 0000-0002-1825-0023, PhD in Pharmaceutics, FSBEI of Higher Education "Kazan Medical University,"

² ORCID: 0000-0002-1825-0023, PhD in Pharmaceutics, FSBEI of Higher Education "Kazan Medical University,"

³ ORCID: 0000-0002-1825-0023, PhD in Pedagogy, FSBEI of Higher Education "Kazan Medical University,"

⁴ ORCID: 0000-0002-1825-0097, PhD in Pharmaceutics, FGBOU VO "Kazan Medical University"

BASIS OF SUCCESS IN PHARMACEUTICAL BUSINESS – THE POWER OF MOBILIZATION AND MOTIVATION OF CHEMISTS

Abstract

We were faced with the task of theoretically analyzing the motivation and mobilization of employees of various drugstores and innovation aimed at achieving the best results by taking the right policy guidelines and avoiding emotional burnout of workers. In the future, we'd like to experimentally reveal the most significant motives for the work activity of pharmacists.

We conducted analysis of existing data on the motivation and mobilization of employees of an organization (in a specific aspect – pharmaceutical). The main directions and prospects are identified.

Dangers and peculiarities of emotional burnout are indicated for different categories of employees of the drugstores.

Based on the analysis and identification of the main features, we developed a questionnaire for pharmacists with subsequent analysis of profiles of motives for labour activity of chemists in Kazan.

We revealed high value of respect in the team of co-workers, social importance of labour and moral incentives in the process of motivating pharmacists by their managers.

Keywords: motivation, competition, feedback from the market, mobilization, emotional burnout, moral stimulation.

Всегда аптечные организации стоят на службе здравоохранения. Товаром в них являются лекарственные средства и медицинские изделия. Потребитель этой продукции – больной человек или его родственник. А продавец (производитель, поставщик) – фармацевтическая организация или человек с фармацевтическим образованием, профессионал, опирающийся на этико-деонтологические принципы, специалист высокого уровня и квалификации, вдохновляющий больного своей уверенностью в выздоровлении. Поэтому, в области фармации очень важной является мотивирующая сила выпускаемой (продаваемой) продукции (товара). Он должен быть необходим и очень востребован, иметь высокое качество и доступную цену для любого потребителя. Также желательно иметь постпродажное обслуживание. Первостепенно важен ассортимент фармацевтической продукции, медицинских изделий, приборов и аппаратов. [8, С. 33].

Отмечается в последние десятилетия на фармацевтическом рынке жесткая конкуренция, особенно в условиях кризиса. Гибкая ценовая и ассортиментная политика являются важнейшими составляющими в конкурентной борьбе на фармацевтическом рынке. Потому важна обратная связь с рынком. Даже востребованный, нужный товар из-за высокой цены и узости ассортимента может вызывать недовольство потребителя. Также должно быть обязательное сопровождение - оптимальная логистика, хорошо отлаженный документооборот, систематическое изучение запросов клиентов и максимально быстрое реагирование на них, высокая квалификация и профессионализм персонала организации (аптеки, фармацевтического производства).

Не менее важна и обратная связь с руководством организации; не только постановка четких целей и конкретных задач, не только строгий всесторонний контроль, но и поддержка коллектива и позитивный настрой – все это, однозначно, повышает мотивацию сотрудников и мобилизует их. Объективная оценка результатов труда, обоснованная и конструктивная критика и своевременное поощрение (моральное или материальное) – вот рычаги воздействия на персонал. Перспективное руководство должно: разработать систему критериев оценки, рассчитать затраты на автоматизацию ряда процессов (в производстве), преодолеть сопротивление персонала (коллектива) по отношению к нововведениям, принимать взвешенные и продуманные управленческие решения и отвечать за их последствия, точно и четко ставить цели [2, С. 108].

Цели должны быть достижимыми и измеримыми. А критерии оценки должны быть связаны со спецификой конкретной работы [1, С. 217].

Мощный двигатель мотивации – дух соревнования. Но здоровая конкуренция не должна переходить в зависть. Она, как раз, превносит негатив в коллектив, взаимоотношения и саму работу.

Особо важным в мотивации персонала является индивидуальный подход. Каждая серьезная компания должна иметь корпоративные стандарты (правила, принципы, регламенты и технологии) [7, С. 3]. И, говоря об индивидуальном подходе, необходимо отметить, что особый подход должен быть к молодым специалистам-провизорам. Они полны планов, идей, амбициозны. Стремятся к высшим результатам, признанию в коллективе и обществе, готовы к инновациям и разработке своих собственных проектов; стремятся совершенствоваться и учиться дальше. Однако, именно молодых специалистов нужно мотивировать перспективой карьерного роста, достойной заработной платой, участием в инновационных проектах и т.п. И очень опасно, уповая на их неопытность, опускаться до ложных обещаний. Это приводит их с молодых лет к безразличию, не мотивирует и не мобилизует, что равноценно потере данных специалистов, а впоследствии – потере будущего компании [10, С. 12].

С опытными возрастными специалистами руководство должно разработать совершенно иной подход [5, С. 102]. Именно эта категория работников, в основном, исчерпала свои резервы мобилизации.

Несмотря на то, что их опыт бесценен, цели четки, амбиции оправданы, результаты ожидаемы и подготовлены упорным трудом, именно эта категория сотрудников бывает, подвержена такому опасному синдрому, как эмоциональное выгорание. Существует множество определений и целых теорий, объясняющих это непростое явление – Х. Фрейденберга, М. Буриш, В. Орёл, В. Бойко, Т. Ронгинской, М. Кордуэлла, Н. Самоукиной и ряда других авторов [3, С. 72].

Так, выделяют три группы симптомов: психофизические, социально - психологические и поведенческие [9, С. 60]. Психологи-теоретики выделяют внешние и внутренние предпосылки данного явления [9, С. 61].

К внешним предпосылкам относятся:

1) Постоянная напряжённая психо-эмоциональная деятельность, что полностью подтверждается в условиях аптеки.

2) Систематическая дестабилизирующая организация деятельности: плохая организация и планирование труда; неясная, неконкретная, плохо обработанная информация. Это отрицательно сказывается на взаимодействии всех сторон общения в коллективе. Имеет место в фармацевтических организациях, где руководитель не всегда видит цели или не может руководить коллективом.

3) Очень высокая нравственная, и даже, юридическая ответственность за выполняемую работу (провизор буквально перегружен ответственностью).

4) Негативная психологическая атмосфера профессиональной деятельности: конфликтоспособность по вертикали (с руководством), с партнёрами, с поставщиками.

В аптеке психологически трудными могут быть клиенты, которые грубят и завышают требования [9, С. 88].

К внутренним предпосылкам, относятся темперамент, стиль общения, экстравертированность или интравертированность. Так люди необщительные выгорают быстрее и их способность к защите от таких факторов значительно ниже.

Эмоциональное выгорание создаёт в коллективе большое напряжение и обоюдострое противоречие, так как эмоционально «выгоревшего» специалиста, члена коллектива, личность очень трудно замотивировать и мобилизовать к работе; и, наоборот – отсутствие должной своевременной, достойной мотивации рано или поздно приводит к эмоциональному выгоранию.

Основной мотивационный и мобилизирующий заряд дает нагрузка персонала, эффективность работы компании; но с другой стороны, постоянные перегрузки, постоянное увеличение норм постепенно озлобляют людей. Все это, в конечном итоге, может обернуться серьезными убытками для компании. Однако, и недостаточная загруженность пагубно влияет и разлагает коллектив, снижает его мотивацию, расслабляет, сводит мобилизацию на «нет».

Нами было проведено социологическое исследование путем анкетирования провизоров (с охватом более 100 провизоров города Казани, которые обучались на циклах повышения квалификации на кафедре Фармации ФПК и ППС).

Понятно, что успешное функционирование и конкурентоспособность фармацевтического предприятия зависят, прежде всего, от заинтересованности работников в эффективной деятельности. Именно человек является центральным и главным элементом любой производственной системы. Это обуславливает необходимость раскрытия его потенциала в процессе трудовой деятельности, в создании условий, поддерживающих у работника желание совершенствоваться, стимулирующих его не только к продуктивной работе, но и к саморазвитию как личности, мобилизуют его в повседневной трудовой деятельности, в творчестве, в поиске инноваций.

Важнейшим фактором успеха в решении данной проблемы является внедрение действенной системы мотивации труда, способствующей повышению компетентности, активности, предприимчивости работников, мобилизации сил для решения определенных задач с максимальной эффективностью [4, С. 85].

Ряд руководителей аптечных сетей и аптек ошибочно полагают, что достаточно лишь материального стимулирования труда сотрудников, что повышает результаты деятельности всего аптечного предприятия. Такое узкое понимание мотивационного процесса приводит к стремлению к краткосрочным экономическим целям, снижает заинтересованность в развитии фармацевтического предприятия и его сотрудников.

На современном отечественном фармацевтическом рынке, в фармацевтическом бизнесе необходимо создать такую систему стимулирования трудовой деятельности, при которой самым важным становится удовлетворение социально значимых потребностей каждого сотрудника коллектива фармацевтической организации [6, С. 23].

Проведено изучение мотивов трудовой деятельности провизоров. Анализ профилей мотивов трудовой деятельности (рис.1) показал, что более значимыми для провизоров являются уважение в коллективе и социальная значимость труда. Примечательно, что наиболее низкую оценку среди провизоров получили следующие мотивы - стремление к самостоятельности и стремление избежать ответственности.

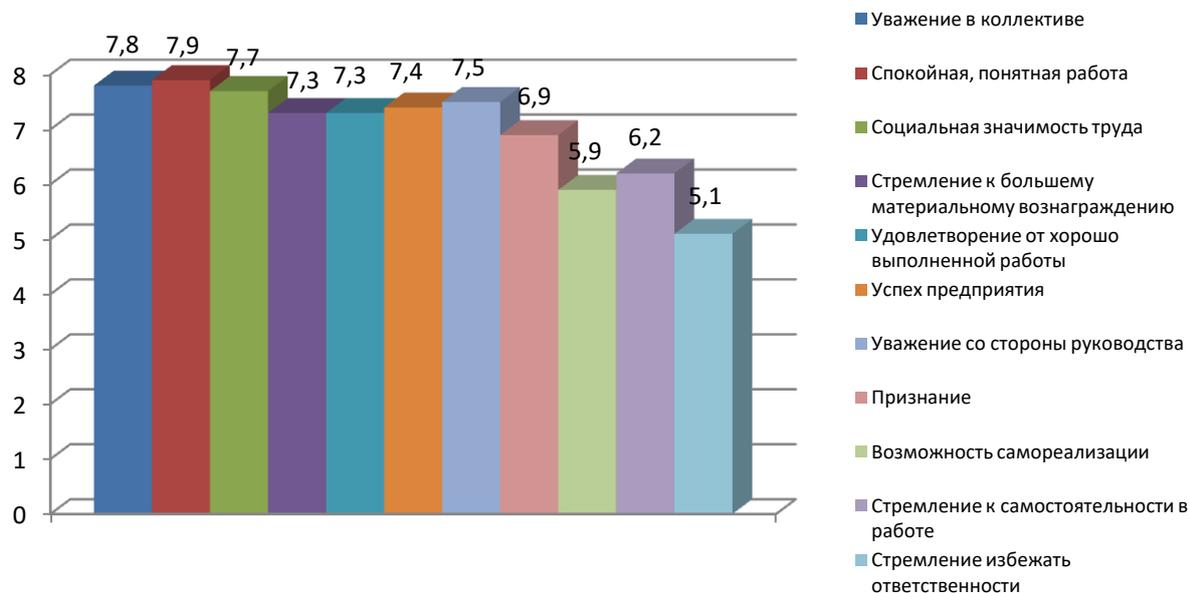


Рис. 1 – Профиль мотивов трудовой деятельности по оценке провизоров

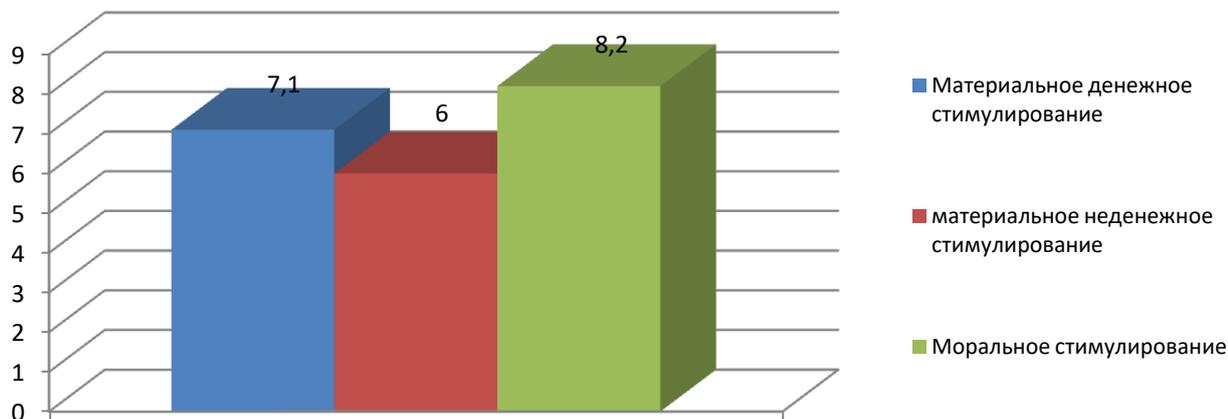


Рис. 2 – Эффективность методов стимулирования, применяемых в коллективе по мнению провизоров

Провизоры (рис.2) оценивают моральное стимулирование как наиболее эффективный фактор (8,2 балла).

Навизна проведенного исследования заключается в следующем – в результате теоретических и экспериментальных исследований разработан ряд рекомендаций, позволяющей руководителям аптечных организаций принимать наиболее точные и обоснованные управленческие решения в сфере мотивирующей и мобилизующей деятельности в аптечном коллективе.

На основании теоретического и экспериментального анализа нами были сделаны следующие выводы;

1. Сотрудники аптечных организаций в своей профессиональной деятельности наделены высокой социальной ответственностью
2. Необходима постоянная связь с рынком (поставщиками, потребителями, партнерами в конкурентной среде); с руководством для достижения наилучших результатов труда и морального удовлетворения

3. Руководитель должен применять объективную оценку результатов труда, уделяя особое внимание как материальной составляющей, так и моральной (социально значимой)

4. Необходимо уделять индивидуальное внимание разным категориям работников: молодым кадрам давать перспективы должностного, профессионального и творческого роста при всесторонней материальной и социальной поддержке, а возрастных специалистов уберечь от преждевременного эмоционального выгорания, используя всевозможные рычаги мотивации и мобилизации.

Обобщая всё выше сказанное, можно рекомендовать руководителям всех типов аптечных организаций:

1. четко ставить цели по бизнесу, по компетенциям и по развитию
2. при разработке компетенций привлекать руководство компании (а лучше изначально разработать функционально-должностные инструкции)
3. постоянно вести документацию по всем сотрудникам (включая нагрузки, права, обязанности, материальное и нематериальное стимулирование), а в конце года наглядно подвести итоги
4. разработать систему обучения, переобучения, стажировки сотрудников тренинги и иметь консультативную обратную связь, что существенно повысит уровень и профессионализм сотрудников и послужит их дальнейшей мотивации и трудовой мобилизации
5. использовать все виды мотивирования сотрудников, опираясь на гибкий индивидуальный подход, позволяющий избежать преждевременной демобилизации и эмоционального выгорания.

Список литературы / References

1. Бакирова Г.Х. Психология развития и мотивации персонала / Г.Х.Бакирова. – М.:Юнити-Дана, 2013, – 440 с.
2. Барышева А., Киктева Е. Мотивация/ А.Барышева, Е.Киктева. СПб.: Питер, 2014, – 208 с.
3. Водопьянова Н.Е., Старченкова Е.С. Синдром выгорания: диагностика и профилактика / Н. Е. Водопьянова – СПб.: Питер, 2005. – 336 с.
4. Виханский О.С., Наумов А.И. Менеджмент/О.С.Виханский, А.И.Наумов – М.: Экономист, – 2004. – 315с.
5. Ильин Е.П. Мотивация и мотивы/Е.П.Ильин. СПб.:Питер,2014. – 512с.
6. Лисовский П. Мотивации персонала в аптеках и аптечных сетях/П.Лисовский//Российские аптеки. – 2012. – №1-2. – С. 23-26.
7. Лузянкина Е.С. Разработка системы управления немонетарной и мотивацией работников аптечных организаций (на примере Омской области): Автореферат дисс... канд. фарм.наук/ Е.С.Лузянкина. – Москва, 2011. – 22 с.
8. Омаров М.М. Мотивация труда фармацевтического персонала: Особенности содержания и организации/М.М.Омаров, В.Ю.Перевозчикова//Новая Аптека. – 2005. – №6. – С.30-35.
9. Ронгинская Т.И. Синдром выгорания в социальных профессиях/Т.И. Ронгинская//Психологический журнал. – М.: Наука. – 2002. – Т. 23. – № 3. – С. 85-95.
10. Стоянкская И.Б. Управление мотивацией персонала на различных этапах развития организации: Автореферат дисс... канд. фарм.наук/ Е.С.Лузянкина. – Москва, 2014. – 24 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Bakirova G.Kh. Psikhologiya razvitiya i motivatsii personala. Psychology of Personnel Development and Motivation / G.Kh. Bakirova. – М.: Yuniti-Dana, 2013, – 440 p.
2. Barysheva A., Kikteva E. Motivatsiya. Motivation/ A.Barysheva, E.Kikteva. St.Petersburg.: Piter, 2014, – 208 p.
3. Vodopyanova N.E., Starchenkova E.S. Sindrom vygoraniya: diagnostika i profilaktika. Burnout Syndrome: Diagnosis and Prevention / Н. Е. Водопьянова – St.Petersburg.: Piter, 2005. – 336 p.
4. Vikhanskiy O.S., Naumov A.I. Menezhment. Managment/O.S. Vikhanskiy, A.I.naumov – М.: Ekonomist, – 2004. – 315p.
5. Ilyin E.P. Motivatsiya i motivy. Motivation and Motives/E.P. Ilyin. St.Petersburg.: Piter,2014. – 512p.
6. Lisovskiy P. Motivatsiya personala v aptekakh i aptechnykh setyakh. Motivation of Personnel in Pharmacies and Pharmacy Chains / P. Lisovskiy // Russian Pharmacies. – 2012. – No.1-2. – P.23-26.
7. Lyzyankina E.S. Razrabotka sistemy upravleniya nemonetarnoy motivatsiyei rabotnikov aptechnykh organizatsiyi (na primere Omskoy oblasti) Development of the System for Managing Non-monetary Motivation of Employees of Pharmacy Organizations (on the example of the Omsk region): Abstract of a Thesis of PhD in Pharmaceutics / E.S. Lyzyankina. – Moscow, 2011. – 22 p.
8. Omarov M.M. Motivatsiya truda farmatsevticheskogo personala: osobennosti sodержaniya i organizatsii. Motivation of Work of Pharmaceutical Personnel: Features of the Content and Organization /M.M.Omarov, V.Yu.Perevozchikova//Novaya Apteka. – 2005. – No.6. – P.30-35.
9. Ronginskaya T.I. Sindrom vygoraniya v sotsyalnykh professiyakh. Burnout Syndrome in Social Occupations /T.I. Ronginskaya//Psychological Journal. – М.: Nauka. – 2002. – V. 23. – No.3. – P. 85-95.
10. Stoyanskaya I.B. Upravleniye motivatsiyei personala na razlichnykh etapakh razvitiya organizatsii. Management of Personnel Motivation at Various Stages of Organization's Development: Abstract of a Thesis of PhD in Pharmaceutics / E.S.Luzyankina. – Moscow, 2014. – 24 p.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.009>

Пантюхин А.В.¹, Архангельская А.А.², Еремина М.Г.³, Локаткова О.Н.⁴

¹ORCID: 0000-0002-8932-6503, доктор фармацевтических наук, заведующий кафедрой фармацевтической технологии и биотехнологии,

Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского

²ORCID: 0000-0002-2396-5345, ассистент кафедры фармацевтической технологии и биотехнологии,

Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского

³ORCID: 0000-0002-8206-6120, кандидат медицинских наук, доцент кафедры кожных и венерических болезней,

Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского

⁴ORCID: 0000-0003-1346-0703, ассистент кафедры фармацевтической технологии и биотехнологии,

Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского

МАРКЕТИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ И КОСМЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ, ПРЕДОТВРАЩАЮЩИХ ВЫПАДЕНИЕ И СТИМУЛИРУЮЩИХ РОСТ ВОЛОС

Аннотация

Проблема потери волос волнует всё население. Мужчины переносят уменьшение объема шевелюры, связывая это с генетической предрасположенностью и сравнительно спокойно относятся к подобным изменениям во внешности, то для женщин выпадение волос становится серьезной проблемой. Данная проблема негативно сказывается на психологическом состоянии пациента. Следствие этого - плохая адаптация в социуме. С проблемой выпадения волос к врачу или специалистам эстетической медицины обращаются лишь в единичных случаях, не зависимо от пола и возраста. Основопологающим фактором в выборе средств является собственный опыт и рекомендации знакомых, при этом предпочтение отдается средствам с растительными компонентами и витаминными комплексами.

Ключевые слова: выпадение волос, алопеция, парафармацевтические средства.

Pantuyukhin A.V.¹, Arkhangelskaya A.A.², Eremina M.G.³, Lokatkova O.N.⁴

¹ORCID: 0000-0002-8932-6503, PhD in Pharmaceutics, Head of the Department of Pharmaceutical Technology and Biotechnology, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky

²ORCID: 0000-0002-2396-5345, Assistant of the Department of Pharmaceutical Technology and Biotechnology, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky

³ORCID: 0000-0002-8206-6120, MD, Associate Professor of the Department of Skin and Sexually Transmitted Diseases, Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky

⁴ORCID: 0000-0003-1346-0703, Assistant of the Department of Pharmaceutical Technology and Biotechnology, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky

MARKETING RESEARCH OF MEDICINAL DRUGS AND COSMETIC MEANS THAT PREVENT BALDNESS AND STIMULATE HAIR GROWTH

Abstract

The problem of hair loss worries the entire population. Men suffer a reduction in the volume of the hair, linking it with a genetic predisposition and relatively calm about such changes in appearance, then for women hair loss becomes a serious problem. This problem negatively affects the psychological state of the patient. The consequence of this is poor adaptation in the society. With the problem of hair loss to a doctor or specialists in aesthetic medicine are coming only in isolated cases, regardless of gender and age. The fundamental factor in the choice of funds is their own experience and recommendations of acquaintances, with preference given to products with plant components and vitamin complexes.

Keywords: hair loss, alopecia, parapharmaceutical means.

В погоне за внешним видом большое внимание уделяется такому элементу, как волосы. Густые и здоровые волосы являются украшением и предметом гордости их носителя, повышает самооценку и не редко определяют особенности поведения в обществе. Основная функция волос на теле человека, это выполнение защитной функции от неблагоприятных природных условий. Состояние волосяного покрова и причины потери волос интересуют ученых в эстетической медицине и косметологии.

Цель работы: анализ потребительского предпочтения при выборе косметических и лекарственных препаратов, направленных на борьбу с выпадением и стимулирование роста волос.

Результаты исследования и их обсуждение. Каждый волосяной фолликул постоянно проходит через три стадии: роста (анагена), инволюции (катагена) и покоя (телоген). Примерно 90-93% фолликулов на волосистой части головы находятся в фазе анагена, а остальные преимущественно в стадии телогена. Скорость роста волос на голове составляет от 0,37 до 0,44 мм в день или примерно один сантиметр в месяц. [1, С 807]. Нормальным обновлением волос считается, когда за сутки выпадает около 50-100 волосинок, на месте выпавших волос вырастают новые. Состояния, когда количество выпавших волос превышает указанный лимит, называемых алопецией, многочисленны и по мнению ученых связаны с нарушениями в организме, среди которых наиболее распространённые: стрессы, эндокринные изменения, большие кровопотери, радиация, химиотерапия [2, С. 45], [3, С. 430]. Наиболее распространенными причинами потери волос у обоих полов являются:

- *симптоматическая,*
- *андрогенетическая,*
- *гнездная (очаговая).*

Симптоматическая встречается чаще всего и является следствием системных заболеваний, сопровождающихся нарушениями обмена веществ и кровоснабжения. Характеризуется равномерным выпадением волос по всей волосистой части головы, что связано с нарушением цикла развития волос. Симптоматическая алопеция обратима,

восстановление волосяного покрова начинается после исчезновения первопричины. *Андрогенетическую* алопецию связывают с повышенной чувствительностью волосяных лукович к мужским половым гормонам. В случае не равномерного выпадения волос, в виде отдельных участков, причем иногда выпадают также брови и ресницы, то имеет место *очаговая* или гнездовая алопеция. В любой момент времени примерно у 0,2% населения наблюдается гнездовая алопеция, а примерно у 1,7% населения эпизод гнездовой алопеции отмечался в течении жизни. В некоторых случаях отдельные очаги облысения сливаются и оказывается поражена вся волосистая часть головы. К такому виду алопеции наиболее часто приводят стрессы, различные травмы и инфекционные заболевания, возможна также генетическая предрасположенность [4, С. 6], [5, С. 12].

В аптечном ассортименте средств против выпадения волос выделяются четыре основных группы средств:

1. Лекарственные препараты;
2. Лекарственные препараты индивидуального изготовления;
3. Гомеопатические средства;
4. Парафармацевтические средства;

Терапия лекарственными препаратами местного применения чаще всего представляет собой использование топических кортикостероидов, раствора миноксидила. Лекарственные препараты, в т.ч. индивидуального изготовления, прописываются врачом для конкретного пациента, с учетом анамнеза больного и дополнительных исследований. [6, С. 2], [7, С. 178].

Гомеопатические средства широко представлены в аптечном ассортименте. Наиболее часто в состав данных препаратов включены кофеин, экстракт хмеля, биотин, кератин, гидролизат коллагена, витамин А, экстракт крапивы в различных комбинациях. Определенной системы назначения гомеопатических препаратов, их комбинаций и дозировки не просматривается. Сведения об их терапевтической эффективности не однозначны, отсутствует четкая система назначения. [8, С. 32], [9, С. 132].

Парафармацевтические средства составляют большую часть ассортимента аптечных учреждений и являются одним из значимых источников дохода аптечной организации. [10, С. 425], [11, С. 118], [12, С. 430].

Условно парафармацевтические средства можно разделить на две подгруппы:

- БАДы с системным действием на организм, такие как витаминные комплексы для приема внутрь. БАДы для наружного применения: масло репейное, различные масла и препараты с растительными экстрактами. Некоторые производители предлагают комплексное решение проблемы алопеции в виде набора препаратов для внутреннего и наружного применения: различные сочетания фармакологически активных веществ.

- Косметические средства, реализуемые через аптечные организации и специализированные магазины. Основное отличие средств из категории эстетической медицины от средств ежедневного использования заключается в наличии компонентов оказывающих терапевтическое действие. Основная масса таких средств в своей основе содержит активные вещества природного происхождения, за редким исключением, которые содержат активные компоненты, аналогичные лекарственным средствам.

С целью выяснения отношения населения к проблеме красивых и здоровых волос проведен опрос. Опрос проводился в аптеках города Саратова, проанкетировано 200 посетителей из которых 100 женщин в возрасте от 20 до 60 лет и 100 мужчин в возрасте от 25 до 55 лет.

Анализ результатов показал, что 91% опрошенных женщин различного возраста страдают от выпадения волос, из них 6 % ответило, что считают это облысением (женщины в возрасте от 40 до 60 лет). К врачу обращались 7 % опрошенных женщин в возрасте от 25 до 35 лет, остальные 93 % с проблемой выпадения волос борются самостоятельно. БАДы, с целью устранения исследуемой проблемы, принимают 80% опрошенных женщин в возрасте от 24 до 40 лет, из которых БАДы содержащие седативные средства растительного происхождения принимают 60% в возрасте от 25 до 50 лет. Масло репейное для укрепления и роста волос используют все 100% опрошенных.

Половина мужчин в возрасте от 40 до 55 лет отметили, что страдают от выпадения волос, причем из них никто не обращался за врачебной помощью и консультаций специалистов эстетической медицины. Алопецией данное состояние считают всего 2% из опрошенных мужчин в возрасте от 50 до 55 лет. Половина мужчин предпочитают пользоваться специализированными шампунями, и только 20% мужчин в возрасте от 30 до 45 лет пользуются БАДами с витаминными комплексами.

В процесс опроса также установлено, что в большей степени на приобретение средств оказывает собственное мнение, основанное на собственном опыте. Значительное влияние также оказывают советы подруг, многие из которых являются подругами только по социальным сетям. В меньшей степени оказывает влияние консультации специалистов и возможность ознакомиться с инструкцией и информационными материалами при открытой выкладке. Анализируя ответы о месте покупки установлено, что примерно половина покупателей предпочитают делать покупки средств для лечения и профилактики алопеции в аптечных организациях. Еще около половины опрошенных совершают покупки в специализированных магазинах, только в одном из пяти случаев покупки совершаются в гипермаркетах и универсальных магазинах. При покупках предпочтение отдается средствам, содержащим действующие вещества из растений и витамины, примерно по 18% опрошенных отдают предпочтение так же средствам, содержащим морские комплексы и синтетические вещества.

Выводы: Из проведенного исследования видно, оптимальную терапию выпадения волос можно обеспечить лишь комплексным воздействием взаимодополняющих средств, ориентируясь на вид алопеции (мужская или женская) и, конечно, только после консультации врача. К сожалению, проведенный опрос показал, что за редким исключением по проблеме выпадения волос к врачу или специалистам эстетической медицины обращаются лишь в единичных случаях, не зависимо от пола и возраста. Основополагающим фактором в выборе средств является собственный опыт и рекомендации знакомых, при этом предпочтение отдается средствам с растительными компонентами и витаминными комплексами.

Список литературы / References

1. Дерматология Фицпатрика в клинической практике, том 1. Клаус Вольф, Лоуэлл А Голдсмит и др. Под редакцией академика РАМН, д.м.н., проф А.А. Кубановой. С 807.
2. Халдина М.В. Теории из первых рук: Почти в 90% случаев выпадение волос у женщин связано со стрессом // Здоровье. - 2013. - №8. С. 44-46.
3. Шимовоян К.Т. Фармакологическое изучение эффективности разработанных липосомальных препаратов для ухода за волосами / К.Т. Шимовоян, Л.М. Кузякова // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. - 2006. - № 2. - С. 429-432.
4. Кузякова Л.М. Липосомальное средство для лечения и ухода за жирным типом волос. Л.М. Кузякова, Э.Ф. Степанова, К.Т. Шимовоян, А.В. Умнов. Патент РФ № 2266733 от 09.09.2004. - 12 с.
5. Евсеева С.Б. Использование природных минеральных солей в современных косметических рецептурах: ассортимент продукции, характеристика сырья и особенности технологии / С.Б. Евсеева, Б.Б. Сысуйев // Фармация и фармакология. - 2016. - Т. 4., № 2 (15). - С. 4-25.
6. Пантюхин А.В. Гетерогенные наносистемы в технологии биологически активных добавок (сообщение 1) / А.В. Пантюхин, А.А. Архангельская // Современные проблемы науки и образования. - 2010. - № 6. - С. 3.
7. Пантюхин А.В. Теоретические аспекты разработки биологически активных добавок в виде скорректированных сиропов / А.В. Пантюхин, С.В. Райкова, А.А. Архангельская // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. - 2011. - Т. 4., № 13. - С. 177-186.
8. Еремина М.Г. Особенности восприятия собственной внешности мужчинами и женщинами при заболеваниях кожи / М.Г. Еремина // Успехи современного естествознания. - 2014. - № 5-2. - С. 32-40.
9. Корянова К.Н. Перспективы использования дерматологических лекарственных форм с димебоном в косметологии / К.Н. Корянова, А.В. Майорова, Э.Ф. Степанова, Е.И. Хартюнова // Запорожский медицинский журнал. - 2011. - Т. 13. - № 3. - С. - 132-133.
10. Володина Т.А. Исследование репаративных свойств фитогеля, содержащего экстракты чабреца и солодки / Т.А. Володина, Н.А. Пеньевская, С.И. Викторов и др. // Фундаментальные исследования. - 2012. - № 11-2. - С. 472-477.
11. Кузякова Л.М. Исследование потребителей парфюмерно-косметической продукции центрального и северокавказского федеральных округов России / Л.М. Кузякова, М.А. Черницова // Международный журнал экспериментального образования. 2015. - № 3-1. - С. 117-120.
12. Шимовоян К.Т. Фармакологическое изучение эффективности разработанных липосомальных препаратов для ухода за волосами / К.Т. Шимовоян, Л.М. Кузякова // Вестник воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. - 2006. - № 6. - С. 429-432.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Dermatologiya Ficpatrika v klinicheskoy praktike [The Fitzpatrick dermatology in clinical practice], volume 1. Klaus Vol'f, Louehll A Goldsmit i dr. Pod redakciej akademika RAMN [Under the editorship of academician of RAMS], d.m.n., prof A.A. Kubanovoj. P. 807. [in Russian]., Klaus Wolff, Lowell A goldsmith, etc., MD prof.. A. A. Kubanova. With 807.
2. Haldina M.V. Teorii iz pervyh ruk: Pochti v 90% sluchaev vypadenie volos u zhenshchin svyazano so stressom [The Theory firsthand: Almost 90% of hair loss in women due to stress] // Zdorov'e. [Health] - 2013. - №8. P. 44-46. [in Russian]
3. Shimovonyan K.T. Farmakologicheskoe izuchenie ehffektivnosti razrabotannyh liposomal'nyh preparatov dlya uhoda za volosami. [Pharmacological study of the effectiveness of the developed liposomal preparations for hair care] / K.T. Shimovonyan, L.M. Kozakova // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Himiya. Biologiya. Farmaciya. [Herald of the Voronezh state University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy]. - 2006. - No. 2. - P. 429-432. [in Russian]
4. Kuzyakova L.M. Liposomal'noe sredstvo dlya lecheniya i uhoda za zhirnym tipom volos [Liposomal for the treatment and care of oily hair type] / L.M.Kuzyakova, E.H.F. Stepanova, K.T. SHimovonyan, A.V. Umnov Patent RF № 2266733 ot 09.09.2004. - 12 s. [in Russian]
5. Evseeva S.B. Ispol'zovanie prirodnyh mineral'nyh solej v sovremennyh kosmeticheskikh recepturah: assortiment produkcii, harakteristika syr'ya i osobennosti tekhnologii [Use of natural mineral salts in cosmetic formulations: the product range, characteristics of raw materials and characteristics of the technology] / S.B. Evseeva, B.B. Sysuev // Farmaciya i farmakologiya [pharmacy and pharmacology]. - 2016. - V. 4., № 2 (15). - P. 4-25. [in Russian]
6. Pantyuhin A.V. Geterogennye nanosistemy v tekhnologii biologicheskii aktivnyh dobavok (soobshchenie 1) [Heterogeneous nanosystems in technology of biologically active additives (1 message)] / A.V. Pantyuhin, A.A. Arhangel'skaya // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya [Modern problems of science and education]. - 2010. - № 6. - P. 3. [in Russian]
7. Pantyuhin A.V. Teoreticheskie aspekty razrabotki biologicheskii aktivnyh dobavok v vide korrigirovannyh siropov [Theoretical aspects of the development of biologically active additives in the form of corrected syrups] / A.V. Pantyuhin, S.V. Rajkova, A.A. Arhangel'skaya // Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Medicina. Farmaciya [Bulletin of Belgorod state University. Series: Medicine. Pharmacy]. - 2011. - V. 4., № 13. - P. 177-186. [in Russian]
8. Eremina M.G. Osobennosti vosprijatija sobstvennoj vneshnosti muzhchinami i zhenshchinami pri zabojevanijah kozhi [Peculiarities of perception of own appearance men and women with skin diseases] / M.G. Eremina // Uspehi sovremennogo estestvoznaniya [Successes of modern natural science]. - 2014. No. 5-2. - S. 32-40. [in Russian]
9. Korjanova K.N. Perspektivy ispol'zovaniya dermatologicheskikh lekarstvennyh form s dimebonom v kosmetologii [Prospects of use of dermatological dosage forms with Dimebon in cosmetology] / K.N. Korjanova, A.V. Majorova, Je.F. Stepanova, E.I. Hartjunova // Zaporozhskij medicinskij zhurnal [Zaporozhye medical journal]. - 2011. - Vol. 13. - No. 3. - S. 132-133. [in Russian]

10. Volodina T.A. Issledovanie reparativnykh svoystv fitogelja, sodержashhego jekstrakty chabreca i solodki [Study of the reparative properties of fitogeli containing extracts of thyme and licorice] / T.A. Volodina, N.A. Pen'evskaja, S.I. Viktorov i dr. // Fundamental'nye issledovanija [Fundamental research]. - 2012. - No. 11-2. - S. 472-477. [in Russian]
11. Kuzjakova L.M. Issledovanie potrebitelej parfjumerno-kosmeticheskoy produkcii central'nogo i severo-kavkazskogo federal'nykh okrugov Rossii [a Study of consumers of perfumery and cosmetic products in Central and Severo-Caucasian Federal districts of Russia] / L.M. Kuzjakova, M.A. Chernicova // Mezhdunarodnyj zhurnal jeksperimental'nogo obrazovanija [international journal of experimental education]. 2015. - No. 3-1. - P 117 - 120. [in Russian]
12. Shimovonjan K.T. Farmakologicheskoe izuchenie jeffektivnosti razrabotannykh liposomal'nykh preparatov dlja uhoda za volosami [Pharmacological study of the effectiveness of the developed liposomal preparations for hair care] / K.T. Shimovonjan, L.M. Kuzjakova // Vestnik voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Himija. Biologija. Farmacija [Herald of the Voronezh state University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy]. - 2006. - . No. 6. - P. 429-432. [in Russian]

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ / PHYSICS AND MATHEMATICS

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.026>

Антоновская О.Г.¹, Зайцева М.Н.²

¹ORCID: 0000-0002-5688-7996, Кандидат физ.-мат. наук,

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

²ORCID: 0000-0002-3649-0385,

Нижегородский государственный автомеханический техникум

ПОСТРОЕНИЕ УСЛОВНО-ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ ЛЯПУНОВА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ПОВЕДЕНИЯ ТРАЕКТОРИЙ НЕПРЕРЫВНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ПЛОСКОСТИ

Аннотация

В работе решается задача построения условно-экстремальной функции Ляпунова для непрерывной динамической системы, описываемой системой дифференциальных уравнений второго порядка. Это квадратичной функции Ляпунова, гарантирующая минимальность времени до попадания траектории линеаризованной в окрестности состояния равновесия системы, в сечение функции Ляпунова, вписанное в заданную полосу. В отношении квадратичной функции Ляпунова предполагается выполнение условия равенства отношения минимума модуля первой производной функции Ляпунова на сечении к значению самой функции заданному числу. Условно-экстремальная функции Ляпунова ищется как квадратичная функция Ляпунова рассматриваемого класса, на сечение которой, вписанное в полосу, попадает траектория линеаризованной в окрестности состояния равновесия системы с заданной начальной точкой.

Ключевые слова: непрерывная динамическая система, система дифференциальных уравнений, квадратичная функция Ляпунова.

Antonovskaya O.G.¹, Zaytseva M.N.²

¹ORCID: 0000-0002-5688-7996,

PhD in Physics and Mathematics,

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

²ORCID: 0000-0002-3649-0385,

Nizhny Novgorod State Automotive Technical School

CONSTRUCTION OF THE CONDITION-EXTREMAL LYAPUNOV FUNCTIONS IN STUDIES OF THE TRAJECTORIES BEHAVIOR OF CONTINUOUS DYNAMIC SYSTEMS ON A PLANE

Abstract

The paper presents the solution of the problem of constructing a conditionally extremal Lyapunov function for a continuous dynamical system described by a system of second-order differential equations. This is a quadratic Lyapunov function, which guarantees the minimality of the time before the linearization of a trajectory in a neighborhood of the equilibrium state of the system, into the section of the Lyapunov function inscribed in a given band. With respect to the quadratic Lyapunov function, it is assumed that the condition of equality of the ratio of the modulus minimum of the first derivative of the Lyapunov function on the section to the value of the function itself to a given number is fulfilled. A conditional-extremal Lyapunov function is sought as a quadratic Lyapunov function of the class under consideration, the cross-section of which, inscribed in the strip, is the trajectory of a system linearized in a neighborhood of the equilibrium state with a given initial point.

Keywords: continuous dynamical system, system of differential equations, quadratic Lyapunov function.

1. Введение

При исследовании динамики систем одной из наиболее важных является проблема определения длительности переходных процессов в системе. Причем критерием окончания переходного процесса в системе может оказаться попадание траектории на заданное, быть может, неограниченное множество, содержащее состояние равновесия, соответствующее рабочему режиму системы [1-3]. И тот факт, что траектория попала на заданное множество, не гарантирует того, что она в дальнейшем этого множества не покинет. Таким образом, возникает задача оценивания подобластей притяжения, гарантирующих окончания переходного процесса с заданной точностью. Для решения этой задачи может быть использован второй (прямой) метод Ляпунова или метод функций Ляпунова [4-6], когда изучается поведение некоторой вспомогательной функции вдоль траекторий системы. При этом функцию Ляпунова нелинейной

динамической системы часто ищут [5, С. 120-132] в классе положительно определенных квадратичных форм, исходя из того условия, что построенная квадратичная форма является функцией Ляпунова для соответствующей линеаризованной системы. Кроме того, может ставиться вопрос о построении квадратичных функций Ляпунова с некоторыми заданными свойствами, которые определяются особенностями задачи [7-9].

В настоящей работе решается задача построения квадратичной функции Ляпунова, гарантирующей минимальность времени до попадания траектории линеаризованной системы второго порядка в сечение функции Ляпунова, вписанное в полосу, при условии равенства отношения минимума модуля первой производной функции Ляпунова на сечении к значению самой функции заданному числу. Такая функция Ляпунова была названа условно-экстремальной [10].

2. Постановка задачи

Пусть нелинейная непрерывная динамическая система задана системой дифференциальных уравнений

$$\dot{x}_i = f_i(x_1, x_2), (i = 1, 2) \quad (1)$$

имеющей асимптотически устойчивое состояние равновесие $x_1 = x_2 = 0$. И пусть функции f_i имеют непрерывные частные производные до второго порядка включительно. Тогда система (1) допускает линеаризацию в окрестности состояния равновесия [4, С. 74-75]. И пусть соответствующая ей линеаризованная система имеет вид

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= a_{11}x_1 + a_{12}x_2, \\ \dot{x}_2 &= a_{21}x_1 + a_{22}x_2. \end{aligned} \quad (2)$$

Зададим начальную точку (x_{10}, x_{20}) ($t = 0$). Известно [4, С. 71], что поведение траекторий системы (2) в окрестности состояния равновесия $x_1 = x_2 = 0$ определяется видом корней характеристического уравнения

$$\lambda^2 - (a_{11} + a_{22})\lambda + a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21} = 0. \quad (3)$$

В дальнейшем будем предполагать, что корни (3) простые и, кроме того, $Re \lambda_1 < Re \lambda_2 < 0$, т.е. состояние равновесия $x_1 = x_2 = 0$ асимптотически устойчиво.

Пусть также задана полоса

$$|c_1x_1 + c_2x_2| \leq \sigma. \quad (4)$$

Для определения момента окончания переходного процесса в системе необходим критерий, гарантирующий не только попадание в полосу (4) траектории линеаризованной системы (2) с начальной точкой (x_{10}, x_{20}) , но и тот факт, что в дальнейшем траектория этой полосы не покинет. Для его получения воспользуемся методом функций Ляпунова. Рассмотрим множество квадратичных функций Ляпунова

$$V(x_1, x_2) = x_1^2 + b_1x_1x_2 + b_2x_2^2 \quad (b_2 > 0), \quad (5)$$

построенных для системы (2). Задача состоит в нахождении параметров квадратичной функции Ляпунова класса (5), удовлетворяющей условию $\min_{V_p=V_0} (\dot{V}(x_1, x_2)) / (V(x_1, x_2)) = \delta$ и гарантирующей минимальность времени до попадания траектории линеаризованной системы (2) в сечение функции Ляпунова, вписанное в полосу (4) (т.е. условно-экстремальной функции Ляпунова).

3. Методика построения условно-экстремальной функции Ляпунова

1. В случае, когда $\lambda_1 \neq \lambda_2$ вещественные, $\lambda_1 < \lambda_2 < 0$, система (2) линейным невырожденным преобразованием координат

$$\xi = \alpha_1(x_1 + k_1x_2), \eta = \alpha_2(k_2x_1 + x_2), \quad (6)$$

где $\alpha_1\alpha_2 \neq 0$ - произвольные постоянные, а

$$k_1 = \begin{cases} (\lambda_1 - a_{11})/a_{21}, a_{21} \neq 0, \\ a_{12}/(\lambda_1 - a_{22}), a_{21} = 0, \end{cases} \quad k_2 = \begin{cases} (\lambda_2 - a_{22})/a_{12}, a_{12} \neq 0, \\ a_{21}/(\lambda_2 - a_{11}), a_{12} = 0, \end{cases} \quad (7)$$

может быть приведена к каноническому виду

$$\dot{\xi} = \lambda_1\xi, \quad \dot{\eta} = \lambda_2\eta. \quad (8)$$

При этом полоса (4) на плоскости x_1, x_2 перейдет в полосу

$$|c_{1p}\xi + c_{2p}\eta| \leq \sigma \quad (9)$$

на плоскости ξ, η , функция $V(x_1, x_2)$ (5) преобразуется как $V(x_1, x_2) = c_p V_p(\xi, \eta)$, где $V_p(\xi, \eta)$ есть положительно определенная квадратичная форма

$$V_p(\xi, \eta) = \xi^2 + 2K_1\xi\eta + K_2\eta^2, \quad (10)$$

которая является функцией Ляпунова (8), т.е. [7]

$$K_1^2 < (1 - (\lambda_1 - \lambda_2)^2 (\lambda_1 + \lambda_2)^{-2}) K_2, \quad (11)$$

а сечение функции Ляпунова (5) $V(x_1, x_2) = V_0$, вписанное в полосу (4), переходит в сечение функции (10) $V_p(\xi, \eta) = V_{0p}$, вписанное в полосу (9), причем

$$\frac{\dot{V}(x_1, x_2)}{V_0} [V(x_1, x_2) = V_0] = \frac{\dot{V}_p(\xi, \eta)}{V_{0p}} [V_p(\xi, \eta) = V_{0p}], \quad (12)$$

где $\dot{V}(x_1, x_2)$ – первая производная (4) в силу (2), а $\dot{V}_p(\xi, \eta)$ – первая производная (10) в силу (8). Условие (11) гарантирует тот факт, что (10) есть функция Ляпунова для канонической системы (8).

Согласно [7,8] функция $V_p(\xi, \eta)$ удовлетворяет условию $\min_{V_p=V_{0p}} |(\dot{V}_p(\xi, \eta))/(V_p(\xi, \eta))| = \delta$, если

$$K_1^2 = (1 - R(\delta)) K_2, \quad R(\delta) = (\lambda_1 - \lambda_2)^2 (\lambda_1 + \lambda_2 - \delta)^{-2} \quad (0 \leq \delta \leq -2\lambda_2). \quad (13)$$

Будем искать сечение $V_p(\xi, \eta) = V_{0p}$, вписанное в полосу (9), такое, что траектория (8) с начальной точкой (ξ_0, η_0) (координаты которой ищутся по (x_{10}, x_{20}) в силу (6)) не принадлежащей полосе, попадет в него за минимальное время t_{min} . А поскольку для сечения $V_p(\xi, \eta) = V_{0p}$ квадратичной функции (10), вписанного в полосу $V_{0p} = \sigma^2 (K_2 - K_1^2) / (c_{2p}^2 - 2K_1 c_{1p} c_{2p} + K_2 c_{1p}^2)$, то математическая постановка задачи суть

$$\begin{cases} e^{2\lambda_1 t} \xi_0^2 + 2K_1 e^{(\lambda_1 + \lambda_2)t} \xi_0 \eta_0 + K_2 e^{2\lambda_2 t} \eta_0^2 \leq \\ \leq (\sigma^2 (K_2 - K_1^2)) / (c_{2p}^2 - 2K_1 c_{1p} c_{2p} + K_2 c_{1p}^2), \\ t \rightarrow \min. \end{cases} \quad (14)$$

Причем если через точку пересечения траектории с границей полосы проходит вписанное в полосу сечение функции Ляпунова рассматриваемого класса, то соответствующая функция Ляпунова является условно-экстремальной. Для точек (ξ, η) прямой $c_{1p}\xi + c_{2p}\eta = \sigma$ подобная ситуация имеет место только, если

$$-\sigma(1 + \sqrt{R(\delta)}) / (2c_{1p}\sqrt{R(\delta)}) \leq \xi \leq \sigma(1 - \sqrt{R(\delta)}) / (2c_{1p}\sqrt{R(\delta)}), \quad c_{1p} > 0, \quad (15)$$

$$\sigma(1 - \sqrt{R(\delta)}) / (2c_{1p}\sqrt{R(\delta)}) \leq \xi \leq -\sigma(1 + \sqrt{R(\delta)}) / (2c_{1p}\sqrt{R(\delta)}), \quad c_{1p} < 0, \quad (16)$$

ξ – любое при $c_{1p} = 0$ (η ищется из уравнения $c_{1p}\xi + c_{2p}\eta = \sigma$), для точек прямой $c_{1p}\xi + c_{2p}\eta = -\sigma$

$$-\sigma(1 - \sqrt{R(\delta)}) / (2c_{1p}\sqrt{R(\delta)}) \leq \xi \leq \sigma(1 + \sqrt{R(\delta)}) / (2c_{1p}\sqrt{R(\delta)}), \quad c_{1p} > 0, \quad (17)$$

$$\sigma(1 + \sqrt{R(\delta)}) / (2c_{1p}\sqrt{R(\delta)}) \leq \xi \leq -\sigma(1 - \sqrt{R(\delta)}) / (2c_{1p}\sqrt{R(\delta)}), \quad c_{1p} < 0, \quad (18)$$

ξ – любое при $c_{1p} = 0$ (η ищется из уравнения $c_{1p}\xi + c_{2p}\eta = -\sigma$). Соответствующие значения K_1, K_2 могут быть найдены по формулам

$$K_1^+ = ((1 - R(\delta))c_{2p}) / c_{1p} + (1 - R(\delta)) / (2c_{1p}\eta) [-\sigma \pm \sqrt{\sigma^2 / R(\delta) - (2c_{2p}\eta - \sigma)}],$$

$$K_2 = K_1^2 / (1 - R(\delta)) \text{ в случае } c_{1p}\xi + c_{2p}\eta = \sigma \text{ и}$$

$$K_1^- = ((1 - R(\delta))c_{2p}) / c_{1p} + (1 - R(\delta)) / (2c_{1p}\eta) [\sigma \pm \sqrt{\sigma^2 / R(\delta) - (2c_{2p}\eta - \sigma)}],$$

$$K_2 = K_1^2 / (1 - R(\delta)) \text{ в случае } c_{1p}\xi + c_{2p}\eta = -\sigma \text{ при } c_{1p} \neq 0 \text{ (13). При } c_{1p} = 0 \quad K_1 = \pm c_{2p} / \sigma,$$

$$K_2 = K_1^2 / (1 - R(\delta)).$$

Если сечения рассматриваемого класса, проходящего через точку пересечения траектории с границей полосы не существует, то движение вдоль траектории продолжается до момента попадания на огибающую семейства сечений функций Ляпунова (10), (13), вписанных в полосу, а именно на одну из кривых

$$c_{2p}\eta - c_{1p}\xi - 2 \operatorname{sgn}[c_{1p}\eta] \sqrt{(1 - R(\delta)) / c_{1p} c_{2p} \xi \eta} \pm \sigma \sqrt{R(\delta)} = 0, \quad (19)$$

и при этом $K_1 = \sqrt{(1 - R(\delta)) / c_{2p}\xi // c_{1p}\eta \Gamma^{-1}}$, либо

$$c_{2p}\eta - c_{1p}\xi + 2 \operatorname{sgn}[c_{1p}\eta] \sqrt{(1 - R(\delta)) / c_{1p}c_{2p}\xi\eta} \pm \sigma \sqrt{R(\delta)} = 0, \quad (20)$$

и $K_1 = -\sqrt{(1 - R(\delta)) / c_{2p}\xi // c_{1p}\eta \Gamma^{-1}}$. Соответствующие значения K_2 можно легко найти в силу (13).

На рис. 1 показано, как располагается огибающая семейства эллипсов при различных допустимых значениях δ . При этом, в случае $\delta = -2\lambda_2$, кривые (19), (20) вырождаются в прямые $c_{2p}\eta - c_{1p}\xi = \pm\sigma$, а в случае $\delta = 0$ область, ограниченная прямыми и огибающей, дает максимально возможную для класса квадратичных функций Ляпунова оценку области притяжения устойчивого состояния равновесия, целиком принадлежащую полосе. Для кривых, изображенных на рис.1, $0 < \delta_1 < \delta_2 < -2\lambda_2$.

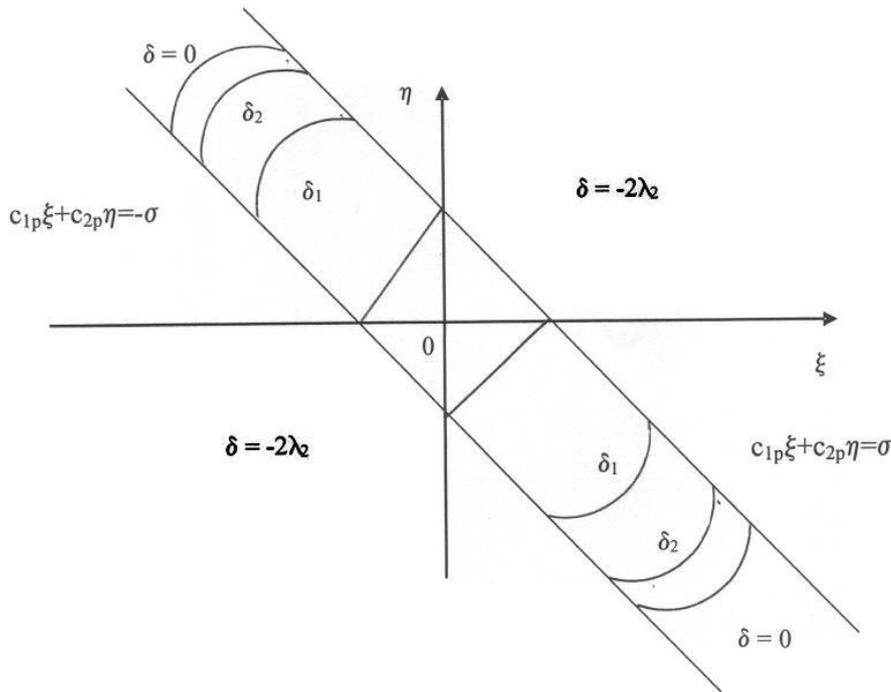


Рис. 1 – Расположение огибающей семейства эллипсов при допустимых значениях δ в случае действительных значений λ_1, λ_2

Таким образом, для построения условно-экстремальной функции Ляпунова для исходной нелинейной системы (1) можно поступить следующим образом. Поскольку $e^{\lambda_1 t}, e^{\lambda_2 t} \rightarrow 0$ при $t \rightarrow +\infty$, уравнение $|c_{1p}\xi_0 e^{\lambda_1 t} + c_{2p}\eta_0 e^{\lambda_2 t}| = \sigma$ имеет конечное число корней. Пусть \bar{t} – наибольший из них. Рассмотрим точку $(\xi = \xi_0 e^{\lambda_1 \bar{t}}, \eta = \eta_0 e^{\lambda_2 \bar{t}})$ пересечения траектории с границей полосы. Если эта точка принадлежит одному из множеств (15)-(18), то условно-экстремальной будет являться функция, коэффициенты которой ищутся из формулы

$$\xi^2 + 2K_1\xi\eta + K_2\eta^2 = \sigma^2 (K_2 - K_1^2) / (c_{2p}^2 - 2K_1c_{1p}c_{2p} + K_2c_{1p}^2) \quad (21)$$

при учете (13). Если же эта точка не принадлежит ни одному из рассмотренных множеств, то ищется точка пересечения траектории системы с одной из кривых (19), (20), и строится функция Ляпунова с коэффициентами, соответствующими точкам этих кривых.

2. В случае, когда $\lambda_{1,2} = \mu \pm j\nu$ ($\mu < 0$), система (2) линейным невырожденным преобразованием координат [4, С. 74-75]

$$\begin{aligned} u &= \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2, \\ v &= (1/\nu)[(a_{11} - \mu)\beta_1 + a_{21}\beta_2]x_1 + (a_{12}\beta_1 + (a_{22} - \mu)\beta_2)x_2, \end{aligned} \quad (22)$$

где $\beta_1\beta_2 \neq 0$ произвольные постоянные, приводится к виду

$$\dot{u} = \mu u - \nu v, \dot{v} = \nu u + \mu v. \quad (23)$$

При этом функция $V(x_1, x_2)$ (6) преобразуется как $V(x_1, x_2) = c_K V_K(u, v)$, где $V_K(u, v)$ - положительно определенная квадратичная форма

$$V_K(u, v) = u^2 + 2K_1uv + K_2v^2 \quad (K_2 > K_1^2). \quad (24)$$

Полоса (4) на плоскости (x_1, x_2) перейдет в полосу

$$|c_{1K}u + c_{2K}v| \leq \sigma \quad (25)$$

на плоскости u, v , а сечение функции Ляпунова (4) $V(x_1, x_2) = V_0$, вписанное в полосу (4), перейдет в сечение функции (24) $V_K(u, v) = V_{0K}$, вписанное в полосу (25), причем

$$(\dot{V}(x_1, x_2)/V_0)[V(x_1, x_2) = V_0] = (\dot{V}_K(u, v)/V_{0K})[V_K(u, v) = V_{0K}]. \quad (26)$$

Подобно предыдущему случаю можно показать [7], что $V_K(u, v)$ является функцией Ляпунова, если имеет место

$$\mu^2 - 2K_1\mu v + K_2v^2 < 1, \quad (1 + K_2)^2 \leq (K_2 - K_1^2)[4\mu^2v^{-2} + 4]. \quad (27)$$

Более того, условие $\min |\dot{V}_K(u, v)| = \delta V_{0K}$ имеет место на любом сечении $V_K(u, v) = V_{0K}$, если

$$(1 + K_2)^2 = c(\delta)(K_2 - K_1^2), \quad c(\delta) = (\delta + 2\mu)^2v^{-2} + 4, \quad (28)$$

причем $0 < \delta \leq -2\mu$, а $K_2 \in [K_2^{(1)}, K_2^{(2)}]$, где

$$K_2^{(1,2)} = (1/2)[c(\delta) - 2 \pm \sqrt{c(\delta)(c(\delta) - 4)}]. \quad (29)$$

Принимая во внимание (28)-(29), а также тот факт, что для любого сечения $V_K(u, v) = V_{0K}$, вписанного в полосу,

$$V_{0K} = \sigma^2(K_2 - K_1^2)/(c_{2K}^2 - 2c_{1K}c_{2K} + K_2c_{1K}^2), \quad (30)$$

получаем следующую математическую постановку задачи нахождения условно-экстремальной функции Ляпунова для траектории с заданной начальной точкой (u_0, v_0)

$$\left\{ \begin{array}{l} u^2(t) \pm 2\sqrt{K_2 - \frac{(1+K_2)^2}{c(\delta)}}u(t)v(t) + K_2v^2(t) \leq \\ \leq \frac{\sigma^2(1+K_2)^2}{c(\delta)[c_{2K}^2 \mp 2\sqrt{K_2 - \frac{(1+K_2)^2}{c(\delta)}}c_{1K}c_{2K} + K_2c_{1K}^2]}, \\ t \rightarrow \min, \end{array} \right. \quad (31)$$

где $u(t) = e^{\mu t}(u_0 \cos \nu t - v_0 \sin \nu t)$, $v(t) = e^{\mu t}(v_0 \cos \nu t + u_0 \sin \nu t)$.

Для точек прямой $c_{1K}u + c_{2K}v = \sigma$ сечение квадратичной функции Ляпунова, удовлетворяющее условию $\min |\dot{V}_K(u, v)| = \delta V_{0K}$ и вписанное в полосу, существует только, если

$$\begin{aligned} \frac{\sigma}{2(c_{1K}^2 + c_{2K}^2)}(2c_{1K} - \sqrt{c(\delta) - 4}c_{2K}) &\leq u \leq \\ &\leq \frac{\sigma}{2(c_{1K}^2 + c_{2K}^2)}(2c_{1K} + \sqrt{c(\delta) - 4}c_{2K}), c_{2K} > 0, \end{aligned} \quad (32)$$

$$\begin{aligned} \frac{\sigma}{2(c_{1K}^2 + c_{2K}^2)}(2c_{1K} + \sqrt{c(\delta) - 4}c_{2K}) &\leq u \leq \\ &\leq \frac{\sigma}{2(c_{1K}^2 + c_{2K}^2)}(2c_{1K} - \sqrt{c(\delta) - 4}c_{2K}), c_{2K} < 0, \end{aligned}$$

а для точек прямой $c_{1K}u + c_{2K}v = -\sigma$, если

$$\begin{aligned} \frac{\sigma}{2(c_{1K}^2 + c_{2K}^2)}(2c_{1K} + \sqrt{c(\delta) - 4c_{2K}}) &\leq u \leq \\ &\leq \frac{\sigma}{2(c_{1K}^2 + c_{2K}^2)}(2c_{1K} - \sqrt{c(\delta) - 4c_{2K}}), c_{2K} > 0, \\ \frac{\sigma}{2(c_{1K}^2 + c_{2K}^2)}(2c_{1K} - \sqrt{c(\delta) - 4c_{2K}}) &\leq u \leq \\ &\leq \frac{\sigma}{2(c_{1K}^2 + c_{2K}^2)}(2c_{1K} + \sqrt{c(\delta) - 4c_{2K}}), c_{2K} < 0. \end{aligned} \quad (33)$$

Если сечения рассматриваемого класса, проходящего через точку пересечения траектории отображения с границей полосы не существует, то движение вдоль траектории продолжается до момента попадания на огибающую семейства сечений функций Ляпунова (27), вписанных в полосу, а именно на одну из кривых

$$c_{2K}u - c_{1K}v \pm \sqrt{\frac{c(\delta)}{c(\delta) - 4}(c_{1K}^2 + c_{2K}^2)(u^2 + v^2)} = \pm \frac{2\sigma}{(c_{1K}^2 + c_{2K}^2)\sqrt{c(\delta) - 4}}, \quad (34)$$

$$c_{2K}u + c_{1K}v \pm \sqrt{\frac{c(\delta)}{c(\delta) - 4}(c_{1K}^2 + c_{2K}^2)(u^2 + v^2)} = \pm \frac{2\sigma}{(c_{1K}^2 + c_{2K}^2)\sqrt{c(\delta) - 4}}. \quad (35)$$

Легко проверить, что отрезки прямых (32),(33) и куски кривых (34),(35) стыкуются в точках прямых $c_{1K}u + c_{2K}v = \pm\sigma$ при $u = \sigma(2c_{1K} \pm 2\sqrt{c(\delta) - 4c_{2K}})/(2(c_{1K}^2 + c_{2K}^2))$. На рис. 2 приведен вид огибающей для $c_{1K} = c_{2K} = 1, \mu = -1, v = \sqrt{2}, \delta = 0, 0.5, 2$.

Заметим, что область, ограниченная прямыми и огибающей семейства сечений в случае $\delta = 0$ дает максимально возможную для класса квадратичных функций Ляпунова оценку множества, принадлежащего полосе и обладающего тем свойством, что траектория системы (23) не сможет его покинуть с течением времени. Случай $\delta = -2\mu = 2$ в данном случае является особым. В этом случае $c(\delta) = 4$ и существует единственное значение $K_2 = 1$, для которого сечение $u^2 + v^2 = \sigma^2 / 2$ вписано в полосу.

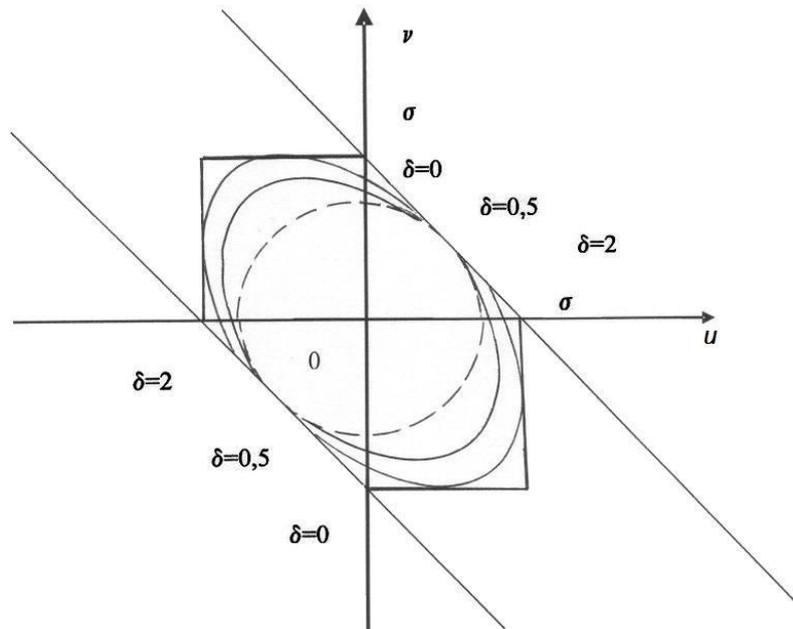


Рис. 2 – Расположение огибающей семейства эллипсов при допустимых значениях δ в случае комплексных значений λ_1, λ_2

Непосредственно о построении условно-экстремальной функции Ляпунова для траектории нелинейной системы, соответствующей (23), с начальной точкой (u_0, v_0) (координаты которой ищутся по (x_{10}, x_{20}) в силу (22)), можно отметить следующее. Воспользуемся тем, решение системы (23) с начальной точкой (u_0, v_0) может быть записано как

$$u(t) = r_0 e^{\mu t} \cos(\nu t + \alpha_0), v(t) = r_0 e^{\mu t} \sin(\nu t + \alpha_0), \quad (36)$$

где $r_0 = \sqrt{u_0^2 + v_0^2}$, $\alpha_0 = \arctg(v_0/u_0)$ при $u_0 > 0$ и $\alpha_0 = \pi + \arctg(v_0/u_0)$ при $u_0 < 0$. Легко видеть, что точки пересечения (36) с одной из границ полосы, а также соответствующие значения $t > 0$ могут быть найдены из уравнений

$$r_0 e^{\mu t} (c_{1K} \cos(\nu t + \alpha_0) + c_{2K} \sin(\nu t + \alpha_0)) = \pm \sigma. \quad (37)$$

Т.к. $0 < e^{\mu t} < 1$, то существует конечное число решений (37), причем интерес представляет t_0 , являющееся максимальным из них.

Если значение t_0 таково, что $u(t_0)$ принадлежит одному из отрезков (32),(33) прямых $c_{1K}u + c_{2K}v = \pm \sigma$, то соответствующие значения K_2 легко можно найти из соотношений

$$u(t_0) = \pm \frac{\sigma(K_2 c_{1K} - \sqrt{K_2 - (1 + K_2)^2 / c(\delta)} c_{2K})}{c_{22}^2 - 2\sqrt{K_2 - (1 + K_2)^2 / c(\delta)} c_{1K} c_{2K} + K_2 c_{1K}^2}$$

для $V_K^{(+)}(u, v)$, и

$$u(t_0) = \pm \frac{\sigma(K_2 c_{1K} + \sqrt{K_2 - (1 + K_2)^2 / c(\delta)} c_{2K})}{c_{22}^2 + 2\sqrt{K_2 - (1 + K_2)^2 / c(\delta)} c_{1K} c_{2K} + K_2 c_{1K}^2}$$

для $V_K^{(-)}(u, v)$ соответственно.

Если значение t_0 таково, что $u(t_0)$ не принадлежит ни одному из отрезков (32),(33), то ищется точка пересечения траектории (36) с любой из кривых (34),(35) в полосе. Поскольку попадание траектории внутрь области, ограниченной огибающей и отрезками (32),(33) прямых $c_{1K}u + c_{2K}v = \pm \sigma$ гарантирует ее невыход из этой области, то существует единственное значение $t_1 > 0$, отвечающее решению задачи.

4. Заключение

Приведенные выше рассуждения показывают, что, как и в случае дискретных динамических систем [10], в случае непрерывных динамических систем на плоскости задача построения условно-экстремальной функции Ляпунова допускает аналитическое решение. Причем построенная таким образом квадратичная функция Ляпунова удобна для применения в задаче нахождения длительности переходных процессов в системе.

Список литературы / References

1. Горюнов В. И. Техническая полоса захвата одноконтурного синтезатора частоты / В. И. Горюнов, В. Н. Ерусланов, Н. И. Лобашов // Техника средств связи. Сер. Техника радиосвязи. – 1990. – Вып. 2. – С. 88-94.
2. Горюнов В. И. К анализу быстродействия синтезатора при переключениях по диапазону / В. И. Горюнов, В. Н. Ерусланов, М. Н. Зайцева // Техника средств связи. Сер. Техника радиосвязи. – 1986. – Вып. 3. – С. 44-49.
3. Антоновская О. Г. К анализу формы и длительности переходных процессов при переключениях синтезатора с делителем частоты и пропорционально-интегрирующим фильтром по диапазону / О. Г. Антоновская, В. И. Горюнов, Н. И. Лобашов // Динамика систем: Межвуз. сб. Горький: Изд-во ГГУ, 1989. – С.59-72.
4. Ляпунов А. М. Общая задача об устойчивости движения. / А. М. Ляпунов.. – М.-Л.: Изд-во техн.-теор. лит., 1950. – 472 с.
5. Барбашин Е. А. Функции Ляпунова. / Е. А. Барбашин. – М. Наука, 1970. – 240 с.
6. Четаев Н. Г. Устойчивость движения. / Н. Г. Четаев. – М.: Наука, 1965. – 207 с.
7. Антоновская О. Г. О построении квадратичной функции Ляпунова с заданными свойствами / О. Г. Антоновская // Дифференциальные уравнения. – 2013. – Т.49. – № 9. – С. 1220-1224.
8. Антоновская О. Г. Об определении коэффициентов квадратичной функции Ляпунова с заданными свойствами / О. Г. Антоновская // Дифференциальные уравнения. – 2016. – Т.52. – № 3. – С. 276-281.
9. Сарыбеков Р.А. Экстремальные квадратичные функции Ляпунова систем уравнений второго порядка. / Р.А. Сарыбеков // Сиб. матем. хурн. – 1977. – Т. 18. – № 5. – С. 1159-1167.
10. Антоновская О. Г. О построении и применении условно-экстремальной функции Ляпунова при изучении динамики системы с помощью точечного отображения плоскости в плоскость / О. Г. Антоновская, В. И. Горюнов // Математическое моделирование и оптимальное управление. Вестник ННГУ. Н. Новгород: Изд-во ННГУ. – 2006. – №3(32). – С. 110-117.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Goryunov V. I. Tehnicheskaya polosa zahvata odnokonturnogo sintezatora chastoty [Technical capture strip of one-contour frequency synthesizer] / V. I. Goryunov, V. N. Eruslanov, N. I. Lobashov // Tehnika sredstv svyasi. Ser. Tehnika radiosvyasi [Techniques of communication. Series Techniques of radio-communication]. – 1990. Vyp. 2. P. 88-94. [in Russian]

2. Goryunov V.I. K analizu bystrodeystviya sintezatora pri pereklyucheniyah po diapazonu [On synthesizer speed analysis when switching in a range] / V. I. Goryunov, V. N. Eruslanov, M. N. Zaytseva // *Tehnika sredstv svyazi. Ser. Tehnika radiosvyazi [Techniques of communication. Series Techniques of radio-communication]*. – 1986. Vyp. 3. P. 44–49. [in Russian]
3. Antonovskaya O. G. K analizu formy i dlitelnosti perehodnyh processov pri pereklyucheniyah sintezatora s delitelem chastoty i proporcionalno-integriruyushim filtrom po diapazonu [On the analysis of form and duration of transient processes when switching over a range in the synthesizer with counter and proportional-integrating filter] / O. G. Antonovskaya, V. I. Goryunov, N. I. Lobashov // *Dinamika system: Mezhevuz. sbornik [System dynamics: Inter-university Collection]*. – Gorky: Izd-vo GGU, 1989. P. 59–72. [in Russian]
4. Lyapunov A. M. Obshchaya zadacha ob ustoychivosti dvizheniya [General problem of the stability of motion]. / A. M. Lyapunov. – Moscow–Leningrad : Izdat. Nthn.-teor. Lit., 1950. 472 p. [in Russian]
5. Barbashin E.A. Funktsii Lyapunova [Lyapunov functions]. /E. A. Barbashin. – Moscow: Nauka, 1970. 240 p. [in Russian]
6. Chetaev N. G. Ustoychivost' dvizheniya [Stability of motion]. / N. G. Chetaev. – Moscow: Nauka, 1966. 207 p. [in Russian]
7. Antonovskaya O. G. On the construction of quadratic Lyapunov function with given properties / O. G. Antonovskaya // *Differential equations*. – 2013. – V. 49. – № 9. – P. 1187-1191.
8. Antonovskaya O. G. Determination of coefficients of a quadratic Lyapunov function with given properties / O. G. Antonovskaya // *Differential equations*. – 2016. – V. 52. – № 3. – P. 275-261.
9. Sarybekov R.A. Ekstremal'nye kvadratichnye funktsii Lyapunova system uravneniy vtorogo poryadka [Extremal quadratic Lyapunov functions for systems of second order] / R.A. Sarybekov // *Sib. Matem. Zhurn. [Siberian Mathematical Journal]* – 1977. – V. 18. – № 5. – P. 1159-1167.
10. Antonovskaya O. G. O postroenii i primenении uslovno-ekstremalnoy funktsii Lyapunova pri izuchenii ddinamiki sistema s pomoshhyu tochechnogo otobrazheniya ploskosti v ploskost' [On a construction and use of extreme-conditional Lyapunov function when studying system dynamics by poinj mapping plane to plane] / O. G. Antonovskaya // *Matematicheskoe modelirovanie i optimal'noe upravlenie [Mathematical modeling and optimal control] Vestnik NNGU. N. Novgorod: Izd-vo NNGU. – 2006. – № 3(32). – P. 110-117. [in Russian]*

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.066>

Антоновская О.Г.

ORCID: 0000-0002-5688-7996, Кандидат физ.-мат. наук,

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

ПРИМЕНЕНИЕ КВАДРАТИЧНЫХ ФУНКЦИЙ ЛЯПУНОВА ПРИ РЕШЕНИИ ПРИКЛАДНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Аннотация

В настоящей статье предлагается методика определения момента окончания переходного процесса при изменении параметров непрерывной динамической системы на основе применения прямого метода Ляпунова, основанная на оценивании областей притяжения состояний равновесия. За оценку области, которую траектория системы не покинет с течением времени, принимается окрестность состояния равновесия, в которой первая производная функции Ляпунова отрицательна. Функция Ляпунова выбирается в виде положительно определенной квадратичной формы, для которой знакоотрицательность ее первой производной в силу линеаризованной системы обеспечивается с заданным запасом.

Ключевые слова: непрерывная динамическая система, макроструктура пространства состояний, метод функций Ляпунова.

Antonovskaya O.G.

ORCID: 0000-0002-5688-7996, PhD in Physics and Mathematics,

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering

APPLICATION OF LYAPUNOV'S QUADRATIC FUNCTIONS IN SOLVING APPLIED DYNAMIC PROBLEMS

Abstract

In the following paper, we propose a technique for determining the moment of the end of the transient process when the parameters of a continuous dynamic system are changed on the basis of the application of the direct Lyapunov method, based on the estimation of the regions of attraction of equilibrium states. For an estimate of the region the trajectory of the system does not leave with time, we take a neighborhood of the equilibrium state where the first derivative of the Lyapunov function is negative. The Lyapunov function is chosen in the form of a positive definite quadratic form, where the negative sign of its first derivative is provided with a given margin due to a linear system.

Keywords: continuous dynamic system, macrostructure of the state space, the Lyapunov function method.

При исследовании динамики систем одной из наиболее важных является проблема определения длительности переходных процессов в системе. В ходе решения задачи определения длительности переходных процессов в существенно нелинейных системах при переключении параметров в заданном диапазоне возникает задача точного определения момента окончания переходного процесса в системе [1], [2], [3]. Дело в том, что критерием его окончания может оказаться попадание траектории на заданное, быть может, неограниченное множество, содержащее

состояние равновесия, соответствующее рабочему режиму системы [1], [3]. И тот факт, что траектория попала на заданное множество, не гарантирует того, что она в дальнейшем этого множества не покинет. Таким образом, возникает задача получения оценок областей притяжения, т.е. таких областей, которые траектория с течением времени не покинет. Для решения этой задачи может быть использован второй (прямой) метод Ляпунова или метод функций Ляпунова, когда изучается поведение некоторой вспомогательной функции вдоль траекторий системы [4], [5], [6].

Центральное место во втором (прямом) методе Ляпунова занимает проблема построения функции Ляпунова. При этом функцию Ляпунова нелинейной динамической системы часто ищут в классе положительно определенных квадратичных форм, исходя из того условия, что построенная квадратичная форма является функцией Ляпунова для соответствующей линеаризованной системы [5, С. 120-132]. Кроме того, может ставиться вопрос о построении квадратичных функций Ляпунова с некоторыми заданными свойствами, которые определяются особенностями задачи. В частности, в динамических задачах, когда интерес представляют собой уже не только качественные, но и количественные характеристики системы, возникает необходимость ограничений на первую производную функции Ляпунова вдоль траекторий системы [7,8].

В настоящей работе предлагается способ получения аналитических оценок окрестности асимптотически устойчивого состояния равновесия непрерывной динамической системы, которую траектория системы с течением времени не покинет, основанный на применении прямого метода Ляпунова и использующий методику работ [9,10].

Пусть нелинейная непрерывная динамическая система задана системой дифференциальных уравнений

$$\dot{x}_i = f_i(x_1, x_2, \dots, x_n), (i = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

имеющей асимптотически устойчивое состояние равновесие $x_1 = x_2 = \dots = x_n = 0$. И пусть функции f_i имеют непрерывные частные производные до второго порядка включительно. Запишем (1) в виде [4, С. 74-75]

$$\dot{x}_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j + \Omega_i(x_1, x_2, \dots, x_n), (i = 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

где $a_{ij} = \left(\frac{\partial f_i}{\partial x_j} \right)_0$ - постоянные, равные значениям частных производных функций f_i при

$x_1 = x_2 = \dots = x_n = 0$, а Ω_i - остаточные члены второго порядка в разложении по формуле Тейлора

$$\Omega_i(x_1, x_2, \dots, x_n) = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \frac{\partial^2 f_i}{\partial x_j \partial x_k} x_j x_k, (i = 1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

В силу непрерывности вторых производных для остаточных членов (3) на любом ограниченном множестве, содержащем состояние равновесия, можно указать оценку

$$|\Omega_i(x_1, x_2, \dots, x_n)| \leq C \sum_{j=1}^n x_j^2, C = Ln/2, (i = 1, 2, \dots, n) \quad (4)$$

где $\left| \frac{\partial^2 f_i}{\partial x_j \partial x_k} \right| \leq L (i, j, k = 1, 2, \dots, n)$.

Выберем функцию Ляпунова в классе положительно определенных квадратичных форм

$$V(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n K_{ij}x_i x_j \quad (K_{ij} = K_{ji}, i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (5)$$

так, чтобы она была функцией Ляпунова соответствующей (2) линеаризованной системы

$$\dot{x}_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j, (i = 1, 2, \dots, n) \quad (6)$$

и удовлетворяла при этом условию [6,7] $\max_{V=V_0} (\dot{V}/V) = -\delta \quad (2 \max_{i=1,n} \{Re \lambda_i\} \leq -\delta < 0)$, где

$$\dot{V}(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n K_{ij}(\dot{x}_i x_j + x_i \dot{x}_j) \quad (7)$$

первая производная (5) в силу линеаризованной системы, а $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n, \quad \lambda_i < 0 \quad (i = 1, 2, \dots, n)$ - собственные числа матрицы системы $A = (a_{ij})$. В [8] показано, что выбор коэффициентов (5), удовлетворяющей этому условию, можно осуществить с помощью простых явных соотношений.

Оценим первую производную такой функции Ляпунова для нелинейной системы (2) подобно [4].

Следует отметить, что, согласно [10], в точках поверхности уровня $V(x_1, x_2, \dots, x_n) = V_0$ имеют место неравенства

$$|x_i| \leq C_i \sqrt{V_0}, C_i = \sqrt{A_{ii} / \det K} \quad (i = 1, 2, \dots, n), \quad (8)$$

где A_{ii} – алгебраическое дополнение элемента K_{ii} в матрице $K = (K_{ij})$, а $\det K$ – определитель матрицы K . Но тогда, согласно (4),

$$|\Omega_i(x_1, x_2, \dots, x_n)| \leq M V_0, \quad M = C \sum_{j=1}^n C_j^2 \quad (i = 1, 2, \dots, n), \quad (9)$$

а первая производная (5) в силу нелинейной системы (2) будет иметь вид

$$\tilde{V}(x_1, x_2, \dots, x_n) = \dot{V}(x_1, x_2, \dots, x_n) + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n K_{ij} (x_i \Omega_j + x_j \Omega_i), \quad (10)$$

где $\dot{V}(x_1, x_2, \dots, x_n)$ есть первая производная (5) в силу уравнений линейной системы. Так как на сечении $\dot{V}(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq -\delta V_0$, то, учитывая ограничения (8), (9), получаем, что

$$\tilde{V} \leq -\delta V_0 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |K_{ij}| (C_i + C_j) M V_0 \sqrt{V_0}. \quad (11)$$

Значит, неравенство $\tilde{V} < 0$ будет обязательно выполняться, если

$$-\delta + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |K_{ij}| (C_i + C_j) M \sqrt{V_0} < 0, \quad (12)$$

поскольку $V_0 > 0$. То есть при

$$0 \leq \sqrt{V_0} < \delta \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |K_{ij}| (C_i + C_j) M \right)^{-1} \quad (13)$$

первая производная в силу нелинейной системы будет отрицательной. Таким образом, доказана следующая теорема.

Теорема. Область

$$S_y = \{ (x_1, x_2, \dots, x_n) : V(x_1, x_2, \dots, x_n) < V_{0y} \}, \quad (14)$$

где

$$V_{0y} = \delta^2 \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |K_{ij}| (C_i + C_j) M \right)^{-2}, \quad (15)$$

является оценкой снизу области притяжения асимптотически устойчивого состояния равновесия $x_1 = x_2 = \dots = x_n = 0$ системы дифференциальных уравнений (2).

Замечание 1. Оценка (14) может быть использована при определении точного момента окончания длительности переходного процесса в динамической системе, математическая модель которой представляет собой нелинейную систему дифференциальных уравнений вида (2), при численном исследовании поведения ее траекторий. Пусть критерием окончания переходного процесса является попадание траектории системы (2) на заданное множество D_σ , содержащее устойчивое состояние равновесия системы. В случае, если множество (14)-(15) $S_y \subset D_\sigma$, его можно принять за окрестность состояния равновесия, которую траектория системы не покинет с течением времени. Если это не так, рассмотрим множество

$$S_\sigma = \{ (x_1, x_2, \dots, x_n) : V(x_1, x_2, \dots, x_n) < V_{0\sigma} \} \quad (16)$$

для поверхности уровня $V(x_1, x_2, \dots, x_n) = V_{0\sigma}$, вписанной в D_σ . Например, в случае, когда D_σ есть « σ -полоса»

$$| \sum_{k=1}^n p_k x_k | \leq \sigma, \quad (17)$$

значение

$$V_{0\sigma} = \frac{\sigma^2 \det K}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n A_{ij} p_i p_j} \quad (18)$$

Скажем, при $n = 2$

$$V_{0\sigma} = \frac{\sigma^2 (K_{11}K_{22} - K_{12}^2)}{K_{22}p_2^2 - 2K_{12}p_1p_2 + K_{11}p_1^2} \quad (19)$$

Так как в этом случае $V_{0\sigma} < V_{0y}$, то $\tilde{V} < 0$ на множестве (16), и его можно принять за искомую окрестность состояния равновесия. То есть в качестве окрестности состояния равновесия (2), которую траектория системы не покинет с течением времени, можно взять множество

$$S_0 = \{ (x_1, x_2, \dots, x_n) : V(x_1, x_2, \dots, x_n) < V_0 \}, \quad (20)$$

где $V_0 = \min\{V_{0\sigma}, V_{0y}\}$, а момент окончания переходного процесса в системе определять следующим образом.

За начальную точку траектории выберем точку, координаты которой соответствуют координатам состояния равновесия при значении параметра, с которого происходит переключение, по отношению к координатам состояния равновесия $x_1 = x_2 = \dots = x_n = 0$, соответствующего значению параметра, на которое переключение происходит. Вычисления будем проводить до тех пор, пока траектория системы не попадет на множество D_σ , содержащее $x_1 = x_2 = \dots = x_n = 0$. Запомнив момент попадания траектории на D_σ , продолжим вычисления до тех пор, пока либо траектория не попадет в область (19), либо не покинет множество D_σ . В первом случае будем считать моментом окончания переходного процесса запомненный ранее момент попадания в D_σ , во втором – продолжим вычисления до следующего момента попадания траектории на D_σ , с последующим повторением всей процедуры.

Замечание 2. Доказанная теорема может быть использована для получения оценок области притяжения состояния равновесия нелинейной системы (2) [9]. Пусть мы ищем оценку области притяжения состояния равновесия $x_1 = x_2 = \dots = x_n = 0$ системы (2), принадлежащую ограниченному множеству $|x_i| \leq b_i$ ($i = 1, 2, \dots, n$). Поскольку поверхности уровня $V(x_1, x_2, \dots, x_n) = V_0$, вписанной в $|x_i| \leq b_i$ ($i = 1, 2, \dots, n$), соответствует значение $V_{0m} = \min_i \{ b_i^2 \det K / A_{ii} \}$ [9], то искомой аналитической оценкой области притяжения является множество

$$S_m = \{ (x_1, x_2, \dots, x_n) : V(x_1, x_2, \dots, x_n) < \min\{V_{0m}, V_{0y}\} \}. \quad (21)$$

Замечание 3. 1. Пусть все корни характеристического уравнения, соответствующего состоянию равновесия $x_1 = x_2 = \dots = x_n = 0$, действительны и различны, причем $\lambda_1 < \lambda_2 < \dots < \lambda_n < 0$. В этом случае всегда существует линейное невырожденное преобразование координат, приводящее систему (10) к каноническому виду (столбцы матрицы преобразования координат являются собственными векторами матрицы A , соответствующими собственным значениям $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ соответственно).

Рассмотрим систему дифференциальных уравнений вида

$$\dot{x}_i = \lambda_i x_i + \Omega_i(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (22)$$

Следует отметить, что согласно [8], квадратичную функцию Ляпунова для системы (22) можно выбрать в виде

$$V(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^{n-2} K_{ii} x_i^2 + K_{n-1, n-1} x_{n-1}^2 + 2K_{n-1, n} x_{n-1} x_n + K_{nn} x_n^2 \quad (23)$$

где

$$K_{n-1, n}^2 = (1 - R(\delta)) K_{n-1, n-1} K_{nn}, \quad R(\delta) = (\lambda_{n-1} - \lambda_n)^2 (\lambda_{n-1} + \lambda_n - \delta)^{-2} \quad (24)$$

($2\lambda_{3n} \leq \delta \leq 0$). Здесь $K_{ii} > 0, i = 1, 2, \dots, n, K_{n-1, n-1} K_{nn} - K_{n-1, n}^2 > 0$. Тогда, в силу доказанной теоремы, получим, что в этом случае

$$V_{0y} = \delta^2 \left(2 \left(\sum_{i=1}^n |K_{ii}| C_i + \sqrt{(1 - R(\delta)) K_{n-1, n-1} K_{nn} (C_n + C_{n-1})} \right) M \right)^{-2}. \quad (25)$$

2. Пусть все корни характеристического уравнения, соответствующего состоянию равновесия $x_1 = x_2 = \dots x_n = 0$, таковы, что $\lambda_1 < \lambda_2 < \dots < \lambda_{n-2} < \mu < 0$, т.е. действительны и различны. И пусть $\lambda_{n-1,n} = \mu \pm i\nu$. В этом случае всегда существует линейное невырожденное преобразование координат, приводящее линеаризованную систему к каноническому виду [4].

Рассмотрим систему дифференциальных уравнений

$$\begin{aligned} \dot{x}_i &= \lambda_i x_i + \Omega_i(x_1, x_2, \dots, x_n), & (i = 1, 2, \dots, n-2) \\ \dot{x}_{n-1} &= \mu x_{n-1} - \nu x_n + \Omega_{n-1}(x_1, x_2, \dots, x_n), \end{aligned} \quad (26)$$

$$\dot{x}_n = \nu x_{n-1} + \mu x_n + \Omega_n(x_1, x_2, \dots, x_n),$$

Заметим [7], что в этом случае квадратичную функцию Ляпунова, удовлетворяющую условию $\max_{V=V_0} (\dot{V}/V) = -\delta$ ($2 \max_{i=1,n} \{ \operatorname{Re} \lambda_i \} \leq -\delta < 0$), можно выбрать в виде (23), где

$$(K_{n-1,n-1} + K_{nn})^2 = C(\delta)(K_{n-1,n-1}K_{nn} - K_{n-1,n}^2), \quad (27)$$

$C(\delta) = (-\delta - 2\mu)^2 \nu^{-2} + 4$. В частности, в случае $K_{n-1,n-1} = K_{nn}$,

$$((\mu + \delta)^2 + 4\nu^2)K_{n-1,n}^2 = (\mu + \delta)^2 K_{n-1,n-1}K_{nn}. \quad (28)$$

Тогда, в силу доказанной теоремы, в этом случае

$$V_{0y} = \delta^2 \left(2 \left(\sum_{i=1}^n |K_{ii}| C_i + \sqrt{(2\mu - \delta)^2 / ((2\mu - \delta)^2 + 4\nu^2)} K_{nn} (C_n + C_{n-1}) \right) M \right)^{-2}.$$

Список литературы / References

1. Горюнов В. И. Техническая полоса захвата одноконтурного синтезатора частоты / В. И. Горюнов, В. Н. Ерусланов, Н. И. Лобашов // Техника средств связи. Сер. Техника радиосвязи. – 1990. – Вып. 2. – С. 88-94.
2. Горюнов В. И. К анализу быстродействия синтезатора при переключениях по диапазону / В. И. Горюнов, В. Н. Ерусланов, М. Н. Зайцева // Техника средств связи. Сер. Техника радиосвязи. – 1986. – Вып. 3. – С. 44-49.
3. Антоновская О. Г. К анализу формы и длительности переходных процессов при переключениях синтезатора с делителем частоты и пропорционально-интегрирующим фильтром по диапазону / О. Г. Антоновская, В. И. Горюнов, Н. И. Лобашов // Динамика систем: Межвуз. сб. Горький: Изд-во ГГУ, 1989. – С.59-72.
4. Ляпунов А. М. Общая задача об устойчивости движения. / А. М. Ляпунов.. – М.-Л.: Изд-во техн.-теор. лит., 1950. – 472 с.
5. Барбашин Е. А. Функции Ляпунова. / Е. А. Барбашин. – М. Наука, 1970. – 240 с.
6. Четаев Н. Г. Устойчивость движения. / Н. Г. Четаев. – М.: Наука, 1965. – 207 с.
7. Антоновская О. Г. О построении квадратичной функции Ляпунова с заданными свойствами / О. Г. Антоновская // Дифференциальные уравнения. – 2013. – Т.49. – № 9. – С. 1220-1224.
8. Антоновская О. Г. О построении квадратичной функции Ляпунова с заданными свойствами / О. Г. Антоновская // Дифференциальные уравнения. – 2016. – Т.52. – № 3. – С. 276-281.
9. Антоновская О. Г. Об одном способе оценки области притяжения устойчивого решения системы дифференциальных уравнений / О. Г. Антоновская // Международный научный журнал «Инновационная наука». – 2015. – №9. – С. 11-15.
10. Антоновская О. Г. Об одном способе оценки размеров области притяжения неподвижной точки нелинейного точечного отображения произвольной размерности / О. Г. Антоновская, В. И. Горюнов // Известия вузов. Математика. – 2016. – № 12. – С. 12-18.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Goryunov V. I. Tehnicheskaya polosa zahvata odnokonturnogo sintezatora chastoty [Technical capture strip of one-contour frequency synthesizer] / V .I. Goryunov, V. N. Eruslanov, N. I. Lobashov // Tehnika sredstv svyazi. Ser. Tehnika radiosvyasi [Techniques of communication. Series Techniques of radio-communication]. – 1990. Vyp. 2. P. 88–94. [in Russian]
2. Goryunov V.I. K analizu bystrodeystviya sintezatora pri pereklyucheniyah po diapazonu [On synthesizer speed analysis when switching in a range] / V .I. Goryunov, V. N. Eruslanov, M. N. Zaytseva // Tehnika sredstv svyazi. Ser. Tehnika radiosvyasi [Techniques of communication. Series Techniques of radio-communication]. – 1986. Vyp. 3. P. 44–49. [in Russian]
3. Antonovskaya O. G. K analizu formy I dlitelnosti perehodnyh processov pri pereklyucheniyah sintezatora s delitelem chastoty I proporsionalno-integtriruyushim filtrom po diapazonu [On the analysis of form and duration of transient processes when switching over a range in the synthesizer with counter and proportional-integrating filter] / O. G. Antonovskaya, V. I. Goryunov, N. I. Lobashov // Dinamika system: Mezhvuz. sbornik [System dynamics: Inter-university Collection]. – Gorky: Izd-vo GGU, 1989. P. 59–72. [in Russian]
4. Lyapunov A. M. Obshchaya zadacha ob ustoychivosti dvizheniya [General problem of the stability of motion]. / A. M. Lyapunov. – Moscow–Leningrad : Izdat. Nthn.-teor. Lit., 1950. 472 p.
5. Barbashin E.A. Funktsii Lyapunova [Lyapunov functions]. /E. A. Barbashin. – Moscow: Nauka, 1970. 240 p.
6. Chataev N. G. Ustoychivost' dvizheniya [Stability of motion]. / N. G. Chetaev. – Moscow: Nauka, 1966. 207 p.

7. Antonovskaya O. G. On the construction of quadratic Lyapunov function with given properties / O. G. Antonovskaya // Differential equations. – 2013. – V. 49. – № 9. – P. 1187-1191.
8. Antonovskaya O. G. Determination of coefficients of a quadratic Lyapunov function with given properties / O. G. Antonovskaya // Differential equations. – 2016. – V. 52. – № 3. – P. 275-261.
9. Antonovskaya O. G. Ob odnom sposobe otsenki oblasti prityazheniya ustoychivogo resheniya sistemy differentsialnyh uravneniy [On a method of evaluation of attraction domain for fixed point of the stable solution of differential system] / O. G. Antonovskaya // Mezhdunarodnyy zhurnal "Innovatsionnaya nauka" [International magazine "Innovation Science"]. – 2015. – № 9. – P. 11-15. [in Russian]
10. Antonovskaya O. G. On a method of evaluation of attraction domain for fixed point of nonlinear point mapping of arbitrary dimension / O. G. Antonovskaya, V. I. Goryunov // Russian Mathematics. – 2016. – V. 60. – № 12. – P. 10-14.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.087>

Долапчи С.М.¹, Денисова О.А.²

¹ ORCID: 0000-0001-9609-5937, Южно-Уральский институт управления и экономики

² ORCID: 0000-0001-6374-3109, доктор физико-математических наук, доцент,

Уфимский государственный нефтяной технический университет

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМООБРАБОТКИ НА КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КВАРЦЕВОГО СТЕКЛА

Аннотация

Основу прочной поверхности в силикатных стёклах составляют кремнекислородные тетраэдры, являющиеся наноструктурами для макрообразований, которые называются глобулами. Чем меньше размер глобул, тем прочнее поверхность, так как между ними образуется большее количество силоксановых связей. Данный фактор влияет на качество поверхности изделия, что улучшает индуктивность контура резонатора, следовательно, повышает коэффициент добротности. Размер глобул обеспечивает технология отжига. Процесс отпуска происходит при градиенте температур 300°С в час. Дальнейшее изменение температуры охлаждения ведёт к образованию трещин. Опыты, проведённые с помощью метода Виккерса и метода лежащей капли на дистиллированной воде и глицерине показали, что наибольшая прочность поверхности достигается в резонаторах, отожжённых в диапазоне температур 950 – 1080°С, а коэффициент добротности принимает максимальное значение.

Ключевые слова: энергия Гиббса, объёмная энергия, поверхностная энергия, отжиг, силоксановая связь, кремнекислородные тетраэдры, натрий, прочность, упругость, глобула, энтальпия, энтропия.

Dolapchi S.M.¹, Denisova O.A.²

¹ ORCID: 0000-0001-9609-5937, South Ural Institute of Management and Economics,

² ORCID: 0000-0001-6374-3109, PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor,

Ufa State Petroleum Technological University

INFLUENCE OF THERMAL PROCESSING ON QUALITY OF PRODUCTS SURFACE MADE OF QUARTZ GLASS

Abstract

Silicon-oxygen tetrahedra is the basis of a strong surface in silicate glasses. They are nanostructures for macroformations, which are called globules. The smaller the size of globules is, the stronger is the surface, because more siloxane bonds form between them. This factor affects the quality of the product surface, which improves the inductance of the resonator circuit, and therefore, increases the Q factor. The size of globules is provided by means of annealing technology. The tempering process takes place at a temperature gradient of 300 °C per hour. A further change of the cooling temperature leads to the formation of cracks. Experiments carried out with the help of the Vickers method and the method of a recumbent drop on distilled water and glycerin showed that the greatest strength of the surface is achieved in resonators annealed in the temperature range 950 - 1080 °C, and the Q factor takes the maximum value.

Keywords: Gibbs energy, volume energy, surface energy, annealing, siloxane bond, silicon-oxygen tetrahedra, sodium, strength, elasticity, globule, enthalpy, entropy.

Большую роль в упрочнении поверхности изделия из кварцевого стекла играет такой вид термообработки как отжиг [1], [2]. Подбирая различные температурные режимы, можно добиваться различного размера глобул от 10 до 300 мкм. Перед нами стояла задача получить наиболее прочную силоксановую поверхность механических резонаторов, используемых в авиационной и космической отрасли. Для этой цели была разработана индукционная печь, управляемая микроконтроллером, и обеспечивающая равномерный градиент температур по всей поверхности изделия. Стекло кварцевое ультрафиолетовое КУ-1 (содержание натрия менее 1%) получают из кварцевого видимого стекла (КВ). Стёкла КУ-1 пропускают ультрафиолетовое излучение, КВ – нет. Резонатор представлял собой полусферу с внешним диаметром 20 мм и толщиной 2 мм, изготовленную из стекла КУ-1. Восемь резонаторов, выполненных по нашей технологии, показали коэффициент добротности (10 – 22) миллионов единиц.

Образцы для исследования изготавливали из кварцевого стекла марки КУ-1 первой категории производства ОАО «ТехноКварц». При термической обработке одну из пластин не подвергали отжигу, остальные прокаливали при температуре 900, 950, 1000, 1025, 1050, 1080, 1100, 1125, 1200, 1300°С в течение 5 часов, 3 часов прогрева и 3 часов отпуска.

Исследование поверхности на микротвёрдость проводилось с помощью микротвёрдомера ПМТ-3 с алмазным индентором в виде пирамидки Виккерса с углом при вершине 136° . Этот метод не разрушает образец, исследование проводится до глубины 10 - 30 мкм.

В качестве экспресс метода использовали метод лежащей капли. При помощи компьютера и микроскопа МИИ – 4М x 500, оснащенного видео окуляром, соединённых USB - шиной, измеряли высоту капли и диаметр её основания, количество пикселей на полученных микрофотографиях определяли при помощи программы TSview v7.3.1.7. Микрофотографии для каждого образца делали через 1, 3, 5, 10 минут. Высоту капли и диаметр её основания брали как среднее по трём измерениям. Погрешность измерений оставила не более $\pm 0,3$ градуса. Для увеличения точности измерения, использовали жидкости с разным коэффициентом поверхностного натяжения для дистиллированной воды $\sigma_v = 71,96$ МН/м и для глицерина $\sigma_r = 59,4$ МН/м.

Для ускоренной обработки результатов использовали компьютерную программу [3], написанную на языке Delphi 7.0 и выдающую следующую информацию по образцу: температуру отжига по шкале Цельсия; среднее квадратическое отклонение; среднюю квадратическую ошибку выборки; величину угла в градусах; доверительный интервал; доверительную вероятность; коэффициент Стьюдента.

Согласно теории свободной энергии Гиббса, размер глобул будет зависеть от градиента температур при охлаждении [4]:

$$d = \frac{\Delta G_s}{\Delta G_v} = \frac{\alpha T_o}{q \Delta T}, \quad (1)$$

где ΔG_s – поверхностная энергия Гиббса, Дж/м²; ΔG_v – объёмная энергия Гиббса, Дж/м³; d – размер зародышей глобул, м; α – удельная поверхностная энергия, Дж/м²; q – удельная теплота плавления, Дж/м³; T_o – температура фазового перехода, К; ΔT – градиент температур при охлаждении, К.

При температуре $T < T_o$, происходит рост кластера, который достигает критических размеров d_i , а при d_4 наступает термодинамическое равновесие, образуется область твёрдой фазы, которая отделяется от жидкой фазы поверхностью. На данном участке переохлаждение расплава падает до нуля, рост частицы прекращается и она становится глобулой в твёрдом состоянии со своей поверхностью и объёмом. Размер глобулы определяется переохлаждением расплава ΔT и остается постоянным для данных термодинамических условий. При другой скорости охлаждения меняются условия и образуются твёрдые частицы другой массы и размеров. Согласно внешним условиям создаётся изоморфный ряд d_1, d_2, d_3, d_4 глобул. На рис. 1 показана схема формирования размера глобул d_i в зависимости от переохлаждения расплава dT .

Из формулы (1) следует, что с увеличением температуры охлаждения диаметр глобул будет уменьшаться, что отражено на рис. 1. Глобула будет сформированной, когда поверхностная и объёмная энергия сравняются, то есть процесс стабилизируется. Диаметр можно посчитать с помощью программы [5], он составляет от 10 до 300 мкм.

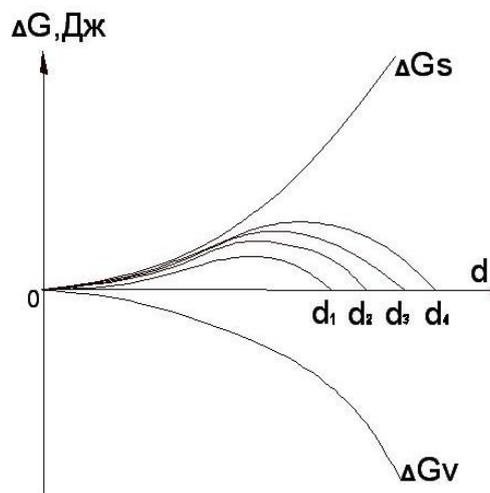


Рис. 1 – Схема формирования размера глобул d_i в зависимости от переохлаждения расплава dT

Знак свободной энергии Гиббса определяет направление процесса: при $\Delta G < 0$ происходит процесс кристаллизации, а при $\Delta G > 0$ происходит процесс растворения. Следовательно, $\Delta G = -\Delta H + T\Delta S$,

где ΔH – энтальпия системы, $T\Delta S$ – энтропийный фактор.

Кристаллизация сопровождается увеличением упорядоченности в системе и понижением энтропии. Неравномерность развития глобул изображена на рис. 2. Равномерный размер обеспечивается постоянством температуры охлаждения, при нестабильной температуре охлаждения происходит накопление глобул различного размера. Для поддержки стабильности процесса, нами была создана индукционная печь, управляемая контроллером, а замер температуры в камере происходит с помощью четырёх термопар. Оптимальная температура охлаждения подобрана экспериментально и составляет 300°C в час. При больших градиентах температур внутренние напряжения создают микротрещины в стекле, что незамедлительно сказывается на коэффициенте добротности.

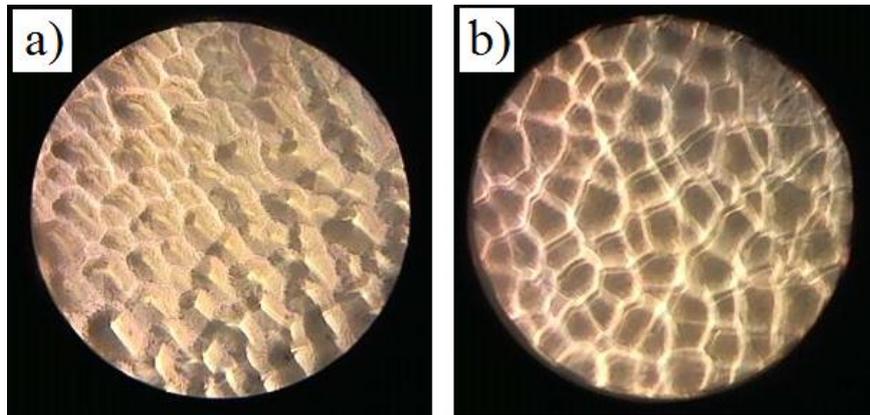


Рис. 2 - а) Равномерный рост глобул; б) неравномерный рост глобул (микроскоп оптический МИИ-4М x500)

Мы подвергли отжигу 10 пластин кварцевого стекла КУ-1 при температурах соответственно 900, 950, 1000, 1025, 1050, 1080, 1100, 1125, 1200, 1300 °С в течение 5 часов, 3 часов прогрева и 3 часов отпуска. Одна пластина термообработке не подвергалась и находилась при комнатной температуре. Эксперимент проводили по методу Виккерса микротвёрдомером ПМТ-3 с алмазным индентором в виде пирамидки с углом при вершине 136°. Нагрузка подавалась на пирамидку до тех пор, пока на образце не появлялась первая трещина, указывающая на его разрушение.

При обработке исходных данных, зависимости усилия воздействия индентора до появления первой трещины от температуры отжига [6], [7] были получены результаты, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики разрушения образцов обработанных при различных температурах

Температура обработки, °С	Предельная нагрузка, кг/см ²
20	920
900	850
950	957
1000	990
1050	1058
1080	1120
1100	980

Из графика видно, что наибольшей прочности поверхность кварцевого стекла КУ-1 достигает при температуре отжига 950 - 1080 °С, а при температуре 1100 °С происходит процесс разрушения связей. Упрочнение поверхности в данном диапазоне температур обусловлено образованием силоксановой связи, что подтверждалось ранее рентгенофазовым анализом.

Таким образом, экспериментально было установлено, что максимальной прочности кварцевое стекло достигает в процессе отжига при температуре от 950 до 1080 °С. Это связано с тем, что межглобульные связи сильные, так как их становится больше, при малых размерах глобул. На поверхность стекла выходят силанольные связи со структурой *Si-O-H*. При температуре 950 °С происходит разрыв связи *O-H* при энергии $kT = 0,1$ эВ и в результате дегидратации создаются молекулы структурной воды H_2O , которые удаляются в виде пара. Оставшийся ион кислорода образует силоксановую связь между двумя оставшимися атомами по схеме *-Si-O-Si-*. При температуре отжига выше 1080 °С происходит образование кристобалита и разрушение силоксановых связей.

КУ-1 обладает высокой прочностью и упругостью, что делает его незаменимым материалом для производства высокочастотных механических резонаторов в гироскопических системах автопилотов различных летательных аппаратов, системах автоматики, а КВ используются в оптике и оптоволоконной связи.

Работа была выполнена по техническому заданию компании «Медикон» (г. Миасс, Челябинская область) под руководством профессора кафедры «Физика и методика обучения физике», доктора физико-математических наук Брызгалова Александра Николаевича (27.10.1930 – 11.01.2017) в ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет».

Список литературы / References

1. Анфилогов В. Н., Быков В. Н., Осипов А. А. Силикатные расплавы / В. Н. Анфилогов, В. Н. Быков, А. А. Осипов. -М.: Наука. Ин-т минералогии УрО РАН, 2005. -357 с.
2. Воронков М. Г. Силоксановая связь / М. Г. Воронков. Новосибирск: Наука, 1976. -413 с.
3. Долапчи С. М., Брызгалов А. Н. Изучение структуры поверхности кварцевого стекла методом капли. Свидетельство о гос. рег. программы для ЭВМ № 2016619827 от 31.08.2016.
4. Брызгалов А. Н. Свойства и дефекты оптических кристаллов (кварц, корунд, гранат): автореф. дис. доктора физ.-мат. наук: 01.04.07: защищена 29.12.1998: утв. 15.07.1999 / Брызгалов Александр Николаевич. – Уфа: Институт физики молекул и кристаллов УНЦ РАН, 1998. - 32 с.
5. Долапчи С. М., Брызгалов А. Н. Программа расчёта радиуса зародыша глобулы и энергии Гиббса. Свидетельство о гос. рег. программы для ЭВМ № 2016613497 от 28.03.2016.

6. Брызгалов А. Н., Долапчи С. М., Живулин Д. Е., Зубов М.С. Способ упрочнения изделий из стекла [Текст] / А.Н. Брызгалов, С.М. Долапчи, Д.Е. Живулин, М.С. Зубов; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный педагогический университет». № 2587191 от 19.01.2015 г.

7. Пат. 2558564 Российская Федерация. Способ снижения трещиноватости поверхности изделий из кварцевого стекла [Текст] / А.Н. Брызгалов, Д.Е. Живулин, М.С. Зубов; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный педагогический университет». № 2014117245/03 от 28.04.2014.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Anfilogov V.N., Bykov V.N., Osipov A.A. Silikatniye rasplavy. [Silicate Melts] / V. N. Anfilogov, V. N. Bykov, A. A. Osipov. - М.: Nauka. Institute of Mineralogy UB RAS, 2005. - 357 p. [In Russian]

2. Voronkov M. G. Siloksnovaya svyaz. [Siloxane Bond] / M. G. Voronkov. Novosibirsk: Nauka, 1976. - 413 p. [In Russian]

3. Dolapchi S.M., Bryzgalov A.N. Izuchenie struktury poverkhnosti kvartseвого стекла методом капли. [Study of Surface Structure of Quartz Glass by Drop Method.] Certificate of state. reg. No.2016619827 of 31.08.2016. [In Russian]

4. Bryzgalov A.N. Svoistva i defekty opticheskikh kristallov (kvartz, korund, granat). [Properties and Defects of Optical Crystals (quartz, corundum, garnet):] Abstract of the Thesis of PhD in Physics and Mathematics: 01.04.07: defended 29.12.1998: approved 15.07.1999 / Bryzgalov Aleksandr Nikolaevich. – Ufa: Institute of Physics of Molecules and Crystals, Ufa Science Centre RAS, 1998. - 32 p. [In Russian]

5. Dolapchi S.M., Bryzgalov A.N. Programma rascheta radiusa zarodysha globuly i energii Gibbsa. [Program for Calculating the Radius of the Globule Embryo and Gibbs Energy.] Certificate of state. reg. No.2016613497 of 28.03.2016. [In Russian]

6. Bryzgalov A.N., Dolapchi S.M., Zhyvulin D. E., Zubov M.S. Sposob uprochneniya izdeliy iz stekla. [Method of Glass Products Hardening] / A.N. Bryzgalov, S.M. Dolapchi, D.E. Zhyvulin, M.S. Zubov; applicant and patent holder – Federal State Educational Establishment of Higher Education “Chelyabinsk State Pedagogical University.” No. 2587191 of 19.01.2015. [In Russian]

7. Patent 2558564 of the Russian Federation. Sposob snizheniya treshchinovatosti poverkhnosti izdeliy iz kvartseвого стекла. [Method for Reducing the Fracturing of the Surface of Quartz Glass Products] / A.N. Bryzgalov, D.E. Zhyvulin, M.S. Zubov; applicant and patent holder – Federal State Educational Establishment of Higher Education “Chelyabinsk State Pedagogical University.” No. 2014117245/03 of 28.04.2014. [In Russian]

РОССИЙСКИЙ ИНДЕКС
НАУЧНОГО ЦИТИРОВАНИЯ



Science Index

*Мы настоятельно рекомендуем всем нашим авторам зарегистрироваться в системе **Science Index РИНЦ**.*

Таким образом, авторы могут более детально контролировать список своих публикаций, не только в нашем журнале, но и во всех научных изданиях, входящих в РИНЦ. Регистрация в системе также позволит узнать индекс научного цитирования автора и его публикаций.

Подробную инструкцию по регистрации в системе Science Index РИНЦ Вы можете найти на нашем сайте <http://research-journal.org/> в разделе «Полезно знать».

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.084>Петросян О.П.¹, Горбунов А.К.², Рябченков Д.В.³, Кулюкина А.О.⁴

¹Кандидат физико-математических наук, доцент, Калужский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)

²Доктор физико-математических наук, профессор, Калужский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)

³Аспирант, Калужский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)

⁴Аспирант, Калужский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ЭЖЕКЦИЯ И ИНЖЕКЦИЯ РЕАГЕНТОВ В ТЕХНОЛОГИЯХ ВОДОПОДГОТОВКИ

Аннотация

Система водоподготовки предусматривает введение в нее различных реагентов. Основными технологическими способами внедрения реагентов в обеззараживаемую воду являются эжекция и инжекция. В данной статье проведен анализ этих методов. Разработана методика расчета высокопроизводительных эжекторов. Проведенными авторами лабораторные и производственные испытаниями установлены оптимальные соотношения продольных размеров внутреннего сечения, обеспечивающие максимально эффективное значение коэффициента эжекции.

Ключевые слова: эжектор, диффузор, камера смешения, коэффициент эжекции, аэрация, хлорирование.

Petrosyan O.P.¹, Gorbunov A.K.², Ryabchenkov D.V.³, Kuliukina A.O.⁴

¹PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor,

²PhD in Physics and Mathematics, Professor,

³Postgraduate Student,

⁴Postgraduate Student,

Kaluga Branch of the Federal State Budget Educational Institution of Higher Professional Education “Bauman Moscow State Technical University (National Research University)” (Kaluga Branch of Moscow State Technical University named after N.E. Bauman)

EJECTION AND INJECTION OF REAGENTS IN WATER TREATMENT TECHNOLOGIES

Abstract

A water treatment system provides for the introduction of various reagents into it. The main technological methods for introducing reagents into disinfected water are ejection and injection. This article analyzes both of these methods. A technique for calculating high-efficiency ejectors is developed. The laboratory and production tests carried out by the authors established the best proportions of the internal section longitudinal dimensions – they ensure the maximum effective value of the ejection coefficient.

Keywords: ejector, diffuser, mixing chamber, ejection coefficient, aeration, chlorination.

Питьевая вода, централизованно подаваемая населению, должна соответствовать СанПин 2.1.4.559-96. Такое качество воды достигается, как правило, использованием классической двухступенчатой схемы, представленной на рисунке 1. На первой ступени в очищаемую воду вводят коагулянты и флокулянты и затем, производится осветление в горизонтальных отстойниках и скорых фильтрах, на второй ступени перед подачей в РЧВ производится обеззараживание [1, С. 36–38], [2, С. 56–62].

Технологии водоподготовки

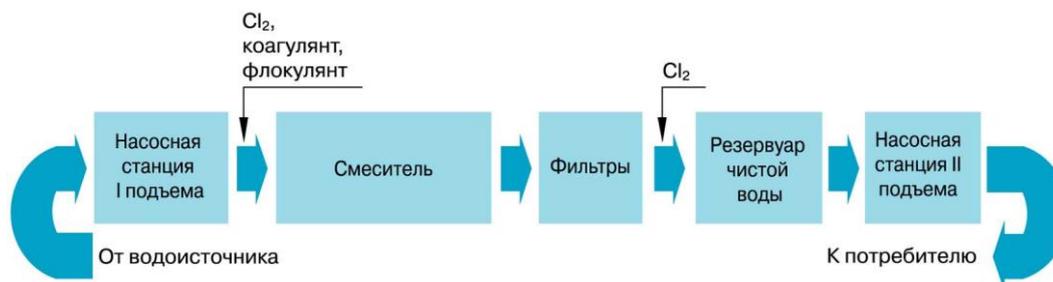


Рис. 1 – Технологическая схема системы водоподготовки

Таким образом, в схеме предусмотрено введение в воду различных реагентов в виде газов (хлор, озон, аммиак, диоксид хлора), растворов гипохлорита, коагулянтов (сернистый алюминий и/или гидроксохлорид алюминия), флокулянтов (ПАА, прайстол и феннопол). Чаще всего дозирование и подача этих реагентов производится методом инжекции или эжекции.

Инжекция - это ввод и распыление через форсунку (инжектор) растворов хлорной воды, гипохлорита, коагулянта

(флокулянта) насосами под давлением.

Эжектор – «эжекционный насос» приводит в движение раствор реагента или газа путем разряжения среды. Разряжение создается движущимся с большей скоростью, рабочим (активным) потоком. Этот активный поток назовем эжектирующим, а приводимую в движение смесь эжектируемой (пассивной смесью). В камере смешения эжектора пассивная смесь передает энергию активному потоку, вследствие чего все их показатели, в том числе и скорости.

Широкое применение процесса эжектирования обосновывается следующими факторами: простотой устройства и его технического обслуживания; малым износом вследствие отсутствия трущихся деталей, что обуславливает длительный срок службы. Именно поэтому эжектирование применяется во многих сложных технических устройствах, таких как: химические реакторы; системы дегазации и аэрации; газотранспортных установках, сушки и вакуумировании; системах передачи теплоты; и, конечно, как сказано выше в ситемах водоподготовки и водоснабжения.

Ограничение в применении инжекторов в тех же системах связано с их малой производительностью, так как большая производительность требует мощных насосов-инжекторов, что приводит к существенному удорожанию системы, в то время как увеличение производительности эжекторами менее затратно. Так автоматические модульные станции водоподготовки, рассчитанные на снабжение питьевой водой небольших поселков, в подавляющем большинстве используют инъекцию. Типовая конструкция такой станции универсального типа представлена в [3], где на всех точках ввода реагентов в воду используется инъекция. Часто принимают и компромисное решение (рис.2). На первом этапе эжекцией газообразного хлора в воду с использованием хлораторов в эжекторе 4 получают так называемую хлорную воду, которую затем (на втором этапе) инжектируют насосом 1 в водовод 2, где движется поток обрабатываемой воды.

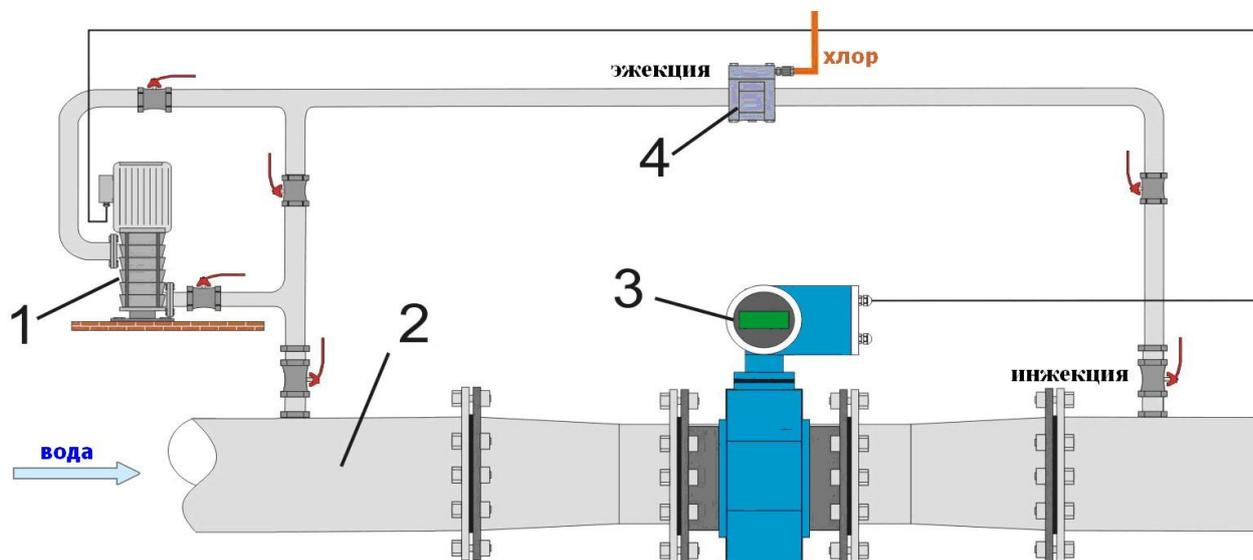


Рис. 2 – Эжекция и инъекция газообразного хлора в воду

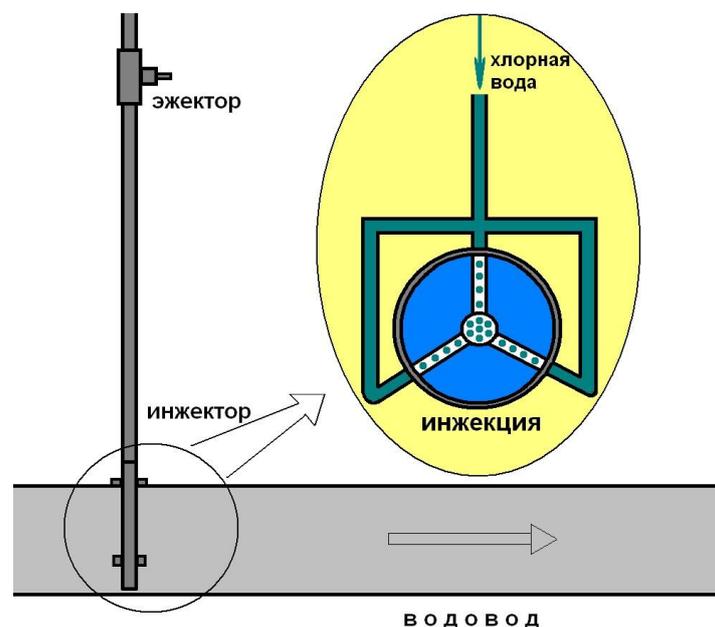


Рис. 3 – Схема ввода хлорной воды в процессе инъекции ее в водовод

Типовой инжекционный узел ввода хлорной воды в водовод 2 в таких случаях представлен на рис.3. Достоинством такой схемы является рациональное совмещение эжекции и инъекции, что позволяет благодаря насосу 1, необходимому для реализации инъекции, обеспечить высокую эжекционную производительность эжектора. Диаграммы выбора насоса 1 в таких схемах для эжектора с производительностью до 20 кг Cl/час представлены на рис. 4.

На рис. 5 представлена типовая конструкция эжектора, наиболее характерная для дозирования газового реагента (чаще всего хлора) в водовод. Эжектор состоит из линии подачи эжектирующего потока (воды) представляющей собой конусообразное сопло 1, которое соединяется с камерой смешения (рабочая камера) 2 и камерой смешения 4. В рабочую камеру 2 Подается эжектируемый газообразный хлор через устройство 3. Диффузор 5 подает хлорную воду в водовод [4, С. 15 – 18].

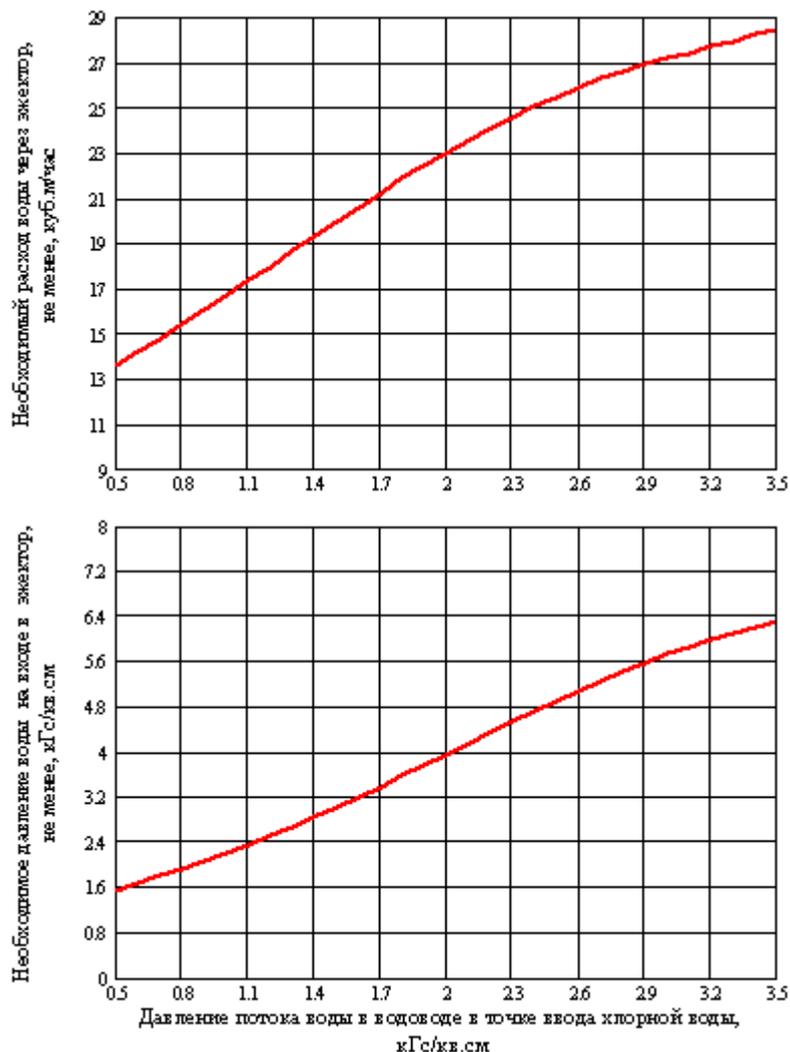


Рис. 4 – Диаграмма выбора насоса к эжектору 20кг Cl/час

Параметры такого эжектора являются исходными величинами, определяющими все основные рабочие параметры узлов ввода реагентов. Авторами разработана методика [5, С. 56–62] расчета высокопроизводительных хлораторов на основе, которой разработан и запатентован модельный ряд эжекторов различной производительности [6, С. 142].

Производительность и другие характеристики инжектора, который фактически является дозирующим насосом, зависят от общих технических характеристик собственно насоса и системы импульсного дозирования. Основные же характеристики эжектора определяют конструктивные особенности его сечения, причем эти особенности настолько принципиальны, что без технических расчетов и экспериментальных проработок обеспечить эффективность работы эжектора практически невозможно. Поэтому целесообразно рассмотреть эти вопросы на примере эжекторов для дозирования газообразного хлора в воду.

Таким образом, действие эжектора основано на передаче кинетической энергии эжектирующего потока (активного потока) жидкости, обладающего большим запасом энергии, эжектируемому (пассивному) потоку, обладающему малым запасом энергии [7,], [8, С. 184]. Запишем уравнение Бернулли для идеальной жидкости в соответствии, с которым сумма удельной потенциальной энергии (статического напора) и удельной кинетической энергии (скоростного напора) постоянна и равна полному напору:

$$H = \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v^2}{2 \cdot g} = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} = const$$

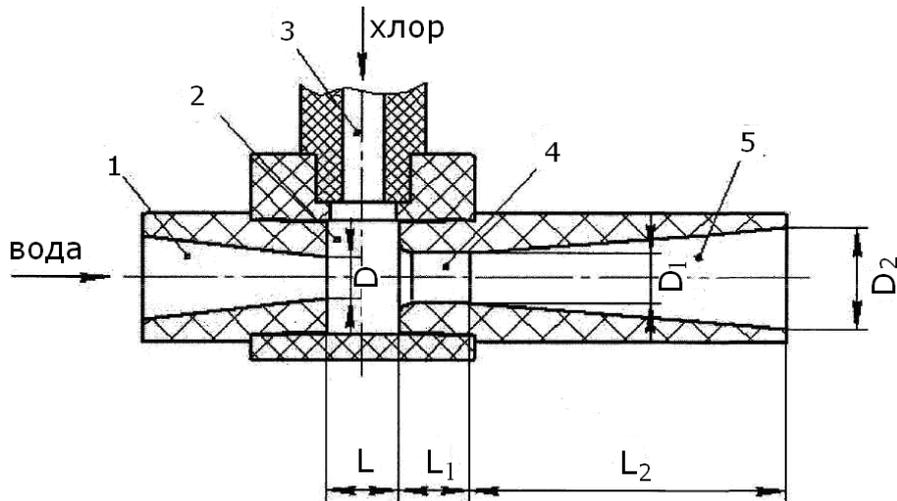


Рис. 5 – Эжектор для дозирования газообразного хлора в воду

Истекающая из сопла вода обладает большей скоростью ($v_2 > v_1$), т. е. большим скоростным напором, поэтому пьезометрический напор потока воды в рабочей камере 2 и в камере смешения уменьшается ($p_2 < p_1$), это и приводит к подосу газа (в нашем случае хлора) в камеру смешения. В камере происходит перемешивание рабочей и эжектируемой сред. В диффузоре 5 скорость смеси сред уменьшается, а статический напор увеличивается, благодаря которому жидкость подается в водовод по нагнетательному трубопроводу.

Отношение расхода эжектируемой жидкости ($Q_э$) к расходу рабочей жидкости ($Q_р$) называется коэффициентом подмешивания или эжекции – α .

Коэффициент эжекции, зависящий от параметров эжектора, лежит в довольно широких пределах от 0.5 до 2.0. Наиболее устойчивая работа водоструйного насоса наблюдается при $\alpha=1$.

$$\alpha = \frac{Q_э}{Q_р}$$

Коэффициентом напора эжекционного насоса β назовем отношение полной геометрической высоты подъема (H) эжектируемого потока жидкости в метрах – это давление на входе в эжектор к напору рабочего потока (h) в м – противодалению.

$$\beta = \frac{H}{h}$$

Важным параметром характеризующий эффективность работы эжектора и также зависящий от конструктивных параметров устройства является коэффициент полезного действия насоса. Как известно этот коэффициент равен отношению полезно затраченной мощности ($H \cdot Q_э \cdot \gamma$ кГм/сек) к затраченной мощности ($h \cdot Q_р \cdot \gamma$ кГм/сек), то есть

$$\eta = \frac{H \cdot Q_э \cdot \gamma}{h \cdot Q_р \cdot \gamma} = \frac{H}{h} \cdot \frac{Q_э}{Q_р} = \beta \cdot \alpha$$

Таким образом, эффективность работы эжекционного насоса определяется произведением коэффициентов напора и эжекции. Лабораторные эксперименты на стенде проводились для определения коэффициента напора эжекторов различной производительности. Полученная экспериментальная диаграмма эжектора изображена на рис.3. По данной диаграмме определяются параметры - давление на входе в эжектор, противодействие и расход эжектирующей жидкости, которые обеспечивают расход эжектируемого газа 20 кг/ч.

В соответствии с полученной методикой расчетов параметров эжектора определены основополагающие типоразмеры эжекторов модельного ряда хлораторов с производительностью по хлору от 0,01кг/час до 200 кг/час обеспечивающие максимальную эжекционную способность. Установлено, конфигурация внутреннего продольного сечения эжектора, необходимо учитывать следующие размеры сечения (рис.5): диаметр сопла D , длина рабочей камеры L , диаметр камеры смешения D_1 , длина камеры смешения L_1 , выходной диаметр диффузора D_2 , длина диффузора L_2 .

Получено экспериментальное подтверждение зависимости расхода хлора Q от расхода воды R . Кривая $Q = f(R)$ аппроксимируется двумя прямыми пересечение которых, отделяет зону эффективной эжекции с высоким коэффициентом эжекции от зоны неэффективной. Очевидно, что дальнейший интерес представляет область эффективной эжекции, а конструкция внутреннего сечения эжектора должна быть такова, чтобы коэффициент эжекции в этой области был максимально возможным.

Область, в которой изменяется коэффициент эжекции, определяется геометрическим параметром эжектора m , равным отношению площади сечения камеры смешения F к площади сечения сопла F_1 :

$$m = F/F_1,$$

Таким образом, этот параметр является основным, по которому рассчитывают все остальные основные размеры эжекционного насоса.

Анализ результатов, полученных из сопоставления экспериментальных результатов с существующими аналитическими данными [5, С. 56 - 62] позволяет сделать следующие выводы. Наиболее эффективная эжекция насоса

соответствует параметру m лежащему в диапазоне значений 1,5 – 2,0. В этом случае, определяемый по формуле диаметр камеры смешения $D1 = D\sqrt{m}$, при $D = 7$ мм лежит в диапазоне 8,6 -10 мм.

Экспериментально установлена пропорция, связывающая все параметры, обозначенные на рис.5 $L = 1,75D$, $L1 = 1,75D$, $L2 = 7,75D$. Эти соотношения обеспечивают максимальный коэффициент эжекции, который лежит в области максимально эффективной эжекции.

Таким образом, можем сделать вывод, что для достижения максимальной эжекции конструкция внутреннего продольного сечения и соотношения размеров должны соответствовать найденным соотношениям $D1=1,25D$, $D2 = 2,5D$, $L = 1,75D$, $L1 = 1,75D$, $L2 = 7,75D$

Сконструированный по данным соотношениям эжекционный насос создает оптимальные условия для передачи кинетической энергии эжектирующей жидкости поступающей на вход насоса под большим давлением, определяемым по диаграмме, эжектируемому газу подаваемому в камеру смешения с меньшим скоростным напором и меньшим запасом энергии и обеспечивает максимальное подсосывание газа.

Список литературы / References

1. А. Б. Кожевников. Современная автоматизация реагентных технологий водоподготовки / А. Б. Кожевников, О. П. Петросян // Стройпрофиль. – 2007. – № 2. – С. 36 – 38.
2. Бахир В. М. К проблеме поиска путей повышения промышленной и экологической безопасности объектов водоподготовки и водоотведения ЖКХ / Бахир В. М. // Водоснабжение и канализация. – 2009. – № 1. – С. 56 – 62.
3. Пат. 139649 Российская Федерация, МПК C02F9. Автоматическая модульная станция водоподготовки с системой розлива и продажи питьевой воды улучшенного вкусового качества / Кожевников А. Б. Петросян А. О., Парамонов С. С.; опубл. 20.04.2014.
4. А. Б. Кожевников. Современное оборудование хлораторных станций водоподготовки / А. Б. Кожевников, О. П. Петросян // ЖКХ. – 2006. – № 9. – С. 15 – 18.
5. Бахир В. М. К проблеме поиска путей повышения промышленной и экологической безопасности объектов водоподготовки и водоотведения ЖКХ / Бахир В. М. // Водоснабжение и канализация. – 2009. – № 1. – С. 56 – 62.
6. А. Б. Кожевников, О. П. Петросян. Эжекция и сушка материалов в режиме пневмотранспорта. – М: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана. – 2010. – С. 142.
7. Пат. 2367508 Российская Федерация, МПК C02F9. Эжектор для дозирования газообразного хлора в воду / А. Б. Кожевников, О. П. Петросян.; опубл. 20.09.2009.
8. А. С. Волков, А. А. Волокитенков. Бурение скважин с обратной циркуляцией промывочной жидкости. – М: Изд-во Недра. – 1970. – С. 184.

Список литературы на английском языке / References in English

1. А. В. Kozhevnikov. Sovremennaja avtomatizacija reagentnyh tehnologij vodopodgotovki [Modern automation of reagent technologies of water treatment] / А. В. Kozhevnikov, О. P. Petrosjan // Strojprofil' [Stroyprofile]. – 2007. – № 2. – P. 36 – 38. [in Russian]
2. Bahir V. M. K probleme poiska putej povyshenija promyshlennoj i jekologicheskoj bezopasnosti ob#ektov vodopodgotovki i vodootvedeniya ZhKH [To the problem of finding ways to improve the industrial and environmental safety of water treatment and disposal facilities] / Bahir V. M. // Vodosnabzhenie i kanalizacija [Water supply and sewerage]. – № 1. – P. 56 – 62. [in Russian]
3. Pat. 139649 Russian Federation, MPK C02F9. Avtomaticheskaja modul'naja stancija vodopodgotovki s sistemoj rozliva i prodazhi pit'evoj vody uluchshennogo vkusovogo kachestva [Automatic modular water treatment station with a system for bottling and selling drinking water of improved taste] / А. В. Kozhevnikov, А. О. Petrosjan, S. S. Paramonov.; Publ. 20.04.2014.
4. А.В. Kozhevnikov. Sovremennoe oborudovanie hloratornyh stancij vodopodgotovki [Modern equipment of chlorination stations of water treatment] / А. В. Kozhevnikov. // ZhKH [Housing and communal services]. – 2006. – № 9. – P. 15 – 18. [in Russian]
5. Bahir V. M. K probleme poiska putej povyshenija promyshlennoj i jekologicheskoj bezopasnosti ob#ektov vodopodgotovki i vodootvedeniya ZhKH [To the problem of finding ways to improve the industrial and environmental safety of water treatment and disposal facilities]. / Bahir V. M. // Vodosnabzhenie i kanalizacija [Water supply and sewerage]. – 2009. – № 1. – P. 56 – 62. [in Russian]
6. В. Kozhevnikov, О. P. Petrosjan. Jezhekciya i sushka materialov v rezhime pnevmotransporta [Ejection and drying of materials in pneumatic transport mode]. M: Izd-vo MGTU im. N. Je. Baumana [Publishing house Moscow State Technical University named after N. Bauman Kaluga Branch]. – 2010. – P. 142. [in Russian]
7. Pat. 2367508 Russian Federation, MPK C02F9. Jezhektor dlja dozirovaniya gazoobraznogo hlora v vodu [Ejector for dosing chlorine gas into water] / А. В. Kozhevnikov, А. О. Petrosjan; Publ. 20.09.2009.
8. S. Volkov, А. А. Volokitenkov. Burenie skvazhin s obratnoj cirkuljaciej promyvочноj zhидкости [Drilling of wells with back circulation of washing liquid]. M: Izd-vo Nedra [Publishing house Bosom]. – 1970. – P.184. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.62.002>Пхам Май Ан¹, Нгуйен Ван Чуонг², Ву Тхи Туйет³¹ORCID: Кандидат физико-математических наук, Университет Тхайнгуена, Провинция Тхайнгуен, Вьетнам²ORCID: Магистрант, Научный институт Тхайнгуена, Провинция Тхайнгуен, Вьетнам³ORCID: Магистр физики, Университет Тхайнгуена, Провинция Тхайнгуен, Вьетнам**ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ КАЛЬЦИНАЦИИ НА ФАЗОФОРМИРОВАНИЕ И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА НАНОЧАСТИЦ BiFeO₃, СИНТЕЗИРОВАННЫХ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ****Аннотация**

Наноразмерные мультиферроические порошки BiFeO₃ (BFO) синтезировали золь-гель методом с использованием лимонной кислоты в качестве хелатирующего агента. Образцы кальцинировали при разных температурах и в разные периоды времени. Фазовый анализ образцов проводили с помощью рентгеновской дифрактометрии (РД). Морфологию частиц порошка BiFeO₃ исследовали с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ). Измерения магнитного гистерезиса при комнатной температуре (М-Н) проводили с использованием вибрационного магнитометра. Результаты показывают, что фазовый состав BFO порошков, кальцинированных при 600 °С в течение 11-12 часов и при 700 °С в течение 10 часов, был самым высоким. Морфология образца порошка, нагретого при 600 °С в течение 12 часов, была лучшей, магнитные характеристики образцов, нагретых при 600 °С в течение 12 часов и при 700 °С в течение 10 часов, были лучше, чем у остальных.

Ключевые слова: фотокатализаторы, порошки BFO, морфология, кривые М-Н.Pham Mai An¹, Nguyen Van Chuong², Vu Thi Tuyet³¹ORCID: PhD in Physico-Mathematical Sciences, Thai Nguyen University of Education, Thai Nguyen province, Vietnam,²ORCID: Graduate Student, Thai Nguyen University of Sciences, , Thai Nguyen province, Vietnam,³ORCID: Master of Science in Physics, Thai Nguyen University of Education, Thai Nguyen province, Vietnam**INFLUENCE OF CALCINATION REGIMES ON PHASE FORMATION AND MAGNETIC PROPERTY OF NANOPOWDERS BiFeO₃ SYNTHESIZED BY SOL-GEL METHOD USING CITRIC ACID****Abstract**

Nano-sized multiferroic BiFeO₃ (BFO) powders were synthesized by sol-gel method using citric acid as a chelating agent. Samples were calcinated at different temperatures and in different time periods. The phase analysis of the samples was carried out by X-ray diffractometry (XRD). A morphology of BiFeO₃ powder particles was investigated with scanning electron microscope (SEM). Room temperature magnetic hysteresis (M-H) measurements were carried out using a vibrating sample magnetometer. The results show that BFO phase composition of powders calcinated at 600 °C for 11 to 12 hours and at 700 °C for 10 hours was highest, powder morphology of the sample heated at 600 °C for 12 hours was the best, magnetic characteristics of samples heated at 600 °C for 12 hours and at 700 °C for 10 hours were better than the rest.

Keywords: photocatalysts, BFO powders, morphology, M-H curves.**Introduction**

Multiferroic BiFeO₃ has been attracted considerable interest due to its potential applications in data storage, spintronics, sensors and microelectronic devices, etc. [3], [7]. It is one of the rare multiferroic materials which exhibits ferroelectricity (TC ~ 1100 K) and antiferromagnetism (TN ~ 640 K) simultaneously above room temperature [1], [4]. BiFeO₃ nanoparticles also show good photocatalytic activities in visible-light region due to narrow band gap (2.1-2.7eV) [2], which can be used as novel visible-light responsive photocatalysts for degradation of organic pollutants or for H₂ generation from water.

BFO powders are being prepared by other methods such as the solid state methods, mechano-chemical method, solution Chemistry methods, hydro thermal methods, sonochemical and sol-gel methods [2], [3], [6]. Further, it is very difficult to obtain a pure single-phase product because of the very narrow range of the synthesis temperature and calcination time for phase stability [1], [5]. Sol-gel process with various hydrolysis catalysts has been proven for several years, which is now efficient for the processing of BiFeO₃ as powder and thin film materials [2], [3], [4]. In this work, sol-gel method with citric acid was used for the synthesis of BFO powder samples. Samples were sintered at various temperatures for different time periods and their phase composition, morphology and magnetic properties are studied.

Experimental

In this investigation, BFO powders were prepared by sol-gel method. bismuth nitrate Bi(NO₃)₃·5H₂O (purity ≥ 99%), iron nitrate Fe(NO₃)₃·9H₂O (purity ≥ 98,5%) were used as precursors. Citric acid monohydrate C₆H₈O₇·H₂O (purity ≥ 99,5%) and ammonia solution NH₄OH were used as hydrolysis catalysts. Firstly, Bi(NO₃)₃·5H₂O and Fe(NO₃)₃·9H₂O in stoichiometric proportions (1/1 molar ratio) were stirred in distilled water for 30 minutes, and then citric acid was added cautiously into the solution under stirring condition. The ammonia solution was added drop-wise into the mixed solution to keep pH level between 8 and 10. The solution was stirred continuously at room temperature for 15 hours. Then, temperature of the solution was increased to 90 °C and maintained until wet-gel was obtained. In the next step, wet-gel was dried at 120 °C to obtain dry gel. Finally, this dry gel was calcinated in Lenton furnace at 600 °C (± 10 °C) for 10 h, 11 h, 12 h, 13 h, 14h and at 700 °C (± 10 °C) for 8 h, 9 h, 10 h, 11 h, 12 h.

The crystal structure and phase composition of BFO powders were examined using X-ray diffraction (XRD) (D8 Advance – Bruker with Cu-Kα radiation). A morphology of BFO powder particles was investigated with scanning electron microscope (SEM) S4800 – NIHE. Room temperature magnetic hysteresis (M-H) measurements were carried out using a vibrating sample magnetometer (model EV11-VSM, KLA Tencor - USA).

Results and discussion

XRD patterns of BFO powders calcinated at 600 °C for 10 h, 11 h, 12 h, 13 h, 14h and at 700 °C for 8 h, 9 h, 10 h, 11 h, 12 h were shown in figure 1 and figure 2. The prominent peaks in XRD plots are indexed to various (hkl) planes of BFO. The X-ray diffraction pattern for all samples shows that BFO exhibits rhombohedrally distorted perovskite structure with space group R3c. The lattice parameters were calculated as $a = b = 5.5876 \text{ \AA}$, $c = 13.867 \text{ \AA}$. Besides, secondary phases as Fe_3O_4 , Bi_2O_3 , Fe_2O_3 , $\text{Bi}_{25}\text{FeO}_{40}$ in XRD plots also were reported. The results showed that with increase of calcination temperature (in the same period of time) or time period (at 600 °C and 700 °C), the peaks related to BiFeO_3 phase become stronger while that of secondary phases weaken. However, calcination temperature and length of time would be above a limit, the secondary phases increased. It can be due to overcoming thermal stability of BiFeO_3 phase. BFO phase composition of powders calcinated at 600 °C for 11 or 12 hours and at 700 °C for 10 hours were highest.

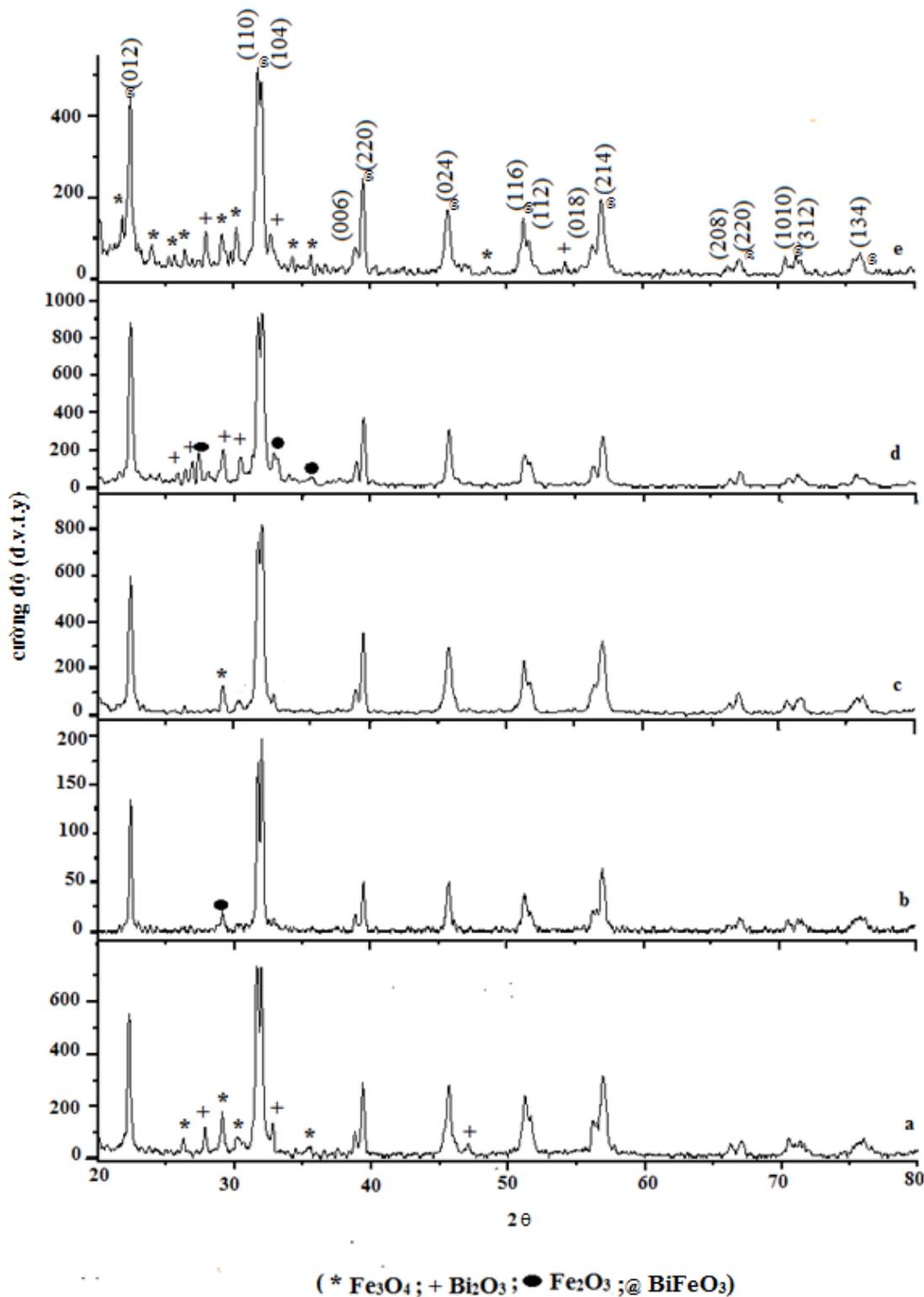


Fig. 1 – XRD patterns of BFO powders calcinated at 600 °C for: a) 10h; b) 11h; c) 12h; d) 13h; e) 14h

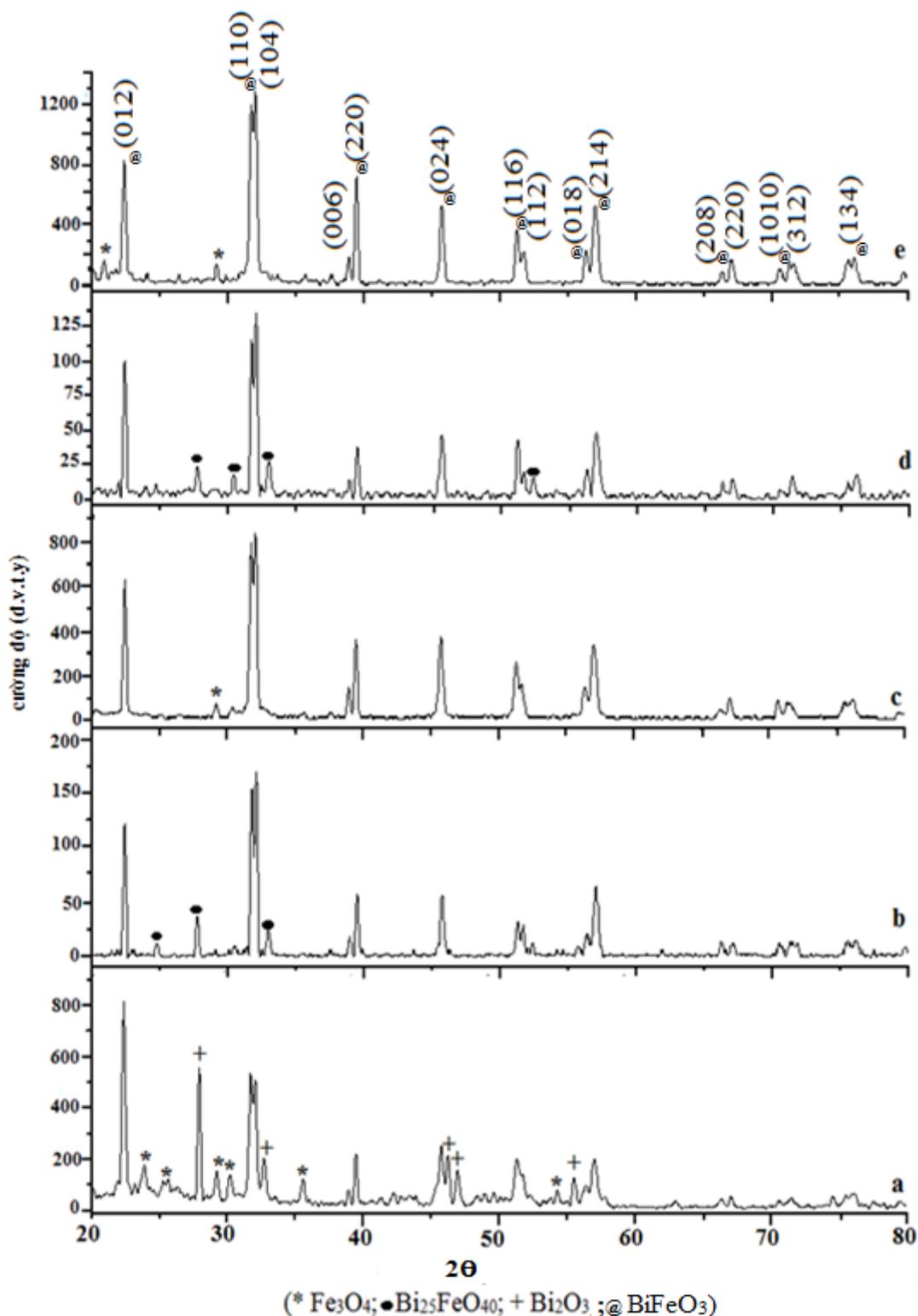


Fig. 2 – XRD patterns of BFO powders calcinated at 700 °C for: a) 8h; b) 9h; c) 10h; d) 11h; e) 12h

The scanning electron microscope (SEM) images of BFO powders were shown in figure 3. The SEM images show that morphology of BiFeO_3 powders changes not much with different heating time periods at same sintering temperature. The morphology of BiFeO_3 powders fired at various sintering temperature is significantly different. BiFeO_3 particles of sample sintered at 600 °C (Fig...) are homogeneous with the size of 200 – 250 nm while the particles of sample heated at 700 °C (Fig...) coalesce into larger clusters and they are not homogeneous.

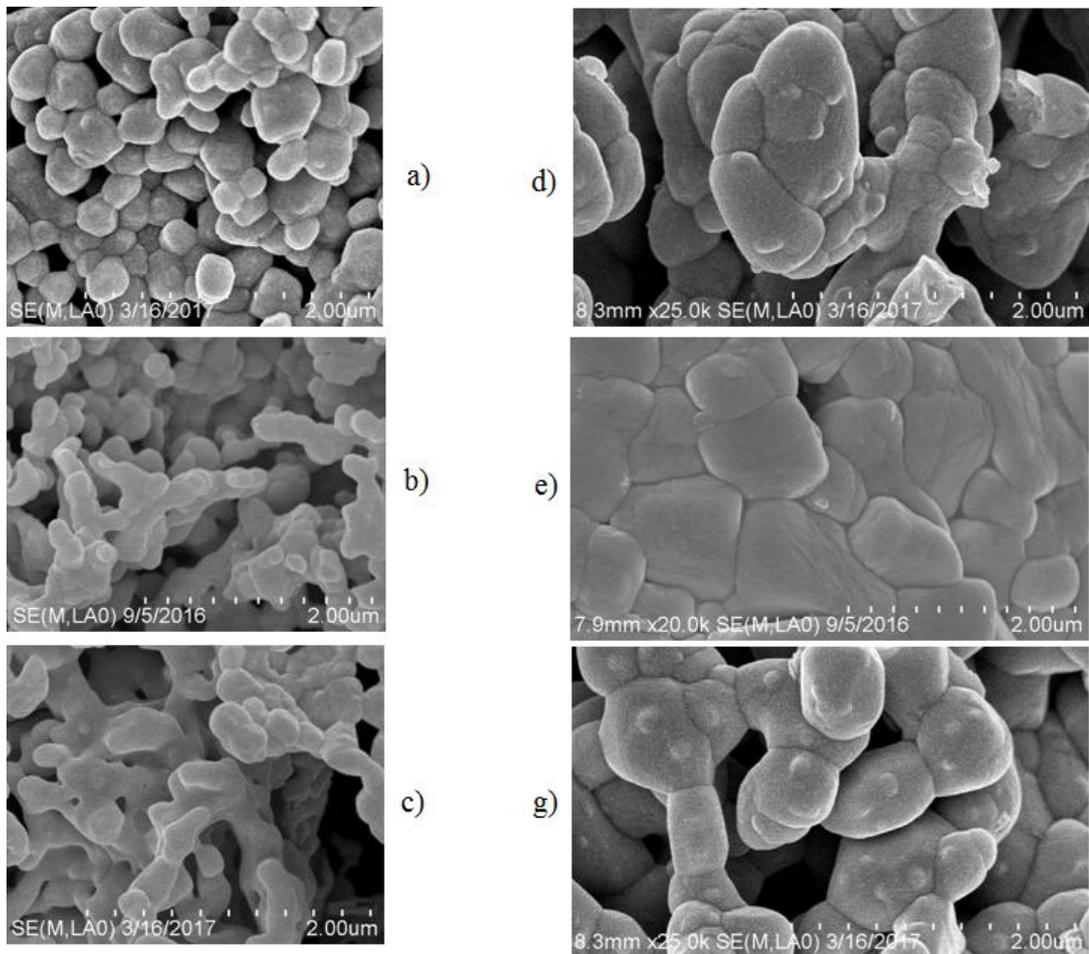


Fig. 3 – SEM images of BFO powders calcinated at 600 °C for 11h (a) 12h (b), 13h (c) and at 700 °C for 9h (d), 10h (e), 11h (g)

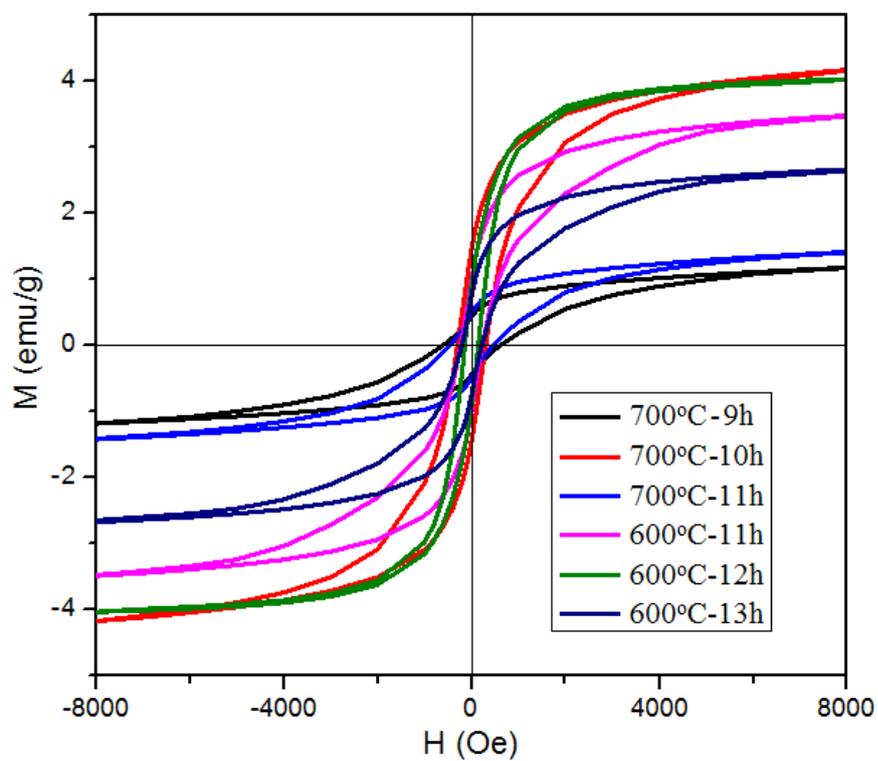


Fig. 4 – M-H curves of BFO samples calcinated at various temperatures

Table 1 – Basic magnetic parameters of samples

Time - Temperature	M_r (emu/g)	M_s (emu/g)	H_c (Oe)
11h-600°C	1,12	3,5	236
12h-600°C	1,14	4,0	144
13h-600°C	0,75	2,78	213
9h-700°C	0,46	1,21	614
10h-700°C	1,31	4,1	298
11h-700°C	0,48	1,4	451

Figure 4 shows the room temperature magnetization hysteresis loops of BFO samples calcinated at various temperatures and in different time periods. M-H curves exhibit magnetic hysteresis for all the samples. The results showed that the samples exhibited weak ferromagnetic order. Among these, two samples heated at 600 °C for 12 hours and at 700 °C for 10 hours had better magnetic characteristics than the rest. Basic magnetic parameters of samples are shown in table 1.

Conclusions

In summary, BiFeO₃ nanopowders were successfully synthesized by sol-gel method using citric acid. The phase composition and crystal structure analysis of the samples was carried out by X-ray diffractometry (XRD). A morphology of BiFeO₃ powder particles was investigated with scanning electron microscope (SEM). Room temperature magnetization hysteresis loops (M-H curves) obtained by vibrating sample magnetometer. The results confirmed that phase quality of samples calcinated at 600 °C for 11 to 12 hours and at 700 °C for 10 hours was highest, powder morphology of the sample heated at 600 °C for 12 hours was the best, magnetic characteristics of samples heated at 600 °C for 12 hours and at 700 °C for 10 hours were better than the rest.

Список литературы / References

1. Fischer P. Temperature dependence of the crystal and magnetic structures of BiFeO₃ / P. Fischer, M. Polomska, I. Sosnowska, M. Szymanski // J. Phys. C: Solid State Phys. – 1980. – 13. – P. 1931–1940.
2. Gao T. A review: preparation of bismuth ferrite nanoparticles and its applications in visible-light induced photocatalyses / T. Gao, Z. Chen, Q. Huang, F. Niu, X. Huang, L. Qin and Y. Huang // Rev.Adv.Mater.Sci. – 2015. – 40. – P. 97-109.
3. Gustau Catalan. Physics and Applications of Bismuth Ferrite // Gustau Catalan, James F. Scott // Adv. Mater. – 2009. – 21. – P. 2463–2485.
4. Lee S.W. Growth of multiferroics BiFeO₃ thin films by sol-gel method / S.W. Lee, C.S. Kim // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. – 2006. – 304. – P. e772–e774
5. Lu. J. Phase equilibrium of Bi₂O₃-Fe₂O₃ pseudobinary system and growth of BiFeO₃ single crystal / J. Lu, L.J. Qiao, P.Z. Fu, Y.C. Wu // J. Cryst. Growth. – 2011. – 318. – P. 936–941.
6. Manisha Arora. Structural, Optical and Multiferroic Properties of BiFeO₃ Nanoparticles Synthesized Soft Chemical Route / Manisha Arora, P.C. Sati, Sunil Chauhan, Sandeep Chhoker, A.K. Panwar & Manoj Kumar // J. Supercond Nov Magn. – 2012. – Vol. 25, No. 4. – DOI 10.1007/s10948-012-1761-4
7. Wang K.F. Multiferroicity: the coupling between magnetic and polarization orders / K.F. Wang, J.M. Liu, Z.F. Ren // Adv. Phys. – 2009. – 58. – P. 321-448.