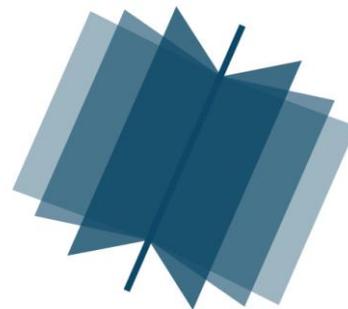


**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЖУРНАЛ**

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

**№ 03 (57) 2017
Часть 3
Март**

Подписано в печать 17.03.2017.
Тираж 900 экз.
Заказ 26179.
Отпечатано с готового оригинал-макета.
Отпечатано в типографии ООО "Компания ПОЛИГРАФИСТ",
623701, г. Березовский, ул. Театральная, дом № 1, оф. 88.

Сборник по результатам I заочной научной конференции International Research Journal.

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: Лежнева Н.В. д-р пед. наук, Куликовская И.Э. д-р пед. наук, Сайкина Е.Г. д-р пед. наук, Лукьянова М.И. д-р пед. наук.

Психологические науки: Мазилев В.А. д-р психол. наук, Розенова М.И., д-р психол. наук, проф., Ивков Н.Н. д-р психол. 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: Медведев И.Н., д-р мед. наук, д.биол.н., проф., 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.

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

Экономические науки: Бурда А.Г., д-р экон. нау, 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

ОБРАБОТКА ТОМАТОВ СУСПЕНЗИЕЙ SERRATIA TP3 ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ВИТАМИНА С В ПЛОДАХ.....	6
ВИДОВОЙ СОСТАВ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ: НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА АСТАНЫ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН.....	9
ОПТИМИЗАЦИЯ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ <i>STREPTOMYCES HYGROSCOPICUS</i> – ПРОДУЦЕНТА ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ СУБСТАНЦИИ РАПАМИЦИНА	14
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПУХОВЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ ПЕРА У ПТИЦ ОТРЯДА РЖАНКООБРАЗНЫХ (CHARADRIIFORMES).....	20

ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ / VETERINARY SCIENCE

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ ПРИЕМОМ ПРИ МАСТИТАХ У КОРОВ В СЕВЕРНОМ ЗАУРАЛЬЕ	27
---	----

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ / GEOGRAPHY

ОЦЕНКА ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОЧВ ВО ВРЕМЕНИ	31
--	----

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / GEOLOGY AND MINERALOGY

УСТАНОВЛЕНИЕ ЗОН ГЕТЕРОФАЗНЫХ РЕАКЦИЙ.....	35
--	----

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ / MEDICINE

ОЦЕНКА КОЛИЧЕСТВА И КАЧЕСТВА ЗУБОЧЕЛЮСТНЫХ АНОМАЛИЙ 2016 ГОДА В Г.КАЗАНЬ	39
ГЕМОКОАГУЛЯЦИОННЫЕ ПРЕДИКТОРЫ ЗАДЕРЖКИ РОСТА ПЛОДА ПРИ ПРЕЖДЕВРЕМЕННЫХ ОПЕРАТИВНЫХ РОДАХ	41
ОСОБЕННОСТИ ПАТОМОРФОЛОГИИ ИНФАРКТОВ МОЗГА ПРИ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА И ЦЕРЕБРАЛЬНОМ АТЕРОСКЛЕРОЗЕ	45
ОЗОНОТЕРАПИЯ В ЛЕЧЕНИИ ОСТРОЙ ГНОЙНОЙ ХИРУРГИЧЕСКОЙ ИНФЕКЦИИ	48
АДАПТАЦИИ ТРУДОВЫХ МИГРАНТОВ ИЗ ЮЖНЫХ РЕСПУБЛИК СРЕДНЕЙ АЗИИ.....	55
ЭКСПРЕССИЯ ГЕНОВ ФЕРМЕНТОВ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ У ПАЦИЕНТОВ С АТЕРОСКЛЕРОЗОМ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ВЫРАЖЕННОСТИ	58
ANTHROPOMETRICAL RESEARCH OF DIAGNOSTIC MODELS OF JAWS WITH THE USE OF CRITERIA OF THE END OF ORTHODONTIC TREATMENT (THE AMERICAN BOARD OF ORTHODONTICS (ABO)).....	62
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИММУНОКОРРЕГИРУЮЩЕЙ ТЕРАПИИ У ПАЦИЕНТОВ С ОДОНТОГЕННЫМИ ФЛЕГМОНАМИ ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ.....	70
ПОПУЛЯЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ПОКАЗАТЕЛЯ СУИЦИДА В РОССИИ	73

НАУКИ О ЗЕМЛЕ / SCIENCE ABOUT THE EARTH

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ДЛИНЫ ФРОНТА РАБОТ ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ СЛОЖНОСТРУКТУРНЫХ КАРБОНАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИН ПОСЛОЙНОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ И АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА	81
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОДЕРЖАНИЯ И ФОРМ СУЩЕСТВОВАНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНОВ Р. ВОЛГА.....	85
ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ РАДИАЦИОННОГО ФОНА ГОРНОЙ ТЕРРИТОРИИ РСО-АЛАНИЯ	89

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ / PHYSICS AND MATHEMATICS

ABOUT THE LAWS OF MOVEMENT OF PLANETS.....	92
КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ	95
ФРЕЙМЫ ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ВРЕМЕНИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СИГНАЛОВ БЕЗ ФАЗ	102

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ / CHEMISTRY

ПОДХОДЫ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ФЛОТАТОРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ	106
--	-----

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ / AGRICULTURAL SCIENCES

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ МЕТОДА БИОРЕМЕДИАЦИИ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД, ОСНОВАННОГО НА СОЗДАНИИ «БИОПЛАТО» В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОЙ ОПАСНОСТИ АКТИВНОГО ВЫБРОСА АММИАКА И СЕРОВОДОРОДА В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ.....	109
ПРОДУКТИВНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА СИММЕНТАЛЬСКИХ КОРОВ РАЗНЫХ ГЕНЕАЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ	116
ЗАВИСИМОСТЬ КАЧЕСТВА ОЧИСТКИ ДРЕНАЖНОГО ТРУБОПРОВОДА ОТ ПАРАМЕТРОВ ДРЕНОПРОМЫВОЧНОГО УСТРОЙСТВА.....	119
ВЛИЯНИЕ НОВЫХ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНИКОВ.....	123
A TECHNOLOGY OF RATIONAL BEET PULP USAGE.....	126
ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ МОРКОВИ	129

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / BIOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.57.059>

Гридина Т.С.¹, Голубкина Н.А.²

¹ORCID: 0000-0002-5985-5279, младший научный сотрудник, Астраханский государственный технический университет, ²ведущий научный сотрудник,

Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур

**ОБРАБОТКА ТОМАТОВ СУСПЕНЗИЕЙ SERRATIA TP3 ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ
ВИТАМИНА С В ПЛОДАХ**

Аннотация

В статье изложены опыты по обработки томатов сорта «Гном» различными суспензиями лабораторных штаммов обладающих хозяйственно полезными свойствами и изучена их способность способствовать увеличению содержания витамина С в плодах томата. В результате проведения эксперимента было доказано, суспензией *Serratia TP3*, по сравнению с другими штаммами, увеличивает урожайности и содержания витамина С в плодах. Содержание витамина С в результате эксперимента достигает 45 мг/100г при действии данной суспензии *Serratia TP3*.

Ключевые слова: томаты, бактерии, урожайность, витамин С.

Gridina T.S.¹, Golubkina N.A.²

¹ORCID: 0000-0002-5985-5279, junior researcher, Astrakhan State Technical University

²senior researcher, All-Russian research Institute of breeding and seed vegetable crops

**PROCESSING TOMATOES WITH SERRATIA TP3 SUSPENSION TO INCREASE THE CONTENT
OF VITAMIN C IN FRUIT**

Abstract

The article describes experiments related to the processing of tomatoes of "Gnom" cultivar with various suspensions of laboratory strains with economically useful properties. Their ability to promote an increase in the content of vitamin C in tomato fruits is studied. As a result of the experiment, it was proved that suspension *Serratia TP3* increases the yield capacity and vitamin C content in fruits in comparison with other strains. The content of vitamin C has reached 45 mg/100 g as a result of the experiment with suspension *Serratia TP3*.

Keywords: tomatoes, bacteria, yield capacity, vitamin C

В любом организме постоянно образуются свободные радикалы, от которых должна существовать антиоксидантная защита, являющаяся одним из важнейших компонентов иммунитета в целом. Витамин С – является одним из самых мощных антиоксидантов. Он усиливает репаративные процессы, увеличивает устойчивость к инфекциям [1, С. 25].

При исследовании взаимоотношения между изолятами, выделенными с больных и здоровых плодов позволили определить 4 наиболее активные формы и получить их чистые культуры. Физиолого-биохимические свойства этих изолятов изучались по общепринятым методикам. Анализ комплекса полученных данных показал, что изолят № 1 является представителем рода *Cellulomonas sp.*, № 2 – *Bacillus sp.*, изолят № 4 актиномицетную форму, а изолят № 3, как самостоятельный был идентифицирован до вида в ФГУП «ГосНИИГенетика», При секвенировании вариабельных участков генов, кодирующих 16SpРНК было установлено, что он относится к роду *Serracia* и идентифицирован, как *Serracia ficaria TP3*.

Так же при проведении исследования было установлено, что штамм *Serratia ficaria TP3* проявляет одновременно фитостимулирующую (49%) и фунгицидную активность которая наиболее выражена при концентрации суспензии 10⁹ КОЕ/мл. Штамм заселяет поверхность корня томата, образуя микроколонии.

Для эффективной защиты от альтернариоза и стимуляции роста и развития растений рекомендуют следующие технологические приемы: бактериализация, бактериализация с проливом под корень и бактериализация с опрыскиванием в фазы 1-4 настоящего листа. В вегетационных опытах, стимуляция прироста биомассы растений при однократной инокуляции составила 51%, а при двукратной 74%. Применение рабочего раствора приводит к увеличению высоты растений (19%), площади листовой поверхности (36%). Наиболее эффективным вариантом обработки, снижающим развитие альтернариоза на 48,1%, является бактериализация + опрыскивание. Таким образом, для дальнейших исследований был отобран наиболее перспективный изолят обладающий хозяйственно полезными свойствами.

На почвах опытных полей Всероссийского научно-исследовательского института селекции и семеноводства овощных культур проводили эксперимент агрохимического испытательного центра на томатах. Опыт заложен на дерново-подзолистой почве, пахотный слой которой имел следующую агрохимическую характеристику: содержание гумуса 2,05%, P205-450 мг/кг, K20-357, N - щелочногидролизующий - 108 мг/кг почвы, рН-6,8, сумма обменных оснований- 95,2%. Контролем служила обработка растений дистиллированной водой. В эксперименте испытывали рабочий раствор *Serratia TP3* и коллекционный штамм *Bacillus atrophaeus B-9918* представляющий собой облигатно аэробные грамположительные спорообразующие палочки [4, С. 5].

Таблица 1 – Влияние бактериальных препаратов на урожайность томата сорта Гном (т/га) и содержание каротиноидов

Варианты	Даты сбора					Бета-каротин Мг/ 100 г	Ликопин Мг/100 г	Ликопин/ бета-каротин	Сумма мг/100 г
	07.08	21.08.	27.08	10.09	Суммарная урожай- ность				
Контроль	11,8	9,2	10,8	7,1	38,9	16,4	46,5	2,84	62,9
<i>Serratia ficaria TP3</i>	16,4	6,4	11,5	10,4	44,7	21,9	56,0	2,56	77,9
<i>Bacillus atrophaeus B-9918</i>	16,5	6,5	11,0	9,9	44,4	11,0	33,0	3,0	44
НРС	1,7	0,8	1,1	1,6	2,9				

Из таблицы 1 урожайности томатов сорта «Гном», можно заключить, что рабочий раствор *Serratia ficaria TP3* увеличивал содержание бета-каротина по сравнению с контролем 33,5 %, ликопина 20,4% по сравнению с контролем.

Таблица 2 – Урожай динамика

Варианты	Даты сбора				
	07.08	21.08.	27.08	10.09	Суммарная урожайность
Контроль	11,8	9,2	10,8	7,1	38,9
<i>Serratia ficaria TP3</i>	16,4	6,4	11,5	10,4	44,7
<i>Bacillus atrophaeus B-9918</i>	16,5	6,5	11,0	9,9	44,4
НРС05	1,7	0,8	1,1	1,6	2,9

В таблицы 2 показана урожайность томата сорта «Гном», из которой видно, что наибольшие показатели суммарной урожайности показаны при обработке рабочим раствором *Serratia TP3*.

Антиоксидантную активность определяли в водно-спиртовом экстракте, H₂O-МеОН, 1:1. В таблице показано влияние бактериальных препаратов на содержание каротиноидов томата сорта Гном в 2015 год.

Таблица 3 – Влияние бактериальных препаратов на содержание каротиноидов томата сорта Гном, 2013 год

Варианты	Бета-каротин Мг/100г	Ликопин Мг/100 г	Ликопин/ бета-каротин	Сумма мг/100 г	АОА *на АК г/100 г	Экстрагируемые Вещества %	Содержание вит. С мг/100 г	Сух. в-в %
Контроль	16,4	46,5	2,84	62,9	6,1	39,2	37	6,2±0,1
<i>Serratia ficaria TP3</i>	21,9	56,0	2,56	77,9	8,1	46,4	45	6,5±0,1
<i>Bacillus atrophaeus B-9918</i>	11,0	33,0	3,0	44	7,7	37,6	40	6,4±0,2

Из таблицы 3 видно, что содержание витамина С и антиоксидантная активность в плодах сорта «Гном» наибольшее при обработке рабочим раствором *Serratia ficaria TP3*, по сравнению с контролем и суспензией *Bacillus atrophaeus B-9918*.

На основе литературных данных и собственных материалов изучена микрофлора ассоциированная с томатами сорта «Королевский». Были выделены изоляты, как со здоровых, так и с пораженных плодов. В ходе изучения типов взаимоотношений между изолятами был выделен наиболее активный изолят обладающий выраженными фитостимулирующими, фунгицидными свойствами и образующий микроколонию на всей поверхности проростков семян томата.

Рабочий раствор *Serratia ficaria TP3* способен подавлять и противостоять альтернариозу как на рассаде, так и на листьях выращенных растений. Фунгицидная активность по отношению к фитопатогену *Alternaria sp. 1*, проявляется

во всех фазах роста культуры *Serratia ficaria* ТРЗ. Пики фунгицидной активности приходились на 48 часов и 198 часов и с связаны с выделением первичных и вторичных метаболитов.

Оптимальным способом обработки растений *Serratia ficaria* ТРЗ для проявления фитостимулирующей активности является бактеризация + пролив и бактеризация + опрыскивание при концентрации рабочего раствора *Serratia ficaria* ТРЗ 10^9 КОЕ/мл. В вегетационных опытах было доказано, что двукратная обработка растений увеличивает биомассу растений на 55% по сравнению с контролем. При этом данная концентрация рабочего раствора *Serratia ficaria* ТРЗ так же сдерживало развитие *Alternaria sp. 1.* и вызывало аутолизис мицелия. Максимальная биологическая эффективность рабочего раствора составила 89%.

Полевые испытания, подтвердили фунгицидную и фитостимулирующую активность рабочего раствора *Serratia ficaria* ТРЗ в концентрации 10^9 КОЕ/мл, как при обработки семян, так и при обработки рассады начиная с фазы 1-2 настоящего листа. Наибольшие биометрические показатели (87,3см высота) и минимальное заражение альтернариозом (1,76%) было отмечено при обработке семян томата.

Биотестирование рабочего раствора *Serratia ficaria* ТРЗ на одноклеточных водорослях, дафниях, гуппи и крысах показало, не токсичность его компонентов и продуктов его трансформации для объектов окружающей среды.

Результаты биотестирования показали, что рабочий раствор *Serratia ficaria* ТРЗ не токсичен для одноклеточных водорослей, не оказывает влияние на дафнии и гуппи.

Так же проводили исследование на белых беспородных крысах, содержащихся в стандартных условиях вивария Астраханского Государственного Университета при свободном доступе к воде и пище. Животные были разделены на следующие группы: 1 группа – контроль (животные, получавшие физиологический раствор); 2 группа – животные, получающие рабочий раствор *Serratia seratia* ТРЗ с титром клеток 10^9 КОЕ/мл.

Было выявлено, что введение рабочего раствора не изменяло фагоцитарную активность нейтрофилов в сравнении с контрольными животными. И фагоцитарный индекс и фагоцитарное число оставались на уровне контрольных значений, уровень гемоглобина практически не изменялся.

Таким образом, рабочий раствор *Serratia seratia* ТРЗ согласно Санитарным правилам СП 2.1.7.1386-03 соответствует V классу опасности. Является безопасным с учетом комбинированного, комплексного действия его компонентов и продуктов его трансформации на здоровье человека и среду его обитания (Учебно-методическое пособие, 2007) и может быть рекомендовано, как безопасное средство, обладающие хозяйственно полезными свойствами.

Список литературы / References

1. Держинская, И. С. Питательные среды для выделения и культивирования микроорганизмов : учебное пособие / – Астрахань : Изд-во АГТУ, 2008. – 348 с.
2. Критерии отнесения отходов к классам опасности для окружающей природной среды// Приказ МПР РФ № 511 от 15.06.2001. - 13 с.
3. Пономарева, Т.С. Микроорганизмы ассоциированные с растениями сем Пасленовых (на примере томата сорта «Королевский» / Естественные науки АГУ. – 2012. С. 97-102.
4. Практикум по микробиологии: учеб.пособие для студ. высш. учеб. заведений / А. И. Нетрусов, М. А. Егорова, Л. М. Захарчук и др. ; под ред. А. И. Нетрусова. - М. : Академия, 2005.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Dzerzhinskaja, I. S. Pitatel'nye sredy dlja vydelenija i kul'tivirovanija mikroorganizmov : uchebnoe posobie [Nutrient media for isolation and cultivation of microorganisms: a tutorial] // I. S. Dzerzhinskaja / – Astrahan' : Izd-vo AGTU, 2008. – 348 s. [in Russian]
2. Kriterii otnesenija othodov k klassam opasnosti dlja okruzhajushhej prirodnoj sredy [The criteria for classification of waste hazard classes for the environment] // Prikaz MPR RF № 511 ot 15.06.2001 [Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation № 511 from 15.06.2001]. - 13 s. [in Russian]
3. Ponomareva, T.S. Mikroorganizmy associirovannye s rastenijamisem Paslenovyh (na primere tomata sorta «Korolevskij») [Microorganisms associated with the family Solanaceae plants (for example, "Royal" tomato varieties)] // T.S. Ponomareva/ Estestvennye nauki AGU. – 2012, P. 97-102. [in Russian]
4. Praktikum po mikrobiologii: ucheb.posobie dlja stud. vyssh. ucheb. Zavedenij [Workshop on microbiology: Textbooks for students. Executive. Proc. institutions] / A. I. Netrusov, M. A. Egorova, L. M. Zaharchuk i dr. ; pod red. A. I. Netrusova. - M. : Akademija, 2005. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.57.136>Латушкина Е.Н.¹, Кудайбергенова А.Е.²¹ORCID: 0000-0002-7723-4804, Доцент, кандидат геолого-минералогических наук,
кандидат педагогических наук,

Российский университет дружбы народов,

²ORCID: 0000-0002-2461-7721, Аспирант, Российский университет дружбы народов**ВИДОВОЙ СОСТАВ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ
УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ: НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА АСТАНЫ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН***Аннотация*

Основной идеей исследования является сохранение видового разнообразия растительных сообществ, произрастающих в городских условиях. В работе приведены доминирующие виды растений, характерных для естественной степной экосистемы на территории Акмолинской области Республики Казахстан и искусственно созданных фитоценозов на урбанизированной территории – в столице Республики и за ее пределами. Нами были сформулированы практические рекомендации по сохранению естественного видового разнообразия флоры города Астаны при создании искусственных фитоценозов. Полученные данные могут быть использованы в практике озеленения урбанизированных территорий, при корректировке планов создания искусственных растительных сообществ в урбосистемах.

Ключевые слова: флора, городская среда, степная экосистема.Latushkina E.N.¹, Kudaibergenova A.E.²¹Associate professor, PhD in Geology and Mineralogy, PhD in Pedagogy,
Peoples' Friendship University of Russia,²Postgraduate student, Peoples' Friendship University of Russia**SPECIES COMPOSITION OF NATURAL AND ARTIFICIAL PHYTOCENOSES OF THE URBANIZED
TERRITORY: BY THE EXAMPLE OF THE CITY OF ASTANA OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN***Abstract*

The main idea of the research is to preserve species diversity of vegetation communities growing in urban places. The paper indicates dominant species of plants characteristic of natural steppe ecosystems in the territory of the Ak-mola region of the Republic of Kazakhstan and artificially created phytocenoses on the urbanized territory - in the capital of the Republic and beyond its borders. We made a list of practical recommendations for the conservation of natural species diversity of the flora of the city of Astana when creating artificial phytocenoses. Obtained data can be used for landscaping of urbanized territories, or when adjusting plans for the creation of artificial vegetation communities in urban systems.

Keywords: flora, urban environment, steppe ecosystem.

Урбанизированной территорией, взятой в качестве объекта исследования, стала столица Республики Казахстан – г. Астана. До 1961 года город именовался Акмолинск, в период с 1961 по 1992 годы – Целиноград, с 1992 по 1998 годы – Акмола. Статус столицы Астана получила 10 декабря 1997 г. [2], то есть 20 лет назад и именно с этого момента началась интенсивная урбанизация данной территории. Поскольку Астана находится на начальном этапе своего развития, как крупная городская агломерация, то для ее устойчивого развития и эффективного управления ее функционированием необходимо поддерживать качество и стабильное состояние окружающей природной среды города, отслеживать внутренние и внешние связи компонентов такой искусственно созданной урбанизированной экосистемы, сохранять и поддерживать биоразнообразие, присущее данной территории. В этой связи целью настоящей работы стал анализ и систематизация данных о видовом составе растений, произрастающих в естественных условиях и искусственно созданных фитоценозах на изучаемой территории. Для достижения указанной цели были: 1) проведен анализ климатических условий объекта исследований, 2) составлен перечень преобладающих видов растений степной экосистемы Республики Казахстан, 3) систематизированы данные о доминирующих видах растений, произрастающих в естественных условиях Акмолинской области, 4) структурированы сведения о видах растений, образующих искусственные насаждения г. Астаны и его окрестностей; 5) разработаны рекомендации для поддержания естественного видового разнообразия флоры на городской и прилегающей к ней территории столицы Казахстана. Методами решения поставленных задач послужили: анализ специальной литературы и собственные наблюдения.

Результаты и их обсуждение. Астана расположена в пределах степной естественной экосистемы. Урбанизированная территория занимает западную окраину Казахского мелкосопочника, которая сложена остатками древней горной территории, выровненной процессами денудации и выветривания, и в значительной мере погребенной под рыхлыми продуктами разрушения коренных пород. Город размещен на степной равнине, образованной низкими надпойменными террасами и занимает оба берега р. Ишим [8].

Климат на изучаемой территории резко континентальный. Зима продолжительная, морозная и сопровождается низкими температурами. Лето сухое и жаркое, наблюдаются частые засухи. Продолжительность холодного периода 163-171 день, теплого – 194-202 дня². Среднегодовая температура воздуха 3,1°C, зимой – -15°C, в летний период – 20°C [1].

Зима начинается в декабре и длится до начала апреля, она характеризуется суровостью климата и низкой температурой воздуха; абсолютный минимум был зафиксирован в январе 1893 года (-51,6°C). Температура ниже сорока градусов опускалась в декабре 1929 года (-43,5°C) и феврале 1895 года (-48,9°C). Число метельных дней может достигать 30, число дней с туманами – 60 и более. Первый снег выпадает в ноябре. Средняя мощность устойчивого снежного покрова 30 см сохраняется 130-140 дней.

Весна длится 1,5-2 месяца, температура апреля в среднем колеблется от 8°C до 10°C, в мае – от 12°C до 16°C. Среднегодовая влажность воздуха в 2013 году была на уровне 69 %, в 2010 году – 59 %.

Лето в Астане начинается в конце мая и заканчивается в сентябре. Средняя температура этого времени года составляет 18°C, максимум температуры приходится на июль. Абсолютный максимум был зафиксирован в июле 1936 года, он составил 41,6°C.

Осень очень короткая. К октябрю температура воздуха опускается до отметки -8°C, абсолютный минимум в этом месяце равнялся -25,3°C в 1914 году, месячный максимум атмосферных осадков составил 71 мм в 1995 году [4].

Количество часов солнечного сияния за год 2200. Ветровой режим характеризуется преобладанием ветров юго-западного направления. Скорость ветра может доходить до 15 м/сек; раз в 20 лет фиксируется превышение указанной скорости ветра. Количество осадков в год составляет порядка 300 мм. Исследуемый регион характеризуется резко выраженным недостаточным увлажнением и наличием пыльных бурь [3].

Степная зона Республики включает три подзоны: разнотравно-ковыльную (засушливую), типчаково-ковыльную и ксерофитно-разнотравно-типчаково-ковыльную степи, которые отличаются типами почв и произрастающими на них фитоценозами (табл. 1).

Таблица 1 – Типы почв и преобладающие виды растений степной экосистемы Республики Казахстан (составлено по материалам, опубликованным на официальном сайте ТОО «НИПИ «Астанагенплан» [10])

Подзоны	Почвы	Преобладающие виды растений
Разнотравно-ковыльные (засушливые) степи	Черноземы южные малогумусовые	Ковыль (<i>Stipa</i>), типчак (<i>Festuca valesiaca</i>), тонконог (<i>Koeleria</i>), шалфей (<i>Salvia stepposa</i>), зопник (<i>Phlomis tuberosa</i>), вероника (<i>Veronica spicata</i>) и др.
	Карбонатный малогумусовый чернозем	Ковыль Коржинского (<i>Stipa korshinskyi</i>), типчак (<i>Festuca valesiaca</i>), ковылок (<i>Stipa lessingiana</i>)
	Малоразвитый южный чернозем	Овсяница (<i>Festuca</i>), астра (<i>Aster</i>), вероника (<i>Veronica</i>), полынь (<i>Artemisia</i>), жабрица (<i>Seseli</i>) и др.
	Солонцеватый южный чернозем	Полынь (<i>Artemisia</i>), грудница (<i>Linosis villosa</i> , <i>Linosis tatarica</i>)
Типчаково-ковыльные степи	Темно-каштановые	Типчак (<i>Festuca valesiaca</i>), ковыль (<i>Stipa</i>), тонконог (<i>Koeleria</i>), грудницы (<i>Linosis villosa</i> , <i>Linosis tatarica</i>), полынь австрийская (<i>Artemisia austriaca</i>), зопник колючий (<i>Phlomis pungens</i>), зопник клубеносный (<i>Phlomis tuberosa</i>), солонечник (<i>Galatella linosyris</i>) и др.
	Солонцеватые темно-каштановые	Типчак (<i>Festuca valesiaca</i>), ковыль (<i>Stipa</i>), полынь (<i>Artemisia</i>) грудницы (<i>Linosis villosa</i> , <i>Linosis tatarica</i>)
Ксерофитно-разнотравно-типчаково-ковыльные степи	Средне-каштановые	Ковыль (<i>Stipa</i>), типчак (<i>Festuca valesiaca</i>), тырса (<i>Stipa capillata</i>), тонконог (<i>Koeleria</i>), житняк (<i>Agropyron</i>), вострец (<i>Leymus ramosus</i>), грудницы (<i>Linosis villosa</i> , <i>Linosis tatarica</i>), солонечник (<i>Galatella linosyris</i>), прутняк (<i>Kochia prostrata</i>), ферула татарская (<i>Ferula tatarica</i>)

Данные, приведенные в табл. 2, были получены на основе собственных наблюдений и материалов, опубликованных на официальном сайте ГУ «Управление архитектуры и градостроительства г. Астаны» [5], [7].

Таблица 2 – Доминирующие виды растений Акмолинской области

Род	Вид
Класс: Однодольные (Liliopsida)	
<i>Семейство: Злаки (Poaceae)</i>	
Ковыль (<i>Stipa</i>)	Ковыль-волосатик (<i>Stipa capillata</i>)
	Ковыль Лессинга (<i>Stipa lessingiana</i>)
	Ковыль перистый (<i>Stipa pennata</i>)
	Ковыль сарептский (<i>Stipa sareptana</i>)
Овсяница (<i>Festuca</i>)	Типчак (<i>Festuca valesiaca</i>)
	Овсяница красная (<i>Festuca rubra</i>)
	Овсяница луговая (<i>Festuca pratensis</i>)
Пырей (<i>Elytrigia</i>)	Пырей гребенчатый (<i>Agropyron cristatum</i>)
	Житняк гребневидный (<i>Agropyron pectinatum</i>)
Пырей (<i>Elytrigia</i>)	Пырей ползучий (<i>Elytrigia repens</i>)
Тонконог (<i>Koeleria</i>)	Тонконог гребенчатый (<i>Koeleria cristata</i>)
Вейник (<i>Calamagrostis</i>)	Вейник наземный (<i>Calamagrostis epigejos</i>)
Костер (<i>Bromus</i>)	Костер безостый (<i>Bromus inermis</i>)
Лисохвост (<i>Alopecurus</i>)	Лисохвост луговой (<i>Alopecurus pratensis</i>)
Прибрежница (<i>Aeluropus</i>)	Прибрежница солончаковая (<i>Aeluropus littoralis</i>)
Бескильница (<i>Puccinellia</i>)	Бескильница расставленная (<i>Puccinellia distans</i>)

Окончание табл. 2 – Доминирующие виды растений Акмолинской области

Род	Вид
Бекмания (<i>Beckmannia</i>)	Бекмания обыкновенная (<i>Beckmannia eruciformis</i>)
Мятлик (<i>Poa</i>)	Мятлик луговой (<i>Poa pratensis</i>)
	Мятлик луковичный (<i>Poa bulbosa</i>)
Двуклосточник (<i>Phalaroides</i>)	Двуклосточник тростниковый (<i>Phalaroides arundinacea</i>)
Тростник (<i>Phragmites</i>)	Тростник южный (<i>Phragmites australis</i>)
<i>Семейство: Осоковые (Cyperaceae)</i>	
Осока (<i>Carex</i>)	Осока лисья (<i>Carex vulpina</i>)
	Осока черноколосая (<i>Carex melanostachya</i>)
	Осока светлая (<i>Carex diluta</i>)
<i>Семейство: Лилейные (Liliaceae)</i>	
Тюльпан (<i>Tulipa</i>)	Тюльпан Шренка (<i>Tulipa suaveolens</i>)
Класс: Двудольные (Dicotyledones)	
<i>Семейство: Астровые (Asteraceae)</i>	
Пиретрум <i>Pyrethrum</i>	Пиретрум щитковый (<i>Pyrethrum</i>)
Пупавка (<i>Anthemis</i>)	Пупавка Корнух-Троцкого (<i>Anthemis trotzkiana</i>)
Полынь (<i>Artemisia</i>)	Полынь белая (<i>Artemisia lercheana</i> Web.)
Полынь (<i>Artemisia</i>)	Полынь австрийская (<i>Artemisia austriaca</i>)
	Полынь сорная (<i>Artemisia scoparia</i> Waldst. Et Kit.)
	Полынь черная (<i>Artemisia pauciflora</i>)
	Полынь кустарниковая (<i>Artemisia proceriformis</i>)
	Полынь понтийская (<i>Artemisia pontica</i>)
	Полынь однотычинковая (<i>Artemisia monogina</i>)
Тысячелистник (<i>Achillea</i>)	Тысячелистник благородный (<i>Achillea nobilis</i>)
Девясил (<i>Inula</i>)	Девясил британский (<i>Inula britannica</i>)
<i>Семейство: Бобовые (Leguminosae)</i>	
Солодка (<i>Glycyrrhiza</i>)	Солодка голая (<i>Glycyrrhiza glabra</i>)
	Солодка щетинистая (<i>Glycyrrhiza echinata</i>)
Карагана (<i>Caragana</i>)	Карагана-кустарник (<i>Caragana flutex</i>)
Люцерна (<i>Medicago</i>)	Люцерна серповидная (<i>Medicago falcata</i>)
Копеечник (<i>Hedysarum</i>)	Копеечник Разумовского (<i>Hedysarum razoumivianum</i>)
<i>Семейство: Молочайные (Euphorbiaceae)</i>	
Молочай (<i>Euphorbia</i>)	Молочай Сегиеровский (<i>Euphorbia sequieriana</i>)
<i>Семейство: Розовые (Rosaceae)</i>	
Лапчатка (<i>Potentilla</i>)	Лапчатка белеющая (<i>Potentilla dialbata</i>)
Таволга (<i>Filipendula</i>)	Таволга зверобоелистная (<i>Spiraea hypericifolia</i>)
	Таволга городчатая (<i>Spiraea crenata</i>)
Шиповник (<i>Rosa</i>)	Шиповник коричный (<i>Rosa majalis</i>)
Земляника (<i>Fragaria</i>)	Земляника лесная (<i>Fragaria vesca</i>)
Слива (<i>Prunus</i>)	Черемуха обыкновенная (<i>Prunus padus</i>)
Рубус (<i>Rubus</i>)	Ежевика (<i>Rubus caesus</i>)
<i>Семейство: Амарантовые (Chenopodiaceae)</i>	
Лебеда (<i>Atriplex</i>)	Лебеда седая (<i>Atriplex cana</i>)
Лебеда (<i>Atriplex</i>)	Лебеда татарская (<i>Atriplex tatarica</i>)
Камфоросма (<i>Camphorosma</i>)	Камфоросма (<i>Camphorosma monspeliaca</i>)
Лебеда (<i>Atriplex</i>)	Обиона бородавчатая (<i>Halimione verrucifera</i>)
Бассия (<i>Bassia</i>)	Бассия седая (<i>Bassia sedoides</i>)
Прутняк (<i>Kochia</i>)	Прутняк (изень) (<i>Kochia prostrata</i>)
Рогач (<i>Ceratocarpus</i>)	Рогач сумчатый (<i>Ceratocarpus utriculosus</i>)
<i>Семейство: Березовые (Betulaceae)</i>	
Береза (<i>Betula</i>)	Береза пушистая (<i>Betula pubescens</i>)
<i>Семейство: Вязовые (Ulmaceae)</i>	
Вяз (<i>Ulmus</i>)	Вяз гладкий (<i>Ulmus laevis</i>)
<i>Семейство: Ивовые (Salicaceae)</i>	
Тополь (<i>Populus</i>)	Осина (<i>Populus tremula</i>)
	Тополь белый (<i>Populus alba</i>)
	Тополь черный (осокорь) (<i>Populus nigra</i>)
	Тополь пирамидальный (<i>Populus pyramidalis</i>)
Ива (<i>Salix</i>)	Ива пепельно-серая (<i>Salix cinerea</i>)
	Ива белая (<i>Salix alba</i>)
	Ива трехтычинковая (<i>Salix triandra</i>)

Из табл. 2 видно, что видовое разнообразие растительных сообществ Акмолинской области насчитывает более 65 видов растений, относящихся к трем семействам класса однодольных и восьми семействам класса двудольных растений.

По внешнему периметру города искусственно создан зеленый пояс общей площадью 73000 га. При этом каждый год засаживается территория равная пяти тысячам гектаров [11]. В работе О.С. Телегиной и Е.П. Вибе [9] рассмотрено состояние искусственных насаждений зеленого пояса, согласно которым доминирующими видами являются: сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), береза повислая (*Betula pendula*), вяз приземистый (*Ulmus pumila*), клен ясенелистный (*Acer negundo*), тополь бальзамический (*Populus balsamifera*), лох узколистный (*Elaeagnus angustifolia*), ива ломкая (*Salix fragilis*) и др. (табл. 3).

Таблица 3 – Основные виды растений искусственно созданной зеленой зоны вокруг Астаны

Семейство	Род	Вид
<i>Класс: Хвойные (Pinophyta)</i>		
Сосновые (<i>Pinaceae</i>)	Сосна (<i>Pinus</i>)	Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris</i>)
<i>Класс: Двудольные (Dicotyledones)</i>		
Березовые (<i>Betulaceae</i>)	Береза (<i>Betula</i>)	Береза повислая (<i>Betula pendula</i>)
Вязовые (<i>Ulmaceae</i>)	Вяз (<i>Ulmus</i>)	Вяз приземистый (<i>Ulmus pumila</i>)
Сапиндовые (<i>Sapindaceae</i>)	Клен (<i>Acer</i>)	Клен ясенелистный (<i>Acer negundo</i>)
Ивовые (<i>Salicaceae</i>)	Тополь (<i>Populus</i>)	Тополь бальзамический (<i>Populus balsamifera</i>)
		Тополь пирамидальный (<i>Populus pyramidalis</i>)
	Ива (<i>Salix</i>)	Ива ломкая (<i>Salix fragilis</i>)
Лоховые (<i>Elaeagnaceae</i>)	Лох (<i>Elaeagnus</i>)	Лох узколистный (<i>Elaeagnus angustifolia</i>)
Розовые (<i>Rosaceae</i>)	Боярышник (<i>Crataegus</i>)	Боярышник обыкновенный (<i>Crataegus laevigata</i>)
	Яблоня (<i>Malus</i>)	Яблоня сибирская (<i>Malus baccata</i>)
	Слива (<i>Prunus</i>)	Вишня Бессея (<i>Cerasus besseyi</i>) Черемуха виргинская (<i>Prunus virginiana</i>)
Бобовые (<i>Fabaceae</i>)	Карагана (<i>Caragana</i>)	Акация желтая (<i>Caragana arborescens</i>)
Кизиловые (<i>Cornaceae</i>)	Кизил (<i>Cornus</i>)	Дерен белый (<i>Cornus alba</i>)
Жимолостные (<i>Caprifoliaceae</i>)	Жимолость (<i>Lonicera</i>)	Жимолость татарская (<i>Lonicera tatarica</i>)
Крыжовниковые (<i>Grossulariaceae</i>)	Смородина (<i>Ribes</i>)	Смородина золотистая (<i>Ribes aureum</i>)

Из табл. 3 следует, что видовой состав искусственного фитоценоза, созданного за пределами г. Астаны представлен преимущественно древесными и древесно-кустарниковыми растениями. При этом, как показали собственные наблюдения, травянистый покров достаточно редкий и большая часть площади территории не покрыта травянистой растительностью. Кроме того, видовой состав растений зеленого пояса г. Астаны существенно отличается от естественной растительности, характерной для Акмолинской области.

Столица Республики расположена в типчаково-ковыльной степи на темно-каштановых почвах. Типичной растительностью для данной территории является: типчак (*Festuca valesiaca*), ковыль (*Stipa*), тонконог (*Koeleria*), грудницы (*Linosis villosa*, *Linosis tatarica*), полынь (*Artemisia*), зопник колючий (*Phlomis pungens*), зопник клубненосный (*Phlomis tuberosa*), солонечник (*Galatella linoxyris*) и др.

В таблице 4 приведены основные сведения о флоре г. Астаны, полученные Э.В. Обезинской, А.Е. Кебекбаевым, Е.И. Крижановской, А.А. Либрик [6] в результате мониторинга зеленых насаждений в сквере Шахматистов Астаны. Анализ парков и скверов города, показал, что это типичная растительность для изучаемой территории, которая, в основном, согласуется с растительностью, высаживаемой за пределами города. Вместе с этим наблюдается отсутствие выраженного травянистого покрова.

Таблица 4 – Флора г. Астаны в скверах и парках

Семейство	Род	Вид
<i>Класс: Двудольные (Dicotyledones)</i>		
Ивовые (<i>Salicaceae</i>)	Тополь (<i>Populus</i>)	Тополь пирамидальный (<i>Populus pyramidalis</i>)
		Осина обыкновенная (<i>Populus tremula</i>)
Березовые (<i>Betulaceae</i>)	Береза (<i>Betula</i>)	Береза повислая (<i>Betula pendula</i>)
Маслиновые (<i>Oleaceae</i>)	Ясень (<i>Fraxinus</i>)	Ясень зеленый (<i>Fraxinus lanceolata</i>)
Астровые (<i>Asteraceae</i>)	Тагетес (<i>Tagetes</i>)	Тагетес прямостоячий (<i>Tagetes erecta</i>)

Окончание табл. 4 – Флора г. Астаны в скверах и парках

Семейство	Род	Вид
Розовые (<i>Rosaceae</i>)	Груша (<i>Pyrus</i>)	Груша уссурийская (<i>Pyrus ussuriensis</i>)
	Яблоня (<i>Malus</i>)	Яблоня сибирская (<i>Malus baccata</i>)
	Слива (<i>Prunus</i>)	Вишня степная (<i>Prunus fruticosa</i>)
<i>Класс: Хвойные (Pinophyta)</i>		
Сосновые (<i>Pinaceae</i>)	Сосна (<i>Pinus</i>)	Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris</i>)
	Ель (<i>Picea</i>)	Ель колючая (<i>Picea pungens</i>)
		Ель сибирская (<i>Picea obovata</i>)

В заключение отметим, что при создании искусственных растительных сообществ в г. Астане необходимо высаживать растения, характерные для региона, а именно представителей семейств: злаки (*Poaceae*), астровые (*Asteraceae*), бобовые (*Leguminosae*), молочайные (*Euphorbiaceae*), розовые (*Rosaceae*), амарантовые (*Chenopodiaceae*). Из березовых дополнить список высаживаемых видов березой пушистой (*Betula pubescens*), из вязовых – вязом гладким (*Ulmus laevis*), из ивовых – тополем белым (*Populus alba*) и тополем черным (*Populus nigra*), ивой пепельно-серой (*Salix cinerea*), ивой белой (*Salix alba*) и ивой трехтычинковой (*Salix triandra*). Это позволит при создании искусственных фитоценозов сохранить естественное разнообразие видов растений степной экосистемы в городских условиях.

Список литературы / References

1. Акмолинская область: Энциклопедия. – Алматы: ТОО «Казак энциклопедиясы», 2009. – 544 с.
2. Астана – столица Республики Казахстан // Официальный сайт Президента Республики Казахстан. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.akorda.kz/ru/republic_of_kazakhstan/astana
3. Гвоздецкий Н.А. Казахстан: очерк природы / Н.А. Гвоздецкий, В.А. Николаев. – М.: Мысль, 1971. – 295 с.
4. Кожухметова Э.П. Об изменении температурного режима Астаны и ее окрестностей / Э.П. Кожухметова, П.Ж. Кожухметов // Гидрометеорология и экология. – 2014. – № 1. – С. 7-15.
5. Краткая пояснительная записка ГКП «НИПИ Генерального плана г. Астаны» // Официальный сайт ГУ «Управление архитектуры и градостроительства г. Астаны». – 2010. – 227 с. – URL: <http://www.saulet.astana.kz/management/org/5/>
6. Мониторинг состояния зеленых насаждений города Астаны (на примере сквера «Шахматистов») / Э.В. Обезинская, А.Е. Кебекбаев, Е.И. Крижановская, А.А. Либрик // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2015. – № 41 – С. 199-202.
7. Нысанбаев А. Республика Казахстан: энциклопедический справочник / А. Нысанбаев, А.А. Абдулин. – Алматы: ТОО «Казак энциклопедиясы», 2001. – 582 с.
8. Ордабаев С.И. Казахстан: страна и люди, природа, история, экономика, культура / С.И. Ордабаев. – М.: Парад, 2007. – 459 с.
9. Телегина О.С. Состояние искусственных насаждений зеленой зоны города Астаны / О.С. Телегина, Е.П. Вибе // Сб. Современные технологии в сельскохозяйственной науке и производстве: Сб. докладов научно-практической конференции ученых и специалистов ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока». – Саратов: Изд-во «Научная книга», 2016. – С. 391-393.
10. Товарищество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский проектный институт «Астанагенплан». – URL: <http://astanagenplan.kz/>
11. Today.kz Новости: Назарбаев сравнил создание зеленой зоны Астаны со строительством нового города. – URL: <http://goo.gl/ZMWNsz>

Список литературы / References in English

1. Akmolinskaja oblast': Jenciklopedija. [Akmola region: Encyclopedia] – Алматы: ТОО «Kazak jenciklopedijasy» [LLP Kazakh encyclopedia], 2009. – 544 P. [in Russian]
2. Astana – stolica Respubliki Kazahstan [Astana – the capital of the Republic of Kazakhstan] // Oficial'nyj sajt Prezidenta Respubliki Kazahstan. [Jelektronnyj resurs]. [Official site of the President of the Republic of Kazakhstan. [Electronic resource]. – Rezhim dostupa: http://www.akorda.kz/ru/republic_of_kazakhstan/astana [in Russian]
3. Gvozdeckij N.A. Kazakhstan: ocherk prirody [Kazakhstan: Sketch of the nature] / N.A. Gvozdeckij, V.A. Nikolaev. – M.: Mysl', 1971. – 195 P. [in Russian]
4. Kozhahmetova Je.P. Ob izmenenii temperaturnogo rezhima Astany i ee okrestnostej [About changing of the Astana's temperature in her environs] / Je.P. Kozhahmetova, P.Zh. Kozhahmetov // Gidrometeorologija i jekologija [Hydrometeorology and ecology]. – 2014. - № 1. – P. 7-15. [in Russian]
5. Kratkaya pojasnitel'naja zapiska GKP «NIPI General'nogo plana g. Astany» // Oficial'nyj sajt GU «Upravlenie arhitektury i gradostroitel'stva g. Astany». [Executive Summary SCE «Research and Design Institute of Astana // Official site of GU «Department of Architecture and Urban Planning in Astana»]. 2010. – 227 p. – URL: <http://www.saulet.astana.kz/management/org/5/> [in Russian]
6. Monitoring sostojanija zelenyh nasazhdenij goroda Astany (na primere skvera «Shahmatistov») [Monitoring of the green plantations of Astana city (in «Chess Players» square) / Je.V. Obezinskaja, A.E. Kebekbaev, E.I. Krizhanovskaya, A.A. Librik // Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa [Actual problems of the forest complex]. – 2015. - № 41 – 199-202 P. [in Russian]
7. Nysanbaev A. Respublika Kazahstan: jenciklopedicheskij spravocnik [Nysanbaev A. Republic of Kazakhstan: the encyclopedic reference book] / A. Nysanbaev, A.A. Abdulin. – Алматы: ТОО «Kazak jenciklopedijasy» [LLP «Kazakh encyclopedia], 2001. – 582 P. [in Russian]

8. Ordabaev S.I. Kazakhstan: strana i ljudi, priroda, istorija, jekonomika, kul'tura [Kazakhstan: the country and people, nature, history, economy, culture] / S.I. Ordabaev. – M.: Parad, 007. – 459 P. [in Russian]

9. Telegina O.S. Sostojanie iskusstvennyh nasazhdenij zelenoj zony goroda Astany [Condition of artificial plants of the green zone of Astana city] / O.S. Telegina, E.P. Vibe // Sb. Sovremennye tehnologii v sel'skohozjajstvennoj nauke i proizvodstve: Sb. dokladov nauchno-prakticheskoj konferencii uchenyh i specialistov FGBNU «NIISH Jugo-Vostoka» [Collection of modern technology in agricultural science and production: Collection the scientific-practical conference of scientists and experts FSSI «Agricultural Research Institute of South-East. – Saratov: Izd-vo «Nauchnaja kniga», 2016. – 391-393 P. [in Russian]

10. Tovarishestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju «Nauchno-issledovatel'skij proektnij institut «Astanagenplan» [Limited Liability Company Research Institute «Astanagenplan»]. – URL: <http://astanagenplan.kz/> [in Russian]

11. Today.kz novosti: Nazarbaev sravnil sozdanie zelenoj zony Astany so stroitel'stom novogo goroda [Today.kz news: Nazarbaev compared the creation of a green zone of Astana with the construction of the new city]. – URL: <https://goo.gl/ZMWNsz> [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.57.092>

Савельева В.В.¹, Джавахия В.В.², Глаголева Е.В.³, Глаголев В.И.⁴, Савушкин В.А.⁵

¹Аспирант, младший научный сотрудник, ²кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, ^{3,4,5}инженер,

Федеральное государственное учреждение Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук

ОПТИМИЗАЦИЯ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ *STREPTOMYCES HYGROSCOPICUS* – ПРОДУЦЕНТА ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ СУБСТАНЦИИ РАПАМИЦИНА

Аннотация

*Рапамицин является продуктом метаболизма актиномицета *S. hygroscopicus* и представляет собой азотсодержащий макролид. В настоящее время рапамицин и его производные имеют широкое клиническое применение в качестве противоопухолевых и иммуносупрессивных агентов.*

*В данном исследовании проводилась оптимизация питательной среды для штамма *S. hygroscopicus* R 33-41 при помощи метода математического планирования эксперимента. Оптимизация ферментационной среды совмещала в себе планирование полного факторного эксперимента (ПФЭ 2³) с методами крутого восхождения и движения по градиенту концентрации. Параметр оптимизации – количество целевого вещества (рапамицина) по окончании культивирования. Применение данного метода позволило повысить выход рапамицина на 24,7%.*

Ключевые слова: *Streptomyces hygroscopicus*, рапамицин, питательная среда, оптимизация.

Saveleva V.V.¹, Dzhavakhiya V.V.², Glagoleva E.V.³, Glagolev V.I.⁴, Savushkin V.A.⁵

¹Postgraduate student, Junior Researcher, ²PhD in Biology, ^{3,4,5}Engineer,

Federal Research Centre «Fundamentals of Biotechnology», Russian Academy of Sciences

NUTRIENT MEDIUM OPTIMIZATION FOR *STREPTOMYCES HYGROSCOPICUS*, A PRODUCER OF RAPAMYCIN PHARMACEUTICAL SUBSTANCE

Abstract

*Rapamycin is a nitrogen-containing macrolide produced by *Streptomyces hygroscopicus*. Today rapamycin and its derivatives are widely used as anti-tumor and immunosuppressive agents. In this study the nutrient medium for *S. hygroscopicus* R 33-41 strain was optimized using design-of-experiments methodology. The performed medium optimization combined the planning of a full factorial design (FFD 2³) with the steepest ascent method and movement along concentration gradient. The amount of a target substance (rapamycin) to the end of fermentation was chosen as the optimization parameter. The application of this method provided a 24.7% increase in the rapamycin output.*

Keywords: *Streptomyces hygroscopicus*, rapamycin, nutrient medium, optimization.

Введение

Со времен открытия стрептомицина в 1943 году [1, С. 103–105], было показано, что стрептомицеты (лат. *Streptomyces*) образуют тысячи соединений (антибиотики, иммуносупрессанты, противоопухолевые вещества и др.), обладающих большим потенциалом использования в различных отраслях жизнедеятельности человека. Метаболиты, образующиеся в процессе жизнедеятельности актиномицетов, составляют около 2/3 от всех известных антибиотических веществ [2]. Одним из наиболее важных веществ, синтезируемых стрептомицетами, является рапамицин – ингибитор mTOR (от англ. mammalian target of rapamycin), и после циклоспорина, наиболее широко используемый иммуносупрессант микробиологического происхождения [3, С. 102–108].

Несмотря на значимость использования и широкий спектр возможностей применения рапамицина в медицине, его получение ограничивается низкой продуцирующей способностью природных штаммов (например, *S. hygroscopicus* AY-VI1206 [4, С. 436–439], *S. hygroscopicus* NRRL 5491 [5, С. 727–732]), что увеличивает себестоимость субстанции и снижает возможные объемы его промышленного производства.

Оптимизация питательной среды является главным фактором в повышении выхода продукта, поскольку образование антибиотических веществ регулируется в основном условиями культивирования микроорганизмов [6, С. 56–102]. Традиционно состав питательной среды, оптимальной для выращивания продуцентов, определялся методом длительного эмпирического подбора, в ходе которого устанавливается качественный и количественный состав среды [7, С. 19–23], [8], [9]. В настоящее время при оптимизации питательных сред для микроорганизмов все шире

используют математический метод планирования экспериментов, что позволяет обоснованно подходить к конструированию питательных сред, делать их более экономичными [10, С. 111-130]. Планирование эксперимента позволяет варьировать одновременно все факторы и получать количественные оценки, как основных факторов, так и эффектов взаимодействия между ними, причем получаемые результаты характеризуются меньшей ошибкой, чем традиционные методы однофакторного исследования [11], [12, С. 332-344],[13, С. 424-429].

В связи с этим, задачей данного исследования был подбор оптимального состава питательной среды для штамма *S. hygroscopicus* R 33-41 на основе полного факторного эксперимента с применением методов крутого восхождения и движения по градиенту концентраций для увеличения выхода рапамицина.

Материалы и методы

Штамм-продуцент

В работе использовали штамм *Streptomyces hygroscopicus* R 33-41, полученный ранее [14, С.122-124], [15, С. 18-19] при помощи мутагенного воздействия на типовой штамм *Streptomyces hygroscopicus* ATCC 29253. Продуктивность штамма R 33-41 составляла 937 мг/л рапамицина в культуральной жидкости.

Культивирование *S. hygroscopicus*

Для выращивания, поддержания, хранения культуры *S. hygroscopicus* использовали плотную агаризованную среду R1 следующего состава (г/л): агар-агар – 20.0, соевая мука – 1.0, растворимый крахмал – 10.0, сульфат магния – 1.0, калий фосфорнокислый двузамещенный – 0.5, дистиллированная вода - до 1 л. Значение активной кислотности среды (рН) до стерилизации составляло 6.8 ± 0.1 . Штаммы культивировали при температуре 29°C в течение 10-12 суток. Для поддержания культуры проводили периодические пересевы на свежую агаризованную среду. Для длительного хранения культуру лиофилизировали и хранили в запаянных ампулах в холодильнике.

Глубинное культивирование осуществляли в колбах Эрленмейера объемом 50 мл, содержащих 10 мл питательной среды. Культуру выращивали в колбах на качалочной установке “Innova 44” при 250 об/мин (эксцентриситет 5 см) и температуре 29°C в течение 9 суток. В качестве питательной среды использовали ранее модифицированную [14] среду F2 следующего состава (г/л): соевая мука (полножировая) – 30.0, лизин – 15.0, дрожжевой экстракт – 5.0, соевой пептон – 5.0, глюкоза – 100.0, хлорид натрия – 5.0, сульфат магния – 1.0, сульфат аммония – 1.0, натрий фосфорнокислый 2-замещенный – 5.0, вода дистиллированная до 1 л (рН 6.8-6.9). Глюкозу вносили в среду после стерилизации, в виде 50% раствора.

Метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ)

Количественное определение рапамицина в культуральной жидкости проводили методом ВЭЖХ на жидкостном хроматографе Agilent 1200 Series (Agilent, США) с использованием колонки Agilent Zorbax SB-C18 250мм×4,6мм (сорбент – октадецилсиликагель, 5мкм; мобильная фаза – 75 объемов ацетонитрила и 25 объемов воды; температура колонки - 60°C ; скорость потока 1 мл/мин). В качестве контроля для сравнения использовали стандартный образец рапамицина (R0395 SIGMA, чистота более 95%), предварительно растворенный в метаноле. Объем пробы составлял 10 мкл. Спектрофотометрическую детекцию проводили при $\lambda=278$ нм. Время удерживания пика рапамицина составляет 9 минут.

Результаты

Осуществлен полный факторный эксперимент (ПФЭ 2^3) с использованием метода крутого восхождения, позволяющий реализовать все возможные комбинации основных уровней независимых переменных факторов, установить оптимальные концентрации компонентов питательной среды с учетом их совместного влияния на выход рапамицина, найти и обосновать оптимальный состав среды. Параметром оптимизации являлась концентрация рапамицина (Y) в культуральной жидкости по окончании культивирования

Ранее [14, С. 122-124] был проведен ряд отсеивающих экспериментов, основанный на использовании однофакторного метода, по подбору регуляторных компонентов питательной среды, оказывающих максимальное влияние на синтез рапамицина. Основываясь на данные из литературных источников [16, С. 949-969], [17, С. 829-840], [18, С.523-531] и ряд проведенных однофакторных экспериментов была установлена группа сильнодействующих факторов и их активные уровни. На основании этого, в данной работе в качестве факторов варьирования X_1 , X_2 и X_3 взяты соевая мука, лизин и глюкоза соответственно, как наиболее значимые компоненты. Кроме того, был использован дополнительный нулевой фактор X_0 ($X_0=1$). Интервалы варьирования факторов составили 5; 5 и 10 г/л соответственно (Таблица 1). Содержание остальных компонентов в питательной среде оставалось неизменным на определенном ранее уровне.

Таблица 1 – Значение факторов в натуральных переменных, шаг варьирования и концентрации основных компонентов питательной среды

Факторы	X_1	X_2	X_3
Наименование	соевая мука	лизин	глюкоза
Центр плана, г/л	30	15	100
Шаг варьирования, г/л	5	5	10
-1	25	10	90
+1	35	20	110

Таблица 2 – Матрица планирования эксперимента для ПФЭ типа 2³

№ Опыта	Факторы в кодированном виде				Факторы в натуральном масштабе, г/л			
	X ₀	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁	X ₂	X ₃	Y
1	+1	+1	1	1	5	20	10	0.72
2	+1	-1	1	1	25	20	110	0.63
3	+1	+1	1	1	35	10	110	0.70
4	+1	-1	1	1	25	10	110	0.60
5	+1	+1	1	1	35	20	90	1.10
6	+1	-1	1	1	5	20	90	0.85
7	+1	+1	1	1	35	10	90	0.96
8	+1	-1	-1	-1	25	10	90	0.81

Коэффициенты уравнения регрессии, а также коэффициенты двойного и тройного взаимодействия факторов определялись по методу наименьших квадратов в соответствии с данными, полученными при глубинном культивировании штамма *S. hygroscopicus* R 33-41 в трех повторностях на всех вариантах питательных сред. Этот метод является одним из наиболее распространенных приемов статистической обработки экспериментальных данных, относящихся к различным функциональным зависимостям физических величин друг от друга [19, С. 23-35]. Любой коэффициент уравнения регрессии определяется скалярным произведением столбца Y на соответствующий столбец, отнесенным к числу опытов в матрице планирования N:

$$b_i = \frac{1}{Nm} \sum_{u=1}^N \sum_{k=1}^m x_{iu} Y_{uk}$$

где b_i – коэффициент регрессии; x_{iu} – значение переменной в соответствующем столбце; m – количество повторностей; $u = 1, 2 \dots N$, $k = 1, 2 \dots m$; i – номер фактора.

Полученные линейные коэффициенты и коэффициенты парного взаимодействия соответственно равны: $b_0=0.80$, $b_1=0.08$, $b_2=0.03$, $b_3=-0.13$, $b_{12}=0.01$, $b_{13}=-0.03$, $b_{23}=-0.02$, $b_{123}=-0.01$.

Коэффициенты, вычисленные по результатам эксперимента, указывают на силу влияния факторов. Чем больше численное значение коэффициента, тем больше фактор влияет на параметр оптимизации [20, С. 80-92].

Значимость коэффициентов регрессии проверяли по критерию Стьюдента, согласно общепринятой методике [19, С. 30],[21, С.25-30].

Полученное уравнение регрессии имело следующий вид:

$$Y = 0,8 + 0,08X_1 + 0,03X_2 - 0,13X_3 + 0,01X_1X_2 - 0,03X_1X_3 - 0,02X_2X_3 - 0,01X_1X_2X_3$$

Проверка адекватности уравнения с использованием F-критерия Фишера [22, С.20-28] показала, что уравнение адекватно описывает процесс.

Построение кривых поверхности отклика показало, что каждый из выбранных нами факторов в той или иной степени влияет на биосинтез рапамицина и, следовательно, является значимым. Кривые поверхности отклика представлены на рисунке 1

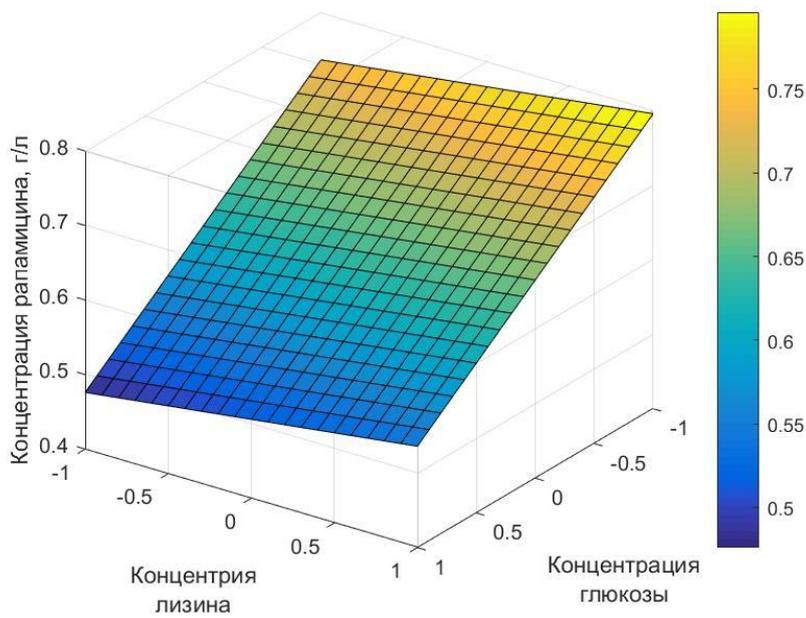


Рис. 1 – Кривые поверхности отклика, показывающие влияние каждого фактора на биосинтез рапамицина (а) $X_1=1$; б) $X_2=1$; в) $X_3=1$) (окончание на стр. 17)

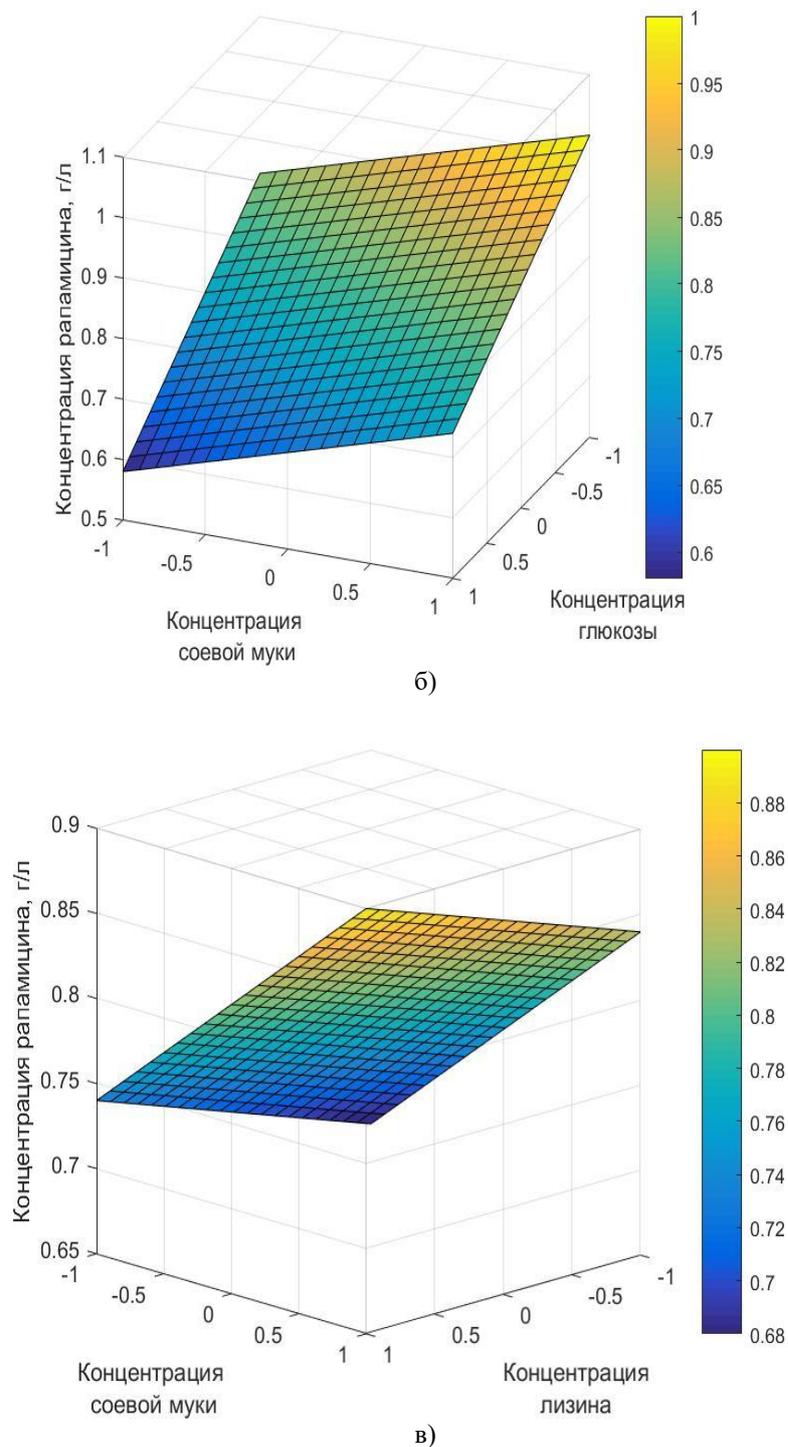


Рис.1 – Кривые поверхности отклика, показывающие влияние каждого фактора на биосинтез рапамицина (а) $X_1=1$; б) $X_2=1$; в) $X_3=1$)

На основании результатов проведенного ПФЭ можно предположить, что для дальнейшей оптимизации среды применение метода крутого восхождения будет эффективным, так как полученная линейная модель адекватна и не является резко асимметричной относительно коэффициентов. Для определения оптимального состава питательной среды использовали стандартную методику крутого восхождения Бокса-Уилсона [23]. Полученные данные представлены в таблице.

Таблица 3 – Расчет коэффициентов регрессии и шага варьирования для определения оптимального состава питательной среды по методу крутого восхождения

Коэффициенты регрессии	Значение	Шаг варьирования	Значение
$b_1=$	0.56	Шаг $X_1=$	0.3
$b_2=$	0.23	Шаг $X_2=$	0.1
$b_3=$	-1.00	Шаг $X_3=$	-1.2

Таблица 4 – Матрица планирования эксперимента по методу крутого восхождения

№ опыта	X ₁	X ₂	X ₃	Y _u
0	35.0	20.0	90.0	1.1
1	35.3	20.1	88.8	1.11
2	35.6	20.2	87.6	1.11
3	35.9	20.3	86.4	1.15
4	36.2	20.4	85.2	1.21
5	36.5	20.5	83.0	1.17
6	36.8	20.6	81.8	1.15
7	37.1	20.7	80.6	1.13
8	37.4	20.8	79.4	1.08
9	37.7	21.0	77.2	1.01
10	38.0	21.1	76.0	0.98

В результате осуществления экспериментов методом крутого восхождения в опыте № 4 был достигнут максимальный выход целевого вещества (1,21 г/л), дальнейшее проведение экспериментов методом движения по градиенту концентрации имело негативное влияние на биосинтез рапамицина.

Выводы

На основании проведенных исследований можно заключить, что оптимизация ферментационной среды для штамма *S. hygroscopicus* R 33-41, совмещающая планирование полного факторного эксперимента (ПФЭ 2³) с методом крутого восхождения и методом движения по градиенту концентрации, в данном случае является эффективной, поскольку конечный выход рапамицина был увеличен относительно исходного значения на 24,7%. В результате эксперимента по методу крутого восхождения разработана ферментационная среда следующего состава (г/л): соевая мука (полножировая) – 36,2, лизин – 20,4, дрожжевой экстракт – 5,0, соевый пептон – 5,0, глюкоза – 85,2, хлорид натрия – 5,0, сульфат магния – 1,0, сульфат аммония – 1,0, натрий фосфорнокислый 2-замещенный – 5,0

Список литературы / References

1. Jones D. Control of Gramnegative bacteria in experimental animals by streptomycin /Jones D., Metzger H.J., Schatz A., Waksman S.A.// Science. - 1944. – Vol. 100. – P.103-105.
2. Hopwood D.A. Streptomyces in nature and medicine: the antibiotic makers. Oxford University Press. – NY. - 2007.
3. Trevillian P. Immunosuppressants: clinical applications. Aust Prescr. - 2006. – Vol. 29. – P.102–108.
4. Kojima I. Carbon source nutrition of rapamycin biosynthesis in *Streptomyces hygroscopicus*. /Kojima I., Cheng Y.R., Mohan V. and Demain A.L. //Journal of Industrial Microbiology. - 2006. – Vol.14. – P.436-439.
5. Sehgal S.N. Rapamycin (AY-22, 989), a new antifungal antibiotic II. Fermentation, isolation and characterization. / Sehgal S.N., Baker H., Vezina C.// Journal of Antibiotics. - 1975. – Vol. 28. – P.727-732.
6. Егорова Т.А. Основы биотехнологии: учеб. Пособие / Егорова Т.А., Клунова С.М., Живухина Е.М. // М: Академия. - 2006. – 207с.
7. Осипов Д.С. Математическая модель биосинтеза L-лейцина./ Осипов Д.С., Гусельникова Т.В. //М: МГУИЭ - 2001. - Т№5. – С.19–23.
8. Монтгомери Д. К. Планирование эксперимента и анализ данных./ Монтгомери Д. К., Л.: Судостроение. - 1980. – 384с.
9. Перт С.Д. Основы культивирования микроорганизмов и клеток. / Перт С.Д., М.: Мир. - 1978. – 331с.
10. Арзамасцев А.А. Математические модели кинетики микробного синтеза: возможности использования и новые подходы к разработке /Арзамасцев А.А., Андреев А.А.// Вестник Тамбовского университета. - 2000. – №5 (1). - С.111–130.
11. Бирюков В.В. Оптимизация периодических процессов микробиологического синтеза / Бирюков В.В. Кантере В.М. // М: Наука. - 1985. – 296с.
12. Bajpai R.K. Mechanistic model for penicillin production. / Bajpai R.K., Reuss M. A J.// Chem. Technol. and Biotechnol. - 1980. – Vol. 30. – P.332–344.
13. Ettler P. Determination of the optimal feeding regime during biosynthesis of erythromycin/ Ettler P. Votruba J. // Folia Microbiol. - 1980. Vol-25. – P.424-429.
14. Савельева В.В. Разработка высокоактивного штамма *Streptomyces hygroscopicus* – продуцента фармацевтической субстанции рапамицина. / Воинова Т.М., Глаголева Е.В., Джавахия В.В.// Сборник тезисов XI Молодежной школы-конференции с международным участием «Актуальные аспекты современной микробиологии». - 2016. – С.122-124.
15. Савельева В.В. Создание высокоактивного штамма *S. hygroscopicus* - продуцента фармацевтической субстанции рапамицина, методом индуцированного ненаправленного мутагенеза. Russian Agricultural Science Review. - 2015. -№6 (6-2). – С.18-19.
16. Wang B. Comparative metabolic profiling reveals the key role of amino acids metabolism in the Rapamycin overproduction by *Streptomyces hygroscopicus* /Wang B., Liu J., Liu H., Huang D. and others// Systems Biotechnology. – 2015. - Vol. 24. – P.949-963.
17. Sinha R. Studies on process optimization methods for rapamycin production using *Streptomyces hygroscopicus*

ATCC 29253 /Sinha R., Singh S., Srivastava P.// Bioprocess Biosyst Eng. - 2014. - Vol.37. – P.829-840.

18. Dutta S. Kinetics of rapamycin production by *Streptomyces hygroscopicus* MTCC 4003 / Dutta S., Basak B., Bhunia B., Chakraborty S. and others// Biotechnology. - 2014. – Vol.4. - P.523-531.

19. Яворский В.А. Планирование научного эксперимента и обработка экспериментальных данных. /Яворский В.А.. М: Издательство МФТИ. - 2006.

20. Адлер Ю.П. Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий. / Адлер Ю.П. М: Наука. - 1976. – С.80-92.

21. Хамханов К.М. Основы планирования эксперимента. / Хамханов К.М. Методическое пособие. Издательство: ВSGUTU. - 2001. – 94с.

22. Жерносекова И.В. Методы планирования экспериментов при оптимизации питательной среды для стрептомицета. /Жерносекова И.В., Черногор Н.П., Тымчук А.А. Вестник Днепропетровского университета. - 2006. – №18 (1). – С.20-28.

23. Бочкарев В.В., Троян А.А. Оптимизация химико-технологических процессов. Практикум. Издательство ТПУ. - 2016. -160с.

Список литературы на английском языке /References in English

1. Jones D. Control of Gramnegative bacteria in experimental animals by streptomycin /Jones D., Metzger H.J., Schatz A., Waksman S.A.// Science. - 1944. – Vol. 100. – P.103-105.

2. Hopwood D.A. Streptomyces in nature and medicine: the antibiotic makers. Oxford University Press. – NY. - 2007.

3. Trevillian P. Immunosuppressants: clinical applications. Aust Prescr. - 2006. – Vol. 29. – P.102–108.

4. Kojima I. Carbon source nutrition of rapamycin biosynthesis in *Streptomyces hygroscopicus*. /Kojima I., Cheng Y.R., Mohan V. and Demain A.L. //Journal of Industrial Microbiology. - 2006. – Vol.14. – P.436-439.

5. Sehgal S.N. Rapamycin (AY-22, 989), a new antifungal antibiotic II. Fermentation, isolation and characterization. / Sehgal S.N., Baker H., Vezina C.// Journal of Antibiotics. - 1975. – Vol. 28. – P.727-732.

6. Egorova T.A. Osnovy biotehnologii: ucheb. Posobie [Fundamentals of Biotechnology: A Training Manual]. /Egorova T.A., Klunova S.M., Zhivuhina E.M. // M: Acadimija. - 2006. – 207p. [in Russian]

7. Osipov D.S. Matematicheskaja model' biosinteza L-leicina [Mathematical model of L-leucine biosynthesis]. / Osipov D.S., Gusel'nikova T.V.// M: MGUIE. - 2001. - №5. – P.19-23. [in Russian]

8. Montgomerj D.K. Planirovanie eksperimenta i analiz dannyh [Experimental Design and Analysis]. / Montgomerj D.K. //L: Sudostroenie. - 1980. - 384. [in Russian]

9. Pert S.D. Osnovy kul'tivirovaniya mikroorganizmov i kletok [Basics of microorganisms and cells cultivation]. / Pert S.D. //M: Mir. - 1938. – 331p. [in Russian]

10. Arzamascev A.A. Matematicheskie modelj mikrobnogo sinteza: vozmozhnostj ispol'zovaniya i novye podhody k razrabotke [Mathematical models of the kinetics of microbial synthesis: the possibility of using new approaches to development]. / Arzamascev A.A., Andreev A.A. // Vestnik Tambovskogo universiteta [Bulletin Tambovskogo University]. - 2000. -№18 (1). – P.111-130. [in Russian]

11. Birjukov V.V. Optimizacija periodicheskikh processov mikrobiologicheskogo sinteza [Optimization of batch processes of microbiological synthesis]. /Birjukov V.V., Kantere V.M. // M: Nauka. - 1985. – 296p. [in Russian]

12. Bajpai R.K. Mechanistic model for penicillin production. / Bajpai R.K., Reuss M. A J.// Chem. Technol. and Biotechnol. - 1980. – Vol. 30. – P.332–344.

13. Ettler P. Determination of the optimal feeding regime during biosynthesis of erythromycin/ Ettler P. Votruba J. // Folia Microbiol. - 1980. Vol. - 25. – P.424-429.

14. Savel'eva V.V. Razrabotka vysokoaktivnogo shtamma *Streptomyces hygroscopicus* – producenta pharmaceuticheskoi substancij rapamicina [The development of a highly active strain of *Streptomyces hygroscopicus* - producing pharmaceutical substance rapamycin]. /Savel'eva V.V., Voinova T.M., Glagoleva E.V., Dzhavahiya V.V.// Sbornik tezisov Molodjozhnoi shkoly – konpherencij s mezhdunarodnym uchastiem “Actual'nye aspect sovremennoi mikrobiologii” [Abstracts of XI Youth school conference with international participation "Actual aspects of modern microbiology"]. - 2016. – P.122-124. [in Russian]

15. Savel'eva V.V. Sozдание vysokoaktivnogo shtamma *S. hygroscopicus* - producenta pharmaceuticheskoi substancij rapamicina metodom inducirovannogo nenapravlennoho mutageneza [Creating a highly active strain of *S. hygroscopicus* - producing pharmaceutical substance rapamycin, induced by non-directed mutagenesis]. Russian Agricultural Science Review. - 2015. - №6 (6-2). – P.18-19. [in Russian]

16. Wang B. Comparative metabolic profiling reveals the key role of amino acids metabolism in the Rapamycin overproduction by *Streptomyces hygroscopicus* /Wang B., Liu J., Liu H., Huang D. and others// Systems Biotechnology. – 2015. - Vol. 24. – P.949-963.

17. Sinha R. Studies on process optimization methods for rapamycin production using *Streptomyces hygroscopicus* ATCC 29253 /Sinha R., Singh S., Srivastava P.// Bioprocess Biosyst Eng. - 2014. - Vol.37. – P.829-840.

18. Dutta S. Kinetics of rapamycin production by *Streptomyces hygroscopicus* MTCC 4003 / Dutta S., Basak B., Bhunia B., Chakraborty S. and others// Biotechnology. - 2014. – Vol.4. - P.523-531.

19. Javorskij V.A. Planirovanie nauchnogo eksperimenta i obrabotka eksperimental'nyh dannyh [Planning for scientific experiments and experimental data processing]. / Javorskij V.A //M: Izdatel'stvo MFTI. - 2006.

20. Adler Ju.P. Planirovanie eksperimenta prj poiske optimal'nyh uslovij [Planning experiments in finding the optimal conditions]. / Adler Ju.P.// M: Nauka. - 1976. – P. 80-92. [in Russian]

21. Hamhanov K.M. Osnovy planirovaniya eksperimenta. Metodicheskoe posobie [Basics of experimental design. Toolkit]. /Hamhanov K.M.// Izdatel'stvo: VSGUTU. - 2001. – 94p. [in Russian]

22. Zhernosekova I.V. Metody planirovaniya eksperimentov pri optimizacij pitatel'noi sredy dlja streptomyceta. [Methods of experimental design in the optimization of the culture medium for *Streptomyces*] /Zhernosekova I.V., Chernogor N.P.,

Tymchuk A.A. and others// Vestnik Dnepropetrovskogo universiteta [Bulletin of Dnepropetrovsk University]. - 2006. – №18 (1). - P.20-28. [in Russian]

23. Bochkarev V.V. Optimizacija chimiko-tehnologicheskikh processov. [Optimization of chemical-engineering processes] / Bochkarev V.V., Trojan A.A.//. Praktikum. Izdatel'stvo TPU [Workshop publishing TPU]. - 2016. – 160p. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.57.042>

Силаева О.Л.¹, Горохова Ю.А.²

¹Доктор биологических наук, Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова,

²Студент, ФГБОУ ВО МГАВМиБ им. К.И. Скрябина

Авторы выражают благодарность за предоставленный перьевой материал сотрудникам Зоологического музея МГУ, а также Т. В. Свиридовой и В. А. Валуеву

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПУХОВЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ ПЕРА У ПТИЦ ОТРЯДА РЖАНКООБРАЗНЫХ (CHARADRIIFORMES)

Аннотация

Рассматривается строение и функции дополнительных пуховых образований (дополнительное перо, пупочный пух и модифицированные пуховые лучи) покровных перьев некоторых видов птиц отряда Ржанкообразных. Отмечены основные функции данных образований: термоизоляция, ударопрочность, водонепроницаемость, сохранение формы тела, удержание тела на поверхности воды, благодаря сохранению формы тела, опосредованное обеспечение функции полёта. Впервые для Ржанкообразных описаны модифицированные пуховые лучи с удлинёнными опахальцами, образующие пуховую вставку в контурную часть пера. Описано распределение дополнительных пуховых образований среди птиц, принадлежащих к разным таксономическим группам, а также возможности использования наличия, отсутствия и признаков этих структур в таксономической идентификации.

Ключевые слова: птилология, микроструктура пера, морфология пера, дополнительное перо, модифицированные пуховые лучи.

Silaeva O.L.¹, Gorokhova Y.A.²

¹PhD in Biology, Severtsov Institute of Ecology and Evolution,

²Student, Scriabin Academy of Veterinary medicine and Biotechnology

The authors would like to express their gratitude to the staff of the Zoological Museum of the Moscow State University and T.V. Sviridova, V.A. Valuyev for providing the pen material

ADDITIONAL DOWN FORMATIONS IN BIRDS' FEATHER OF THE ORDER OF CHARADRIIFORMES

Abstract

The structure and functions of additional down formations (afterfeather, umbilical barbs and the modified down barbules) of integument body feathers for some bird species of Charadriiformes are considered. The main functions of these formations are noted: thermo-insulation, crash worthiness, water resistance, body shape preservation, keeping of a body on water surface, the indirect providing of flight function. For the first time for Charadriiformes the modified down barbules with the extended vanules forming a down insert in the contour feather part are described. The distribution of additional down formations for the birds of different taxonomical groups is described. The possibilities of use of existence, absence and signs of these structures in taxonomical identification are considered.

Keywords: ptilology, microstructure of feather, morphology of feather, afterfeather, modified down barbules.

Введение

Мы продолжаем фундаментальные исследования по морфологии пера, в частности, рассмотрение его дополнительных образований. Классические работы по птилологии датируются прошлым и даже позапрошлым веком. Это, однако, не умаляет их значения. Преимущественно это работы зарубежных орнитологов [19, 20, 24, 27], но есть и исследования советских и российских орнитологов [1 – 3]. В настоящий момент изучение морфологии пера начинает активно возрождаться и в российской орнитологии [4, 9 – 12].

В данной работе мы преследуем также цели прикладной науки, в частности авиационной орнитологии, пытаясь найти неклассические идентификационные признаки пера, по которым можно было бы определить таксон птицы по покровному перу. Данные исследования могут быть полезны также в разных областях науки и образования: зоологии, палеонтологии и палеобиологии, археологии, этнографии и антропологии, в криминалистике и экологическом образовании.

Мы надеемся, что и это исследование будет достойным вкладом в изучение морфологических особенностей перьевого покрова птиц.

Термины

Верхнее пупочное отверстие (ВПО) (лат. umbilicus superior, umbilicus distalis, англ. superior umbilicus) — ямка с отверстием на верхнем дистальном конце очина пера с вентральной стороны.

Дополнительные образования пера (ДО) — дополнительное перо, пупочный пух, модифицированные пуховые лучи с удлинёнными опахальцами (см. ниже).

Дополнительное перо (ДП) (побочный ствол; побочное перо; лат. hypopenna; англ. afterfeather) — элемент перьевого пары, наряду с основным пером. Выходит из верхнего пупочного отверстия, развивается из того же перьевого фолликула, что и основное перо (см. рис. 1, а).

Комбинированная бородка – бородка, несущая на отдельных своих сегментах разные по типу лучи: контурные, пуховые или модифицированные (см. рис. 2, а, б).

Контурная бородка (лат. *barbula pennata*; англ. *pennaceous barbule*) — бородка первого порядка, несущая контурные лучи, как дистальные, так и проксимальные. Эти бородки обычны в медиальной и апикальной частях опахала пера.

Контурное перо (лат. *penna formans*; англ. *contour feather*) — перо, контурная часть опахала которого занимает не менее двух третей общей площади опахала.

Луч (лат. *radius*; англ. *barbule*) — бородка второго порядка, вторичный отросток после бородки первого порядка независимо от его структурных особенностей.

Модифицированные лучи (МЛ) — пуховые лучи с удлинёнными опахальцами, отходящие от комбинированных бородок, расположенных в контурных медиальных частях опахала пера. Образуют пуховую вставку в контурную часть опахала (см. рис. 2, а).

Нижнее пупочное отверстие (лат. *umbilicus inferior*, *umbilicus proximalis*, англ. *inferior umbilicus*) — отверстие на закруглённом проксимальном основании очина пера.

Основное перо (ОП) — элемент перьевой пары наряду с дополнительным пером.

Опахало (лат. *vexillum*; англ. *vane*) — пластинка пера, образованная бородками всех типов. Разделяется на внутреннюю (ближе к телу) и наружную (дальше от тела) части. Наружная часть опахала асимметричных перьев обычно более узкая, чем внутренняя. Опахало разделяют также на плотную верхнюю (дистальную) контурную и нижнюю (проксимальную) рассученную пуховую часть.

Очин (лат. *calamus*; англ. *calamus*) — проксимальная часть стержня пера, находящаяся частично в коже птицы и ограниченная в проксимальном конце нижним пупочным отверстием, а в дистальном — верхним пупочным отверстием.

Перьевой фолликул (лат. *folliculus*) — мешотчато-цилиндрическое образование в коже, место развития перьев разных генераций.

Полупуховое перо (лат. *semipluma*; англ. *semiplume*) — перо, пуховая часть опахала которого занимает не менее двух третей общей площади опахала.

Пупочный пух (ПП) (лат. *hypopluma*; англ. *umbilical barbs*) — бородки, непосредственно прикрепляющиеся к ободку верхнего пупочного отверстия пера, не имеющие дополнительного стержня (см. рис. 1, б).

Пуховое перо (лат. *pennopluma*; англ. *down feathers*) — перо с пуховым рассученным опахалом. Бородки этих перьев несут пуховые лучи.

Пуховая бородка (лат. *barba plumea*; англ. *plumulaceous barb*) — бородка первого порядка, несущая пуховые лучи. Эти бородки обычны в проксимальной части опахала пера.

Пуховой луч (лат. *barbula plumea*; англ. *plumulaceous barbule*) — бородка второго порядка пуховой части опахала, которая состоит из основания и длинного узкого опахальца. Пуховые лучи обычно расположены в базальной (проксимальной) части опахала. Типичные пуховые лучи отличаются по структуре от модифицированных, а также от лучей, которыми снабжены бородки пупочного пуха.

Материал и методика

В качестве материала для исследования использованы коллекции Лаборатории экологии и управления поведением птиц ИПЭЭ РАН, любезно переданные нам перьевые коллекции В.М. Гудкова, а также полученные из Зоологического музея МГУ негодные для экспонирования тушки. Мы использовали также чучела и тушки из Музея природы Центральной России, который находится на биостанции «Малинки» ИПЭЭ РАН.

Для отбора перьев при создании коллекций мы использовали трупы птиц, погибших при разных обстоятельствах: столкновениях с самолётами и автомобилями, под линиями ЛЭП, а также перьевые сборы орнитологов, охотников и егерей. Перьевой материал собирали также в местах, где хищные птицы ощипывают свои жертвы. На основе этих сборов созданы и постоянно пополняются эталонные базы данных макро- и микроструктур дефинитивного пера.

Обработанные мышьяком или зуланом шкурки, хранятся при комнатной температуре. Необработанные шкурки — в морозильной камере холодильника.

В данной работе мы рассматриваем дополнительные образования пера, т.е. дополнительное перо, пупочный пух и модифицированные лучи. Всего исследовано 645 в основном покровных полупуховых перьев 45 видов птиц отряда Ржанкообразных, относящихся к семи семействам: Ржанковые (*Charadriidae*), Кулики-сороки (*Haematopodidae*), Бекасовые (*Scolopacidae*), Тиркушковые (*Glaucolidae*), Чайковые (*Laridae*), Поморниковые (*Stercorariidae*), Чистиковые (*Alcidae*). На наличие ДО исследовался перьевой материал трёх-семи особей каждого вида. Анализ ДО по птерилиям проведён для толстоклювой кайры, хохотуны и короткохвостого поморника.

Кроме визуального осмотра использовалась микроскопия с помощью бинокля МБС 9, а также светового микроскопа Leica DM2700 с максимальным увеличением $\times 100$.

Результаты и обсуждение

1. Типы дополнительных образований.

1.1. Дополнительное перо и пупочный пух.

Ещё в начале XIX века было показано, что основное и дополнительные перья развиваются из одного перьевого фолликула [16], позднее это было подтверждено другими исследователями [21, 27]. Хемпел [17] впервые показал отличие дополнительного пера со стержнем от пупочных бородок, которые он определил как первоначальную форму ДП. На примере куриных птиц было показано, что в их первичном пуховом наряде есть хорошо развитое ДП [13].

Лукас и Штеттенхайм подразделяют ДО на семь типов в зависимости от наличия стержня, соотношения длин дополнительных образований и основного пера, а также ширины, формы и количества бородок ПП [19]. Мы рассматриваем ДП и ПП как родственные, но отдельные типы дополнительных образований, основываясь на кардинальном различии между этими структурами, а именно наличии или отсутствии стержня.

ДП и ОП как перьевая пара составляют одно целое, при этом ДП является уменьшенной копией ОП. ДП имеет хорошо оформленный стержень, к которому прикрепляются пуховые бородки с пуховыми лучами, тогда как бородки ПП образуют пучок или ободок, окаймляющий примерно одну треть окружности стержня в области ВПО. Бородки

пупочного пуха могут располагаться по несколько штук билатерально по отношению к стержню ОП [5 – 7]. Располагаясь с вентральной стороны основного пера, ДП представляет собой его медиальную проекцию [19, С. 252-255; 17, С. 718]. Как правило, ДП по длине составляет от 1/3 до 2/3 длины основного стержня.

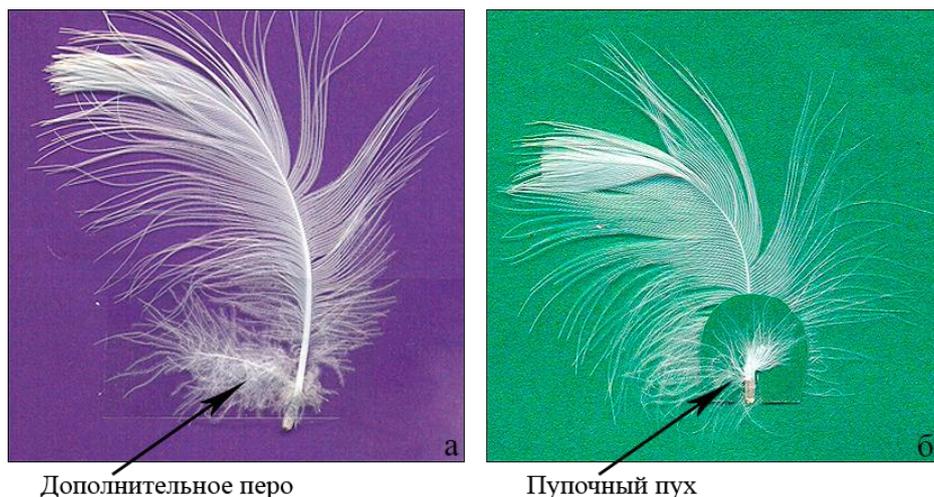


Рис. 1 – Чайка-хохотунья (*Larus cachinnans*): *а* – покровное перо из грудинной птерилии с дополнительным пером, *б* – покровное перо из шейной вентральной птерилии с пупочным пухом.

1.2. Модифицированные лучи и комбинированные бородки.

В качестве классических пуховых структур мы рассматриваем пуховые лучи на пуховых и комбинированных бородках в проксимальных частях опахал покровных, полупуховых и контурных перьев. Модифицированные лучи с удлинёнными опахальцами относятся к дополнительным пуховым структурам пера наряду с ДП, ПП (см. рис. 2). Впервые обе структуры были описаны для врановых [8, 9]. МЛ образуют пуховую вставку в контурную часть опахал в виде овальной полоски (см. рис. 2). У врановых это структура клиновидной формы [9, С. 81-92]. Специфическая пуховая структура, образованная комбинированными бородками, несущими МЛ, расположена билатерально относительно стержня ОП. Удлинённые опахальца МЛ превышают по длине соответствующие им классические пуховые структуры пера данного вида. Пуховую вставку МЛ можно определить как облегчённое ДП или ПП.

В области пуховых вставок нами обнаружены особые комбинированные бородки с МЛ, отличающиеся от классических, расположенных в базальных частях опахал. Так, если классические комбинированные бородки в своем наиболее близком к стержню пера сегменте несут контурные лучи, а дистальнее следуют классические пуховые лучи, то сегменты комбинированных бородок с МЛ примыкают к стержню, и лишь в более дистальных частях от бородок данного типа отходят контурные лучи. Плотность МЛ немного ниже, чем классических пуховых и контурных лучей. В результате образуется билатеральная просвечивающая структура (см. рис. 2).

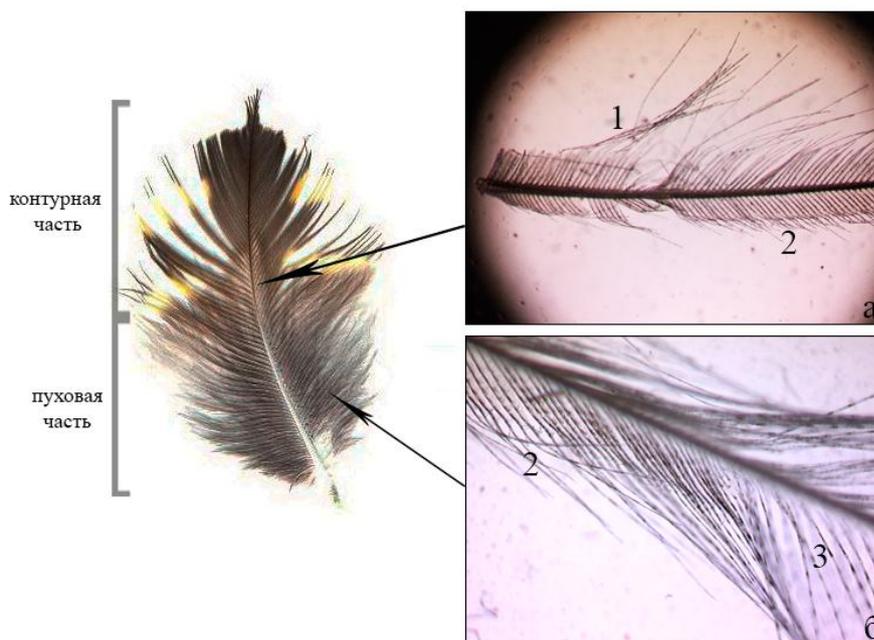


Рис. 2 – Покровное перо золотистой ржанки (*Pluvialis arcticaria*): *а* – комбинированная бородка, несущая модифицированные лучи, *б* – классическая комбинированная бородка; 1 – модифицированные пуховые лучи, 2 – контурные лучи, 3 – классические пуховые лучи

2. Распределение дополнительных образований в разных группах птиц и их функции.

По нашим данным модифицированные лучи имеются у Воробьинообразных птиц в семействах Врановых, Трясогузковых, Свиристелевых, Крапивниковых, Славковых, Мухоловковых, Дроздовых и Синицевых.

ДП и пуховая вставка одновременно не встречаются в отряде Воробьинообразных. У представителей этого отряда есть пуховые модифицированные лучи, но нет ДП. У Курообразных напротив есть перьевая пара, но нет модифицированных лучей [7]. У Гусеобразных есть ПП, но нет МЛ и ДП.

В семействах Ржанковых, Куликов-сорок, Бекасовых и Тиркушковых есть все три пуховые структуры: МЛ, ДП и ПП. Это, в частности, такие виды как травник, тулес, золотистая ржанка, галстучник, малый зуёк, чибис, камнешарка, кулик-сорока, черныш, мородунка, круглоносый плавунчик, плосконосый плавунчик, чернозобик, краснозобик, гаршнеп, луговая тиркушка. При этом у перечисленных видов длина ДП составляет преимущественно одну треть от длины ОП.

Нет МЛ в семействах Чайковых, Поморниковых и Чистиковых. Однако в этих таксонах хорошо развиты другие дополнительные образования; так, например, некоторые ДП на покровных перьях представителей этих семейств составляют в длину до двух третей длины ОП, при этом этими структурами, в основном ДП, снабжены практически все покровные перья.

3. Распределение ДП и ПП по птерилиям.

Для трёх представителей семейств Чайковых, Поморниковых и Чистиковых, у которых хорошо развиты дополнительные образования в виде ДП и ПП, был проведён анализ наличия этих структур на основных птерилиях (см. табл. 1). Исследовалась выборка из 30 перьев для каждой птерилии.

Таблица 1 – ДП и ПП в птерилиях хохотуни, короткохвостого поморника и толстоклювой кайры

Вид	Птерилия	Перья с ДП, %	Перья с ПП, %	Перья без ДО, %
Хохотунья	Коронарная	75	0	15
	Ушная	0	10	80
	Дорзальная шейная	32	68	0
	Вентральная шейная	86	14	0
	Межлопаточная	100	0	0
	Плечевая	100	0	0
	Грудная	100	0	0
	Грудинная	100	0	0
	Брюшная	100	0	0
	Бедренная	75	0	25
Короткохвостый поморник	Коронарная	92	0	18
	Ушная	0	20	80
	Дорзальная шейная	100	0	0
	Вентральная шейная	100	0	0
	Межлопаточная	100	0	0
	Спинная	100	0	0
	Плечевая	100	0	0
	Грудная	100	0	0
	Брюшная	100	0	0
Бедренная	100	0	0	
Толстоклювая кайра	Коронарная	86	0	14
	Дорзальная шейная	100	0	0
	Вентральная шейная	100	0	0
	Межлопаточная	100	0	0
	Спинная	100	0	0
	Брюшная	100	0	0

Дополнительные образования в виде ДП и ПП тела есть на всех исследованных покровных перьях (см. табл. 1).

Вероятно, это связано с защитой жизненно важных и наиболее уязвимых органов в первую очередь от охлаждения, а также от проникновения воды. Все три исследованных вида связаны с водой в той или иной степени. Дополнительные образования в дорзальной и вентральной шейных птерилиях хохотуни распределяются не пропорционально. В вентральной птерилии перья имеют преимущественно ДП. Можно предположить, что кроме утепления в данной части шеи требуется и защита от ударов. У двух других видов по всем птерилиям прослеживается почти исключительно наличие ДП.

Наибольшее значение, по-видимому, для коронарной птерилии имеет ударопрочность, более плотный и толстый слой оперения с ДП способствует этому.

Пупочный пух появляется на ушных птерилиях всех трёх видов. Значение разных типов дополнительных образований на переднеушной и/или заднеушной птерилии ещё недостаточно изучены, но показано, что они имеют

функциональное значение для слуха [3, С. 1485]. Понятно, что ДП больше, чем ПП увеличило бы массу тела птицы, видимо, поэтому в качестве дополнительного образования на этих птерилиях преимущественно выступает ПП.

Итак, в качестве основных функций дополнительных образований можно назвать термоизоляцию [20], [24], [27, С. 282], ударопрочность, особенно это касается ДП, так как его стержень позволяет выдерживать большую механическую нагрузку, чем ПП. Дополнительные образования служат также и одним из приспособлений для водонепроницаемости и возможно удерживания тела птицы на поверхности воды. Водоотталкивающие свойства оперения водоплавающих птиц формируются не только благодаря модификациям структуры и положению лучей [25], но и благодаря более плотному слою оперения при наличии ДП и ПП. Цисвилер показал, что ДП служит подложкой для формирования контура птицы, делая форму ее тела более округлой [27]. Штайнер высказал идею о роли ДП в образовании аэродинамической формы [23, С. 242]. И если ДП и ПП важны для создания обтекаемой формы тела, то отсюда мы можем заключить, что эти образования опосредованно обеспечивают ещё и функцию полета.

Термоизоляцию мы считаем основной и принципиальной функцией ДО. Очень вероятно, что она первична и наиболее важна. ДП и ПП делают слой оперения толще, не дают перьям прилипнуть к телу; между телом и оперением образуется воздушная прослойка в виде некоторого люфта в вертикальной и горизонтальной плоскостях, что способствует сохранению тепла.

У некоторых пород кур, например, стержень ДП составляет 70% ОП на грудных и брюшных птерилиях, что свидетельствует о термоизоляции наиболее уязвимых мест, при этом на второстепенных маховых перьях ПП занимает всего 8% длины ОП.

ДП у куриных, как правило, находится на уровне начала контурного участка ОП, в результате образуется двойной пуховой слой основного и дополнительного перьев.

Отмеченные рядом авторов сезонные вариации размеров и плотности дополнительных образований также свидетельствуют в пользу термоизолирующей функции ДП и ПП. Сезонные вариации в размере ДП были отмечены Лоннебергом [18] у некоторых Фазановых (*Tetrao urogallus*, *Lygurus tetrrix*, *Tetrastes bonasia*) и Тетеревиных (*Lagopus* spp.), которые населяют субарктические области. Крупные ДП обнаружены этим автором на перьях зимнего оперения, а на летнем те же образования мелкие или их вообще нет. Например, их нет на голове и в верхней части затылка. На тазовых и дорзальных шейных перьях горной куропатки (*Lagopus mutus*) дополнительный стержень достигает 70-80% длины основного стержня в зимнем оперении, 50-70% - в осеннем и 0-65% - в летнем оперении [22].

Известно, что у зимующих в средней полосе птиц более опушенное перо зимой, а весной пух плохо развит. В качестве различия между летним и зимним нарядом мы можем отметить разреженность боронок ОП в том месте, где оно прикрывается ДП. Плотность боронок явно меньше в летнем наряде, чем в зимнем.

Роберт Блажик [14] считал, что ДП является вторично возникшим термоизоляционным органом.

Вставки с МЛ также способствуют образованию воздушных прослоек необходимых для сохранения тепла: удлинённые опахальца упругих модифицированных лучей не позволяют слипаться перьевым микроструктурам, образуется многослойная решётчатая структура, позволяющая воздуху проникать между лучами соседних боронок во всех направлениях.

Рационально устроенные перьевые структуры ДП, ПП и МЛ лишь незначительно утяжеляют оперение птицы, но позволяют ему «дышать» и сохранять тепло. Все они имеются на покровных перьях, защищающих тело птицы от потери тепла. Таким образом, дополнительные структуры являются наглядным примером сохранения и развития экологически целесообразных морфологических образований.

4. Таксономическое значение дополнительных образований.

По мнению некоторых исследователей ДО могут служить таксономическим целям [15], [26, С. 78]. Но эту ценность уменьшает тот факт, что ДО более одного типа могут встречаться в оперении одной и той же птицы, а также в близкородственных и в неродственных группах. Однако мы поддерживаем мнение Цисвилера [27, С. 305], что факт наличия ДО и вариации их структуры могут иметь идентификационную ценность. Наличие у представителей ряда семейств Ржанкообразных одновременно как дополнительных образований, так и структуры с модифицированными лучами свидетельствует о том, что этот факт можно использовать в качестве таксономического признака для этих семейств. И кроме всего прочего дополнительные образования нужно рассматривать в комплексе с другими птилологическими признаками в общей системе идентификационного ключа. Используя данные изменчивости линейных признаков, можно до определённой степени достоверности выявить птерилию, которой принадлежит перо.

Список литературы / References

1. Войткевич А. А. Перо птицы / А. А. Войткевич. – М. : АН СССР, 1962 – 288 с.
2. Дементьев Г. П. Руководство по зоологии, IV / Г. П. Дементьев. – М. – Л. : АН СССР, 1940 – 856 с.
3. Ильичёв В. Д. Морфо-функциональные особенности наружного уха птиц, ведущих сумеречный и ночной образ жизни / В. Д. Ильичёв // ДАН СССР, 1961 – Т.137. Вып. 6 – 1485-1488 с.
4. Пономарёва Н. И. (ред.) Атлас-определитель видовой принадлежности птиц по их макро- и микроструктурным фрагментам / Н. И. Пономарёва. – М. : Воениздат, 1995 – 110 с.
5. Силаева О. Л. Функциональное значение дополнительного пера в оперении птицы / О. Л. Силаева // В мире научных открытий, 2011 – № 4 (16), – 268-278 с.
6. Силаева О. Л. Роль дополнительного пера в системе оперения птицы / О. Л. Силаева // Сборник научных трудов. – М., 2011 – №13, ч. 1. – 192 с.
7. Силаева О. Л. Особые теплоизоляционные структуры оперения некоторых представителей Курообразных, Воробьинообразных и Рябкообразных / О. Л. Силаева // Актуальные вопросы в научной работе и образовательной деятельности, 2013 – 114-116 с.
8. Силаева О. Л. Микроструктура пера некоторых видов Врановых птиц / О. Л. Силаева, Г. В. Гуменюк, В. Д. Ильичёв // Материалы Первой всероссийской научно-технической конференции «Проблемы авиационной орнитологии». – М. : ИПЭЭ РАН, 2009 – 101-107 с.

9. Силаева О. Л. Определитель птиц по перу и его фрагментам. Отряд Воробьинообразные (Passeriformes), семейство Врановые (Corvidae) / О. Л. Силаева, В. Д. Ильичёв, О. Ф. Чернова. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012 – 316 с.
10. Силаева О. Л. Определитель птиц по перу и его фрагментам. Отряды: Курообразные (Galliformes), Голубеобразные (Columbiformes), Рябкообразные (Pterocletiformes) / О. Л. Силаева, В. Д. Ильичёв, О. Ф. Чернова, А. Н. Вараксин. – М.: ИПЭЭ, 2013 – 120 с. + CD-ROM.
11. Силаева О. Л. Определитель птиц по перу и его фрагментам. Отряд Гусеобразные (Anseriformes) / О. Л. Силаева, О. Ф. Чернова, А. Н. Вараксин. – М., 2015 – 269 с. + CD-ROM.
12. Чернова О. Ф. Архитектоника перьев и ее диагностическое значение / О. Ф. Чернова, В. Ю. Ильяшенко, Т. В. Перфилова. – М.: Наука, 2006 – 98 с.
13. Becker R. Die Strukturanalyse der Gefiederfolgen von *Megapodius freyc* [inet]. reinw. und ihre Beziehung zu der Nestlingsdune der Hühnervögel / R. Becker // Rev. Suisse Zool, 1959 – №66 – 411-527 p.
14. Blaszyk R. Untersuchungen über die Stammesgeschichte der Vogelschuppen und Federn und über die Abhängigkeit ihrer Ausbildung am Vogelfuss von der Funktion / R. Blaszyk // Morph. Jahrb, 1935 – №75 – 483-567 p.
15. Chandler A. C. A study of the structure of feathers, with reference to their taxonomic significance / A. C. Chandler // Univ. Calif. Pub. Zool, 1916 – №13 – 243-446 p.
16. Cuvier G. Lecons d'anatomie comparée / G. Cuvier // Publ. par Dumeril. – Paris, 1809.
17. Hempel M. Die Abhängigkeit der Federstruktur von der Körperregion, untersucht an *Xantholaema rubricapilla* / M. Hempel // Jena. Ztschr. f. Naturw, 1931 – №65 – 659-737 p.
18. Lonnberg E. Einige Beiträge zur Kenntnis unserer Waldhühner, Tetraonidae / E. Lonnberg // Jour. f. Ornith., 1927 – №75 – 579-596 p.
19. Lucas A. M. Avian anatomy. Integument / A. M. Lucas, P. R. Stettenheim. – Washington: US Dept. Agricult, 1972 – Parts 1, 2.
20. Miller W. DeW. Variations in the structure of the aftershaft / W. DeW. Miller // Amer. Mus. Novitates, V. 140, 1924 – 6 p.
21. Nitzsch Chr. L. System der Pterilographie / Chr. L. Nitzsch. – Halle, 1840.
22. Salomonsen F. Moults and sequences of plumages in the Rock Ptarmigan (*Lagopus mutus* (Montin)) / F. Salomonsen // Danske Naturhist. For., Copenhagen Vidensk. Meddel, 1939 – №103 – 1-491 p.
23. Steiner H. Das Problem der Diastataxie des Vogelflügels / H. Steiner // Jena. Ztschr. Naturw, 1917 – №55 – 222-496 p.
24. Stresemann E. Aves. – Vögel / E. Stresemann, In: Kuekenenthal W., und Krumbach T., eds. // Handbuch der Zoologie. №7, pt. 2. – Berlin: Walter de Gruyter, 1927-1934.
25. Rutschke E. Untersuchungen über Wasserfestigkeit und Struktur des Gefieders von Schwimmvögeln / E. Rutschke // Zool. Jahrb. Abt. Syst., 1960 – №87.
26. Van Tyne J. Fundamentals of Ornithology / J. Van Tyne, A. J. Berger – John Wiley and Sons., Inc., New York, 1959 – 642 p.
27. Ziswiler V. Die Afterfeder der Vögel. Untersuchungen zur Morphogenese und Phylogenese des sogenannten Afterschaftes / V. Ziswiler // Zool. Jahrb. Abt. F. Anat. Bd., 1962 – №80 – 245-308 p.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Vojtkevich A. A. Pero pticy [Bird's feather] / A. A. Vojtkevich – М.: AN SSSR, 1962 – 288 p. [in Russian]
2. Dement'ev G. P. Rukovodstvo po zoologii, IV [Zoology Guide, IV] / G. P. Dement'ev VI. – М. - L.: AN SSSR, 1940 – 856 p. [in Russian]
3. Il'ichjov V. D. Morfo-funkcional'nye osobennosti naruzhnogo uha ptic, vedushhiih sumerechnyj i nochnoj obraz zhizni [Morphological and functional features of the outer ear of birds with crepuscular and nocturnal way of life] / V. D. Il'ichjov // DAN SSSR, 1961 – T. 137. Вып. 6 [Issue 6] – 1485-1488 p. [in Russian]
4. Ponomarjova N. I. (red.) Atlas opredelitel' vidovoj prinadlezhnosti ptic po ih makro i mikrostrukturnym fragmentam [Atlas of birds' species identification by macro- and microstructural fragments] / N. I. Ponomarjova – М.: Voenizdat, 1995 – 110 p. [in Russian]
5. Silaeva O. L. Funkcional'noe znachenie dopolnitel'nogo pera v operenii pticy [The functional significance of an afterfeather in the bird's plumage] / O. L. Silaeva // V mire nauchnyh otkrytij [The functional significance of an afterfeather in the bird's plumage], 2011 – № 4 (16) – 268-278 p. [in Russian]
6. Silaeva O. L. Rol' dopolnitel'nogo pera v sisteme operenija pticy [The role of an afterfeather in the birds' feathering system] / O. L. Silaeva // Sbornik nauchnyh trudov [Collection of scientific papers]. – М., 2011 – №16, part 1 – 192 p. [in Russian]
7. Silaeva O. L. Osobyje teploizoljacionnye struktury operenija nekotoryh predstavitelej Kuroobraznyh, Vorob'inoobraznyh i Rjabkoobraznyh [Special thermo-insulating structures of the plumage of some birds of Galliformes, Passeriformes and Pterocletiformes] / O. L. Silaeva // Aktual'nye voprosy v nauchnoj rabote i obrazovatel'noj dejatel'nosti [Current issues in research and educational activities], 2013 – 114-116 p. [in Russian]
8. Silaeva O. L. Mikrostruktura pera nekotoryh vidov Vranovyh ptic [The feather microstructure of some species of Corvidae] / O. L. Silaeva, G. V. Gumenjuk, V. D. Il'ichjov // Materialy Pervoj vsrossijskoj nauchno-tehnicheskoi konferencii «Problemy aviacionnoj ornitologii» [The materials of the First all-Russian scientific-technical conference «Problems of aviation ornithology»]. – М.: IPJeJe RAN, 2009 – 101-107 p. [in Russian]
9. Silaeva O. L. Opredelitel' ptic po peru i ego fragmentam. Otrjad Vorob'inoobraznye (*Passeriformes*), Semejstvo Vranovye (*Corvidae*) [Birds' identification guide by feathers and its fragments. Passeriformes, family Corvidae] / O. L. Silaeva, V. D. Il'ichjov, O. F. Chernova // Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012 – 316 p. [in Russian]
10. Silaeva O. L. Opredelitel' ptic po peru i ego fragmentam. Otrjady: Kuroobraznye (*Galliformes*), Golubeobraznye (*Columbiformes*), Rjabkoobraznye (*Pterocletiformes*) [Birds' identification guide by feathers and its fragments. Orders:

Galliformes, Columbiformes, Pterocletiformes] / O. L. Silaeva, V. D. Il'ichjov, O. F. Chernova, A. N. Varaksin. – M. : IPJeJe, 2013 – 120 p. + CD-ROM. [in Russian]

11. Silaeva O. L. Opredelitel' ptic po peru i ego fragmentam. Otrjad Guseobraznye (*Anseriformes*) [Birds' identification guide by feathers and its fragments. Order *Anseriformes*] / O. L. Silaeva, O. F. Chernova, A. N. Varaksin – M., 2015 – 269 p + CD-ROM. [in Russian]

12. Chernova O. F. Arhitektonika per'ev i ee diagnosticheskoe znachenie [Feather structure and its diagnostic value] / O. F. Chernova, V. Ju. Il'jashenko, T. V. Perfilova. – M. : Nauka, 2006 – 98 p. [in Russian]

13. Becker R. Die Strukturanalyse der Gefiederfolgen von *Megapodius freyc [inet]. reinw.* und ihre Beziehung zu der Nestlingsdune der Hühnervögel [The structural analysis of the feathers of *Megapodius freyc [inet] reinw.* and their relationship to the nestling dune of the chicken fowl] / R. Becker // Rev. Suisse Zool, 1959 – №66 – 411-527 p. [in German]

14. Blaszyk R. Untersuchungen über die Stammesgeschichte der Vogelschuppen und Federn und über die Abhängigkeit ihrer Ausbildung am Vogelfuss von der Funktion [Investigations on the stem history of the birdcage and feathers and the dependence of their formation on the bird's foot from the function] / R. Blaszyk // Morph. Jahrb, 1935 – №75 – 483-567 p. [in German]

15. Chandler A. C. A study of the structure of feathers, with reference to their taxonomic significance [A study of the structure of feathers, with reference to their taxonomic significance] / A. C. Chandler // Univ. Calif. Pub. Zool, 1916 – №13 – 243-446 p. [in German]

16. Cuvier G. Lecons d'anatomie comparée [Lectures of anatomy] / G. Cuvier // Publ. par Dumeril. – Paris, 1809. [in French]

17. Hempel M. Die Abhängigkeit der Federstruktur von der Körperregion, untersucht an *Xantholaema rubricapilla* [The dependence of the feather structure on the body region, examined at *Xantholaema rubricapilla*] / M. Hempel // Jena. Ztschr. f. Naturw, 1931 – №65 – 659-737 p. [in German]

18. Lonnberg E. Einige Beiträge zur Kenntnis unserer Waldhühner, Tetraonidae [Some contributions to the knowledge of our forest fowls, Tetraonidae] / E. Lonnberg // Jour. f. Ornith., 1927 – №75 – 579-596 p. [in German]

19. Lucas A. M. Avian anatomy. Integument / A. M. Lucas, P. R. Stettenheim. – Washington: US Dept. Agricult, 1972 – Parts 1, 2.

20. Miller W. DeW. Variations in the structure of the aftershaft / W. DeW. Miller // Amer. Mus. Novitates, V. 140, 1924 – 6 p.

21. Nitzsch Chr. L. System der Pterilographie [System of Pterilography] / Chr. L. Nitzsch. – Halle, 1840. [in German]

22. Salomonsen F. Moults and sequences of plumages in the Rock Ptarmigan (*Lagopus mutus* (Montin)) / F. Salomonsen // Danske Naturhist. For., Copenhagen Vidensk. Meddel, 1939 – №103 – 1-491 p.

23. Steiner H. Das Problem der Diastataxie des Vogelflügels [The problem of the diastataxy of the bird wing] / H. Steiner // Jena. Ztschr. Naturw, 1917 – №55 – 222-496 p. [in German]

24. Stresemann E. Aves. – Vögel [Aves. – Birds] / E. Stresemann, In: Kuekenenthal W., und Krumbach T., eds. // Handbuch der Zoologie. №7, pt. 2. – Berlin: Walter de Gruyter, 1927-1934. [in German]

25. Rutschke E. Untersuchungen über Wasserfestigkeit und Struktur des Gefieders von Schwimmvögeln [Investigations on water resistance and structure of the feathers of swimming birds] / E. Rutschke // Zool. Jahrb. Abt. Syst., 1960 – №87. [in German]

26. Van Tyne J. Fundamentals of Ornithology / J. Van Tyne, A. J. Berger – John Wiley and Sons., Inc., New York, 1959 – 642 p.

27. Ziswiler V. Die Afterfeder der Vögel. Untersuchungen zur Morphogenese und Phylogenese des sogenannten Afterschaftes [The afterfeather of the birds. Investigations on the Morphogenesis and Phylogenesis of the so-called Afterschaft] / V. Ziswiler // Zool. Jahrb. Abt. F. Anat. Bd., 1962 – №80 – 245-308 p. [in German]

ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ / VETERINARY SCIENCEDOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.57.065>Столбова О.А.¹, Глазунова Л.А.², Никонов А.А.³, Глазунов Ю.В.⁴, Пonomарева Е.А.⁵, Ярмоц Г.А.⁶¹ORCID:0000-0002-4545-815X, Кандидат ветеринарных наук, доцент, научный сотрудник,²ORCID:0000-0003-4050-5903, Кандидат ветеринарных наук, доцент, научный сотрудник,³ORCID:0000-0002-3958-5320, Кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник,⁴ORCID:0000-0001-6496-2450, Кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник,

Государственный аграрный университет Северного Зауралья,

ФГБНУ Всероссийский НИИ ветеринарной энтомологии и арахнологии,

⁵ORCID:0000-0003-1003-2682, Кандидат сельскохозяйственных наук, ⁶ORCID:0000-0002-7415-6273,

Доктор сельскохозяйственных наук,

Государственный аграрный университет Северного Зауралья

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ ПРИЕМОМ ПРИ МАСТИТАХ У КОРОВ В СЕВЕРНОМ ЗАУРАЛЬЕ**Аннотация**

Мастит является широко распространенным заболеванием у крупного рогатого скота, причиняющим огромный экономический ущерб сельскому хозяйству. Факторами, способствующими развитию этой патологии, являются внешние (низкие температуры, сквозняки, бактериальная обсемененность помещения и т.п.) и внутренние (генетические, анатомические и морфологические особенности вымени), которые вызывают снижение резистентности организма и инфицирование молочной железы. В связи с этим возникает необходимость использования профилактических приемов, которые позволяли бы предотвратить проникновение микроорганизмов через открытые сосковые каналы в вымя коров и повысить качество молока-сырья. В результате проведенных исследований установлено, что при использовании КОМПОМОЛ DC+ до доения и КОМПОМОЛ DC Blue Gel Эконом после доения позволило уменьшить количество соматических клеток в молоке в 3 раза, количество мезофильных аэробных и факультативных анаэробных микроорганизмов (КНАФАНМ) - в 1,6 раза, что значительно повысило качество молока-сырья.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, корова, молоко, мастит, молочные железы, соматические клетки, бактериальная обсемененность.

Stolbova O.A.¹, Glazunova L.A.², Nikonov A.A.³, Glazunov Yu.V.⁴, Ponomareva E.A.⁵, Yarmots G.A.⁶¹ORCID: 0000-0002-4545-815H, PhD in Veterinary Medicine and Science, Associate professor, Researcher,²ORCID:0000-0003-4050-5903, PhD in Veterinary Medicine and Science, Associate professor, Researcher,³ORCID: 0000-0002-3958-5320, PhD in Veterinary Medicine and Science, Leading researcher,⁴ORCID: 0000-0001-6496-2450, PhD in Biology, Associate Professor, Senior Researcher,

State agricultural university of Northern Zauralie,

FGBNU All-Russian scientific research institute of veterinary entomology and arachnology,

⁵ORCID:0000-0003-1003-2682, PhD in Agriculture,⁶ORCID:0000-0002-7415-6273, PhD in Agriculture

State agricultural university of Northern Zauralie

EFFICIENCY OF PREVENTIVE ACCEPTANCES IN CASE OF MASTITIS AT COWS IN NORTHERN ZAURALIE**Abstract**

Mastitis is the widespread disease at cattle causing a huge economic damage to agricultural industry. The factors promoting development of this pathology are external (low temperatures, drafts, a bacterial pollution of the room, etc.) and internal (genetic, anatomic and morphological features of an udder) which cause decrease in resistance of an organism and infection of a mammary gland. With respect thereto there is a need of use of preventive acceptances which would allow to prevent penetration of microorganisms via open mamillar channels in an udder of cows and to increase quality of milk-raw materials. As a result of the conducted researches it is established what when using KOMPOMOL DC+ before milking and KOMPOMOL DC BLUE GEL Ekonom after milking allowed to reduce quantity of somatic cages in milk by 3 times, quantity of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms - by 1,6 times that considerably increased quality of milk-raw materials.

Keywords: cattle, cow, milk, mastitis, mammary glands, somatic cages, bacterial pollution.

Молочное скотоводство сегодня – это высокотехнологичная отрасль, в которой организм животных постоянно подвергается воздействию различного рода прессингов, способных самостоятельно вызывать патологии в молочной железе или принимать активное участие в развитии этого процесса. Самым распространенным и опасным заболеванием вымени является мастит, во многом причинами которого являются влияние многогранных негативных факторов внешней среды (низкие температуры, сквозняки, бактериальная обсемененность помещений и т.п.), не маловажное значение в возникновении мастита играют несовершенство доильного оборудования и погрешности в технологии доения, поэтому многие специалисты в России и за рубежом в возникновении нарушений в биотехнологической системе «человек – машина - животное - среда» в первую очередь связывают с различными нарушениями в технологии и правилах доения [1,2,3].

За последнее десятилетие на территории Тюменской области имеет место устойчивая тенденция развития молочного скотоводства по принципу строительства крупных животноводческих комплексов беспривязного содержания под комплектацию импортными нетелями с высокой генетической продуктивностью [1,3,4,11].

Устойчивость коров к маститу является сложным признаком и определяется взаимодействием многих факторов. Установлено, что коровы обладают рядом наследственных факторов восприимчивости к маститу. Многие авторы выявили генетическую предрасположенность высокоудойных коров к заболеваемости маститом [2-4,6,8]. В течение многих десятилетий с помощью направленного осеменения создавались породы животных, обладающие высокой молочной продуктивностью, при этом биологические реакции, обуславливающие высокую выживаемость животных, их эволюционное усовершенствование и устойчивость к заболеваниям, зачастую мало учитывались. Стремление к созданию высокопродуктивного стада в ряде случаев приводило к выведению животных с таким переразвитием тканей молочной железы, которое с физиологической точки зрения можно считать патологическим [6,8-12].

В свою очередь заболеваемость коров маститом причиняет огромный экономический ущерб, который складывается из недополучения молока от больных коров, снижение его сортности и питательности молока, в котором уменьшается содержание жира на 0,3-0,5% и сахара до 1,5% (норма 4,3%) и увеличивается количество соматических клеток и условно-патогенных микроорганизмов [4,13,14].

Причиной воспаления чаще всего является инфицирование молочной железы, которое происходит через сосковый канал, особенно после доения, когда он в течение 1-2 ч остается открытым, а местная противомикробная защита оказывается сниженной [7,9]. В связи с этим основным направлением в профилактике заболеваний вымени у коров должно быть сосредоточено на предотвращение попадания патогенной микрофлоры в молочную железу животных. Все это происходит на фоне развитой индустрии доильного оборудования и антисептических средств для него.

Цель исследования

Целью работы явилось изучение эффективности применения профилактических обработок вымени до и после доения.

Материалы и методы исследований. Исследовательская работа проведена на базе животноводческого хозяйства ООО «Шестаковское» Заводоуковского района Тюменской области, в ГАУ ТО «Тюменская областная ветеринарная лаборатория», в Институте биотехнологии и ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья и во Всероссийском НИИ ветеринарной энтомологии и арахнологии в период с мая по октябрь 2016 года.

Объектом нашего исследования являлись дойные коровы 2-6 летнего возраста черно-пестрой породы в количестве 270 голов. Отбор проб молока производили до и после эксперимента в стерильную стеклянную посуду и в течение 4 часов с момента отбора пробы согласно ГОСТ доставляли в лабораторию для проведения исследования согласно ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» ТР ТС 033/2013 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции, Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) №299.

Для профилактики мастита использовали следующие препараты: КОМПОМОЛ DC+ - ухаживающая моющая жидкость на основе натурального мыла с обеззараживающим эффектом за счет содержания смеси солей молочной кислоты и КОМПОМОЛ DC Blue Gel Эконом - представляет собой загущенное пленкообразующее средство с хлоргексидином [5].

Вышеперечисленные средства использовали по следующей схеме: перед дойкой вымя и соски коров тщательно обрабатывали приготовленным раствором КОМПОМОЛ DC+ - из расчета 10 мл на 10 литров воды, после чего вытирали индивидуальной салфеткой, а после дойки соски обрабатывали КОМПОМОЛ DC Blue Gel Эконом - при погружении их в пенообразующий стакан. Указанную схему применяли на протяжении 45 дней.

Результаты исследований и их обсуждение. Перед началом эксперимента установлено, что в сборное молоко ООО «Шестаковское» по многим показателям соответствовало высшему сорту: первая группа чистоты по ГОСТ 8218-89, физико-химические показатели - массовая доля жира (МДЖ) составила 4,1%, массовая доля белка (МДБ) - 3,08%, кислотность молока 18,0°Т, сухой обезжиренный молочный остаток (СОМО) 8,8%, плотность молока 1029,5 кг/м³.

Качество молока снижали микробиологические показатели: количество соматических клеток - $2,84 \cdot 10^5$ и количество мезофильных аэробных и факультативных анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) - $2,8 \cdot 10^5$ КОЕ/г. (таблица 1).

Применение профилактически приемов в течение 45 дней и последующий лабораторный анализ молока показал, что количество соматических клеток в сборной пробе молока уменьшилось в 3 раза, количество мезофильных аэробных и факультативных анаэробных микроорганизмов (КНАФАнМ) также снизилось в 1,6 раза, что свидетельствует о повышении качества и сортности молока. Показатель качества молока «группа чистоты» остался без изменений и показал соответствие молока первой группе.

Таблица 1 – Анализ показателей молока в ООО «Шестаковское» Заводоуковского района Тюменской области

Название хозяйства	Массовая доля жира, %	СОМО* , %	Кислотность, °Т	Плотность, кг/м ³	Группа чистоты	Массовая доля белка, %	Количество соматических клеток x100	КМАФАнМ** x10 ⁵ КОЕ/г
До опыта								
ООО «Шестаковское»	4,1	8,8	18,0	1029,5	Первая	3,08	2,84* 10 ⁵	2,8*10 ⁵
После опыта								
ООО «Шестаковское»	4,9	8,7	17,0	1028,5	Первая	3,25	9,0*10 ⁴	1,7*10 ⁵

Примечание: * - Сухой обезжиренный молочный остаток (СОМО); ** - количество мезофильных анаэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ).

При анализе физико-химических показателей установлено, что массовая доля жира (МДЖ) повысилась на 19,5 %, массовая доля белка (МДБ) – 5,5%, а кислотность молока понизилась на 5,5%, сухой обезжиренный молочный остаток (СОМО) – на 1,2%, плотность молока – 1 кг/м³.

Результаты проведенных исследований показывают, что применение обработок вымени до доения ухаживающей моющей жидкостью КОМПОМОЛ DC+ и после доения пенкообразующего средства с хлоргексидином КОМПОМОЛ DC Blue Gel Эконом позволяют снизить количество заболеваний вымени и повысить качество молока. Лабораторные исследования показали, что используемая схема профилактики заболеваний молочных желез позволила улучшить качество молока в животноводческом хозяйстве.

Заключение. Анализируя полученные результаты микробиологических, качественных и физико-химических показателей молока, установлено, что внедренная схема обработки вымени до доения ухаживающей моющей жидкостью КОМПОМОЛ DC+ и после доения пенкообразующего средства с хлоргексидином КОМПОМОЛ DC Blue Gel Эконом позволяют многократно снизить риск возникновения заболеваний молочных желез, а также повысить молочную продуктивность животных при поддержании бактериостатической и бактерицидной среды в молочной железе.

Список литературы/References

- Глазунов Ю.В., Никонов А.А., Эргашев А.А. и др. Скрытые патологии молочной железы дойных коров в хозяйствах юга Тюменской области. /Ю.В.Глазунов, А.А.Никонов, А.А.Эргашев и др. //Аграрный вестник Урала. - 2011. - №12-2. - С.11-13.
- Париков В.А., Романенко В.И., Слободяник В.И. и др. Система мероприятий по профилактике мастита у коров при машинном доении /В.А.Париков, В.И.Романенко, В.И.Слободяник и др. //Труды X Международного симпозиума по машинному доению сельскохозяйственных животных, первичной обработке и переработке молока. Москва, 2000. - С.269-272.
- Багманов М.А., Юсупова Г.Р. Почему высокоудойные коровы подвержены маститу. /М.А.Багманов, Г.Р.Юсупова //Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. - 2016. - Т.225. - №1. - С. 12-13.
- Глазунова Л.А., Пономарева Е.А., Столбова О.А. и др. Анализ качества молока-сырья, производимого на предприятиях Тюменской области. /Л.А.Глазунова, Е.А.Пономарева, О.А.Столбова и др. //Молодой ученый. 2016. - №27(131). - С.269-271.
- Bitis agro [Электронный ресурс] URL:<http://bitis.by/katalog-produktsii/obrabotka-vymeni-i-kopyt-kr/obrabotka-vymeni-pered-doeniem>. (дата обращения 09.02.2017 года)
- Кузнецов В.Д., Коротаева О.А. Кетоз высокопродуктивных коров: терапия и профилактика. /В.Д.Кузнецов, О.А.Коротаева //Вестник Тюменской государственной сельскохозяйственной академии. - 2007. - №1. - С.94-96.
- Сивков Г.С., Домацкий В.Н., Павлов С.Д. и др. Защита крупного рогатого скота от патогенов. / Г.С.Сивков, В.Н.Домацкий, С.Д.Павлов и др. //Методические рекомендации /Ответственный за выпуск В.Н. Домацкий. Тюмень, 2010. 152с.
- Столбова О.А., Скосырских Л.Н. Болезни обмена веществ. О.А.Столбова, Л.Н.Скосырских // Международный журнал экспериментального образования. - 2016. - №12-1. - С.109.
- Глазунова Л.А., Анодина М.М. Гирудотерапия при лечении субклинического маститов у коров. / Л.А.Глазунова, М.М.Анодина //Современные проблемы науки и образования. - 2013. - №6. - С.1060.
- Пономарева Е.А., Татаркина Н.И. Применение кормовых добавок при кормлении коров – первотелок чернопестрой породы в период раздоя. /Е.А.Пономарева, Н.И.Татаркина //Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. - 2015. - №2. - С.50-59.
- Татаркина Н.И., Пономарева Е.А. Молочная продуктивность коров в период раздоя с использованием ферментных добавок. /Н.И.Татаркина, Е.А.Пономарева //Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. - 2012. - №3. - С.31-34.
- Ярмоц Г.А. Использование азота и минеральных веществ коровами в период раздоя. /Г.А.Ярмоц // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. - 2008. - №3. - С.24-27.

13. Ибраимов О.С. Акназаров Б.К. Улучшение ветеринарно-санитарных качеств молока путем профилактики молочной железы у коров /О.С.Ибраимов, Б.К.Акназаров //Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина. - 2014. - №1(30). - С.131-133.

14. Рубцов В.И. Профилактика и лечение мастита у коров. - /В.И.Рубцов //Ветеринария. - 2006. - №9. - С32-36.

Список литературы на английском языке/References in English

1. Glazunov Yu.V., Nikonov A.A., Ergashev A.A., etc. Skrytye patologii molochnoj zhelezy dojnyh korov v hozjajstvax juga Tjumenskoj oblasti [The latent pathologies of a mammary gland of milk cows in farms of the South of the Tyumen region] /Yu.V.Glazunov, A.A.Nikonov, A.A.Ergashev etc. //Agrarnyj vestnik Urala [Agrarian bulletin of the Urals]. 2011. N12-2. P.11-13. [in Russian]

2. Parikov V.A, Romanenko V. I., Slobodyannik V. I., etc. Sistema meroprijatij po profilaktike mastita u korov pri mashinnom doenii [System of actions for prophylaxis of a mastitis at cows at machine milking] /V.A.Parikov, V.I. Romanenko, V. I. Slobodyannik, etc. //Trudy H Mezhdunarodnogo simpoziuma po mashinnomu doeniju sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh, pervichnoj obrabotke i pererabotke moloka [Works tenth of the International symposium on machine milking of farm animals, preprocessing and processing of milk]. Moscow, 2000. P.269-272. [in Russian]

3. Bagmanov M.A., Yusupova G.R. Pochemu vysokodojnye korovy podverzheny mastitu [Why highly productive cows are subject to a mastitis] /M. A. Bagmanov, G. R. Yusupova //Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N.Je. Baumana [Scientists of a note of the Kazan state academy of veterinary medicine of N. E. Bauman]. 2016. T. 225. N. 1. P. 12-13. [in Russian]

4. Glazunova L.A., Ponomareva E.A., Stolbova O.A., etc. Analiz kachestva moloka-syr'ja, proizvodimogo na predpriyatijah Tjumenskoj oblasti [The analysis of quality of the milk-raw materials produced at the enterprises of the Tyumen region] /L.A.Glazunova, E.A.Ponomarev, O.A.Stolbova, etc. // Molodoj uchenyj [Young scientist]. 2016. №27(131). P. 269-271. [in Russian]

5. Bitis agro Jelektronnyj resurs [An electron resource] URL:<http://bitis.by/katalog-produktsii/obrabotka-vymeni-i-kopytkr/obrabotka-vymeni-pered-doeniem>. (date of the address of 09.02.2017) . [in Russian]

6. Kuznetsov V.D., Korotayeva O.A. Ketoz vysokoproduktivnyh korov: terapija i profilaktika [Ketoz of highly productive cows: therapy and prevention] /V.D.Kuznetsov, O.A.Korotayeva //Vestnik Tjumenskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii [Messenger of the Tyumen state agricultural academy]. 2007. N. 1. P. 94-96. [in Russian]

7. Sivkov G.S., Domatsky V.N., Pavlov S.D., etc. Zashhita krupnogo rogatogo skota ot patogenov [Protection of cattle against pathogens] /G.S.Sivkov, V.N.Domatsky, S.D. Pavlov, etc. //Metodicheskie rekomendacii /Otvetstvennyj za vypusk V.N. Domackij [Methodical references /V.N. Domatsky Responsible for release]. Tyumen, 2010. 152 p. [in Russian]

8. Stolbova O.A., Skosyrskikh L.N. Bolezni obmena veshhestv [Illnesses of a metabolism] /O.A.Stolbova, L.N.Skosyrsky // Mezhdunarodnyj zhurnal jeksperimental'nogo obrazovanija [International magazine of experimental education]. 2016. N.12-1. P.109. [in Russian]

9. Glazunova L.A., Anodina M.M. Girudoterapija pri lechenii subklinicheskogo mastitov u korov [Girudoterapiya at treatment subclinical mastites at cows] /L.A.Glazunova, M.M.Anodina //Sovremennye problemy nauki i obrazovanija [Modern problems of science and education]. 2013. N.6. P.1060. [in Russian]

10. Ponomareva E.A., Tatarkina N.I. Primenenie kormovyh dobavok pri kormlenii korov – pervotelok cherno-pestroj porody v period razdoja [Use of feed additives when feeding cows – firstcalf heifers of black and motley breed during the period distribute] /E.A.Ponomareva, N.I.Tatarkina //Kormlenie sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh i kormoproizvodstvo [Feeding of farm animals and forage production].2015. N2. P. 50-59. [in Russian]

11. Tatarkina N. I., Ponomareva E. A. Molochnaja produktivnost' korov v period razdoja s ispol'zovaniem fermentnyh dobavok [Milk efficiency of cows during the period distribute with use of ferment additives] /N.I.Tatarkina, E.A.Ponomareva // Kormlenie sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh i kormoproizvodstvo [Feeding of farm animals and forage production]. 2012. N. 3. P.31-34. [in Russian]

12. Yarmots G. A. Ispol'zovanie azota i mineral'nyh veshhestv korovami v period razdoja [Use of nitrogen and mineral substances cows during the period distribute] /G.A.Yarmots// Kormlenie sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh i kormoproizvodstvo [Feeding of farm animals and forage production]. 2008. N. 3. P.24-27. [in Russian]

13. Ibraimov O. S. Aknazarov B. K. Uluchshenie veterinarno-sanitarnykh kachestv moloka putem profilaktiki molochnoj zhelezy u korov [Improvement of veterinary and sanitary qualities of milk by prophylaxis of a mammary gland at cows] / O.S.Ibraimov, B.K.Aknazarov// Vestnik Kyrgyzskogo nacional'nogo agrarnogo universiteta im. K.I. Skrjabina [The Messenger of the Kyrgyz national agricultural university of K. I. Scriabin].2014. N.1(30). P.131-133. [in Russian]

14. Rubtsov V.I. Profilaktika i lechenie mastita u korov [Prophylaxis and treatment of a mastitis at cows] /V.I.Rubtsov // Veterinarija [Veterinary medicine]. 2006. N. 9. P.32-36. [in Russian]

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ / GEOGRAPHYDOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.57.055>Лисецкий Ф.Н.¹, Гаджиев Р.Ш.²¹ORCID: 0000-0001-9019-4387, профессор, доктор географических наук,²ORCID: 0000-0002-1002-9750, аспирант,

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

*Исследование выполнено при финансовой поддержке в рамках Госзадания НИУ "БелГУ" на 2017-2019 гг.***ОЦЕНКА ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОЧВ ВО ВРЕМЕНИ****Аннотация**

Исследованы геохимические особенности хроноряды лесостепных почв в условиях их природного воспроизводства под влиянием зональных типов растительности. Предложен новый способ интегральной оценки биогеохимической трансформации почв черноземного ряда во времени по наиболее информативному перечню макро- и микроэлементов, которые аккумулируются либо выносятся почвенными растворами из гумусовых горизонтов почв. Представлен приоритетный перечень из пяти микроэлементов, который может быть включен в состав контролируемых показателей в системе почвенно-экологического мониторинга земель сельскохозяйственного назначения. Показано, что на сельскохозяйственных землях необходима периодическая диагностика дефицита микроэлементов и его коррекция с помощью микроудобрений, компенсирующих потери наиболее быстро расходуемых микроэлементов.

Ключевые слова: почвообразование, хроноряды почв, микроэлементы, археологические памятники, лесостепь.

Lisetskii F.N.¹, Gadzhiev R.S.²¹ ORCID: 0000-0001-9019-4387, PhD in Geography, Professor,² ORCID: 0000-0002-1002-9750, postgraduate student,

Belgorod State National Research University

This study was performed within the framework of scientific studies at Belgorod National Research University financed by the Ministry of Science and Education of the Russian Federation in 2017-2019 years.

GEOCHEMICAL EVALUATION OF TRANSFORMATION OF SOILS IN TIME**Abstract**

Geochemical features of chronological series of forest-steppe soils in the conditions of their natural reproduction under the influence of the zonal vegetation types were investigated. A new way of integrated assessment of the biogeochemical transformation of a number of black earth soil in time for the most informative list of macronutrients and trace elements that are accumulated or taken out of the soil solutions of humus horizons has been proposed in the article. Priority list of five trace elements that may be included in the monitored parameters in the system soil-ecological monitoring of agricultural land was presented. It is shown that on agricultural land requires periodic diagnosis of trace elements deficiency and its correction with micronutrients that can compensate for the loss of the fastest spent trace elements.

Keywords: soil formation, chronological series of soils, trace elements, archaeological sites, forest-steppe.

Введение. Почва – это весьма специфический компонент биосферы, поскольку выступает природным буфером, контролирующим перенос химических элементов и соединений в атмосферу, гидросферу и живое вещество [4]. Почвы, обеспечивая основные экосистемные функции, находятся под давлением в результате расширения и интенсификации деятельности человека, что во многом определило заметные сдвиги в предпринятых за последние 15 лет усилиях для количественной оценки воздействий на почвы [5]. Для выявления возможного дефицита микроэлементов и его устранения необходима организация почвенно-экологического мониторинга с включением в контролируемые показатели элементов, которые влияют на рост и развитие растений, их урожай и качество продукции. В современных условиях агрохимическое обслуживание земель сельхозтоваропроизводителей обеспечивает периодическое поступление мониторинговых данных о содержании гумуса, питательных веществ и ограниченного круга микроэлементов. Большинство микроэлементов стало неотъемлемой частью живого и выделение только определённого их числа как необходимых для растений, животных и человека является только результатом несовершенства наших знаний. К шести незаменимым микроэлементам, абсолютно необходимым человеку, перечень которых был установлен в 40-е–70-е гг. XX века (железо, йод, хром, медь, цинк, селен) [9], со временем прибавляли всё новые и новые. Для всё большего количества микроэлементов выясняется их физиолого-биохимическая роль: участие в сложных биологических и физиологических процессах, синтезе белка и нуклеиновых кислот, активизации деятельности ферментов, витаминов, гормонов и др. Если о физиолого-биохимической значимости эссенциальных микроэлементов имеется обширная специальная литература, то по ряду рассеянных элементов, которые играют малоизученную роль в почвообразовании и в транслокации в органы растений, сведения ограничены [1, 2, 11, 13 и др.].

Ранее для древнеземледельческих районов [6-8] были установлены особенности биогеохимической трансформации старопашотных и залежных почв с обоснованием наиболее информативных и устойчивых геохимических индикаторов памяти почв. Элементарные почвообразовательные процессы, проявляющиеся во всем их многообразии по мере становления почвенного тела, влияют на трансформацию твердофазной части почвы и, соответственно, изменяют ее микроэлементный состав. Цель нашего исследования состояла в изучении биогеохимических особенностей зонального хроноряды почв в условиях их природного воспроизводства и разработке способа интегральной оценки изменений в твердофазной подсистеме почвы при ее становлении во времени.

Объекты и методы. Объектами исследований в 2013-2016 гг. стали разновозрастные почвы (по горизонтам А и АВ) и их материнские породы на территории Белгородской области. Для сравнения использованы полноголоценовые аналоги в ГПЗ «Белогорье»: темно-серая лесная почва под коренной дубравой заповедного участка «Лес на Ворскле» (8-й квартал, клено-дубняк снытевый), чернозем миграционно-мицелиарный мощный тяжелосуглинистый на

лесовидных суглинках под лугово-степной растительностью заповедного участка «Ямская степь», а также целинная черноземовидная супесчаная почва под злаково-разнотравной растительностью (Борисовский р-н Белгородской области). Для датировки возраста почв использовали исторические даты, результаты исследований археологических памятников, а также проводили верификацию локальных проявлений педогенеза по ранее разработанной модели формирования лесостепных почв во времени [3]. Изученные почвы датированы в диапазоне от 1646 г. н. э. до первой половины II тыс. до н. э. (Карповский вал Белгородской засечной черты, Хотмыжск (детинец), валы и городища Борисовское, Дмитриевское, Пороз, поселение первой половины II тыс. до н. э. и курганы у с. Герасимовка). Концентрацию 25 макро- и микроэлементов в почвах определяли на рентгеновском спектрометре «СПЕКТРОСКАН МАКС-GV» по методике измерений массовой доли химических элементов. После оценки их информативности в диагностике процессов педогенеза определен перечень из 16 использованных в анализе химических элементов, имеющих существенные отличия от материнских пород, как в отношении концентрации в гумусовых горизонтах, так и по рассеянию под влиянием элементарных почвообразовательных процессов (ЭПП). Классификацию объектов проводили в программном продукте STATISTICA 10.0, используя метод многомерного кластерного анализа (алгоритм древовидной кластеризации методом Варда в квадрате Евклидова расстояния).

Результаты и их обсуждение. Зональные эталоны почв (полноголоценовые почвы в автоморфных условиях) под разной растительностью (в среднерусской лесостепи это, прежде всего, дубравы и луговые степи) в геохимическом отношении во многом сходны, если это сравнение проводить по соотношению элементов в гумусово-аккумулятивном горизонте и в материнской породе. Но, если по 16 выбранным элементам почва горизонта А под дубравой на заповедном участке «Лес на Ворскле») имеет сильную связь с почвой Ямской степи (коэффициент корреляции (r) составляет 0,77), то с более легкой по гранулометрическому составу степной почвой на бровке речной долины Ворсклы теснота связи оценивается как средняя ($r = 0,51$), только при исключении наиболее отличающихся по содержанию элементов: в степной почве отмечено значительно более высокое содержание Ca, Pb и Mn. Сопоставление геохимических различий почв из горизонта А под дубравой и луговой степью (рис. 1) показало, что в наибольшей степени почвы в лесной обстановке характеризуются обеднением таких элементов, как Mg, Pb, As, Na, Sr, Ca, Ti, Ni при более активной аккумуляции (на 30%) V и Cr. Та же почва под дубравой при сравнении с аналогичным горизонтом близлежащей целинной супесчаной почвы в Борисовском р-не также отличается, но по несколько измененному ансамблю элементов из-за различия гранулометрического состава: более высокая концентрация отмечена по Fe, Al, V, но лесная почва уступает степной по содержанию Ca, Pb, Mn, Na, Cu, Ti, Sr.

На ранних стадиях выветривания и почвообразования состав микроэлементов в почве, как правило, наследуется от материнской породы. Со временем, однако, состояние микроэлементов в почве начинает дифференцироваться под действием доминирующих почвообразовательных процессов [4]. Почвы по отношению к земной коре характеризуются обогащением ($\approx 1-10$) по таким элементам, излучавшимся нами, как K, Na, Ca, Sr, Zn, Al, Ti, Si, Zr, Pb, Mn, As [12].

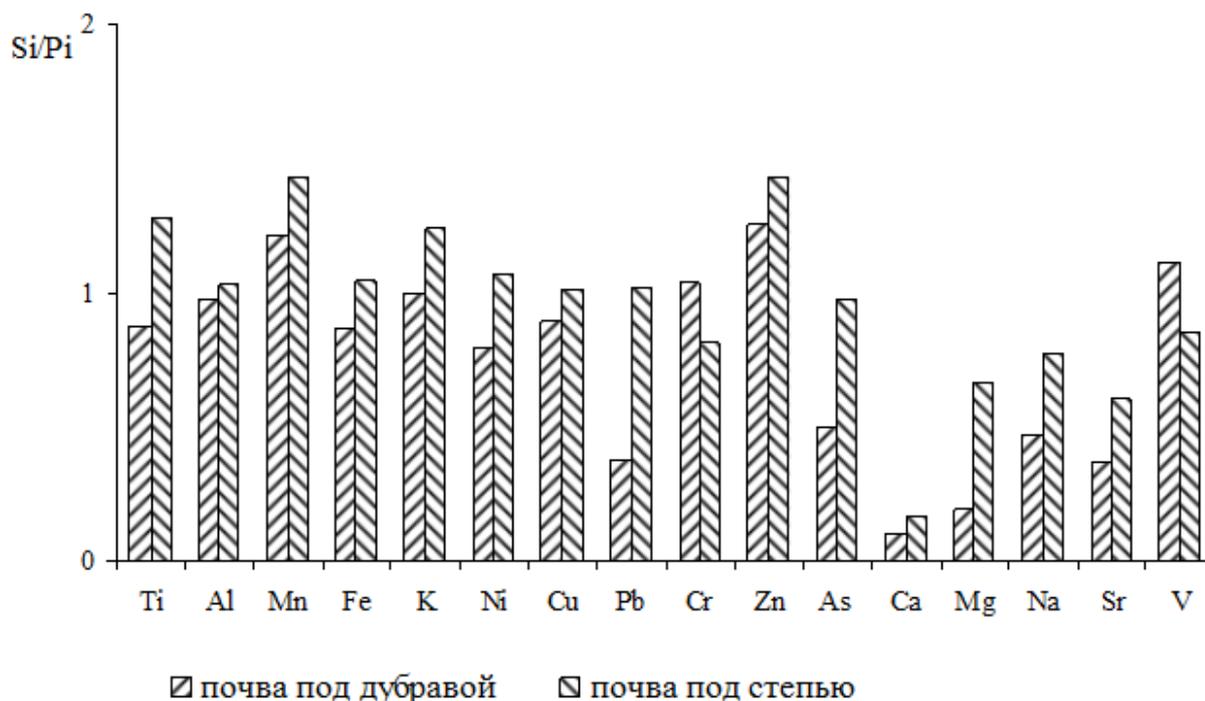


Рис. 1 – Сравнение распределения соотношения S_{ci}/P_{ci} по основным химическим элементам в горизонте А (S) и материнской породе (P) эталонных территорий (заповедных участков): почва под дубравой (Лес на Ворскле), почва под луговой степью (Ямская степь)

Судьба микроэлементов, мобилизованных при биогеохимической трансформации минеральной части почвы, может определяться тем, что они в конкретных обстановках могут быть осаждены, включены в минералы, адсорбированы компонентами почвы, адсорбированы или абсорбированы органическим веществом, но и вымыты (выщелочены) из почвы [4]. Концентрация и рассеяние химических элементов – это противоположные явления, которые определяют одну из важных особенностей геохимических подходов к изучению сред и их временных

состояний. Анализ средних значений соотношений концентрации химических элементов в почве (Si) и материнской породе (Pi), т.е. Si/Pi по 18 горизонтам (A и AB) в 12 разновозрастных почвах, формирующих зональный хроноряд, показал, что в гумусовых горизонтах почв аккумулируются 11 химических элементов (Si/Pi > 1), что можно представить в виде убывающего ряда: Mn>Pb>Cu=Zn>Ti=Ni=K>V=Cr=Fe=Al, а 5 химических элементов характеризуются выносом: As>Sr>Na>Mg=Ca. В условиях лесостепи (с климатическими параметрами: среднегодовая температура +6-7 °С, сумма осадков – 550-630 мм в год) на породах суглинистого состава к стабильным элементам – компонентам почвенной системы отнесены Ti, Al, Mn, Fe, K, Ni, Cu, Pb, Cr, V, Zn, а к подвижным Ca, Sr, Na, Mg, As. Этот перечень обоснован в результате сопоставления геохимических особенностей почв региона и их материнских пород.

Предлагаемый показатель геохимической зрелости почвы или отдельных ее генетических горизонтов (ST) отражает баланс относительного накопления консервативных компонентов вещественного состава почвы в результате выноса более миграционно подвижных компонентов.

Используя результаты анализа валового состава и указанную выше группировку компонентов по их подвижности, расчет показателя геохимической зрелости почвы каждой почвы – члена хроноряда (ST_i) на момент времени t предлагается выполнять по формуле:

$$ST_i = 100 \cdot \frac{(S_{C1}/P_{C1} \cdot S_{C2}/P_{C2} \cdot \dots \cdot S_{Cn}/P_{Cn})^{1/n}}{(S_{L1}/P_{L1} \cdot S_{L2}/P_{L2} \cdot \dots \cdot S_{Lm}/P_{Lm})^{1/m}}, \quad (1)$$

где (C1, C2...Cn) – стабильные и (L1, L2...Lm) – подвижные компоненты вещественного состава в почве (S) и материнской породе (P).

В предложенном перечне диагностических элементов важно рассматривать их парагенные ассоциации, так как взаимодействие между химическими элементами может быть антагонистическим или синергическим, а это влияет на возможность растений избирательно поглощать те или иные элементы. В ходе почвообразования происходит увеличение мощности гумусового горизонта и его гумусированности, где складываются особые взаимодействия органо-минеральных комплексов со средой, окружающей корни растений. Со временем, по мере выщелачивания (декальцинации) верхних горизонтов почв, при синергизме кальция с Cu, Mn, Zn снижается антагонизм Ca с такими элементами как Al, Fe, Co, Ni.

Для лесостепных почв, как показал анализ, в числителе формулы (1) целесообразно подставлять результаты определения валового состава по 11-ти, а в знаменателе – по 5-ти указанным выше элементам. В этих биоклиматических условиях, если представить моделируемую ситуацию стартовых условий педогенеза, когда преобразование материнской породы еще не началось, величина ST будет равной 90. Рост этой величины, прежде всего, возможен за счет уменьшения значений в знаменателе формулы (1), что будет диагностировать процесс элювиирования, сопровождаемый выносом Ca, Sr, Mg, Na, As. В частности, для черноземного ряда почв в условиях лесостепи установлено, что порядок рассеяния химических элементов в ранжированном возрастающем ряду имеет вид: Ca<Sr<Mg<Na<As. Тогда концентрация стабильных компонентов вещественного состава почвы (в числителе) либо отражает относительный рост, либо опережает вынос. Комплекс взаимосвязанных процессов концентрации-рассеяния обусловлен их длительностью и поэтому величина ST по мере развития почв должна увеличиваться во времени.

Областью корректного применения формулы (1) являются расчеты для тех почв, которые сформированы на материнских породах суглинистого состава и в их геохимических особенностях не зафиксировано влияние антропогенного загрязнения, особенно тяжелыми металлами. Поэтому некоторые почвы на культурном слое с аномальным содержанием некоторых химических элементов были исключены из анализа. В качестве примера назовем изученные нами почвы на многослойном памятнике Дмитриевское городище (Шебекинский район Белгородской области), крепость которого была сооружена на меловом плато в VII в. до н. э., а в IX-X вв. н. э. она была воссоздана аланами из меловых блоков. Почвы на разновременных оборонительных валах крепости до сих пор отличаются высокой концентрацией кальция и ассоциированного с ним стронция, а также отмечено значительное (более чем в 2 раза) превышение концентрации марганца по сравнению с исходной породой. Второе ограничение связано с такими ситуациями, когда развитие почв идет по сценарию аппликативного почвообразования (почвы на земляных курганах, невысоких земляных валах, на эскарпах городищ и т.п.), где материнской породой выступают погребенные гумусовые горизонты.

Анализ классификационного положения изученных почв и их горизонтов с учетом пороговых расстояний объединений показал, что наиболее тесной связью обладают горизонты A и AB одного профиля (из-за их парагенетической связности), значительное влияние оказывает географическое соседство объектов и лишь затем сказывается роль возраста почв, которая как фактора влияния ослабевает после 2500-3000 лет.

Результаты кластерного анализа членов хроноряда по данным о средневзвешенном содержании химических элементов, использованных в формуле (1), в гумусовом горизонте (A+AB) разновозрастных почв показали, что основными классифицирующими факторами выступают: 1) почвенно-генетические особенности, сходным образом проявляющиеся в объектах из одного географического района; 2) близкая к климаксу «зрелость» почв, что отражается в сходстве зональных эталонов лесостепи (лесных и степных почв); 3) антропогенно заданные модели развития новообразованных почв: на вновь экспонированной материнской породе (почвы на эскарпе и оборонительном вале) или на гумусовом материале (курганы) при определенном влиянии различного возраста почв.

Соотношение тех изменений мощности аккумулятивного (A1) и переходного (AB) горизонтов, которые происходят во времени, может выступать индикатором саморазвития гумусового профиля почв. В частности, соотношение A/AB можно использовать как показатель зрелости морфологического строения почв: оно должно

уменьшаться с возрастом почвы по мере снижения скорости формирования гумусово-аккумулятивного горизонта при общем увеличении мощности гумусового горизонта (A+AB). Но при этом происходят и многообразные качественные изменения во внутрипрофильной дифференциации вещества. По мере реализации почвообразовательного процесса отмечается закономерное увеличение величины ST во времени: в гор. А от 130 при возрасте почв 1000 лет до 244 при возрасте 10000 лет, а в гор. АВ от 107 при возрасте почв 1000 лет до 208 при возрасте 10000 лет. Примечательно, что в процессах формирования отдельных горизонтов в гумусовом профиле отмечается синхронность и поэтому диапазон различий между генетическими горизонтами увеличивается от 10 до 100 веков на относительно небольшую величину показателя ST – от 23 до 37 (рис. 2). Это свидетельствует о парагенетической сопряженности формирования отдельных горизонтов в пределах гумусового профиля.

График изменения величины ST во времени имеет вид экспоненциальной функции, которую путем линеаризации (рис. 2) можно представить следующим образом:

$$\ln ST = at + b, \quad (2)$$

где t – продолжительность почвообразования, годы; эмпирические коэффициенты: $a = 7 \cdot 10^{-5}$ и $8 \cdot 10^{-5}$ (для гор. А и АВ соответственно), $b = 4,781$ и $4,561$ (для гор. А и АВ соответственно).

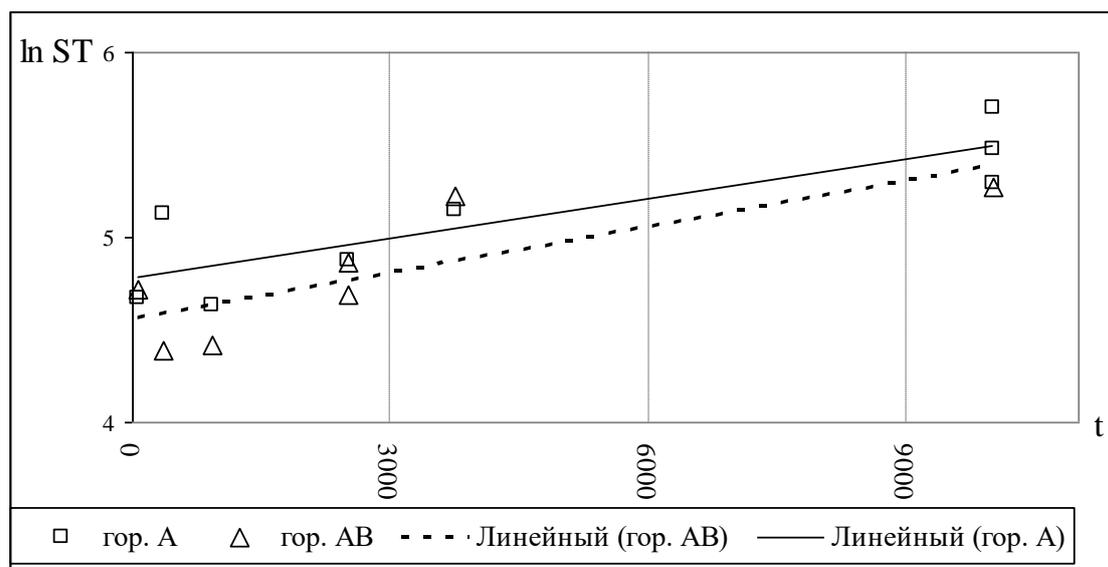


Рис. 2 – Изменение величины показателя геохимической трансформации ($\ln ST$) генетических горизонтов почв (А и АВ) во времени (t , годы)

Почвы, которые испытали почвенные деградации (эродированные и, соответственно, карбонатные разновидности на склонах, дефлированные, плакорные, но истощенные при интенсивном земледелии в результате физико-химической деградации и т. п.), во многом сходны по микроэлементному составу с новообразованными почвами. Их сравнение с полнопрофильными (голоценовыми) аналогами позволяет определить приоритетный перечень микроэлементов для контролируемых показателей в системе почвенно-экологического мониторинга земель сельскохозяйственного назначения. А так как порядок биогенного накопления химических элементов в лесостепных черноземных почвах следующий: $Mn > Fe > Ni > Cu > Zn$, то наиболее уязвимыми микроэлементами из-за более активного выноса в условиях агроценоза могут быть названы Cu , Ni , Zn , Fe и Mn . Таким образом, это позволяет расширить приоритетный перечень, обычно определяемых микроэлементов в целях агроэкологического мониторинга, с четырех (B , Zn , Mn , Cu) до 5-8 микроэлементов.

Закключение. Предложенный способ оценки биогеохимической трансформации лесостепных почв черноземного ряда по 16 диагностическим макро- и микроэлементам, аккумулируемых либо выносимых почвенными растворами из гумусовых горизонтов почв, позволяет составить ранжированный ряд макро- и микроэлементов по скорости их аккумуляции, что имеет практическое значение для прогноза противоположного процесса – потерь микроэлементов в результате их биологического выноса в почвах агроландшафтов. В агропедоценозах необходима периодическая диагностика дефицита микроэлементов и его коррекция с помощью микроудобрений, компенсирующих потери наиболее уязвимых микроэлементов: Cu , Ni , Zn , Fe , Mn , а также Mo , I , B .

Список литературы/ References

1. Bol'shakov V. A. Microelements and heavy metals in soils // Eurasian Soil Science. – 2002. – V. 35. – No 7. – P. 749–753.
2. de Paul Obade V., Lal R. Soil quality trace elements. Towards a standard technique for soil quality assessment // Geoderma. – 2016. – V. 265. – P. 96–102.
3. Goleusov P. V., Lisetskii F. N. Soil development in anthropogenically disturbed forest-steppe landscapes // Eurasian Soil Science. – 2008. – V. 41. – No 13. – P. 1480–1486. <http://dx.doi.org/10.1134/S1064229308130188>. EID: 2-s2.0-58049213325
4. Kabata-Pendias A., Pendias H. Trace elements in soils and plants. 1984. V. 315. Boca Raton: CRC press.
5. Legaz B. V., De Souza D. M., Teixeira R. F. M., Antón A., Putman B., Sala S. Soil quality, properties, and functions in Life Cycle Assessment: an evaluation of models // Journal of Cleaner Production. – 2017. – V. 140. – P. 502–515.

6. Lisetskii F. N., Marinina O. A., Gadzhiev R. S., Vorobyeva E. Ya. Rationale for indicators of arable farming duration (based on research findings in the county of the antique polis of Kerkitis) // The Social Sciences. – 2016. – V. 11. – Is. 13. – P. 3361–3365.
7. Lisetskii F. N., Smekalova T. N., Marinina O. A. Biogeochemical features of fallow lands in the steppe zone // Contemporary Problems of Ecology. – 2016. – V. 9. – No. 3. – P. 366–375. <http://doi.org/10.1134/S1995425516030094>
8. Lisetskii F., Stolba V. F., Marinina O. Indicators of agricultural soil genesis under varying conditions of land use, Steppe Crimea // Geoderma. – 2015. – V. 239–240. – P. 304–316. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2014.11.006>
9. Mertz W. The essential trace elements // Science. – 1981. – V. 213. – P. 1332–1338.
10. Motavalli P. P., Jintaridith B., Lehmann J., Goynes K. W., Gilles J. Assessing and managing soil quality for sustainable agricultural system / Presented at the SANREM CRSP Annual Meeting, Los Banos, The Philippines, 26-29 May 2008 // Sustainable Agriculture and Natural Resource Management (SANREM) Knowledgebase. 2016. <http://hdl.handle.net/10919/68519>
11. Pardo T., Clemente R., Epelde L., Garbisu C., Bernal M. P. Evaluation of the phytostabilisation efficiency in a trace elements contaminated soil using soil health indicators // Journal of hazardous materials. – 2014. – V. 268. – P. 68–76.
12. Speidel D. H., Agnew A. F. The natural geochemistry of our environment. Boulder, Colo. : Westview Press, 1982. – 214 p.
13. Teng Y., Wu J., Lu S., Wang Y., Jiao X., Song L. Soil and soil environmental quality monitoring in China: a review // Environment international. – 2014. – V. 69. – P. 177–199.

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / GEOLOGY AND MINERALOGY

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.57.143>

Пушкин А.А.¹, Римкевич В.С.²

¹ORCID: 0000-0002-4579-0507, Кандидат физико-математических наук,

²ORCID: 0000-0002-4579-0507, Кандидат геолого-минералогических наук,

Институт геологии и природопользования,

Дальневосточное отделение Российской академии наук

УСТАНОВЛЕНИЕ ЗОН ГЕТЕРОФАЗНЫХ РЕАКЦИЙ

Аннотация

Данная работа посвящена вопросу установления зон гетерофазных реакций. Определение зон реакций для каждой температуры производится нами по минимуму погрешностей аппроксимаций экспериментальных данных различными функциями. В качестве пробных функций выбраны четыре вида уравнений: степенная функция, экспоненциальный закон и уравнения Авраами и Праута-Томпкинса. В случае равенства погрешностей аппроксимаций для двух функций предпочтение отдается функции, погрешность константы скорости для которой меньше. В качестве примера рассматривается реакция фторирования анортозитов гидроdifторидом аммония. Результат определения зон реакций для данного примера согласуется с результатом определения по традиционному критерию (по величине энергии активации).

Ключевые слова: зона реакции, погрешность аппроксимации, погрешность константы скорости, гидроdifторид аммония, энергия активации.

Pushkin A.A.¹, Rimkevich V.S.²

¹ORCID: 0000-0002-4579-0507, PhD in Physics and Mathematics,

²ORCID: 0000-0002-4579-0507, PhD in Geology and Mineralogy,

Institute of geology and nature management, Far Eastern Branch of RAS

THE DETERMINATION OF HETEROPHASE REACTIONS ZONES

Abstract

This work is devoted to the question of heterophase reactions zones identification. The determination of the reactions zones is executed by us by minimum of errors of experimental data approximations by various functions. The four functions are selected as probes: the power function, exponential law and Avraami and Prout-Tompkins equations. Preference is given to the function with less rate constants errors in the case of equality of approximation errors. The reaction of fluorination of anorthosites by ammonia hydrodifluoride is given as an example. The result of reactions zones determination is agreed with result received by the traditional criterion (by value of activation energy).

Keywords: reaction zone, approximation error, rate constant error, ammonia hydrodifluoride, activation energy.

В Институте геологии и природопользования ДВО РАН разрабатывается фторидная технология переработки силикатного сырья. С целью проведения термодинамических (apriori) [1, с. 108] и кинетических (aposteriori) [2, с. 37] расчетов гетерофазных реакций в ходе технологического процесса создана расчетная программа на языке программирования Visual Basic.

Известно, что скорость гомофазных реакций определяется столкновениями между частицами. Результаты столкновений зависят от энергий частиц, точнее, от разницы между энергией активированного комплекса и средней энергией частиц. От столкновений скорость реакции зависит и в случае гетерофазных реакций. Если скорость реакции не только зависит, но и определяется столкновениями, то говорят, что такая реакция протекает в кинетической зоне. В случае, когда ход реакции определяется диффузией, говорят, что реакция протекает в диффузионной зоне.

Таким образом, гетерофазные реакции протекают в две стадии: диффузия частиц через межфазную границу и химическое взаимодействие между частицами. Каждая из стадий оказывает сопротивление протеканию реакции. Сопротивлением реакции называется величина, обратная её скорости. Поэтому эффективное сопротивление гетерофазной реакции между веществами **A** и **B** складывается из сопротивления кинетической и диффузионной стадий и, следовательно, справедливо соотношение

$$\frac{1}{k_{\text{эфф}}} = \frac{1}{k} + \frac{1}{f \cdot \beta} \quad (1)$$

где k – константа скорости химической реакции, f – отношение площади контакта к объему зерна, β – коэффициент массопереноса [3, с. 31].

Если первое слагаемое в выражении (1) много больше второго, то сопротивление кинетической стадии много больше сопротивления стадии диффузии, следовательно, скорость много меньше, а продолжительность – много больше. Тогда продолжительность этой стадии определяет продолжительность двухстадийной реакции и, следовательно, реакция протекает в кинетической зоне.

Если первое слагаемое меньше второго, то сопротивление кинетической стадии много меньше, скорость много больше и продолжительность много меньше продолжительности стадии диффузии. Следовательно, продолжительность гетерофазной реакции в этом случае определяется продолжительностью стадии диффузии, т.е., реакция протекает в диффузионной зоне.

Если оба слагаемых сопоставимы по величине, то реакция протекает в переходной зоне (обе стадии оказывают одинаковые сопротивления ходу реакции и одинаковое влияние на ход реакции). В переходной зоне справедливо отношение равенства скоростей диффузии и химической реакции. Рассмотрим диффузию вещества **A** через контактную площадку S между зёрнами веществ **A** и **B** (см. рис. 1). Скорость диффузии в переходном слое из закона Фика (произведение коэффициента диффузии на градиент концентрации и на площадь контактной площадки) приравняем к скорости химической реакции

$$D \frac{\partial C_A}{\partial x} S \approx k C_A C_B \cdot V, \quad (2)$$

где D – коэффициент диффузии, S – площадь контакта зёрен, V – объём зерна **B**, C_A и C_B – концентрации фаз **A** и **B**.

Полагая, что концентрация вещества **A** уменьшается до 0 в пределах толщины переходного слоя δ , представим градиент в виде простой дроби

$$D \frac{C_A}{\delta} S \approx k C_A C_B \cdot V, \quad (3)$$

где δ – толщина зоны контакта.

Сократив на концентрацию вещества **A**, разделив обе части на объём V и сгруппировав множители, производя замену отношения коэффициента диффузии D к толщине зоны контакта δ коэффициентом массоотдачи β , а отношение контактной площадки S к объёму зоны контакта V – удельной поверхностью контакта f , получим в переходной области выражение

$$\beta \cdot f \approx k C_B. \quad (4)$$

В кинетической зоне левая часть выражения (4) значительно больше, чем правая, а первое слагаемое в правой части (1) значительно больше, чем второе. Процессы, протекающие в кинетической стадии, подчиняются степенному закону: скорость реакции связана с концентрацией формулой $w = k C^m$, где w – скорость реакции, C – концентрация вещества, m – порядок реакции, k – константа скорости.

В этом случае, вследствие высокой скорости диффузии частицы имеют возможность контакта между собой, постоянно сталкиваясь.

В диффузионной зоне первое слагаемое в формуле (1) много меньше, чем второе, а, следовательно, и правая часть формулы (4) много больше, чем левая.

Процессы диффузии протекают медленно и занимают большую часть времени реакции. Диффузионные процессы описываются одним из следующих топохимических уравнений, экспоненциальным ($\alpha = 1 - \exp(-k_{\text{эфф}} t)$), Праута-Томпкинса ($\ln \left(\frac{\alpha}{1-\alpha} \right) = -k_{\text{эфф}} t$) или Авраами ($\alpha = 1 - \exp(-k_{\text{эфф}} \cdot t^m)$). Во всех этих уравнениях α – степень превращения вещества.

Следовательно, эффективная константа скорости гетерофазной реакции в диффузионной зоне зависит от диффузионных характеристик. Если в формуле (1) пренебречь первым слагаемым, то выражение для эффективной константы скорости с учетом формулы (3) приобретет вид

$$k_{\text{эфф}} = \beta \cdot f. \quad (6)$$

Таким образом, гетерофазная реакция может определяться как столкновениями молекул, так и диффузией. Традиционным методом определения зоны реакции считается количественное сравнение энергий активации. Считается, что если энергия активации имеет величину меньше или порядка 20 кДж/моль, то реакция протекает в диффузионной зоне. Если реакция имеет энергию активации порядка (50 – 200 кДж/моль), то она протекает в кинетической зоне [4, с. 346].

В данной работе для решения вопроса о механизме реакции мы вычисляем погрешность аппроксимации экспериментальных данных теоретическими кривыми. Используются четыре типа кривых: степенная, Авраами, экспоненциальная и Праута-Томпкинса. Параметры кривых (константы скорости, порядки реакции) вычисляются путем обработки экспериментальных данных. Численно погрешность аппроксимации мы оцениваем как корень квадратный из суммы квадратов разности между экспериментальными значениями (t_i, c_i) и теоретическими значениями ($t_i, f(t_i)$) для каждой из кривых, деленной на количество точек n :

$$Prec(f(t)) = \sqrt{\frac{\sum (c_i - f(t)|_{t=t_i})^2}{n}}. \quad (7)$$

Расчеты проводились при помощи расчетной программы. Отбор функций, которые дают лучшую аппроксимацию, осуществляется автоматически по двум параметрам: первый параметр – погрешность аппроксимации, второй – погрешность константы скорости. В случае равенства погрешностей аппроксимации, программа предпочтение отдает той функции, погрешность константы скорости у которой меньше.

Выбранная функция определяет механизм реакции для данной температуры, а по механизму реакции – определяем зону реакции: при степенном законе – кинетическая, а при других трех уравнениях – диффузионная.

Данные о константах скоростей, порядках реакций, погрешностях аппроксимаций и констант скоростей для всех четырех кривых помещаются на вкладку **Кинетика**. Результаты отбора (по одной функции для каждой температуры) выносятся на вкладку **Зона реакции** (рис. 2).

На рис. 2 показано, что реакция спекания анортозитов с гидродифторидом аммония протекает при всех температурах по экспоненциальному закону, а, следовательно, зона реакции – диффузионная. Энергия активации также одна для всех температур 19,8 кДж/моль. Константы скоростей монотонно возрастают от 0,003955 мин⁻¹ при 100°C до 0,018159 мин⁻¹ при 200°C.

По результатам данного эксперимента можно отметить, что, согласно традиционному критерию, при энергии активации 19,8 кДж/моль зона реакции также диффузионная.

В заключение отметим, что экспоненциальный механизм реакции означает медленное протекание диффузии. Медленное настолько, что зародыш, образовавшийся на поверхности зерна, успевает полностью превратиться в продукт реакции, прежде чем произойдет образование нового зародыша.

Математически экспоненциальный закон напоминает пуассоновское распределение, для которого вероятность появления 0 событий к моменту времени t равна $\exp(-k_{эфф}t)$, где произведение константы скорости $k_{эфф}$ на время t представляет собой параметр Пуассона [5, с. 175].

В нашем случае полезным исходом является появление частицы продукта. Тогда вероятность отсутствия полезного исхода равна $\exp(-k_{эфф}t)$. Вероятность же хотя бы одного полезного исхода равна $1 - \exp(-k_{эфф}t)$, что и приводит нас к экспоненциальному закону протекания реакции.

При законе Авраами разность скоростей диффузии и скорости химической реакции не так велика. Уравнение Авраами представляет собой комбинацию экспоненциальной функции, характерной для диффузии, и степенной функции, характерной для химического взаимодействия частиц. Об этом говорит порядок реакции m , присутствующий в формуле в качестве характеристики химической реакции. Заметим, что порядок реакции m присутствует также в степенном законе, но отсутствует в экспоненциальном законе и в уравнении Праута-Томпкинса. Так что, возможно, уравнение Авраами характеризует гетерофазную реакцию не в диффузионной зоне, а в переходной.

Далее обратимся к уравнению Праута-Томпкинса. Оно представляет собой сумму геометрической прогрессии с первым членом $\exp(-k_{эфф}t)$ и знаменателем $(-\exp(-k_{эфф}t))$. Представим сумму в виде ряда

$$\frac{\exp(-k_{эфф}t)}{1 + \exp(-k_{эфф}t)} = \exp(-k_{эфф}t)(1 - \exp(-k_{эфф}t) + \exp(-2k_{эфф}t) - \exp(-3k_{эфф}t) + \dots). \quad (8)$$

Первый, экспоненциальный, множитель этого выражения означает вероятность отсутствия благоприятного исхода в зародыше первого порядка, а первые два члена ряда описывают вероятность благоприятного исхода в зародыше второго порядка. Далее, если сгруппировать второй и третий члены ряда и вынести $(-\exp(-k_{эфф}t))$ за скобки, то получится вероятность благоприятного исхода в зародыше третьего порядка и т.д. Поэтому процесс, описываемый уравнением Праута-Томпкинса, описывает появление частиц продукта в зародышах второго и более высоких порядков при отсутствии частицы продукта в первом порядке.

Таким образом, в данной работе мы проанализировали процессы, описываемые каждым из используемых нами четырех уравнений. Анализ показывает, что протекание процесса в соответствии со степенным законом происходит в кинетической зоне, а в соответствии с уравнениями экспоненциальным или Праута-Томпкинса – в диффузионной зоне. В случае если процесс описывается уравнением Авраами, то он, по-видимому, при данной температуре протекает в переходной зоне. Увеличение температуры сместит равновесие в ту или иную сторону.

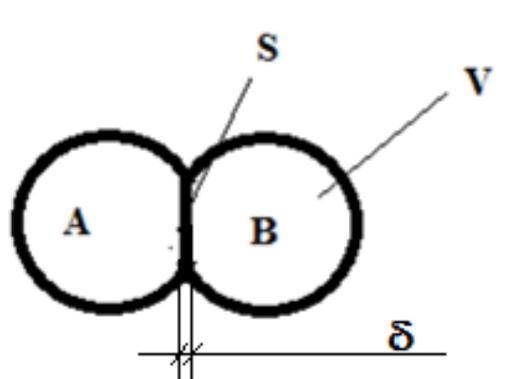


Рис. 1 – Контакт двух зерен веществ А и В: δ – толщина переходного слоя в зоне контакта, S – площадь контакта

Параметр	100	150	175	200
Температура, град.С	100	150	175	200
Константа скорости, 1/мин	0,003955	0,005849	0,007644	0,018159
Погрешность константы скорости, %	118	134	117	130
Погрешность аппроксимации, %	1	1	1	0
Энергия активации, Дж/моль	19755	19755	19755	19755
Механизм реакции	Экспоненциальный	Экспоненциальный	Экспоненциальный	Экспоненциальный
Зона реакции	Диффузионная	Диффузионная	Диффузионная	Диффузионная

Рис. 2 – Вкладка **Зона реакции** программы **Кинетика** с результатами расчета реакции спекания анортозитов Котозерского массива Карелии с гидродифторидом аммония

Список литературы / References

1. Пушкин А.А., Римкевич В.С. Автоматизация расчетов изменений термодинамических потенциалов в ходе химических реакций// Международный научно-исследовательский журнал. 2015. №6 (37). Часть 1. С. 108-119.
2. Пушкин А.А., Римкевич В.С. Автоматизация расчетов кинетических параметров химических реакций// Инновационная наука. 2016. №2. В 5 частях. Часть 5. С.37-42.
3. В.В.Бочкарев. Теория химико-технологических процессов органического синтеза. Гетерофазные и гетерогенно-каталитические реакции. Учебное пособие. – Томск: Издательство ТПУ, 2005. – 118с.
4. А.Г.Стромберг, Д.П.Семченко. Физическая химия. – М.: Высшая школа, 1999. – 528с.
5. В.Феллер. Введение в теорию вероятностей и её приложения. В 2-х томах. Т.1: Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 528с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Pushkin A., Rimkevich V.S. Avtomatizatsiya raschetov izmenenii termodinamicheskikh potentsialov v hode himicheskikh reaktsii [Automatization of calculations of thermodynamic potentials change during chemical reactions]/Mezhdunarodny nauchno-issledovatel'skii Zhurnal [International research-scientific journal]. 2015. №6 (37). Part 1. P. 108-119.
2. Pushkin A., Rimkevich V.S. Avtomatizatsiya raschetov kineticheskikh parametrov himicheskikh reaktsii [Automatization of calculations of kinetic parameters of chemical reactions]/Innovatsionnaya nauka [Innovation science]. 2016. №2. In 5 parts. Part 5. P. 37-42.
3. V.V.Bochkarev. Teoriya himiko-tehnologicheskogo sinteza. Heterofaznie I heterogenno-kataliticheskie reaktsii. Uchebnoe posobie [The theory of chemical technological synthesis. Heterophase and heterogeneous catalytic reactions. Tutorial]. – Tomsk: Izdatel'stvo TPU [Publisher of TPU], 2005. 118p.
4. A.G.Stromberg, D.P.Semchenko. Fizicheskaya himiya [Physical chemistry]. – M.: Vysshaya shkola [High school], 1999. – 528p.
5. V.Feller. Vvedenie v teoriyu veroyatnostei i eio prilozheniya V 2-uh chastiyah [Introduction in theory of probability and her applications. In 2 parts]. V. 1: Perevod s angliiskogo [Translation from English]. – M.: Mir [Peace], 1984. – 184p.

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ / MEDICINEDOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.57.096>

Абзалова С.Л.

ORCID: 0000-0003-2546-0233, Аспирант,

Казанская Государственная Медицинская Академия-
филиал ФГБОУ ДПО РМАПО Минздрава России**ОЦЕНКА КОЛИЧЕСТВА И КАЧЕСТВА ЗУБОЧЕЛЮСТНЫХ АНОМАЛИЙ 2016 ГОДА В Г.КАЗАНЬ***Аннотация*

Изучая публикации авторов в России и за рубежом, пришли к выводу, что анализ распространенности зубочелюстных аномалий для разных возрастных категорий проводится и является важным в оценке общего состояния здоровья или как часть изучения этиологических факторов патологий зубочелюстной системы. Целью нашего исследования явилась оценка зубочелюстных аномалий в 2016 г. Казани на основании исследований, сделанных в рентгенодиагностическом центре. По результатам сделан вывод о количестве и характере зубочелюстной аномалий.

Ключевые слова: цефалометрический анализ, зубочелюстные аномалии, оценка.

Abzalova S.L.

ORCID: 0000-0003-2546-0233, Postgraduate student,

Kazan State Medical Academy- branch, Russian Medical Academy of Postgraduate Education

EVALUATION OF QUANTITY AND QUALITY OF DENTOALVEOLAR ANOMALIES IN 2016 IN KAZAN*Abstract*

Studying the works of the other scientists in Russia and abroad, the authors came to the conclusion that the analysis of the prevalence of dentoalveolar anomalies for the different age categories is being carried out and is very important in the assessment of overall health or as a part of the study of etiological factors of dental system pathology. The goal of this study is to evaluate the dentoalveolar anomalies in 2016 in Kazan, on the basis of studies carried out in DXR center. As a result, the conclusion on the number and nature of the dentoalveolar anomalies was made.

Keywords: cephalometric analysis, dentoalveolar anomalies, evaluation.

Зубочелюстные аномалии занимают на сегодняшний день одно из первых мест среди заболеваний челюстно-лицевой системы. Статистический анализ распространенности зубочелюстной аномалии в России, по данным приведенным О.А.Арсениной «составляет 33,1-95,3%» [1, С. 9]. По данным ВОЗ (2005г.) нуждаемость в ортодонтическом лечении в странах Евросоюза составляет 37 - 49%, в США - 35%. В последние годы наблюдается тенденция к росту аномалий зубочелюстной системы у детей, авторы связывают этот процесс с ухудшением экологической обстановки, загрязнением атмосферного воздуха, изменением состава питьевой воды и характера питания детей [2, С. 35]. Прогнозирование роста челюстей, исхода излечения пациентов на ортодонтическом приеме стало возможным с появлением в повседневной практике врача цефалометрического анализа с применением телегентнограммы или КТ. Данные анализа позволяют понять, что аномалии зубочелюстной системы связаны не только с нарушением смыкания зубных рядов, но и с патологией формирования, роста лицевого и мозгового отдела черепа [5]. На сегодняшний день качество диагностики и лечения пациентов с зубочелюстными аномалиями невозможно без телерентгенологического (ТРГ) - двухмерного или компьютерной томографии (КТ) - трехмерного исследования. При трехмерном исследовании, получаемая информация полная [3], [4], например, рассматривая височно-нижнечелюстной сустав (ВНЧС) можно описать форму суставной впадины, ее ширину, глубину и выраженность суставного бугорка, форму суставной головки и величину рентгеновской суставной щели между головкой и впадиной в ее переднем, среднем и заднем отделах, что особенно важно при лечении пациентов старшей возрастной категории. В процессе анализа КТ выполняются все измерения для определения правильной локализации и расположения ретинированных, дистопированных и сверхкомплектных зубов, оценивается толщина кортикальной пластинки, и других структур. Есть возможность для удобства врача выделить в виде скриншотов нескольких проекций исследования, доктор имеет возможность продемонстрировать пациенту все проведенные расчеты и трехмерную модель в программе-просмотрщике, что позволяет провести наиболее информативную консультацию на высоком уровне. Однако это исследование доступно не всем пациентам по тем или иным причинам.

В рамках изучения характера и распространенности зубочелюстной аномалий на период 2016 проведен количественный и качественный анализ рентгенологических исследований, проведенных по направлению врача - ортодонта в независимом рентгенологическом центре г.Казани, результаты исследования были подвергнуты цефалометрическому анализу, и статистической обработке на персональном компьютере.

Из общего числа исследованных – 1204, выделено две возрастные подгруппы: 816 пациентов от 17 до 52 лет («17-52») и 388 детей и подростков с 7 до 16 лет («7-16»). Группа «7-16» составила 32,23 % от общего числа проведенных рентгенологических исследований за обсуждаемый период. В возрастной группе «дети и подростки» количество зубоальвеолярной аномалии составило 42,30 % и гнатической формы аномалий 57,60 % соответственно. В результате проведенного цефалометрического анализа выявлено, что с гнатической формой челюстнолицевых аномалий доля пациентов с мезиальной формой аномалий составила 32,61 %, и 67,39 % пришлось на пациентов с дистальной формой аномалии. Основываясь на патогенетических факторах мезиального прикуса, выделили четыре подгруппы, и оказалось, что наиболее распространенным видом аномалии, приводящей к формированию мезиального прикуса, является сочетание верхней ретрогнатии с нижней прогнатией - 38,5%, а так же нижняя макрогнатия - 24,42 %. Сочетание нижней макрогнатии с верхней микрогнатией составило 22,31 %, и 14,83 % пришлось на нижнюю макрогнатию с верхней ретрогнатией. Дистальная патология прикуса была разделена на шесть подгрупп и выяснилось, что чаще к всего к формированию дистального прикуса приводит верхняя прогнатия - 27,51 % и нижняя

микрогнатия - 27,82%, соответственно нижняя ретрогнатия - 13,91 %, верхняя макрогнатия - 16,71 %, верхняя прогнатия с нижней ретрогнатией - 5,90 %, верхняя прогнатия с нижней микрогнатией - 8,20 %. Как показали результаты исследования в 22,16 % случаев в группе «7-16» имеется глубокий прикус, и 11,62% - открытый прикус (учитывалась как сочетанная патология), у 17,41 % детей и подростков были диагностированы признаки дисфункции височно-нижнечелюстного сустава.

Группа пациентов «17- 52» состояла из 816 человек, что составило 67,87% от общего числа исследованных (1204) за период 2016 года. Выделены - гнатическая форма аномалии у 56,82 % и у 43,38% зубоальвеолярная форма аномалии. При анализе исследований пациентов старшей возрастной группы была выделена подгруппа с частичной потерей зубов 21,98%, и подгруппа пациентов с различной высотой левой правой ветвей нижней челюсти (без уточнения характера деформация) 4,02%. В группе «17 - 52» дистальная патология прикуса отмечена у 76,09% и была разделена на шесть подгрупп, в которых наибольшую часть занимали пациенты с верхняя прогнатия - 28,02 %, нижняя ретрогнатия составила - 18,75 %, нижняя микрогнатия - 22,32%, верхняя макрогнатия - 13,01 %, верхняя прогнатия с нижней ретрогнатией - 8,19 %, верхняя прогнатия с нижней микрогнатией - 9,71 % соответственно. Патология мезиального прикуса выделена у 23,91% пациентов и состояла из четырех подгрупп, большая доля из которых - сочетание верхней ретрогнатии с нижней прогнатией - 39,95%, нижняя макрогнатия составила - 19,92 %, нижняя макрогнатия с верхней микрогнатией – 26,71 % и нижней макрогнатии с верхней ретрогнатией - 13,42 %. По результатам анализа в группе «17-52» глубокий прикус зафиксирован в 27,98 % случаев и открытый прикус – 10,81% (учитывалась как сочетанная патология). В 22,12% диагностированы признаки дисфункции височно-нижнечелюстного сустава.

Таким образом по результатам анализа распространенность зубочелюстных аномалий и деформаций среди пациентов, обратившихся 2016 году на рентгенологическое исследование, назначенное врачом-ортодонтом в рентгенологический центр г. Казани составляет в возрасте от 7 до 16 лет 42,30 % с зубоальвеолярной аномалией и 57,60 % с гнатическими формами аномалий, в возрастной группе «17-52» 43,38% зубоальвеолярной и 56,82 % с гнатическими формами аномалий, причем доля гнатической формы аномалий у «детей и подростков» и у взрослых пациентов одинакова. Интересно, что доля дистальная аномалия в возрастной категории «17-52» больше. У пациентов были диагностированы признаки дисфункции височно-нижнечелюстного сустава в группах «7-16» - 17,41 % и 22,12% «17-52», вероятно дисфункции ВНЧС в старшей возрастной категории выше в связи с частичной потерей зубов и является осложнением. В процессе исследования была выделена группа пациентов с различной высотой ветви нижней челюсти (4,02%), группа небольшая, но вероятно, как и группа с признаками дисфункции ВНЧС в ходе составления плана ортодонтического лечения наиболее сложная и потребует дополнительных методов обследования и междисциплинарного подхода.

Список литературы / References

1. Арсенина О. И. Комплексная диагностика и лечение дистальной окклюзии зубных рядов несъемной ортодонтической техникой. - М., 2009. - 219 с.
2. Драчев С. Н., Юшманова Т. Н., Ипатов О. Н. Оценка стоматологического здоровья 12-летних детей, проживающих в районах с разной экологической напряженностью // Экология человека. 2008. №9, С.33-36.
3. Felicita A.S.[et al.]. Determination of craniofacial relation among the subethnic Indian population: a modified approach (vertical evaluation). [Electronic resource] //Indian J Dent Res.- 2013-Vol. 24, N.4, P. 456-463. DOI: 10.4103/0970-9290.118396.
4. Lucia H. S. Cevidanes, Martin A. Styner, and William R. Proffit. Image analysis and superimposition of 3-dimensional cone-beam computed tomography models. [Electronic resource] / American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.-2006-Vol.129(5),P. 611-618. DOI:10.1016/j.ajodo.2005.12.008.
5. Buschang P.H., Jacobs H., Carrillo R. The morphological characteristics, growth, and etiology of the hyperdivergent phenotype. [Electronic resource] / Seminars in Orthodontics.-2013-Vol.19(4), P.212-226. DOI: 10.1053/j.sodo.2013.07.002.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Arsenina O.I. Kompleksnaya diagnostika i lechenie distalnoj okklyuzii zubnyh ryadov nesemnoj ortodonticheskoj tehnikoj [Complex diagnostics and treatment of distal occlusion of fixed orthodontic appliances] - M., 2009.-219-p. [in Russian]
2. Drachev S.N., Yushmanova T.N., Ipatov O.N. Ocenka stomatologicheskogo zdorovya 12-letnih detej prozhivayushhih v rajonah s raznoj ekologicheskoy napryazhennostyu. [Assessment of dental health of 12-year-old children living in areas with different ecological stress] // Ekologiya cheloveka. [Human ecology] 2008. N9, p.33-36.[in Russian]
3. Felicita A.S.[et al.]. Determination of craniofacial relation among the subethnic Indian population: a modified approach (vertical evaluation). [Electronic resource] //Indian J Dent Res.- 2013-Vol. 24, N.4, P. 456-463. DOI: 10.4103/0970-9290.118396.
4. Lucia H. S. Cevidanes, Martin A. Styner, and William R. Proffit. Image analysis and superimposition of 3-dimensional cone-beam computed tomography models. [Electronic resource] / American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.-2006-Vol.129(5),P. 611-618. DOI:10.1016/j.ajodo.2005.12.008.
5. Buschang P.H., Jacobs H., Carrillo R. The morphological characteristics, growth, and etiology of the hyperdivergent phenotype. [Electronic resource] / Seminars in Orthodontics.-2013-Vol.19(4), P.212-226. DOI: 10.1053/j.sodo.2013.07.002.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.57.047>Анохова Л.И.¹, Белокриницкая Т.Е.², Смоляков Ю.Н.³¹Кандидат медицинских наук,²Доктор медицинских наук, профессор,³Кандидат медицинских наук, доцент,

ФГБОУ ВО Читинская государственная медицинская академия

ГЕМОКОАГУЛЯЦИОННЫЕ ПРЕДИКТОРЫ ЗАДЕРЖКИ РОСТА ПЛОДА ПРИ ПРЕЖДЕВРЕМЕННЫХ ОПЕРАТИВНЫХ РОДАХ**Аннотация**

В работу включены 206 женщин, родивших недоношенных детей без признаков ЗРП (1-я группа сравнения) и 70 пациенток, родивших детей преждевременно, с ЗРП, составившие 2-ю группу сравнения. При преждевременных родах с плацентарными нарушениями и ЗРП выявлены статистически значимые гемореологические нарушения: снижение показателя гематокрита ($p=0,0025$), уменьшение содержания эритроцитов ($p<0,001$), снижение СОЭ ($p=0,004$) с активацией сосудисто-тромбоцитарного гемостаза и изменениями коагуляционного потенциала: удлинение АЧТВ ($p<0,001$), понижение МНО ($p=0,012$), характерные для 1-й фазы синдрома диссеминированного внутрисосудистого свертывания крови, чаще встречались во второй группе сравнения и отнесены к предикторам ЗРП. Количественные признаки, в значениях которых обнаружены статистически значимые различия, могут быть использованы в качестве потенциальных прогностических факторов (предикторов). Обнаруженные, и выделенные как предикторы развития ЗРП, межгрупповые различия в медианных гемореологических количественных показателях открывают новый подход в прогнозировании задержки роста плода в сроки преждевременных оперативных родов.

Ключевые слова: предикторы, преждевременные роды, задержка роста плода.

Anokhova L.I.¹, Belokrinitskaya T.E.², Smolyakov Y.N.³¹MD, Chita State Medical Academy,²MD, Professor, Chita State Medical Academy³MD, Associate professor, Chita State Medical Academy**HEMOCOAGULATIVE PREDICTORS OF UNBORN BABY GROWTH DELAY DURING PRETERM SURGICAL DELIVERY****Abstract**

The work included 206 women who gave birth to premature babies without signs of UBGD (1st experimental group) and 70 patients who gave birth prematurely with signs of UBGD who made up the 2nd experimental group. In case of preterm delivery with placental disorders and UBGD, statistically significant hemorheological abnormalities were detected: Decrease in hematocrit ($p=0.0025$), decrease in the erythrocyte content ($p<0.001$), decrease in ESR ($p=0.004$), activation of vascular platelet hemostasis and changes in coagulation ($P<0.001$), decrease in ESR ($p=0.012$). Symptoms characteristic of the 1st phase of disseminated intravascular coagulation syndrome were more common in the second experimental group and were attributed to the predictors of UBGD. Quantitative signs, the values of which contained statistically significant differences, can be used as potential prognostic factors (predictors). Indicated and identified as predictors of UBGD development, intergroup differences in median hemorheological quantitative indicators open a new approach for predicting delays in unborn babies' growth in terms of preterm surgical delivery.

Keywords: predictors, premature delivery, delay in the growth of an unborn baby.

Преждевременные роды являются значимой медико-социальной проблемой. Тяжесть осложнений, связанных с недоношенностью, коррелирует с гестационным сроком [1] с формой плацентарной недостаточности и степенью задержки роста плода. По данным ВОЗ, число новорожденных с задержкой роста колеблется в развитых странах Европы от 6,5% до 31,1% в Центральной Азии. В России этот синдром отмечается у 2,4 – 17% беременных [2].

Акушерская тактика при прогрессировании осложнений гестации и угрожающих жизни матери и внутриутробного пациента в сроки преждевременных родов, сводится к решению вопроса о возможности пролонгировать беременность в интересах плода, и выполнить профилактику респираторного дистресс-синдрома (РДС) стероидными препаратами и транспортировать беременную в стационар III уровня, [1] или вынашивать беременность до срока 34 недели с применением токолитиков, [3] или досрочно родоразрешить в интересах матери.

Известно, что физиологически протекающая беременность, сама является тромбофилическим состоянием. Это обусловлено сдавлением беременной маткой нижней полой вены, увеличением объема циркулирующей крови, недостаточностью венозных клапанов. Дефекты гемостаза усугубляют физиологическую гиперкоагуляцию во время беременности и нередко активизируют процессы внутрисосудистого свертывания крови [4], что опосредует развитие осложнений во время беременности. В формировании тромбофилического состояния вовлечено значительное число факторов: начиная от хирургического вмешательства, несущего риск венозного тромбоза, оперативного стресса, наркоза [5], кровопотери во время кесарева сечения [6], [7], заканчивая постановкой венозного и мочевого катетеров [8]. Несмотря на неуклонный рост интереса к исследованию системы гемостаза при физиологических и патологических состояниях у беременных, остаются малоизученными проблемы изменения показателей гемостаза при развитии задержки роста плода (ЗРП) в сроки преждевременных родов.

Цель исследования. Определение лабораторных (гемокоагуляционных) предикторов развития ЗРП в сроки преждевременных оперативных родов.

Материалы и методы. Когортным, проспективным и ретроспективным исследованием выполнен анализ информационного материала из индивидуальных карт беременных, историй родов и развития новорожденных в период с 2011 по 2015гг. Стандартные гемокоагуляционные тесты выполнены в лаборатории ГБУЗ «ЗКПЦ» (главный врач З.Х.Томашова).

Статистическая обработка данных осуществлялась на базе пакета статистического анализа StatSoft Statistica 10 Advanced (Statsoft Ins., США) (лицензия № AXAR507G794202FA-B). Рассчитывался уровень статистической значимости и критическим был принят 0,05 [9].

Для реализации поставленной цели, в работу включены 206 женщин, родивших недоношенных детей без признаков ЗРП (1-я группа сравнения) и 70 пациенток, родивших детей преждевременно, с ЗРП, составившие 2-ю группу сравнения. Группы сопоставимы по паритету, возрасту, срокам преждевременных родов. Критерии включения пациенток в исследование: наличие генитальных и ЭГЗ, преждевременные роды, маловодие и многоводие. Критерии исключения: пороки развития женских половых органов, многоплодная беременность, предлежание плаценты, острые вирусные и инфекционные заболевания беременной.

Пациентки после информированного согласия включены в исследование. Локальный этический комитет ГБОУ ВПО «Читинская государственная медицинская академия» МЗ РФ (протокол №44 от 21.11.2012г.) одобрил проведение исследования. Для описания количественных данных, в сравниваемых группах, использовалась оценка медиана, 25% и 75% перцентили (Me [P25-P75]). Оценка связи между количественными признаками выполнена путем сравнения групп с помощью непараметрического критерия Mann-Whitney U test. (Таблица 1). Mann-Whitney U test - непараметрический критерий, определяет, достаточно ли мала зона перекрещивающихся значений между двумя рядами. Чем меньше значение критерия, тем вероятнее, что различия между значениями параметра в выборках достоверны [9], [10].

Таблица 1 – Основные групповые количественные признаки у родильниц с задержкой роста плода

Количественные показатели	Группа без ЗРП n=206 Me [P25-P75]	Группа с ЗРП n=70 Me [P25-P75]	Mann-Whitney U test (p)
Возраст, годы	26 [23-29]	26 [23-29]	0,9567
Вес новорожденного, гр	1395 [1100-1560]	1225 [870-1460]***	0,0005
Рост новорожденного, см	40[36-43]	38,5 [33-44]	0,0891
Вес плаценты, гр	337 [245,5-452]	258 [231-388]**	0,0014
Гемоглобин, г/л	115 [104-124]	116 [102-124]	0,8914
Гематокрит, %	32 [29-35]	29 [26,9-32]**	0,0025
Эритроциты $\times 10^{12}/л$	3,6 [3,2-4]	3,2 [3,0-3,6]***	0,0001
Лейкоциты $\times 10^9/л$	10 [8-14,2]	11,2 [9-14,6]	0,1612
Тромбоциты $\times 10^9/л$	215 [196-250]	213 [198-249]	0,4943
СОЭ мм/час	34 [24-40]	28 [20-34]*	0,0037
Фибриноген г/л	4,2 [3,6-4,9]	4 [3,5-4,6]	0,1812
ПТИ, %	100 [96-112]	100 [97-114]	0,7492
АЧТВ, сек	29 [27-32]	32 [29-34,6]***	0,0000
МНО	0,93 [0,89-0,98]	0,89 [0,85-0,98]**	0,0115
Тромбиновое время, сек	14,8 [13,5-16,1]	14,4 [12,8-16]	0,0940

Примечание. * - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$, *** - $p < 0,001$ по U критерию Манна Уитни Me [P25-P75], где Me – медиана, P25 – 25% перцентиль, P75 – 75% перцентиль

Результаты и обсуждение. Изучение клинико-лабораторных показателей в построенных матрицах, отображающих результаты множественного сравнения групповых средних количественных признаков, определило различия в показателях для группирующего признака «Задержка роста плода» (Таблица 1). Количественные признаки, в значениях которых обнаружены статистически значимые различия, могут быть использованы в качестве потенциальных прогностических факторов (предикторов).

Медианный возраст пациенток основной и контрольной групп был сопоставим (Таблица 1). Масса тела при рождении у детей из 2 группы составила 1395 [1100-1560] гр., статистически значимо отличалась ($p < 0,001$) от показателей медианной массы тела 1-й группы 1225 [870-1460] гр. Различие роста в исследуемых группах статистически не значимо ($p = 0,089$).

К.М. Godfrey et al. [11] полагают, что не только масса новорожденного, но и вес плаценты является характеристикой внутриутробного питания. Их точку зрения разделяют D.J. Barker et al. [12]. Обнаружен нами и малый вес плаценты в группе с ЗРП: 258 [231-388] гр., что статистически значимо отличало этот количественный показатель ($p = 0,0005$), от такового в первой группе 337 [245,5-451,5] гр. (Таблица 1) и совпадает с полученными результатами работ К.М. Godfrey et al. [1991 г.] и D.J. Barker et al. [1990 г.]

Важным звеном в патогенезе акушерской патологии являются гемореологические нарушения, за счет активации системы гемостаза при беременности, что предопределяет развитие тромбеморрагических осложнений [13], [14]. В настоящее время уже не вызывает сомнений, что у пациенток с осложненным течением беременности,

родоразрешенных кесаревым сечением в интересах плода и/или матери, тромбозы и тромбоземболии возникают значительно чаще, о чем свидетельствуют современные руководства и рекомендации [15], [16].

При преждевременных родах с плацентарными нарушениями и ЗРП выявлены статистически значимые гемореологические нарушения: снижение показателя гематокрита ($p=0,0025$), уменьшение содержания эритроцитов ($p<0,001$), снижение СОЭ ($p=0,004$) с активацией сосудисто-тромбоцитарного гемостаза и изменениями коагуляционного потенциала: удлинение АЧТВ ($p<0,001$), снижение МНО ($p=0,012$), характерные для 1-й фазы синдрома диссеминированного внутрисосудистого свертывания (Таблица 1). Известно, что на ранних стадиях развития осложнений беременности взаимодействия звеньев системы гемостаза отражают симптомокомплекс возрастания коагуляционного потенциала на фоне торможения фибринолиза. С прогрессированием тяжести течения гестационных осложнений наблюдается повышение концентрации основного фактора свертывания крови – фибриногена, повышается суммарная активность факторов свертывания крови, составляющих внутренний (изменение времени АЧТВ) и внешний (повышение протромбиновой активности) путь активации гемостаза, что совпадает с результатами исследований многих авторов [4], [14], [16], [17].

Заключение. На основании сравнительного анализа медианных количественных показателей и оценке статистической значимости различий, обнаружены гемокоагуляционные предикторы развития ЗРП в сроки преждевременных оперативных родов.

К потенциальным лабораторным предикторам реализации ЗРП можно отнести показатель гематокрита ($p=0,0025$), количество эритроцитов ($p<0,001$) и скорость оседания эритроцитов (СОЭ) ($p=0,004$) с активацией сосудисто-тромбоцитарного гемостаза и изменениями коагуляционного потенциала АЧТВ ($p<0,001$), МНО ($p=0,012$), характерными для 1-й фазы синдрома диссеминированного внутрисосудистого свертывания крови (ДВС-синдром) [4], [14], [16], [17].

Таким образом, учитывая особенности физиологической адаптации системы гемостаза к беременности, а именно, физиологическое повышение коагуляции крови, подавление растворения фибринового сгустка, снижение содержания и активности тромбоцитов, увеличение уровня фибриногена и свертывающих белков, имеют охранительное значение, предотвращают обильную кровопотерю в родах, но при этом они же провоцируют развитие тромбоза в сосудах плаценты [17] и манифестируют в течение гестационного процесса не только в виде тромбозов, но и в форме типичных акушерских осложнений, таких как тяжелая преэклампсия, задержка роста плода, отслойка плаценты, мертворождение [18], [19].

Определение наличия изменений в гемокоагуляционных показателях у беременных пациенток и их верная интерпретация, позволит своевременно прогнозировать задержку роста плода, выбрать правильную акушерскую тактику для благоприятного исхода гестации.

Список литературы / References

1. Радзинский В.Е. Акушерская агрессия / В.Е. Радзинский. – М. : StatusPraesens, 2011. – 688 с.
2. Богданов С.В. Гетерогенность гипертензивных состояний у беременных / С.В. Богданов, Е.Ю. Жаворонкова, Э.Г. Волкова // Материалы IV Уральского съезда кардиологов. – Ханты-Мансийск. – 2009. – С. 23-25.
3. Серов В.Н. Тактика лечения угрожающих преждевременных родов // В.Н. Серов, В.Л. Тютюнник // Репродуктивная эндокринология. – 2012. – № 5. – С. 22-24.
4. Кузник Б.И. Клеточные и молекулярные механизмы регуляции системы гемостаза в норме и патологии / Б.И. Кузник. – Чита : Экспресс-издательство, 2010. – 832 с.
5. Куликов А.В. Анестезия при операции кесарева сечения. Клинические рекомендации / А.В. Куликов, Е.М. Шифман, С.В. Сокологорский, А.Л. Левит и др. – Екатеринбург. – 2012. – 29 с.
6. Шифман Е.В. Интенсивная терапия и анестезия при кровопотере в акушерстве. Клинические рекомендации / Е.В. Шифман, А.В. Куликов, С.Р. Беломестнов // Анестезиология и реаниматология. – 2014. – № 2. – С. 76-78.
7. Сухих Г.Т. Гипертензивные расстройства во время беременности, в родах и послеродовом периоде. Преэклампсия. Эклампсия. Клинические рекомендации / Г.Т. Сухих, З.С. Ходжаева, О.С. Филиппов, Л.В. Адамян и др. – М., 2013. – 61 с.
8. Серов В.Н. Ведение родильниц после абдоминального родоразрешения. Клинический протокол / В.Н. Серов, Р.Г. Шмаков, О.Р. Баев, В.Л. Тютюнник и др. // НЦАГиП им. В.И.Кулакова – М., 2013. – 29 с.
9. Ланг Т.А. Как описывать статистику в медицине / Т.А. Ланг, М. Сесик. – М. : Практическая медицина. – 2011. – 480 с.
10. Mann H. B., Whitney D. R. On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. // The annals of mathematical statistics. – 1947. – N 18. – P. 50-60.
11. Godfrey K.M. The effect of maternal anemia and iron deficiency on the ratio of fetal weight to placental weight / K.M. Godfrey, C.W. Redman, D.J. Barker, C. Osmond // Br. J. Obstet. Gynaecol. – 1991. – N 98(9). – P. 886-91.
12. Barker D.J. Fetal and placental size and risk of hypertension in adult life / D.J. Barker, A.R. Bull, C. Osmond, S.J. Simmonds // Br. Med. J. – 1990. – Vol. 301. – N 6746. – P. 259-262.
13. Белокрыницкая Т.Е. Полиморфизм генов-кандидатов нарушений гемостаза у пациенток с преждевременными родами / Т.Е. Белокрыницкая, Л.И. Анохова, Н.Н. Страмбовская, Д.А. Тарбаева, Н.И. Фролова // Мать и Дитя в Кузбассе. – 2015. – № 3(62). – С. 14-17.
14. Тромбгеморрагические осложнения в акушерско-гинекологической практике : Руководство для врачей / под ред. А.Д. Макацария. – М. : МИА, 2011. – 1056 с.
15. Неотложная помощь в акушерстве и гинекологии / под ред. акад. В.Н.Серова. – 2-изд. испр. и доп. – М. : ГЭОТАР- Медиа, 2011. – 256 с.
16. Момот А.П. Эволюция представлений о тромбофилии и ее роли в проблемах репродукции человека / А.П. Момот, И.А. Тараненко, Л.П. Цыпкина // Акушерство и гинекология. – 2013. – № 2. – С. 4-9.

17. Нестерова, Э.А. Роль родительно-плодовой тромбофилии в формировании тяжелых форм плацентарной недостаточности / Э.А. Нестерова, Н.В. Путилова // Акушерство и гинекология. – 2014. – № 12. – С. 5-9.

18. Bennett S.A., Bagot C.N., Arya R. Pregnancy loss and thrombophilia: the elusive link // British journal of haematology. – 2012. – Vol. 157, N 5. – P. 529-542.

19. McNamee K. Thrombophilia and early pregnancy loss / K. McNamee, F. Dawood, R.G. Farguharson // Best practice & research Clinical obstetrics & gynaecology. – 2012. – Vol. 26. – N 1. – P. 91-102.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Radzinskij V.E. Akusherskaja agressija [Obstetrical aggression] / V.E. Radzinskij. – M. : StatusPraesens, 2011. – 688 p. [in Russian]

2. Bogdanov S.V. Geterogenost' gipertenzivnyh sostojanij u beremennyh [Heterogeneity of hypertensive states in pregnancy] / S.V. Bogdanov, E.Yu. Zhavoronkova, E.G. Volkova // Materialy IV Ural'skogo s'ezda kardiologov [Collection of materials of the IV Ural Congress of Cardiology]. – Hanty-Mansiysk. – 2009. – P. 23-25. [In Russian].

3. Serov V.N. Taktika lechenija ugrozhajushhih prezhdevremennyh rodov [Treatment of threatening preterm birth] // V.N. Serov, V.L. Tyutyunnik // Reproduktivnaja jendokrinologija [Reproductive endocrinology]. – 2012. – N 5. – P. 22-24. [in Russian]

4. Kuznik B.I. Kletochnye i molekulyarnye mehanizmy reguljatsii sistemy gemostaza v norme i patologii [Cellular and molecular mechanisms of regulation of the hemostatic system in health and disease] // Kuznik B.I. – Chita: Ekspress-Publishing, 2010. – 832 p. [in Russian]

5. Kulikov A.V. Anestezija pri operacii kesareva sechenija. Klinicheskie rekomendacii [Anesthesia for cesarean section. Clinical recommendations] / A.V. Kulikov, E.M. Shifman, S.V. Sokologorskij, A.L. Levit et al. – Ekaterinburg. – 2012. – 29 p. [in Russian]

6. Shifman E.V. Intensivnaja terapija i anestezija pri krvopotere v akusherstve. Klinicheskie rekomendacii [Intensive care and anesthesia for hemorrhage in obstetrics. Clinical recommendations] / E.V. Shifman, A.V. Kulikov, S.R. Belomestnov // Anestezijologija i reanimatologija [Anesthesiology and Intensive Care]. – 2014. – N 2. – P. 76-78. [in Russian]

7. Suhij G.T. Gipertenzivnye rasstrojstva vo vremja beremennosti, v rodah i poslerodovom periode. Prejeklampsija. Jeklampsija. Klinicheskie rekomendacii [Hypertensive disorders in pregnancy, during labor and the postpartum period. Preeclampsia. Eclampsia. Clinical recommendations] / G.T. Suhij, Z.S. Hodzhaeva, O.S. Filippov, L.V. Adamjan et al. – M., 2013. – 61 p. [in Russian]

8. Serov V.N. Vedenie roditel'nic posle abdominal'nogo rodorazreshenija. Klinicheskij protokol [Maintaining women in labor after abdominal delivery. Clinical protocol] / V.N. Serov, R.G. Shmakov, O.R. Baev, V.L. Tjutjunnik i dr. // NCAGiP im. V.I.Kulakova – M., 2013. – 29 p. [in Russian]

9. Lang T.A. Kak opisyvat' statistiku v medicine [How to describe the statistics in medicine] / T.A. Lang, M. Sesik. – M. : Prakticheskaja medicina. – 2011. – 480 p. [in Russian]

10. Mann H. B., Whitney D. R. On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. // The annals of mathematical statistics. – 1947. – N 18. – P. 50-60.

11. Godfrey K.M. The effect of maternal anemia and iron deficiency on the ratio of fetal weight to placental weight / K.M. Godfrey, C.W. Redman, D.J. Barker, C. Osmond // Br. J. Obstet. Gynaecol. – 1991. – N 98(9). – P. 886-91.

12. Barker D.J. Fetal and placental size and risk of hypertension in adult life / D.J. Barker, A.R. Bull, C. Osmond, S.J. Simmonds // Br.Med.J. – 1990. – Vol. 301. – N 6746. – P. 259-262.

13. Belokrinickaja T.E. Polimorfizm genov-kandidatov narushenij gemostaza u pacientok s prezhdevremennymi rodami [Polymorphism of candidate genes for hemostatic disorders in patients with preterm labor] / T.E. Belokrinickaja, L.I. Anohova, N.N. Strambovskaja, D.A. Tarbaeva, N.I. Frolova // Mat' i Ditja v Kuzbasse [Mother and Child in Kuzbass]. – 2015. – N 3(62). – P. 14-17. [in Russian]

14. Trombogemorragicheskie oslozhnenija v akushersko-ginekologicheskoj praktike : Rukovodstvo dlja vrachej [Thrombotic hemorrhagic complications in obstetric practice : A Guide for Physicians] / edited by A.D. Makacarija. – M. : MIA, 2011. – 1056 p. [in Russian]

15. Neotlozhnaja pomoshh' v akusherstve i ginekologii [Emergency care in obstetrics and gynecology] / edited by V.N.Serov. – M. : GEOTAR- Media, 2011. – 256 p. [in Russian]

16. Momot A.P. Jevoljucija predstavlenij o trombofilii i ee roli v problemah reprodukcii cheloveka [The evolution of concepts of thrombophilia and its role in the issues of human reproduction] / A.P. Momot, I.A. Taranenko, L.P. Cuvkina // Akusherstvo i ginekologija [Obstetrics and Gynecology]. – 2013. – N 2. – P. 4-9. [in Russian]

17. Nesterova, Je.A. Rol' roditel'sko-plodovoj trombofilii v formirovanii tjazhelyh form placentarnoj nedostatochnosti [The role of the parent-fetal thrombophilia in the formation of severe placental insufficiency] / Je.A. Nesterova, N.V. Putilova // Akusherstvo i ginekologija [Obstetrics and Gynecology]. – 2014. – N 12. – P. 5-9. [in Russian]

18. Bennett S.A., Bagot C.N., Arya R. Pregnancy loss and thrombophilia: the elusive link // British journal of haematology. – 2012. – Vol. 157, N 5. – P. 529-542.

19. McNamee K. Thrombophilia and early pregnancy loss / K. McNamee, F. Dawood, R.G. Farguharson // Best practice & research Clinical obstetrics & gynaecology. – 2012. – Vol. 26. – N 1. – P. 91-102.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.57.041>Ануфриев П.Л.¹, Аблякимов Р.Э.²¹ORCID: 0000-0002-5327-2275, Кандидат медицинских наук, Научный центр неврологии, Москва,²Аспирант, Научный центр неврологии, Москва**ОСОБЕННОСТИ ПАТОМОРФОЛОГИИ ИНФАРКТОВ МОЗГА ПРИ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА И ЦЕРЕБРАЛЬНОМ АТЕРОСКЛЕРОЗЕ****Аннотация**

В результате патологоанатомического исследования показано, что одни и те же эмбологенные формы ишемической болезни сердца при наличии выраженного атеростеноза мозговых артерий могут обуславливать развитие инфарктов как в результате тромбоемболии артерий мозга, так и по механизму сосудистой мозговой недостаточности. Установлены отличительные признаки этих инфарктов, подтверждающие возможность дифференциальной диагностики у больных с ишемической болезнью сердца и церебральным атеросклерозом инсультов двух патогенетических подтипов - кардиогенного эмболического и гемодинамического.

Ключевые слова: инфаркт мозга, ишемическая болезнь сердца, церебральный атеросклероз.

Anufriev P.L.¹, Ablyakimov R.E.²¹ORCID: 0000-0002-5327-2275, MD, Research Center of Neurology, Moscow,²Postgraduate student, Research Center of Neurology, Moscow**PATHOMORPHOLOGICAL FEATURES OF BRAIN INFARCTIONS AT CORONARY HEART DISEASE AND CEREBRAL ATHEROSCLEROSIS****Abstract**

As a result of a pathoanatomical research it is shown that the same embologenic forms of coronary heart disease in the presence of the expressed atherostenosis of brain arteries can cause development of heart attacks both as a result of a thromboembolism of arteries of a brain, and on the mechanism of vascular brain insufficiency. The distinctive symptoms of these brain infarctions confirming a possibility of differential diagnostics at patients with coronary heart disease and cerebral atherosclerosis of strokes of two pathogenetic subtypes - cardiogenic embolic and hemodynamic are established.

Keywords: brain infarction, coronary heart disease, cerebral atherosclerosis.

Инсульты ишемического характера являются одной из наиболее значимых причин заболеваемости и летальности в нашей стране и за рубежом. В связи с необходимостью разработки методов целенаправленного лечения и адекватного предупреждения инсульта в настоящее время активно развивается учение о его патогенетических подтипах [1, С. 276], [2, С. 35], [3, С. 2], [4, С. 2981], [5, С. 1]. Инсульты весьма часто отмечаются у лиц с ишемической болезнью сердца (ИБС), причем такие нозологические единицы как инфаркт миокарда, постинфарктный кардиосклероз и мерцательная аритмия ассоциируются с наибольшим риском возникновения инсультов кардиогенного эмболического подтипа вследствие тромбоемболии мозговых артерий из полостей сердца с развитием инфарктов [6, С. 86], [7, С. 152], [8, С. 577]. Имеются данные о том, что указанные формы ИБС могут определять возникновение инфарктов, выступая в качестве экстрацеребральной причины ухудшения гемодинамики мозга на фоне уже имеющегося дефицита кровотока в нем, связанного с атеросклеротическим стенозом (атеростенозом) мозговых артерий [9, С. 149], [10, С. 1008]. Недостаточная изученность этих инфарктов и определяемых ими инсультов не позволяет сформировать единое мнение о целесообразности выделения последних в самостоятельный патогенетический подтип.

С целью определения особенностей патогенеза и морфологии инфарктов мозга, возникающих при ИБС и атеросклеротических изменениях мозговых артерий исследовано 40 секционных случаев. В каждом случае изучены коронарные артерии и сердце, вне- и внутричерепные артерии, включая дугу аорты; устанавливалось количество атеросклеротических бляшек (АСБ) и степень обусловленного ими атеростеноза, наличие тромбоемболов и АСБ с изъязвлениями и тромбами (эмбологенные АСБ), оценивались характеристики всех инфарктов мозга (величина, локализация, давность). Для уточнения характера изменений мозговых артерий и сердца при атеросклерозе выполнено микроскопическое исследование гистологических срезов, залитых в парафин и окрашенных гематоксилином и эозином, по методам ван Гизона и Вейгерта (идентификация коллагеновых и эластических волокон), Клувера-Барреры и Ниссля (изучение состояния миелина, глиальных элементов и нейронов). Микроскопия применялась также для дифференциальной диагностики атеросклеротических малых глубинных инфарктов и таких же инфарктов, возникающих при артериальной гипертензии, имевшейся практически во всех случаях. Так, вблизи гипертонических инфарктов имелись артерии с резко суженными просветами в результате плазморрагии или гиалиноза; в пределах инфарктов артерии не определялись или имелись отдельные фрагменты их некротизированных стенок. В атеросклеротических инфарктах располагались сосуды со своеобразной перекалибровкой просвета в сторону его уменьшения, определяемой склерозом внутренней оболочки, пролиферацией ее элементов с образованием дополнительной эластической мембраны. При проведении исследования учитывались данные предшествующего клинико-инструментального исследования сердца, клинические и патологоанатомические признаки сердечной недостаточности. Для статистической оценки полученных результатов использован критерий Манна-Уитни с уровнем значимости $p < 0,05$.

Всего обнаружено 98 инфарктов головного мозга (от 1 до 6 в каждом случае). В 23 наблюдениях имелось 30 инфарктов разной величины и давности, причиной которых оказалась тромбоемболия артерий мозга из сердца (рис. 1).

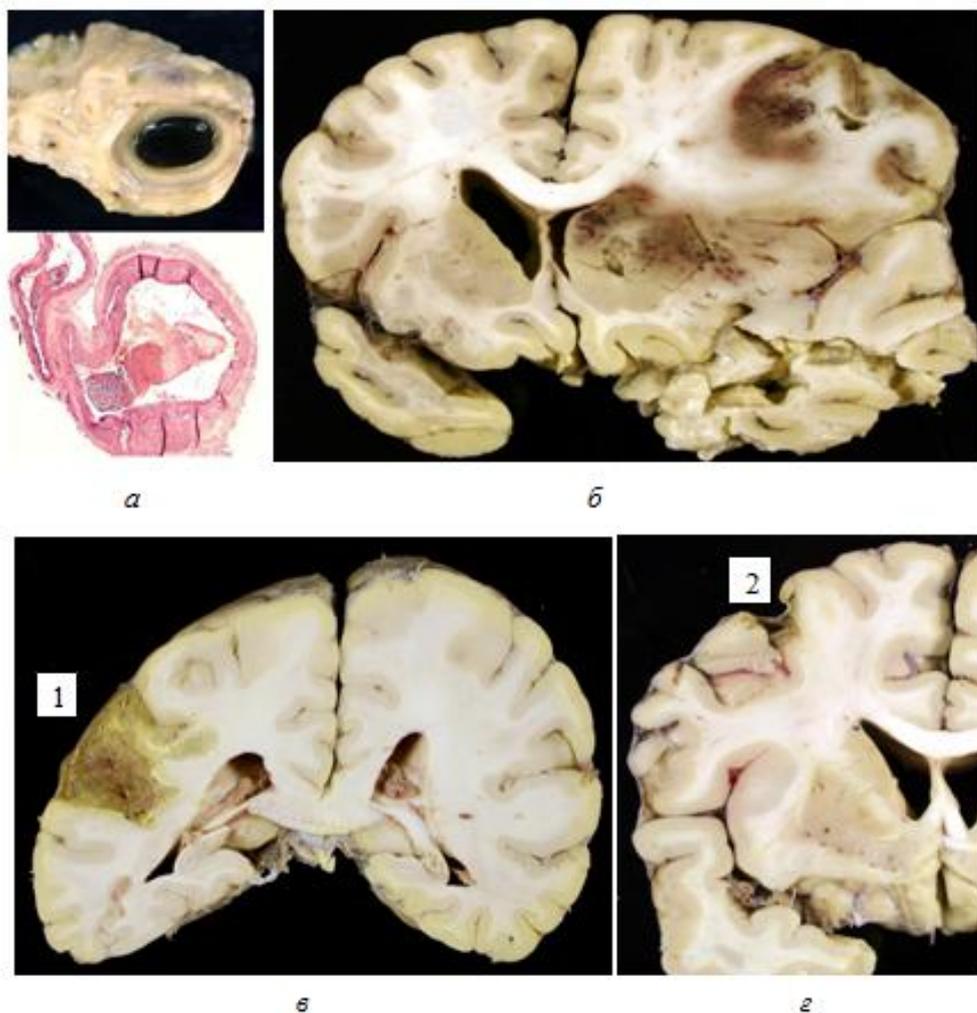


Рис. 1 – Инфаркты мозга при эмболии из сердца: *а* – церебральные артерии с тромбоемболами в просветах; *б* – большой свежий инфаркт (с геморрагическим компонентом) в лобной и височной долях, базальных ядрах полушария; *в* – средний организующийся инфаркт (1) в нижней теменной доле; *г* – организованный малый корковый инфаркт (2) в средней лобной извилине

Примечание: а, снизу – микрофото, окраска гематоксилином и эозином, увеличение 40

Формирование тромбов в полостях сердца определялось острым инфарктом миокарда, постинфарктным крупно- или мелкоочаговым кардиосклерозом, а также мерцательной аритмией (постоянная и пароксизмальная формы), установленной в результате клинического обследования и подтвержденной выявлением выраженного склероза миокарда в области проводящих кардиомиоцитов. Эмболия интракраниального отдела внутренней сонной артерии (ВСА) и средней мозговой артерии (СМА) привела к развитию 11 больших инфарктов. Они были свежими, захватывали кору и белое вещество лобной, височной и теменной долей полушария мозга, базальные ядра. Вследствие эмболии отдельных веточек СМА, передней мозговой артерии (ПМА), одной из мозжечковых артерий, возникли соответственно 10, 2 и 4 средних инфаркта. Эти инфаркты располагались в пределах одной доли полушария мозга или доли мозжечка, имели разную давность. Эмболия терминальных участков одной из корковых ветвей СМА определила возникновение 3 малых поверхностных инфарктов, которые локализовались в пределах коры полушария мозга, занимая площадь 1-2 см². Все большие и 5 средних инфарктов (более половины всех инфарктов) имели геморрагический компонент в виде множественных петехиальных кровоизлияний или кровоизлияния типа гематомы. В артериях, расположенных проксимально по отношению к области тромбоемболической окклюзии, часто обнаруживались АСБ неэмбологенного характера, суживающие просвет не более чем на 25%. 29 инфарктов (97%) определили развитие инсультов; малый инфаркт не имел клинической симптоматики (немой инфаркт).

В 17 случаях выявлено 68 инфарктов (из 98), которые возникли при множественном атеростенозе внечерепных и/или внутричерепных артерий на фоне острой сердечной недостаточности, обусловленной инфарктом миокарда, либо декомпенсации хронической сердечной недостаточности, связанной с крупноочаговым постинфарктным кардиосклерозом и/или мерцательной аритмией. Чаще всего выявлялись малые глубинные (лакунарные) инфаркты размерами от 0,5x0,5 см до 1,5x1,5 см (рис. 2).

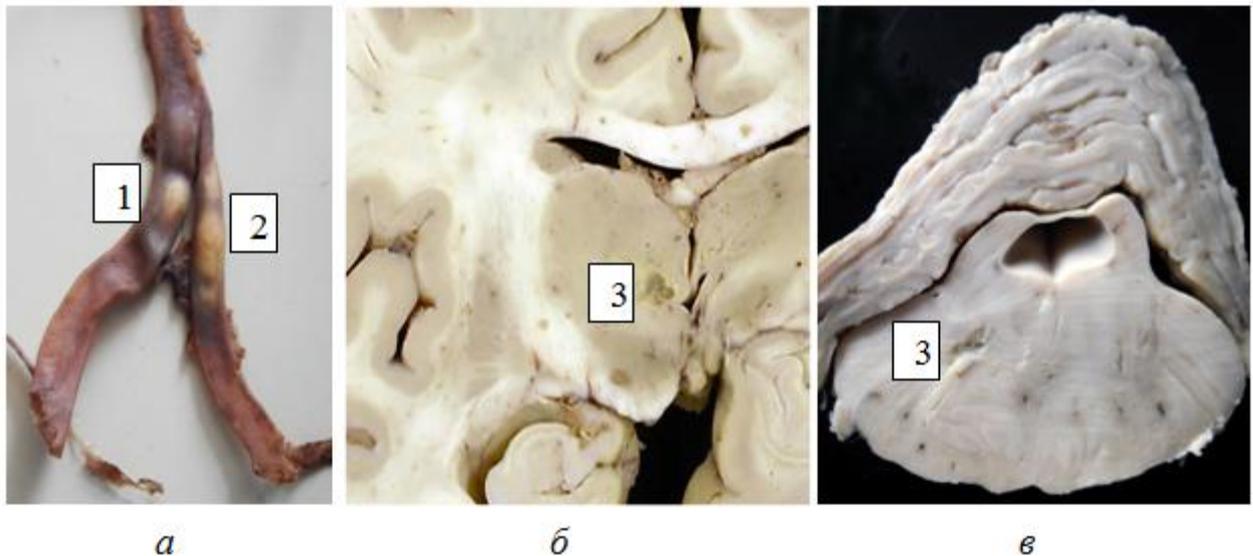


Рис. 2 – Инфаркты мозга при множественном атеростенозе церебральных артерий: *а* – атеросклеротические бляшки (1, 2) в левой и правой позвоночных артериях; *б* – лакунарный инфаркт (3) в таламусе; *в* – лакунарный инфаркт (3) в мосту мозга

22 лакунарных инфаркта локализовались в перивентрикулярном белом веществе и семиовальном центре, т.е. в области смежного кровоснабжения корковых и центральных ветвей СМА и/или ПМА, 19 - в белом веществе заднего края мозжечка или глубоких отделах продолговатого мозга, моста и среднего мозга, т.е. в области смежного кровоснабжения верхней и нижней задней артерий мозжечка или парамедианных, коротких и длинных огибающих ветвей позвоночной, базилярной, задней мозговой артерий (ЗМА). 19 средних и малых корковых инфарктов обнаружены в участках смежного кровоснабжения поверхностных веточек ПМА и СМА или СМА и ЗМА. Кроме того, выявлено 8 больших и средних инфарктов, расположенных в бассейне одной артерии (ПМА, СМА, ЗМА или верхней мозжечковой артерии) и возникших при множественном атеростенозе только интракраниальных сосудов. Максимальная степень выраженности атеростеноза на стороне инфаркта колебалась от 50 до 90%, причем его появление определилось не только кардиогенным фактором редукции кровоснабжения определенного участка мозга, но и, по-видимому, недостаточностью коллатерального кровообращения по виллизиеву кругу в связи с частым сочетанием стенозов на стороне инфаркта с контралатеральными стенозами. 39 инфарктов (57%) небольшой давности привели к развитию 28 инсультов (отдельные инсульты обуславливались несколькими инфарктами); 29 организованных лакунарных инфарктов были немymi.

Полученные результаты демонстрируют двоякую роль одних и тех же форм ИБС (мерцательная аритмия, инфаркт миокарда, постинфарктный кардиосклероз) в развитии инфарктов мозга при церебральном атеросклерозе. В одних случаях они приводят к тромбоэмболии мозговых артерий, в других – «запускают» механизм сосудистой мозговой недостаточности, выступая в качестве экстрацеребрального фактора ухудшения кровоснабжения мозга на фоне уже имеющейся недостаточности притока крови к нему, связанной с выраженным атеростенозом (сужение просвета артерий на 50% и более). При этом инфаркты, формирующиеся по механизму сосудистой мозговой недостаточности, возникают, главным образом, в наиболее удаленных от основного источника питания зонах мозга, которыми являются области смежного кровоснабжения тех или иных мозговых артерий. Инфаркты, возникшие при тромбоэмболии мозговых артерий из сердца, часто имеют геморрагический компонент и развиваются вне областей смежного кровоснабжения, преимущественно в бассейне ВСА и ее ветвей. Кроме наличия «эмболической» формы ИБС, облигатным признаком этих инфарктов является отсутствие эмбологенных АСБ и выраженного атеростеноза артерий, расположенных проксимально к области окклюзии. Установленные отличительные патоморфологические признаки инфарктов мозга, которые возникают при сосудистой мозговой недостаточности и эмболии из сердца, согласуются с критериями дифференциальной диагностики гемодинамического и кардиогенного эмболического инсульта, выделенных в патогенетические подтипы инсульта в одной из классификаций [1, С. 276]. Частота инсультов данных подтипов в проведенном исследовании оказалась практически одинаковой – 51% и 49% соответственно. Тот факт, что организующиеся инфаркты, обуславливающие гемодинамические инсульты, нередко сочетались с немymi лакунарными инфарктами большой давности, позволяет рассматривать последние не только как одну из причин дисциркуляторной энцефалопатии, но и в качестве предикторов ишемических инсультов указанного патогенетического подтипа.

Список литературы / References

1. Суслина З.А., Гулевская Т.С., Максимова М.Ю. и др. Нарушения мозгового кровообращения: диагностика, лечение, профилактика. - М.: МЕДпресс-информ, 2016. – 536 с.
2. Adams H.P., Bendixen B.H., Kappelle L.J. et al. Classification of subtype of acute ischemic stroke. Definitions for use in a multicenter clinical trial. TOAST. Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment // Stroke. – 1993. – V. 24. – P. 35-41.
3. Amarenco P., Bogousslavsky J., Caplan L. et al. The ASCOD Phenotyping of Ischemic Stroke (Updated ASCO Phenotyping) // Cerebrovasc. Dis. – 2013. – V. 36. – P. 1-5.
4. Ay H., Benner T., Arsava E. et al. A computerized algorithm for etiologic classification of ischemic stroke: The Causative Classification of Stroke System // Stroke. – 2007. – V. 38. – P. 2979-2984.

5. Gao S., Wang Y., Xu A. et al. Chinese ischemic stroke subclassification // Front. Neurol. – 2011. – V. 2. – P. 1-5.
6. Шевченко Ю.Л., Одинак М.М., Кузнецов А.Н. и др. Кардиогенный и ангиогенный церебральный эмболический инсульт (физиологические механизмы и клинические проявления). - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006. – 272 с.
7. Arboix A., Alió J. Cardioembolic stroke: clinical features, specific cardiac disorders and prognosis // Current Cardiol. Rev. – 2010. – V. 6. – P. 150-161.
8. Ois A., Cuadrado-Godia E., Rodríguez-Campello A. et al. Relevance of stroke subtype in vascular risk prediction // Neurology. – 2013. – V. 81. – P. 575-580.
9. Caplan L., Wong K., Gao S. et al. Is hypoperfusion an important cause of strokes? If so, how? // Cerebrovasc. Dis. – 2006. – V. 21. – P. 145-153.
10. Klijn C.J., Kappelle L.J. Haemodynamic stroke: clinical features, prognosis, and management // Lancet Neurol. – 2010. – V. 9. – P. 1008-1017.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Suslina Z.A., Gulevskaya T.S., Maksimova M.Yu. et al. Narusheniya mozgovogo krovoobrashheniya: diagnostika, lechenie, profilaktika [Cerebrovascular disease: diagnosis, treatment, prevention]. - М.: MEDpress-inform, 2016. – 536 p. [in Russian]
2. Adams H.P., Bendixen B.H., Kappelle L.J. et al. Classification of subtype of acute ischemic stroke. Definitions for use in a multicenter clinical trial. TOAST. Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment // Stroke. – 1993. – V. 24. – P. 35-41.
3. Amarenco P., Bogousslavsky J., Caplan L. et al. The ASCOD Phenotyping of Ischemic Stroke (Updated ASCO Phenotyping) // Cerebrovasc. Dis. – 2013. – V. 36. – P. 1-5.
4. Ay H., Benner T., Arsava E. et al. A computerized algorithm for etiologic classification of ischemic stroke: The Causative Classification of Stroke System // Stroke. – 2007. – V. 38. – P. 2979-2984.
5. Gao S., Wang Y., Xu A. et al. Chinese ischemic stroke subclassification // Front. Neurol. – 2011. – V. 2. – P. 1-5.
6. Shevchenko Yu.L., Odinak M.M., Kuznecov A.N. et al. Kardiogennyj i angiogennyj cerebral'nyj embolicheskiy insul't (fiziologicheskie mehanizmy i klinicheskie projavleniya) [Cardiogenic and angiogenic cerebral embolic stroke (physiological mechanisms and clinical implications)]. М.: GEOTAR-Media, 2006. – 272 p. [in Russian]
7. Arboix A., Alió J. Cardioembolic stroke: clinical features, specific cardiac disorders and prognosis // Current Cardiol. Rev. – 2010. – V. 6. – P. 150-161.
8. Ois A., Cuadrado-Godia E., Rodríguez-Campello A. et al. Relevance of stroke subtype in vascular risk prediction // Neurology. – 2013. – V. 81. – P. 575-580.
9. Caplan L., Wong K., Gao S. et al. Is hypoperfusion an important cause of strokes? If so, how? // Cerebrovasc. Dis. – 2006. – V. 21. – P. 145-153.
10. Klijn C.J., Kappelle L.J. Haemodynamic stroke: clinical features, prognosis, and management // Lancet Neurol. – 2010. – V. 9. – P. 1008-1017.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.57.142>

Базиев А.М.¹, Теувов А.А.²

¹ORCID: 0000-0001-6360-6577, Кандидат медицинских наук, доцент,

²ORCID: 0000-0003-3405-937X, кандидат медицинских наук, доцент,

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова

ОЗОНОТЕРАПИЯ В ЛЕЧЕНИИ ОСТРОЙ ГНОЙНОЙ ХИРУРГИЧЕСКОЙ ИНФЕКЦИИ

Аннотация

Острая гнойно-септическая хирургическая инфекция остается одной из тяжелых проблем современной хирургии. Многочисленные исследования показали, что это связано с негативным влиянием социально-экологических факторов жизни, а также с повышением резистентности возбудителей острых гнойных хирургических заболеваний к антибиотикам и химическим антисептикам. Определенным выходом из этой ситуации является применение различных методов озонотерапии. В клинике общей хирургии КБГУ было проведено исследование 287 больных с острой гнойной хирургической инфекцией, разбитых на 2 группы, сопоставимых по полу, возрасту и нозологии.

Ключевые слова: острая гнойная хирургическая инфекция, озонотерапия.

Baziev A.M.¹, Teuvov A.A.²

¹ORCID: 0000-0001-6360-6577, MD, associate professor,

²ORCID: 0000-0003-3405-937X, MD, associate professor, Kabardino-Balkarian State University

OZONOTHERAPY IN TREATMENT OF ACUTE PURULENT SURGICAL INFECTIONS

Abstract

Acute purulent-septic surgical infection remains one of the major problems in modern surgery. Numerous studies have shown that it is related to the negative impact of socio-environmental factors of life, as well as to the increase of the resistance of agents that provoke acute purulent surgical diseases to antibiotics and chemical antiseptics. One of the ways out is the use of various methods of ozone therapy. In the general surgery clinic of Kabardino-Balkarian State University, 287 patients with acute purulent-septic surgical infection were divided into 2 groups, comparable by sex, age and nosology.

Keywords: acute purulent-septic surgical infection, ozonotherapy.

Лечение больных с острой гнойно-септической хирургической инфекцией остается одной из тяжелых проблем современной хирургии. Вероятно, это связано со многими негативными факторами социально-экологической обстановки современной жизни. Одним из этих факторов служит ослабление неспецифических защитных сил

организма, иммунного статуса, а также повышение резистентности возбудителей острых гнойных хирургических заболеваний к антибиотикам и химическим антисептикам.

Использование озона в клинике общей хирургии КБГУ в лечении острого перитонита показало, что озон оказывает благоприятный эффект в лечении этой тяжелой патологии. Исходя из этого, можно предположить, что применение различных методов озонотерапии в лечении других острых гнойных хирургических заболеваний улучшит результаты их комплексного лечения.

Цель исследования: изучить влияние местной и/или общей озонотерапии на течение и исход острой гнойной хирургической инфекции.

Для этого были проанализированы истории болезней 287 больных с острой гнойной хирургической инфекцией, разбитых на 2 группы. Основную группу составили 180 пациентов, получившие наряду с традиционным комплексным лечением сеансы местной и общей озонотерапии. В контрольную группу были включены 107 больных, получавшие общепринятую терапию (вскрытие, дренирование раны, антибиотикопрофилактику гнойных осложнений). Группы были сопоставимы по полу, возрасту, характеру основной и сопутствующей патологии, виду и объему оперативного вмешательства. Основные характеристики больных приведены в таблицах 1 и 2. Оперативное лечение в контрольной группе заключалось во вскрытии и дренировании гнойника, в основной группе операции завершали наложением дренажно-промывной системы.

Таблица 1 – Возрастная и половая характеристика больных

возраст пол	До 20 лет	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	>70
Мужчин	25	19	45	32	10	22	6
Женщин	19	21	22	26	17	16	7

Таблица 2 – Нозологическая и количественная характеристика больных

Показатель	Острый парапроктит	Флегмона верхней конечности	Флегмона нижней конечности	Панариции	Постинъекционный абсцесс	Гнойный бурсит	Абсцедирующий фурункул	Гидраденит	Инфицированные раны	Острый мастит
Основная группа	7	36	61	54	2	1	4	5	2	8
Контрольная группа	9	43	36	2	5	1	1	3	1	6

При общей озонотерапии внутривенно вводили 200 мл озонированного физиологического раствора с концентрацией озона 800-1000 мкг/л ежедневно. Продолжительность курса составляла в среднем 4-5 дней и зависела от общего состояния больных, течения раневого процесса, динамики биохимических, клинических и иммунологических параметров организма.

Местная озонотерапия в послеоперационном периоде включала в себя введение в дренажи озонированного физраствора с концентрацией 3,3-4 мг/л или озонированного облепихового масла [1, С. 235–236], [2, С. 5–6].

Бактериологически осуществляли идентификацию возбудителя и определение его чувствительности к антибиотикам. Материал для посева брали из раны во время операции, а также через каждые 3 суток. По нашим данным, ведущее место по частоте высеваемости занимал золотистый стафилококк (50,4%), на втором месте – кишечная палочка (28,5%), на третьем – эпидермальный стафилококк (18,4%), остальные возбудители встречались примерно в 3% случаях. Среди ассоциации микроорганизмов - золотистый стафилококк + кишечная палочка (35,9%), эпидермальный стафилококк + кишечная палочка (31,2%) [4, С. 124].

Соотношение пациентов в обеих группах изображено на рисунке 1, а соотношение высеваемых микроорганизмов на рисунке 2.

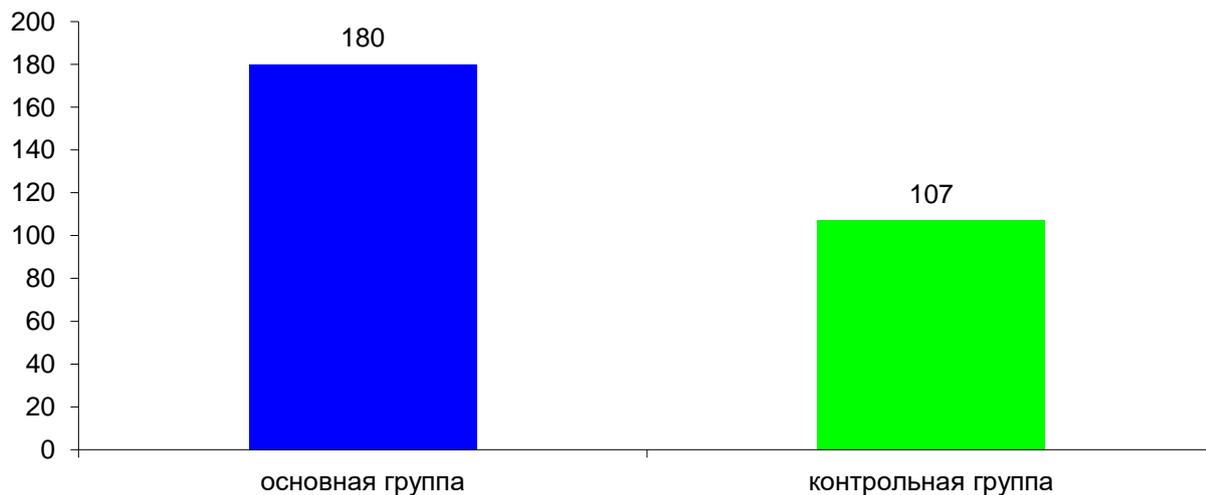


Рис.1 – Соотношение пациентов в обеих группах

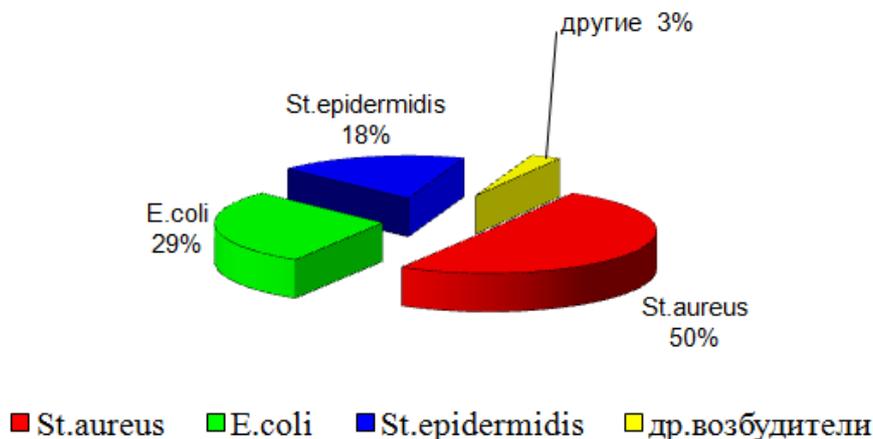


Рис. 2 – Соотношение количества возбудителей

Для изучения прооксидантной системы исследовали антилизоцимную (АЛА), антиинтерфероновую (АИА), антикомплементарную (АКА) активности как возможные пути противостояния кислороднезависимому механизму фагоцитоза и активность антиоксидантного фермента каталазы как фактора, определяющего устойчивость к кислородзависимому механизму фагоцитоза [3, С. 12–15]. Результаты определения АЛА в наших исследованиях представлены на рисунке 3.

АЛА обладало 51,9% (46 штаммов) культур из всех 88 изученных штаммов. При этом наибольшее число штаммов с АЛА выявлено среди культур *St.aureus* - 85% (24 штамма), уровень которой достигал 1-2 мкг/мл в 4 штаммах и 3-4 мкг/мл - в 20 штаммах. Меньшее количество бактериальных культур - 63% (18 штаммов) *E.coli* - также обладали антилизоцимной активностью, из которых у 15 штаммов АЛА доходила до 3-4 мкг/мл, а у 3 штаммов до 5-6 мкг/мл. У *St.epidermidis* только 22% (1 штамм) обладал АЛА с уровнем - 3-4 мкг/мл. Среди штаммов *Str.pyogenes* 37% (3 штамма) проявляли АЛА, а ее уровень доходил до 3-4 мкг/мл - у 1 штамма и 5-6 мкг/мл - у 2 штаммов.

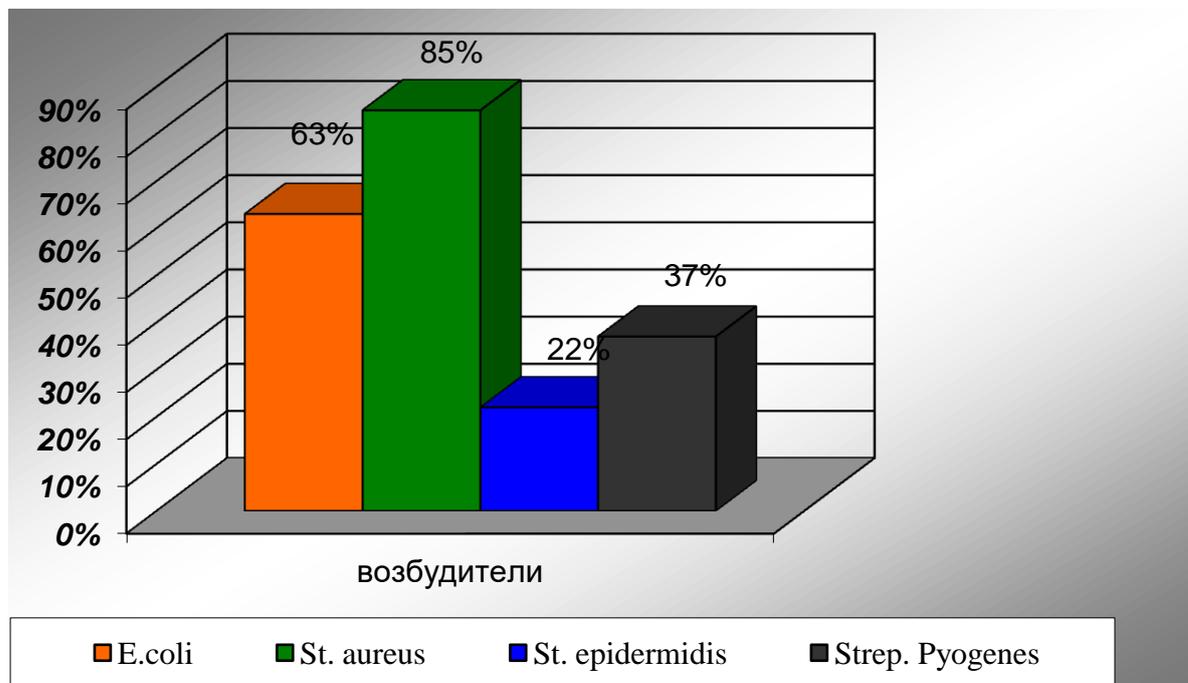


Рис. 3 – Соотношение антилизоцимной активности у больных с ОГХИ

АИА обладало 32,3% (26 штаммов) из всех 88 изученных штаммов. При этом АИА среди культур *St. aureus* было выявлено у 48%, 30% штаммов *E. coli* также обладали антиинтерфероновой активностью, а у *St. epidermidis* только 23%. *Str. pyogenes* выделялся наименьшим числом антиинтерфероактивных штаммов – у 3%. Результаты определения АИА у больных с острой гнойной хирургической инфекции представлены на рисунке 4.

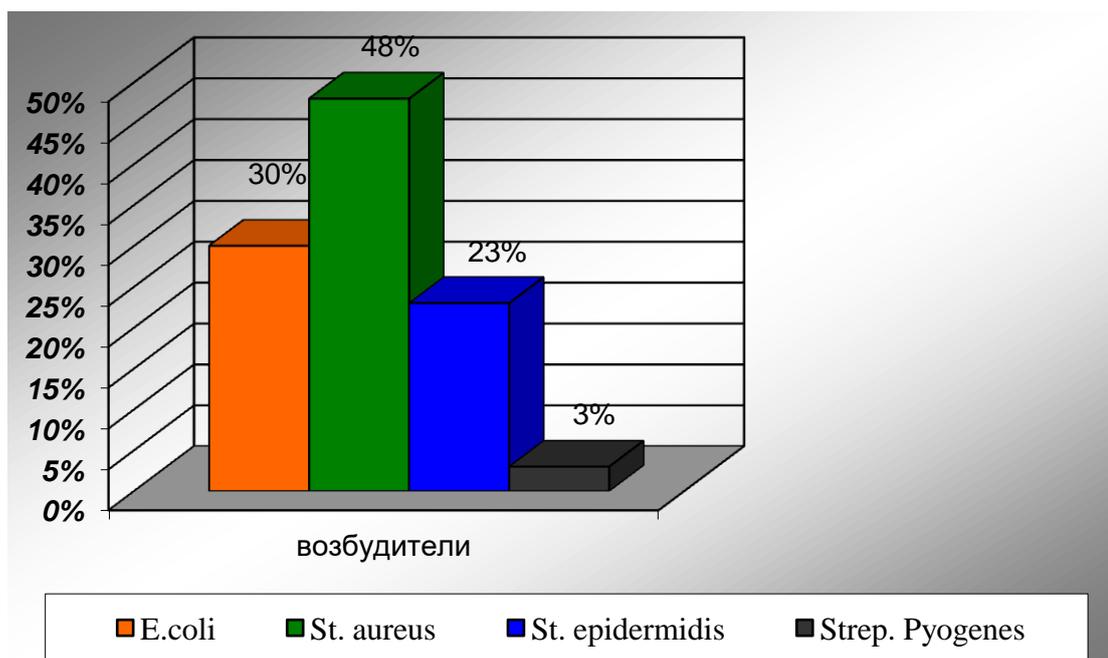


Рис. 4 – Соотношение антиинтерфероновой активности у больных с ОГХИ

АКА обладало 34,8% (31 штамм) из 88 штаммов изученных при гнойной инфекции. При этом наибольшее число штаммов с АКА выявлено среди культур *St. aureus* - 64%. У *St. epidermidis* обнаружено 32% штаммов обладающих АКА. 25% штаммов *E. coli* также обладали антикомплемментарной активностью. *Str. pyogenes* характеризовался наличием 10% АКА штаммов. Результаты наших исследований по выявлению АКА у возбудителей ОГХИ представлены на рисунке 5.

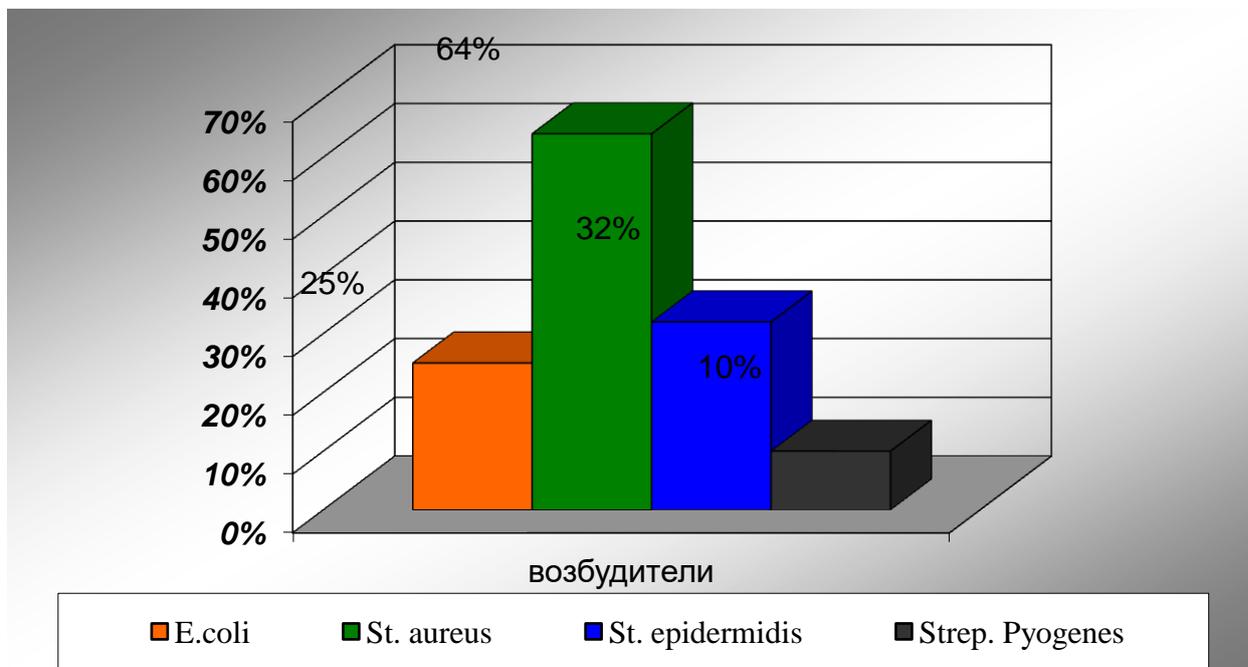


Рис. 5 – Соотношение антикомплемментарной активности у больных с ОГХИ

КА обладало 53,4% (47 штаммов) из 88 изученных штаммов. При этом наибольшее число штаммов с каталазной активностью выявлено среди культур *St. aureus* - 90% (29 штамма), у которых каталазная активность была $<2,5$ ед/мг в 2 случаях, достигала 2,5-4 ед/мг у 20 штаммов и >4 ед/мг в 7 случаях. Среди *Str. pyogenes* 33% (3 штамма) проявляли каталазную активность, а уровень каталазы доходил до 2,5-4 ед/мг у 2 штаммов и >4 ед/мг у 2 штамма. У *St. epidermidis* было 4 штамма (35%) с каталазной активностью, у которых степень каталазной активности достигал 2,5-4 ед/мг - 1 штамм и >4 ед/мг у 3 штаммов. *E.coli* отличался минимальным уровнем каталазы активных штаммов – всего 5 штаммов (13%), а уровень каталазы был $<2,5$ ед/мг. Результаты определения каталазной активности микроорганизмов представлены на рисунке 6.

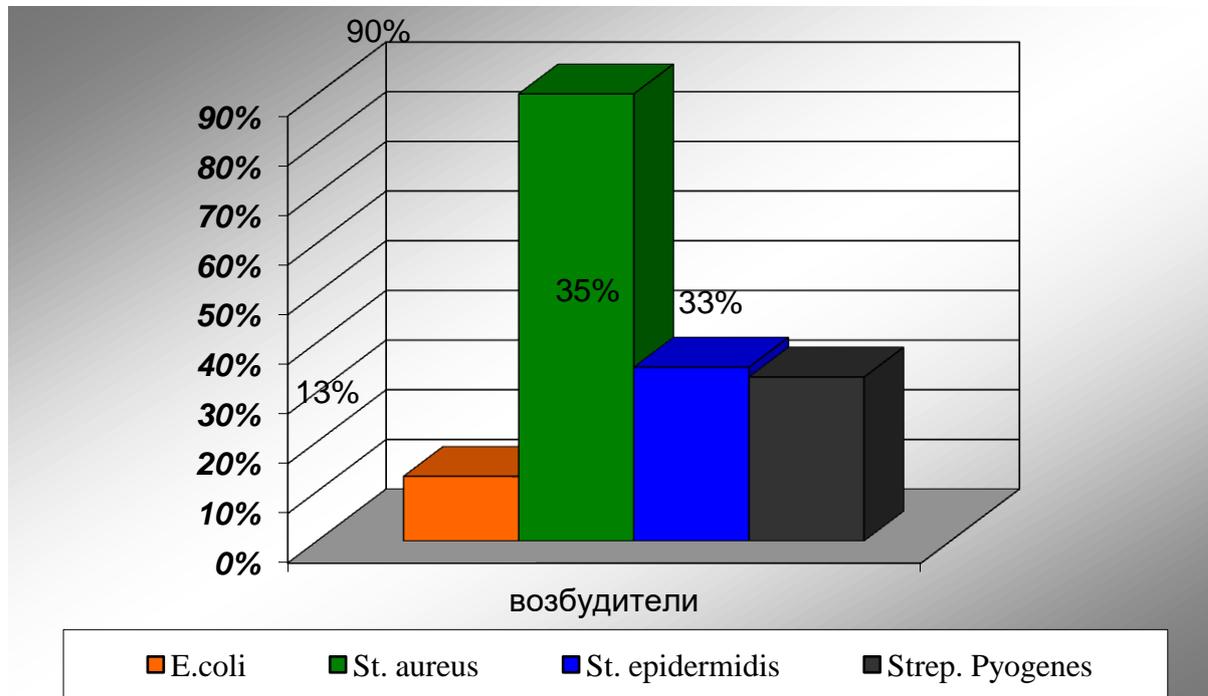


Рис. 6 – Соотношение каталазной активности у больных с ОГХИ

Таким образом, результаты наших микробиологических исследований показали, что основными возбудителями острой гнойной хирургической инфекции являются золотистый стафилококк, эпидермальный стафилококк и кишечная палочка в монокультуре и в ассоциации.

Для характеристики интоксикационного синдрома произведено определение уровня белков средней молекулярной массы (СММ), лейкоцитарного индекса интоксикации (ЛИИ), кислой фосфатазы (КФ) [3, С. 12–15]. Данные эндотоксикоза продемонстрированы в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Данные эндотоксикоза в контрольной группе больных

Показатели	Традиционное лечение (контрольная группа)				
	1 сутки	3 сутки	5 сутки	7 сутки	9-10 сутки
СММ (усл.ед.)	0,371±0,031	0,343±0,046	0,321±0,024	0,284±0,037	0,248±0,022
ЛИИ (усл.ед.)	3,8±0,3	3,5±0,3	2,8±0,6	2,5±0,3	1,3±0,2
КФ(нмоль/с·л)	149,32±5,36	169,25±6,48	184,37±6,25	213,51±7,02	231,12±6,35

Из таблицы 3 видно, что показатели эндотоксикоза в контрольной группе больных улучшались медленно и восстанавливались лишь на 9-10 сутки. Уровень СММ в контрольной группе колебался от 0,371±0,031 усл.ед. при поступлении до 0,248±0,022 усл.ед. ($p<0,01$) к 9-10 послеоперационным суткам. ЛИИ снизился за тот же срок с 3,8±0,3 усл.ед. до 1,3±0,2 усл.ед. ($p<0,05$). Активность КФ с 149,32±5,36 нмоль/с·л возросла до своего максимума в 231,12±6,35 нмоль/с·л ($p<0,05$) только к 9-10 суткам.

Таблица 4 – Динамика показателей эндотоксикоза в основной группе больных

Показатели	Традиционное лечение + Озонотерапия (основная группа)				
	1 сутки	3 сутки	5 сутки	7 сутки	9-10 сутки
СММ (усл.ед.)	0,354±0,047	0,291±0,053	0,253±0,035	0,245±0,042	0,247±0,051
ЛИИ (усл.ед.)	3,8±0,4	2,7±0,1	1,5±0,5	1,2±0,2	1,3±0,3
КФ (нмоль/с·л)	154,42±4,21	193,58±4,23	227,86±8,37	214,57±6,26	167,25±7,32

В основной группе больных показатели интоксикационного синдрома изменялись более динамично. Из таблицы 4 видно, что уровень СММ в крови снизился с 0,354±0,047 усл.ед. в предоперационном периоде до 0,253±0,035 усл.ед. к 5 суткам после операции ($p<0,01$) и не повышался до выписки. ЛИИ снизился с 3,8±0,4 усл.ед. до 1,5±0,5 усл.ед. ($p<0,05$) за тот же период времени. Уровень активности КФ с 154,42±4,21 нмоль/с·л в начале лечения возрос до своего максимума также к 5 послеоперационным суткам (227,86±8,37 нмоль/с·л), затем начал медленно снижаться и на 9-10 сутки достиг отметки в 167,25±7,32 нмоль/с·л ($p<0,05$).

Состояния перекисного окисления липидов (ПОЛ) определяли по активности ферментов антиоксидантной системы – каталазы эритроцитов (КЭ), церулоплазмину плазмы крови (ЦП), а также по уровню малонового диальдегида (МДА) [3, с.12-15]. Результаты этих исследований отражены в таблицах 5 и 6.

Таблица 5 – Показатели ПОЛ в контрольной группе больных

Показатели	Традиционное лечение (контрольная группа)				
	1 сутки.	3 сутки.	5 сутки.	7 сутки.	9-10сутки.
МДА (мкмоль/л)	4,8±0,2	3,7±0,05	3,2±0,22	2,6±0,18	1,6±0,3
КЭ (ммоль/мин·л)	27,6±1,8	30,5±1,8	32,5±1,1	36,1±1,3	38,3±1,7
ЦП (мг/л)	278±8,3	335±7,3	362±12,2	386±11,7	391±7,4

Из таблицы 5 видно, что восстановление показателей ПОЛ в контрольной группе происходило лишь к моменту выписки больного из стационара, то есть к 10 суткам. Уровень МДА в 1 сутки составлял 4,8±0,2 мкмоль/л, под воздействием традиционного лечения к 9-10 суткам он приближался к нормальным величинам 1,6±0,3 мкмоль/л ($p<0,01$). Активность каталазы эритроцитов (КЭ) с 27,6±1,8 ммоль/мин·л увеличилась к концу 9-10 суток до 38,3±1,7 ммоль/мин·л ($p<0,05$). Концентрация церулоплазмину (ЦП) в сыворотке крови практически не изменялась и достигала максимальной активности к 9-10 суткам, доходя до 391±7,4 мг/л ($p<0,01$).

Таблица 6 – Показатели ПОЛ в основной группе больных

Показатели	Традиционное лечение + Озонотерапия (основная группа)				
	1 сутки.	3 сутки.	5 сутки.	7 сутки.	9-10сутки.
МДА (мкмоль/л)	4,6±0,1	3,6±0,07	2,8±0,4	1,7±0,11	1,1±0,07
КТЭ (ммоль/мин·л)	28,2±1,2	39,4±0,18	42,5±1,3	44,8±0,1	41,4±1,3
ЦП (мг/л)	286±7,5	342±12,4	387±8,4	401±11,2	410±8,5

Как видно из таблицы 6, показатели ПОЛ в основной группе восстанавливались к 5 суткам. Так, уровень МДА с $4,6 \pm 0,1$ мкмоль/л снизился до $1,1 \pm 0,07$ мкмоль/л ($p < 0,05$). КТЭ с $28,2 \pm 1,2$ ммоль/мин·л повысилась до $43,5 \pm 1,5$ ммоль/мин·л к 5 суткам ($p < 0,01$) и к 9-10 суткам оставалась на уровне $41,4 \pm 1,3$ ммоль/мин·л. Максимальная активность церулоплазмينا получена также на 5 сутки в размере $415 \pm 8,2$ мг/л. и к 9-10 суткам составила $410 \pm 8,5$ мг/л ($p < 0,01$).

В контрольной группе температура тела оставалась повышенной: при поступлении $38,7 \pm 0,7^\circ\text{C}$, к исходу первых суток после операции $38,4 \pm 0,6^\circ\text{C}$ ($p < 0,01$), в последующие 8-10 сутки снижалась медленно. ЧДД уменьшилась с $24,5 \pm 3,2$ в 1 мин в предоперационном периоде до $20,1 \pm 1,7$ в 1 мин. ($p < 0,05$) к 8-10 суткам после операции. Пульс уменьшался с $112,0 \pm 14,5$ в 1 мин. при поступлении до $87,5 \pm 7,9$ ударов в 1 мин. ($p < 0,05$) на 8-10 сутки послеоперационного периода. Длительность пребывания больных в стационаре равнялась $14,7 \pm 1,8$ дням.

В основной группе температура тела больных снизилась с $38,8 \pm 0,6^\circ\text{C}$ до $36,7 \pm 1,3^\circ\text{C}$ ($p < 0,01$) к 5-6 суткам и не повышалась до конца лечения. Частота дыхания уменьшилась с $23,0 \pm 2,6$ в 1 мин. при поступлении до $18,4 \pm 2,2$ к 5-6 суткам ($p < 0,05$). Пульс уменьшался со $116,2 \pm 13,1$ ударов в 1 мин. при поступлении до $82,4 \pm 5,6$ ударов в 1 мин. на 5-6 сутки ($p < 0,05$). Длительность пребывания больных в стационаре составила $11,3 \pm 1,2$ койко-дней. Соотношение койко-дней и динамика температуры тела у больных представлена на рисунке 7.

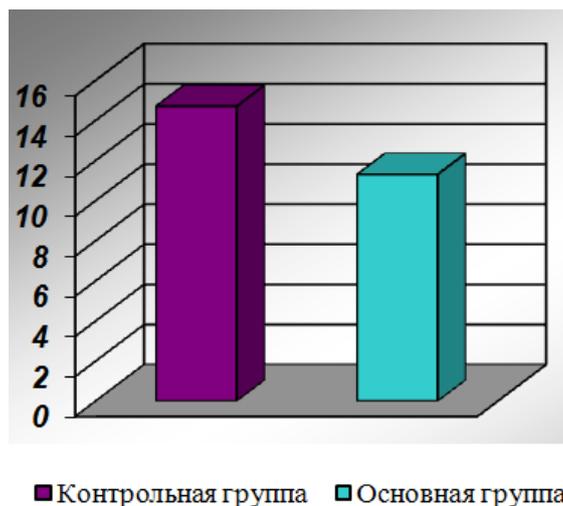


Рис. 7 – Койко-дни пребывания больных в стационаре

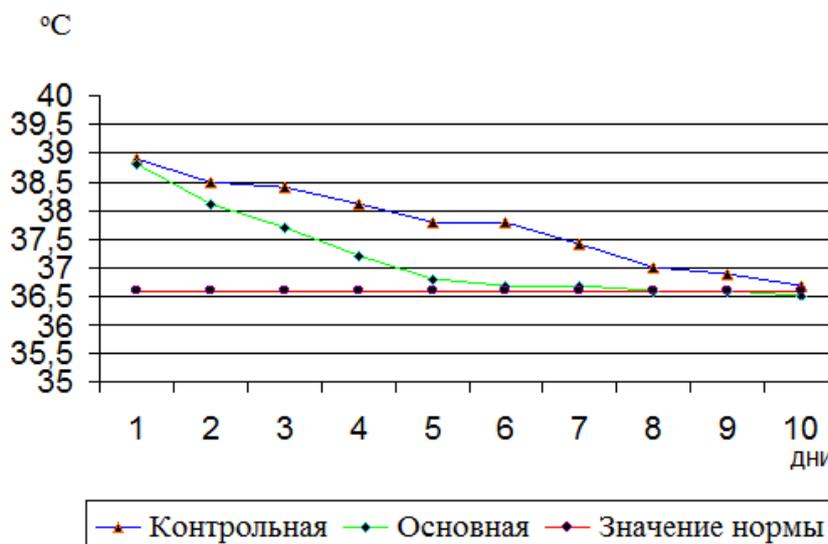


Рис. 8 – Динамика температуры тела

Таким образом, следует отметить, что применения озонированных растворов у больных с острой гнойной хирургической инфекцией приводило к более раннему улучшению общего состояния пациентов, уменьшению показателей интоксикационного синдрома, ускорению заживления гнойных ран и сокращению койко-дней.

Список литературы / References

1. Бабаев Х. Об эффективности использования озонотерапии при лечении гнойных ран мягких тканей / Х. Бабаев, Ш. Оразбаев // Молодой ученый. — 2011. — №9. — С. 235-241.
2. Дробушевская А.И. Оптимизация лечения инфекционных заболеваний мягких тканей на фоне сахарного диабета (экспериментально-клиническое исследование) : автореферат дисс...кандидата медицинских наук : 14.01.17 : защищена 21.05.13. : утверждена 15.11.13. / Дробушевская Анна Ивановна. – Красноярск, 2013. – 22 с.
3. Макаов А.Х. Медицинский озон в комплексном лечении острого перитонита : автореферат дисс...кандидата медицинских наук : 14.00.27 : защищена 21.05.04. : утверждена 14.11.04. / Макаов Амин Хаджи-Муратович. – Нальчик: КБГУ. – 2004. – с. 18.
4. Хараева З.Ф. Персистентный потенциал возбудителей хронического тонзиллита / Хараева З.Ф., Нагоева М.Х., Афашагова М.М. и др. // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – №2. – с. 124.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Babayev Kh. Ob jeffektivnosti ispol'zovanija ozonoterapii pri lechenii gnojnyh ran mjagkih tkanej [About the effectiveness of ozone therapy in the treatment of purulent wounds of soft tissues] / Babayev Kh., Orazbayev S. // Molodoy uchjonyj [The Young scientist]. — 2011. – No. 9. — P. 235-241. [in Russian]
2. Drobyshevskaya A. I. Optimizacija lechenija infekcionnyh zabojevanij mjagkih tkanej na fone saharного diabeta (jeksperimental'no-klinicheskoe issledovanije) [Optimize treatment of infectious diseases of the soft tissues in diabetes mellitus (experimental and clinical study)] : abstract of diss...of MD : 14.01.17. : defens of the thesis 21.05.13. : approved 15.11.13. / Drobyshevskaya Anna Ivanovna. – Krasnoyarsk, 2013. – 22 P. [in Russian]
3. Makaov A. H. Medicinskij ozon v kompleksnom lechenii ostrogo peritonita [Medical ozone in complex treatment of acute peritonitis] : abstract of diss...of MD : 14.00.27 : defens of the thesis 21.05.04. : approved 14.11.04. / Makaov Amin Hadzhi-Muratovich. – Nalchik: KBSU. – 2004. – 18 P. [in Russian]
4. Kharavaeva Z. F. Persistentnyj potencial vozбудitelej hronicheskogo tonzillita [Persistent potential pathogens of chronic tonsillitis] / Kharavaeva Z. F., Nagoeva M. H., Afashagova M. M. and others // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya [Modern problems of science and education]. – 2016. – No. 2. – P. 124. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.57.030>

Бухтияров И.В.¹, Ходжиев М.А.²

¹Доктор медицинских наук, профессор, ² кандидат медицинских наук
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Научно-исследовательский институт медицины труда»,

АДАПТАЦИИ ТРУДОВЫХ МИГРАНТОВ ИЗ ЮЖНЫХ РЕСПУБЛИК СРЕДНЕЙ АЗИИ

Аннотация

В представленной статье описываются результаты физиологических исследований девяти профессиональных групп мигрантов, прибывших из южных Республик Средней Азии в Московский регион РФ. Выявлены особенности регуляции вариабельности сердечного ритма у мигрантов в зависимости от величины мышечных нагрузок и нервно-эмоционального характера трудовой деятельности. Разработаны меры оптимизации процессов адаптации мигрантов с помощью организации рационального режима труда и отдыха, формирования здорового образа жизни, улучшения медицинского обслуживания.

Ключевые слова: мигранты, адаптация, вариабельность сердечного ритма, здоровый образ жизни.

Bukhtiyarov I.V.¹, Khodzhiev M.A.²

¹MD, professor, ²MD,

Federal State Budgetary Scientific Institution "Research Institute of Occupational Medicine"

ADAPTATION OF LABOR MIGRANTS FROM THE SOUTH ASIA REPUBLICS

Abstract

In this article the results of physiological researches of nine migrant professional groups who arrived from south Asia Republics to Moscow region are presented. It was proved that the migrants have the heart rate variability features which are depending on the muscular load and neuro-emotional kind of work. The measures of optimization of processes of adaptation of migrants are developed through the organization of a rational regime of work and rest, healthy lifestyle, improvement of medical care.

Keywords: migrants, adaptation, heart rate variability, training course.

Вопросы адаптации трудовых мигрантов из бывших Республик Средней Азии (Республики Таджикистан), к работе и проживанию в Москве и Московской области являются актуальными и требуют изучения. В настоящее время установлены биоэнергетические и хронофизиологические особенности адаптации человека к комплексу внешнесредовых факторов [1, С. 8]. Известны физиологические закономерности протекания постоянной переадаптации человека при «челночных» миграциях, а также реакции срочной и долговременной адаптации [1, С. 12]. Возникает необходимость получения физиологических знаний по проблеме адаптации работника к новым факторам трудового процесса (тяжести и напряженности труда), психосоциальным, климатогеографическим условиям. При этом напряжение регуляторных механизмов может оцениваться по реакциям сердечного ритма,

физиологическим изменениям показателей нервно-мышечного аппарата и системы кровообращения. Перенапряжение систем регуляции может привести к срыву адаптации с неадекватным изменением уровня функционирования основных систем организма, развитию нарушений здоровья, возникновению профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний [3, С. 58].

В свете сказанного актуальность исследований обусловлена с одной стороны практической значимостью изучения медико-биологических проблем оптимизации труда мигрантов. С другой стороны – теоретической важностью изучения физиологических механизмов регуляции функций и особенностей приспособительных реакций в зависимости от класса условий труда по показателям тяжести напряженности трудового процесса.

Цель исследования: физиологическое исследование напряжения регуляторных механизмов адаптации мигрантов к сочетанному воздействию факторов трудового процесса, разработка мер по физиолого-гигиенической оптимизации труда.

Материал и методы. Исследования проводились в производственных условиях на девяти профессиональных группах трудовых мигрантов: строители-арматурщики, строители-монтажники, метростроевцы-проходчики (строители метро при щитовом способе проходки), работники дорожной сети, рабочие плодоовощного склада, продавцы плодоовощного рынка, работники, занятые в социальной сфере (домработницы, сиделки, няни). Обследовано 207 трудовых мигрантов в возрасте 20-39 лет ($29,5 \pm 1,2$) со стажем работы от 1 до 3 и более лет.

Исследования включали профессиографический анализ трудовой деятельности с учетом степени тяжести (ТТ) и напряженности трудового процесса (НТ) в соответствии с Руководством Р 2.2.2006-05 [6, С.32]. Физиологические исследования включали определение показателей ручной и становой динамометрии, треморометрию, сравнительный анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) [4, С. 72], определение артериального давления (АД), частоты сердечных сокращений (ЧСС), индекса функциональных изменений системы кровообращения (ИФИ) [5, С. 7] по общепринятым методам. Для проведения физиологических исследований подбирались практически здоровые лица по данным предварительных медицинских осмотров Центра миграционной службы по г. Москве и Московской области. Полученные данные обработаны с применением пакета программ “STATISTICA 6.0”.

Результаты и их обсуждение. На основании изучения характера профессиональной деятельности работников физического и нервно-эмоционального трудового процесса были сформированы профессиональные группы в зависимости от степени вредности по показателям тяжести (ТТ) и напряженности труда (НТ). Систематизация полученных материалов позволила выделить несколько категорий трудовой деятельности, в которую вошли представители 2 допустимого и 3 классов вредности в соответствии с Р 2.2.2006-05. При этом были отнесены к 3-му классу 1-й степени - продавцы плодоовощного рынка, к 3-ему классу 2-й степени – строители монтажники, работники дорожной сети, домработницы, сиделки, няни; к 3-ему классу 3-й степени – строители-арматурщики, метростроевцы, работники плодоовощного склада.

Проведенная на основе производственных исследований профессиографическая характеристика труда строителей позволила отнести характер физических нагрузок к региональным и общим, оценить труд как тяжелый (класс 3.2-3.3 условий труда). Напряженность труда была обусловлена выраженными эмоциональными нагрузками и неблагоприятным режимом работы (длительный рабочий день, сменность работы), поскольку труд строителей относится к травмоопасным видам деятельности с высокой степенью риска для собственной жизни, особенно при работе на высоте (монтажники). Степень ответственности за безопасность других лиц определялась работой в бригаде и необходимостью скоординированных действий отдельных членов бригады, в ряде случаев имеющих низкий уровень профессионализма.

Для оценки функционального состояния организма мигрантов использован комплекс физиологических методов, позволяющий оценить состояние основных систем организма, в частности, нервно-мышечной. В динамике смены у арматурщиков отмечалось снижение динамометрических показателей, особенно отчетливо проявляющееся к концу работы. Так, если в первой половине смены, к обеденному перерыву, выносливость мышц кисти руки к статическому усилию снижалась на 11,2%, то к концу смены снижение выносливости было более значительным и достигало 28,5% ($p \leq 0,05$), максимальной мышечной работоспособности (ММР) 31,8% ($p \leq 0,05$). Одновременно со снижением динамометрических показателей резко (в 2,5 раза) увеличивался тремор рук. Так, если в начале смены число касаний за 30 секунд составляло $9,7 \pm 1,16$, то к концу работы оно достигало $29,8 \pm 2,13$ касаний, что свидетельствует об утомительности труда арматурщиков.

Принимая во внимание, что работа арматурщиков связана с нахождением часто в неудобных рабочих позах (до 50% времени смены) и характеризуется глубокими наклонами корпуса, было интересно проследить за изменением показателей динамометрии мышц, участвующих в поддержании рабочей позы. К концу работы отмечалось снижение силы на 15,9% ($p \leq 0,05$), выносливости на 25,6% ($p \leq 0,05$), а интегрального показателя ММР – на 37,9% ($p \leq 0,05$). Следовательно, можно заключить, что под влиянием работы у арматурщиков, в динамике смены развивается утомление нервно-мышечной системы организма работающих. Аналогичные изменения наблюдались у монтажников, но были выражены в меньшей степени.

У трудовых мигрантов динамика динамометрических показателей в течение смены и глубина физиологических сдвигов свидетельствуют о развитии напряжения и перенапряжения НМА рук и станových мышц. Первые признаки напряжения появляются уже через 4 часа после начала работы. К концу рабочего дня напряжение нервно-мышечного аппарата имеет выраженный характер, что позволяет охарактеризовать его как перенапряжение.

Результаты проведенных исследований вариабельности сердечного ритма (ВСР), выявили достоверные различия показателей стресс-индекса - SI, характеризующего степень напряжения регуляторных систем у работников различных профессиональных групп в зависимости от класса тяжести трудового процесса [2, С. 201]. Отмечалось возрастание его значений от $201,0 \pm 14,9$ усл.ед. при классе 3.1 (продавцы плодоовощного рынка) до $511,4 \pm 13,6$ (строители-арматурщики) и $611,9 \pm 25,7$ ус. ед. (метростроевцы-проходчики) при классе 3.3. По-видимому, наблюдалось увеличение активности центральных механизмов регуляции при подавлении автономного контура у

работников с классом тяжести труда 3.3, что указывает на напряжение физиологических резервов организма.

Подтверждением этого явилось значимое уменьшение суммарной variability кардиоинтервалов – SDNN у проходчиков Метростроя, тяжесть труда которых соответствовала 3 классу 3 степени вредности. С точки зрения теории Р.М. Баевского полученные материалы свидетельствуют о снижении активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. У продавцов рынка (класс ТТ 3.1) показатель SDNN был выше.

При анализе результатов исследований у работников с различным уровнем физических нагрузок достаточно информативным оказался индекс централизации – IC. Полученные результаты согласуются с изменениями показателя автокорреляционной функции – CCO и свидетельствуют о повышении центральных механизмов в регуляции сердечного ритма при высокой степени тяжести труда. Анализ частотных характеристик ВСР выявил у строителей и работников Мосметростроя выраженное увеличение мощности спектра очень низкочастотного компонента (VLF), при одновременном возрастании ЧСС (до 91,5 уд/мин), что свидетельствует о высоком уровне симпатической активации.

Показатель активности регуляторных систем (PARS) выявил достаточное напряжение процессов адаптации у трудовых мигрантов. Так, у женщин мигранток, занятых в социальной сфере, показатель колебался в пределах 4,0-5,8 усл. ед. Это указывает на формирование состояния выраженного напряжения регуляторных систем, которое связано с активной мобилизацией защитных механизмов, в том числе повышением активности симпатико-адреналового звена. Полученные значения PARS у работников Мосметростроя и строителей-монтажников (от 6,0 до 6,50 балла) позволили отнести функциональное состояние организма к состоянию перенапряжения регуляторных систем. Для этого состояния характерна недостаточность защитно-приспособительных механизмов, их неспособность обеспечить адекватную реакцию организма на воздействие факторов трудового процесса и производственной среды. В этом случае избыточная активация регуляторных систем не подкрепляется соответствующими функциональными резервами.

Полученные результаты исследований позволили обосновать определение стадий адаптационного процесса по результатам анализа взаимосвязи факторов трудового процесса и физиологических показателей (динамометрические показатели и вегетативного обеспечения организма). С помощью регрессионного анализа выведена формула для определения уровня напряжения адаптационных реакций организма человека: оптимальное, допустимое напряжение, перенапряжение (подготовлена заявка на изобретение).

На основании большого массива обследования рабочих различных отраслей, в том числе и строительной, была рассчитана вероятность развития случаев профессиональной патологии опорно-двигательного аппарата (ОДА) и периферической нервной системы (ПНС) в зависимости от уровней показателей тяжести трудового процесса. Установлено, что при тяжести трудового процесса 3 класса 2-3 степени вероятность развития патологии (ОДА) составляла 17,1-37,0 % случаев, что указывает на необходимость физиолого-гигиенической оптимизации труда.

По результатам определения стадии адаптационного процесса организма человека эффективны профилактические мероприятия по рациональной организации режима труда и отдыха, коррекции функционального состояния, улучшения медицинского обслуживания с проведением систематической диспансеризации, формированием культуры здорового образа жизни.

Таким образом, трудовая деятельность мигрантов, прибывших из южных Республик Средней Азии, протекает на фоне напряжения функциональных систем организма. В динамике рабочего дня у строителей при выраженной тяжести труда развивается существенное напряжение и перенапряжение нервно-мышечного аппарата мышц рук и становых мышц. Адаптационный синдром напряжения выражается в изменении variability сердечного ритма: различных уровнях стресс-индекса SI, обусловленных нервно-эмоциональными и физическими нагрузками; выраженном увеличении мощности спектра очень низкочастотного компонента (VLF) при одновременном возрастании ЧСС, что является показателем активности симпатического звена регуляции; определённых стадиях функционального состояния организма и степени адаптации по показателю активности регуляторных систем – PARS. Выявленное у мигрантов напряжение адаптационного процесса, обусловленное функциональной перестройкой физиологических регуляторных механизмов организма, требует оптимизации режима труда и отдыха, улучшения медицинского обслуживания с проведением систематической диспансеризации, формированием культуры здорового образа жизни.

Список литературы / References

1. Агаджанян Н. А., Шабатура Н. Н. Биоритмы, спорт, здоровье / Н. А. Агаджанян, Н. Н. Шабатура. – М.: Физкультура и спорт, 1989. – 208 с.
2. Агаджанян Н. А. Использование ВСР в оценке функционального состояния и поведения спортсменов высших достижений экстремальных видов спорта, направленное на совладение со стрессом / Н. А. Агаджанян, Т. В. Башкирева, А. В. Башкирева и др. // Сборник научных трудов VII Всероссийского симпозиума и V Школы-семинара с международным участием «Медленные колебательные процессы в организме человека. Теоретические и прикладные аспекты нелинейной динамики в физиологии и медицине». – Новокузнецк: Изд. Центр СибГИУ, 2015. – С. 200-204.
3. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии / Р. М. Баевский. – М.: Медицина, 1979. – 298 с.
4. Баевский Р.М. В помощь практическому врачу. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации) / Р. М. Баевский, Г. Г. Иванов, Л. В. Чирейкин и др. // Вестник аритмологии. – 2001. – № 24. – С. 65-87.
5. Бродягин Н. А. Оптимизация функционального состояния организма в физкультурно-оздоровительном центре промышленного предприятия. Методические рекомендации МЗ РФ /Н. А.Бродягин, С. С. Карпушин, А. П. Берсеньева и др. – М., 1988. – 23с.
6. Руководство Р 2.2.20006-05 Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2005. –142 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Agadzhanyan N. A., Shabatura N. N. Bioritmy, sport, zdorov'e [Biorhythms, sports, health] / N. A. Agadzhanyan, N. N. Shabatura. – М.: Fizkul'turai sport, 1989. – 208 p. [in Russian]
2. Agadzhanyan N. A. Ispol'zovanie VSR v otsenke funktsional'nogo sostoyaniya i povedeniya sportsmenov vysshikh dostizheniy ekstremal'nykh vidov sporta, napravlennoe na sovladenie so stressom [The use of HRV in the assessment of the functional state and behavior of athletes of the highest achievements of extreme sports, aimed at co-ownership with stress] / N. A. Agadzhanyan, T. V. Bashkireva, A. V. Bashkireva and others // Sbornik nauchnykh trudov VII Verossiyskogo simpoziuma i V Shkoly-seminara s mezhdunarodnym uchastiem «Medlennye kolebatel'nye protsessy v organizme cheloveka. Teoreticheskie i prikladnye aspekty nelineynoy dinamiki v fiziologii i meditsine» [Collection of research papers of VII all-Russian Symposium V School-seminar with international participation "Slow oscillatory processes in the human body. Theoretical and applied aspects of nonlinear dynamics in physiology and medicine"]. – Novokuznetsk: Izd. Tsentra SibGIU, 2015. – P. 200-204. [in Russian]
3. Baevskiy P. M. Prognozirovaniye sostoyaniy na grani normy i patologii [Prediction states on the verge of norm and pathology] / P. M. Baevskiy. – М.: Meditsina, 1979. – 298 p. [in Russian]
4. Baevskiy P. M. V pomoshch' prakticheskomu vrachu. Analiz variabel'nosti serdechnogo ritma pri ispol'zovanii razlichnykh elektrokardiograficheskikh sistem (metodicheskie rekomendatsii) [To help the practitioner. The analysis of heart rate variability using different electric cardiographic systems] / P. M. Baevskiy, G. G. Ivanov, L. V. Chireykini and others // Vestnik aritmologii [Bulletin of arrhythmology]. – 2001. – № 24. – P. 65-87. [in Russian]
5. Brodyagin N. A. Optimizatsiya funktsional'nogo sostoyaniya organizma v fizkul'turno-ozdorovitel'nom tsentre promyshlennogo predpriyatiya. Metodicheskie rekomendatsii MZ RF [Optimization of the functional state of the organism as a sports and wellness center for industrial enterprises: Methodical the recommendations of MoH of RF] / N. A. Brodyagin, S. S. Karpushin, A. P. Bersen'eva and others. – М., 1988. – 23 p. [in Russian]
6. Rukovodstvo R 2.2.20006-05 Rukovodstvo po gigienicheskoy otsenke faktorov rabochey sredy i trudovogo protsessa. Kriterii i klassifikatsiya usloviy truda [Manual P 2.2.20006-05 Guide hygienic assessment of factors of working environment and labor process. The criteria and classification of working conditions]. – М.: Federal'nyy tsentr gigeny i epidemiologii Rospotrebnadzora, 2005. – 142 p. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.57.068>Давлятшина Н.З.¹, Маянская С.Д.², Мухаметгалиева А.Р.³,
Кравцова О.А.⁴, Майкова Е.В.⁵¹ORCID:0000-0003-0265-1846, аспирант кафедры госпитальной терапии с курсом эндокринологии, ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ,²ORCID: 0000-0001-6701-5395, доктор медицинских наук, профессор кафедры госпитальной терапии с курсом эндокринологии ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет»

Министерства здравоохранения РФ,

³магистрант кафедры биохимии и биотехнологии,

ФГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет,

⁴кандидат биологических наук, доцент кафедры биохимии и биотехнологии,

ФГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет,

⁵кандидат биологических наук, ассистент кафедры биохимии и биотехнологии,

ФГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №16-34- 00737***ЭКСПРЕССИЯ ГЕНОВ ФЕРМЕНТОВ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ У ПАЦИЕНТОВ С АТЕРОСКЛЕРОЗОМ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ВЫРАЖЕННОСТИ****Аннотация**

Целью данного исследования явилась оценка уровня экспрессии генов, участвующих в активации антиоксидантной системы (АОС) эндотелиальных клеток - *SOD 1*, *SOD 2* и *GPX 1* в периферической крови и в атеросклеротических бляшках (АБ) у 127 пациентов с атеросклерозом разной степени выраженности. Всем пациентам проводился анализ экспрессии генов *SOD1*, *SOD2* и *GPX1* в периферической крови; в 1-й группе – дополнительно анализировалась экспрессия генов в АБ, изъятых в ходе оперативных вмешательств из сонных артерий. У 40 пациентов диагноз мультифокального атеросклероза (МФА) подтвержден клинико-диагностическими методами (1 группа); у 40 человек — ИБС, осложненная острым коронарным синдромом (ОКС) (2 группа) и у 38 чел. — без клинических признаков атеросклероза, но с наличием факторов риска (ФР) развития сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) (3 группа). Анализ экспрессии генов проводили относительно контрольной группы (9 чел.), куда вошли пациенты без признаков сердечно-сосудистой патологии. В нашем исследовании в группе больных с ОКС и МФА экспрессия генов *SOD 1* была снижена, что вероятно свидетельствовало об истощении эндогенного антиоксидантного потенциала в процессе развития осложнений атеросклеротического процесса. В группе пациентов с наличием ФР развития ССЗ наблюдается незначительная активация генов *SOD 1*. При анализе атеросклеротических бляшек экспрессия генов *SOD 1*, *GPX 1* методами ПЦР не выявлена.

Ключевые слова: антиоксидантная система, экспрессия генов *SOD 1*, *SOD 2*, *GPX 1*, мультифокальный атеросклероз, факторы риска, острый коронарный синдром.

Davlyatshina N.Z.¹, Mayanskaya S.D.², Muhametkalieva A.R.³,
Kravtsova O.A.⁴, Maykova E.B.⁵

¹ORCID: 0000-0003-0265-1846, postgraduate student, Kazan state medical University,

²ORCID: 0000-0001-6701-5395, MD, Professor, Kazan state medical University,

³undergraduate student of the Department of biochemistry and biotechnology, Kazan Federal University,

⁴PhD in Biology, associate professor, Department of biochemistry and biotechnology,
Kazan Federal University

⁵PhD in Biology, assistant of professor of the Department of biochemistry and biotechnology,
Kazan Federal University

The study was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research in the framework of the scientific project No. 16-34-00737.

EXPRESSION OF GENES OF ANTIOXIDANT BIOCATALYST SYSTEMS AMONG PATIENTS WITH ATHEROSCLEROSIS OF A VARYING SEVERITY

Abstract

The aim of this study was to evaluate the level of genes expression involved in the activation of endothelial cell antioxidant system (AOS) - SOD 1, SOD 2 and GPX 1 in peripheral blood and atheromatous plaque (AP) among 127 patients with atherosclerosis of varying severity. The expression of all patients were further analyzed - SOD1, SOD2 and GPX1 genes in peripheral blood. In the 1st group we have also analysed the expression of genes in AP, taken out during surgical interventions from carotid arteries. 40 patients had the diagnosis of multifocal atherosclerosis (MFA) which was confirmed by clinical diagnostic methods (group 1); 40 people had a coronary heart disease complicated by acute coronary syndrome (ACS) (group 2) and 38 people didn't have any clinical signs of atherosclerosis, but there were certain risk factors (RF) for the development of cardiovascular diseases (CVD) (group 3). Analysis of gene expression was performed with respect to the control group (9 patients), which included patients without signs of cardiovascular pathology. In our study, the expression of SOD 1 genes was reduced in the group of patients with ACS and MFA, which probably indicated the depletion of endogenous antioxidant potential in the process of complications development of the atherosclerotic process. We observed an insignificant activation of SOD 1 genes in the group of patients with the RF of CVD development. We did not reveal the expression of SOD 1, GPX 1 genes by PCR methods during the analysis of atherosclerotic plaques.

Keywords: antioxidant system, expression of SOD 1, SOD 2, GPX 1 genes, multifocal atherosclerosis, risk factors, acute coronary syndrome.

Введение. Многочисленные исследования показали, что изменение генной экспрессии играет важную патофизиологическую роль в развитии и прогрессировании сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ). Проблема атеросклероза (АС) является одной из самых актуальных в современной медицине в связи с его широкой распространенностью, продолжительностью латентного периода течения и выраженностью неблагоприятных исходов. Одним из структурных компонентов клетки являются липиды, которые очень легко поддаются окислению активными формами кислорода (АФК). В нормальных физиологических условиях небольшие количества кислорода постоянно конвертируются в супероксид-анионы, перекись водорода и гидроксильные радикалы. Избыточная продукция этих радикалов выступает в роли фактора повреждения, компенсаторным механизмом которого является эндогенная антиоксидантная система (АОС) организма. АОС человека – это система, блокирующая образование АФК [1]. Главный компонент этой системы – сеть ферментов АОС: супероксиддисмутаза (SOD), глутатионпероксидаза (GPX), каталаза (CAT) и параоксоназа (PON) [2]. При этом активность ферментов эволюционно и генетически запрограммирована для оптимизации баланса окислительных процессов и активности систем антиокислительной защиты. Нарушение баланса между про- и антиоксидантными системами организма приводит к развитию окислительного стресса, что в комплексе с наличием гиперлипидемии создает благоприятные условия для развития АС. С точки зрения физиологии гены АОС, в частности гены, кодирующие различные изоформы супероксиддисмутазы (SOD), каталазу и глутатионпероксидазу (GPX), выполняющие антиоксидантную функцию, могут иметь большое значение в формировании генетически детерминированной предрасположенности к различным клиническим формам АС (стенокардия, острый инфаркт миокарда (ИМ), мозговой инсульт). Тем не менее патогенетические факторы и механизмы дисрегуляции работы АОС при АС разной локализации еще недостаточно исследованы, а результаты исследований носят противоречивый характер. Таким образом, в настоящее время представляется актуальной комплексная оценка вклада генетических маркеров в изменение активности АОС у пациентов с проявлениями АС разной локализации и степени выраженности. Целью данного исследования явилась оценка уровня экспрессии генов, участвующих в активации АОС эндотелиальных клеток - SOD 1, SOD 2 и GPX 1 в периферической крови и в атеросклеротических бляшках (АБ) у пациентов с АС разной степени выраженности.

Материалы и методы исследования. Обследовали 127 человек, в возрасте от 30 до 75 лет, не состоящих в родстве и сопоставимых по социально – экономическому и этническому статусу. Включение больного в исследование осуществлялось после получения информированного согласия, в том числе на проведение – генетического тестирования. Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО КГМУ Министерства здравоохранения РФ. В зависимости от степени выраженности клинических и морфологических проявлений АС пациенты были разделены на 3 группы: 1) 40 пациентов, с подтвержденным клинико-диагностическими методами, диагнозом мультифокального атеросклероза (МФА); 2) группа больных с ИБС, осложненной острым коронарным синдромом (ОКС) (40 чел.); 3) пациенты без клинических признаков атеросклеротического поражения сосудов, но с наличием факторов риска (ФР) развития ССЗ (38 чел.). Группа контроля представлена популяционной выборкой из 9 человек (5 женщин и 4 мужчин), жителей г. Казани, без наследственной отягощенности, ФР и клинических проявлений ССЗ. Обследование контрольной группы включало: измерение АД, антропометрию (рост, вес), социально-демографические характеристики, опрос о курении, потреблении алкоголя (частота и типичная доза), уровне

физической активности, оценка липидного профиля (общий холестерин (ОХ), триглицериды (ТГ), липопротеиды низкой плотности (ЛПНП) и липопротеиды высокой плотности (ЛПВП). Всем пациентам проводился анализ экспрессии генов SOD1, SOD2 и GPX1 в периферической крови; в 1-й группе – дополнительно анализировалась экспрессия генов в АБ из сонных артерий, изъятых в ходе оперативных вмешательств. Критериями исключения служили: тяжелые сопутствующие заболевания, аутоиммунные болезни, диагностированные опухоли, психические заболевания, отказ от генетического тестирования. На каждого больного заполнялась специально разработанная клиническая карта.

Выделение тотального препарата РНК проводили из 100 мкл цельной крови, взятой с антикоагулянтом ЭДТА, с использованием TRIzol (Invitrogen, США) согласно инструкции фирмы-производителя. Количественную оценку выделенных образцов РНК проводили спектрофотометрическим методом на NanoPhotometer P360 (IMPLEN, Германия). Для синтеза кДНК проводили реакцию обратной транскрипции с использованием коммерческого набора MMLV RT kit (Евроген, Россия). Анализ экспрессии генов SOD1, SOD2 и GPX1 проводили методом ПЦР в реальном времени на амплификаторе CFX96 (BioRad, США) с использованием коммерческих наборов зондов и праймеров согласно протоколу фирмы-производителя (Applied Biosystems, США). В качестве референтного гена использовали ген бета-актина. Относительный уровень экспрессии генов (RQ) рассчитывали с использованием метода, предложенного Livak K. и Schmittgen T.[3]. Достоверность различий определялась с использованием непараметрического статистического критерия Стьюдента (t-теста), различия считались достоверными при $p < 0,05$. Статистический анализ данных проводили с применением стандартных программ Microsoft Excel, 2010.

Результаты и обсуждение. Группы обследованных пациентов были сопоставлены по основным демографическим, антропологическим показателям, наличию ФР АС, сопутствующей патологии, распространенности атеротромботических событий в анамнезе, данным лабораторного и инструментального обследования. Больные МФА, с поражением от трех сосудистых бассейнов и более составили группу 1. Среди них преобладали: 53,1 % — с перенесенными мозговыми инсультами, 27 % — с критическими стенозами артерий нижних конечностей, 48,7% — с хроническими формами ИБС. Среди больных с МФА преобладали мужчины (90 %). У всех больных с МФА изучалась частота основных сердечно-сосудистых ФР: артериальная гипертензия (АГ), курение, гиперхолестеринемия (ГХС) (общий холестерин $>5,5$ ммоль/л), отягощенная наследственность (по АГ, ИБС) и абдоминальное ожирение (АО) (табл. 1). Вторая группа была представлена пациентами, поступившими в отделение неотложной кардиологии с клиникой ИБС, осложненной ОКС, из них 24 человек (60 %) с подъемом и 16 человек (40 %) без подъема сегмента ST, имели также наличие всех основных сердечно-сосудистых ФР — АГ, АО и ГХС, курение. В этой группе пациентов гемодинамически значимых стенозов сонных и периферических артерий выявлено не было. В третьей группе были пациенты с ФР развития ССЗ, такими как, курение, дислипидемия, гипертриглицеридемия, АГ, ожирение, компенсированный сахарный диабет, гиподинамия. У 21 пациента наблюдалось до трех ФР развития ССЗ (55,3 %), больше трех ФР развития ССЗ — у 17 человек (44, 7 %).

Таблица 1 – Относительный уровень (RQ) экспрессии генов SOD1, SOD2 и GPX1

	SOD1		SOD2		GPX1	
	RQ*	p**	RQ	p	RQ	p
1 группа (МФА) кровь	0,0445	0,03	0,03945	0,009	0,31	0,004
2 группа (МФА) АБ	-	-	0,0033	0,0003	-	-
3 группа (ИБС, ОКС)	0,0037	0,005	0,092	0,03	0,206	0,017
4 группа (ФР)	0,208	0,103	3,28	0,24	0,303	0,02

Примечание: * – во сколько раз изменяется экспрессия целевых генов у исследуемых групп относительно контроля, взятого за 1; ** – уровень статистической значимости по сравнению с контролем

Как известно роль SOD заключается в ускорении реакции превращения токсичного для организма кислородного радикала – супероксида – в перекись водорода и молекулярный кислород. Наиболее значимы в развитии предрасположенности к атеросклерозу полиморфные варианты генов супероксиддисмутазы (SOD1, SOD2 и SOD3). SOD1 – локализуется в основном в цитозоле эритроцитов, межмембранном пространстве митохондрий, цитоплазме и ядре нервных клеток [4]. Изменение содержания SOD эритроцитов является важным фактором в развитии атеросклероза сосудов наряду с дислипидемией и другими факторами [5]. Согласно нашим данным, у пациентов с разной степенью выраженности АС показатели экспрессии гена SOD1 — были существенно ниже относительно контроля. В группе пациентов с наличием ФР развития ССЗ наблюдалась незначительная активация данного гена SOD 1, при этом в группе больных с ОКС экспрессия гена SOD1 была резко снижена, что, по-видимому, свидетельствует о

катастрофическом истощении системы АОС в условиях острого повреждения миокарда. При анализе АБ экспрессия данного рецептора методами ПЦР не выявлена (табл. 1).

Митохондриальная SOD 2 играет важную роль в ограничении окислительного стресса и дисмутирует супероксидные радикалы в перекись водорода, которая далее разлагается цитоплазматической каталазой, вследствие чего образуется вода [6]. SOD 2 локализована в митохондриях печени и миокарда эукариот, вблизи анионных каналов, состоит из четырёх субъединиц с молекулярной массой 20 000 Да каждая. Целый ряд исследований посвящён анализу экспрессии SOD 2. В одной из таких работ было показано, что сверхэкспрессия SOD2 защищает трансгенных мышей от развития ишемии головного мозга [7]. Кроме того, сверхэкспрессия SOD2 подавляет окисление ЛПНП в эндотелиальных клетках *in vitro* [8]. В нашем исследовании экспрессия гена SOD 2 наблюдалась во всех группах пациентов. При этом ее уровень был значительно выше в крови у пациентов с наличием ФР, таких как ожирение, дислипидемия, курение и АГ по сравнению с другими группами. При этом у пациентов с МФА в АБ и в периферической крови относительный уровень экспрессии гена SOD 2 имеет тенденцию к снижению, что, возможно, связано с постепенным снижением активности АОС в целом у пациентов с генерализованным АС (табл. 1)

GPX — семейство ферментов, защищающих организм от окислительного повреждения. Они осуществляют восстановление перекисей липидов в соответствующие спирты и восстановление пероксида водорода до воды. Существует несколько изоферментов, которые кодируются разными генами. Изоферменты отличаются по локализации в клетке и субстратной специфичности. GPX 1 — наиболее распространенная форма фермента, обнаружена в цитоплазме практически всех тканей млекопитающих, субстратом GPX 1 является пероксид водорода [9]. В ходе ряда исследований была выявлена сниженная активность фермента GPX 1 в плазме крови при сердечно-сосудистых заболеваниях разной этиологии. Результаты исследований последних лет показали, что носительство мутантного аллеля Т (генотипы ТТ и СТ) полиморфного варианта +593С/Т гена GPX 1 связано с повышенным риском развития сердечно-сосудистой патологии, в том числе ишемического инсульта и ишемии миокарда [10]. При анализе исследуемого гена, где регистрировалось достоверное снижение экспрессии гена GPX 1 во всех группах пациентов, причем наиболее значительное было у больных с ИБС, осложненной ОКС, что говорит о возможном истощении экспрессионной активности гена GPX 1 и, вероятно, может свидетельствовать об истощении антиоксидантного потенциала в процессе развития осложнений АС.

Заключение. Таким образом, исследование генов — регуляторов антиоксидантной системы представляется перспективным направлением и требует дальнейшего изучения. При этом, учитывая их определенную связь с различными проявлениями атеросклероза, оценка экспрессии генов, регулирующих разные эндогенные антиоксиданты, может иметь прогностическое значение и позволит решать вопросы профилактики и новых методов лечения.

Список литературы / References

1. Колесникова Л. И. и др. Вестник Военно-медицинской академии / Л.И. Колесникова, Н. А. Курашова, Л. А. Гребенкина // Вестник Академии военной медицины. — 2012. - № 3. — С. 134-137.
2. Колесникова Л. И. и др. Журнал акушерства и женских болезней / Л. И. Колесникова и др. // — Журнал акушерства и женских болезней. - 2008; LVII(1). — С. 52-56.
3. Livak, K. J. Analysis of Relative Gene Expression Data Using Real-Time Quantitative PCR and the 2- $\Delta\Delta$ Ct Method / K. J. Livak, T. D. Schmittgen // Methods. — 2001. — Vol. 25(4) — P. 402-408.
4. Chen Z. et al. Over expression of MnSOD protects against myocardial ischemia reperfusion reperussion injury in transgenic mice /Z. Chen, B. Siu, R. Vincent et al. // Mol. Cell Cardiol. — 1998. — Vol. 30. — P. 28–49
5. Zawadzka-Bartczak E. Activities of red blood cell anti-oxidative enzymes (SOD, GPx) and total anti-oxidative capacity of serum (TAS) in men with coronary atherosclerosis and in healthy pilots / Zawadzka-Bartczak // Med. Sci. Monit. — 2005. — Vol. 11, N 9. — P. 440–444.
6. Mollsten A. et al. The V16A polymorphism in SOD2 is associated with increased risk of diabetic nephropathy and cardiovascular disease in type 1 diabetes/ A. Mollsten, A. Jorsal, M. Lajer et al. // Springer-Verlag. — 2009. — Vol. 23. — P. 345.
7. Chen Z. et al. Over expression of MnSOD protects against myocardial ischemia reperfusion reperussion injury in transgenic mice / Z. Chen, B. Siu, R. Vincent et al. // Mol. Cell Cardiol. — 1998. — Vol. 30. — P. 28–49.
8. Roest M. et al. Genetic and environmental determinants of the PON-1 phenotype. /M.Roest, T.M. van Himbergen, A.B. Barendrecht et al // Eur J Clin Invest. — 2007. — Vol. 37 (3). — P. 87–196.
9. Arsova-Sarafinavska Z. et al. Glutathione peroxidase 1 (GPX1) genetic polymorphism, erythrocyte GPX activity, and prostate cancer risk. / Z. Arsova-Sarafinavska, N. Matevska, A. Eken et al. // Int. Urol. Nephrol. — 2009. — Vol. 41 (1). — P. 63–70.
10. Suzen H.S. et al. CAT C-262T and GPX1 Pro198Leu polymorphisms in a Turkish population. / H.S. Suzen, E. Gucyener, O. Sakalli et al. // Mol Biol Rep. — 2010. — Vol. 37 (1). - P. 87–92

Список литературы на английском языке / References in English

1. Kolesnikova L.I. et al. Vestnik voenno-meditsinskoi akademii [Vestnik voenno-meditsinskoi akademii] / L.I. Kolesnikova, N.A. Kurashova, L.A. Grebenkina // Vestnik voenno-meditsinskoi akademii [Bulletin of Academy of Military Medicine] — 2012. - № 3. — P. 134–137 [in Russian]
2. Kolesnikova L.I. et al. Zhurnal akusherstva i zhenskikh boleznei [Journal of obstetrics and women's diseases]/ L.I. Kolesnikova et al.// — Journal of obstetrics and women's diseases. - 2008; LVII(1). — P. 52–56. [in Russian]
3. Livak, K. J. Analysis of Relative Gene Expression Data Using Real-Time Quantitative PCR and the 2- $\Delta\Delta$ Ct Method / K. J. Livak, T. D. Schmittgen // Methods. — 2001. — Vol. 25(4) — P. 402-408.
4. Chen Z. et al. Over expression of MnSOD protects against myocardial ischemia reperfusion reperussion injury in transgenic mice /Z. Chen, B. Siu, R. Vincent et al. // Mol. Cell Cardiol. — 1998. — Vol. 30. — P. 28–49

5. Zawadzka-Bartczak E. Activities of red blood cell anti-oxidative enzymes (SOD, GPx) and total anti-oxidative capacity of serum (TAS) in men with coronary atherosclerosis and in healthy pilots / Zawadzka-Bartczak // Med. Sci. Monit. — 2005. — Vol. 11, N 9. — P. 440–444.
6. Mollsten A. et al. The V16A polymorphism in SOD2 is associated with increased risk of diabetic nephropathy and cardiovascular disease in type 1 diabetes/ A. Mollsten, A. Jorsal, M. Lajer et al. // Springer-Verlag. — 2009. — Vol. 23. — P. 345.
7. Chen Z. et al. Over expression of MnSOD protects against myocardial ischemia reperfusion reperfusion injury in transgenic mice / Z. Chen, B. Siu, R. Vincent et al. // Mol. Cell Cardiol. — 1998. — Vol. 30. — P. 28–49.
8. Roest M. et al. Genetic and environmental determinants of the PON-1 phenotype. /M.Roest, T.M. van Himbergen, A.B. Barendrecht et al // Eur J Clin Invest. — 2007. — Vol. 37 (3). — P. 87–196.
9. Arsova-Sarafinovska Z. et al. Glutathione peroxidase 1 (GPX1) genetic polymorphism, erythrocyte GPX activity, and prostate cancer risk. / Z. Arsova-Sarafinovska, N. Matevska, A. Eken et al. // Int. Urol. Nephrol. — 2009. — Vol. 41 (1). — P. 63–70.
10. Suzen H.S. et al. CAT C-262T and GPX1 Pro198Leu polymorphisms in a Turkish population. / H.S. Suzen, E. Gucyener, O. Sakalli et al. // Mol Biol Rep. — 2010. — Vol. 37 (1). — P. 87–92

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.57.124>

Дудник О.В.¹, Мамедов А.А.², Дыбов А. М.³, Харке В. В.⁴, Холмогорова П. В.⁵

¹Ассистент, ²Доктор медицинских наук, профессор, ³Кандидат медицинских наук, доцент,

⁴Кандидат медицинских наук, доцент, ⁵студент,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова

Министерства здравоохранения Российской Федерации

**АНТРОПОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЧЕЛЮСТЕЙ
С ПРИМЕНЕНИЕМ КРИТЕРИЕВ ОКОНЧАНИЯ ОРТОДОНТИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ (THE AMERICAN
BOARD OF ORTHODONTICS (ABO))**

Аннотация

Целью данного исследования было повышение эффективности ортодонтического лечения, путём применения на завершающем этапе антропометрической системы количественной оценки диагностических моделей. Было обследовано 32 пациента. Всем пациентам проводилось ортодонтическое лечение с использованием брекет-системы активного самолигирования техники прямой дуги, с применением на этапе юстировки антропометрической системы количественной оценки (The ABO Model Grading System). Оценки эффективности ортодонтического лечения по системе АБО на завершающих стадиях во второй группе были значительно ниже, чем в первой ($p = 0,002248$; $p=0,023431$, соответственно).

Ключевые слова: ортодонтическое лечение, диагностика, антропометрическое исследование, юстирование, центральная окклюзия, центральное положение

Dudnik O.V.¹, Mamedov A.A.², Dybov A.M.³, Kharke V.V.⁴, Kholmogorova P.V.⁵

¹Assistant, ²MD, Professor, ³MD, Associate Professor, ⁴MD, Associate Professor, ⁵student,

State Federal-Funded Educational Institution of Higher Professional Training I.M. Sechenov First Moscow State Medical
University of the Ministry of Health of the Russian Federation

**ANTHROPOMETRICAL RESEARCH OF DIAGNOSTIC MODELS OF JAWS WITH THE USE OF CRITERIA
OF THE END OF ORTHODONTIC TREATMENT (THE AMERICAN BOARD OF ORTHODONTICS (ABO))**

Abstract

The purpose of this investigation was to improve the efficiency of the final stage of orthodontic treatment. The study included 32 patients. All patients of orthodontic treatment was performed using a bracket system active self-ligation straight arc technique with step adjustment anthropometric quantitative evaluation system (The ABO Model Grading System). Estimates of the efficiency of orthodontic treatment on the ABO system in the late stages of adjustment the second group was significantly lower than in the first ($p = 0,002248$; $p=0,023431$, respectively).

Keywords: orthodontic treatment, diagnosis, anthropometric studies, adjustment, central occlusion, centric relation.

Introduction

The structural features of the dentition and bones a facial skull [2, P.114], [3,120] diagnostics and treatment of pathologies the dentofacial of anomalies are studied rather in detail, however a question of criteria of the end of orthodontic treatment remains poorly studied.

In 1972 Lawrence Andrews offered six keys of a normal occlusion which became one of postulates by which many orthodontists at the final stage of orthodontic treatment are guided [4, P.120].

Desire of the American society of orthodontists (American Board of Orthodontics became a starting point of studying of an optimum occlusion — ABO) to frame system of criteria for evaluation of complete results of treatment, by assessment of plaster models and orthopantomograms [1, P. 589]. At the moment this system has rather widespread use for the western colleagues [5, P.112], [6, P. 468], [7, P.32], [8, P.589] , [9, P. 381] and is a little coverage in our country .

The analysis the Russian literature shows that else it is necessary to solve a series of the tactical tasks devoted to this question.

Purpose

Improving the efficiency of orthodontic treatment, by use at the final stage of anthropometric system of quantitative assessment of diagnostic models.

Materials and methods

When performing a research 58 patients aged from 14 up to 35 years old with the diagnosis - dense position of teeth in the top and a mandible without disturbance of provision of gnathic bones were examined, of which 32 patients were included in medical group.

At selection in group the following criteria were used:

1. Age of patients of 14-35 years, period of a constant occlusion.
2. Patients at the orthodontist weren't treated earlier.
3. Dentoalveolar form an orthognathic occlusion.
4. Symmetric growth maxilla and mandible.
5. Dense position of teeth on maxilla and a mandible does not exceed 4 mm.
6. Lack of the impacted teeth according to an orthopantomography, except for the third molar teeth maxilla and a mandible.
7. Sanitized oral cavity. Safe anatomy of crowns of teeth.

Patients of medical group were divided into two groups of 16 people in everyone. In this case –in each group there was a peer number of men and women. To all patients orthodontic treatment with use of breket-system of an active self-ligation of the equipment of a direct arch, with use at a stage of an adjustment of anthropometric system of quantitative assessment (The ABO Model Grading System) developed by the American Society of Orthodontists (The American Board of Orthodontics) in 1999 was carried out.

Measurements were performed on the following indicators:

1. alignment of crowns of frontal teeth in the vestibulo-oral direction (fig. 1. a, b).

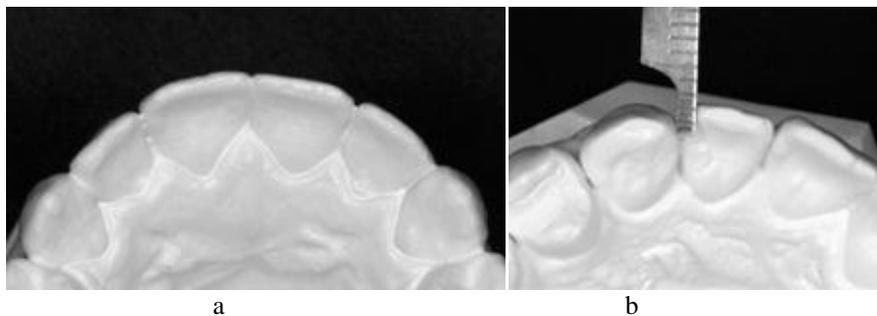


Fig. 1 – Alignment of crowns of frontal teeth in the vestibulo-oral direction (a), an aberration (b)

2. alignment of crowns of side teeth in the vestibulo-oral direction (fig. 2. a, b).

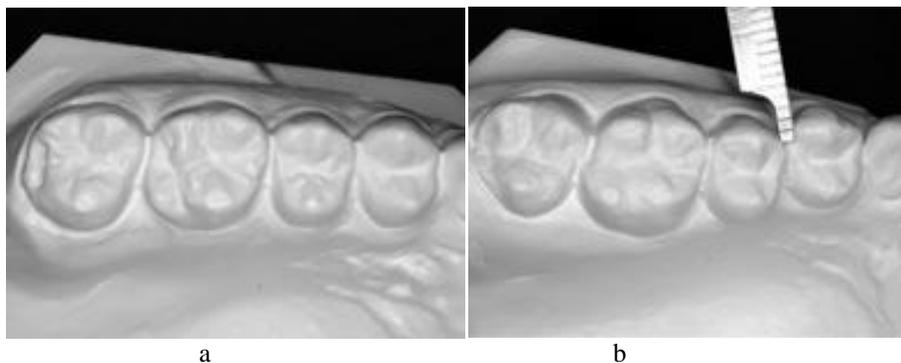


Fig. 2 – Alignment of crowns of side teeth in the vestibulo-oral direction (a), an aberration (b)

3. alignment of regional crests of side teeth in the vertical direction (fig. 3. a, b).

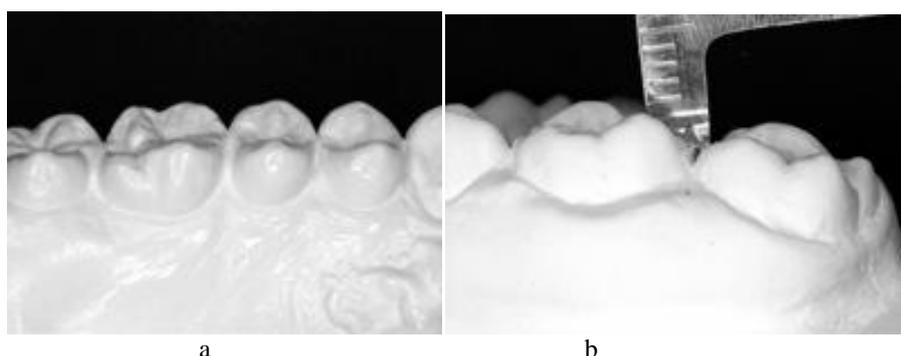


Fig. 3 – Alignment of regional crests of side teeth in the vertical direction (a), an aberration (b)

4. correct buccolingual inclination of side teeth (fig. 4. a, b).

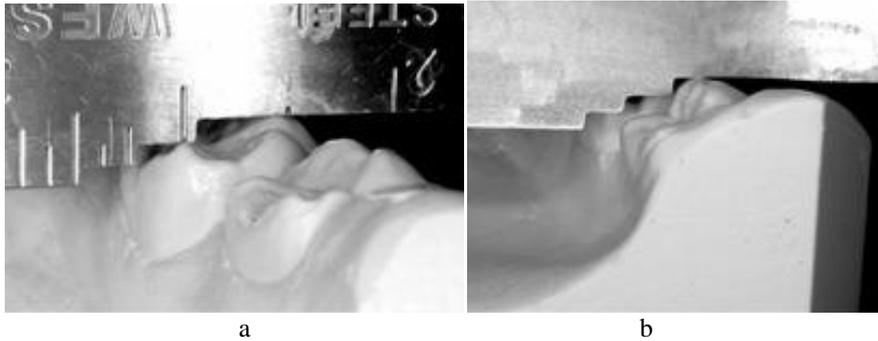


Fig. 4 – A correct buccolingual inclination of side teeth on the lower jaw (a), an aberration (b)

5. occlusal contacts in side departments (fig. 5 a, b).



Fig. 5 – A correct occlusal contacts in side departments

6. occlusal relationship in side departments (fig. 6 a, b).



Fig. 6 – A correct occlusal relationship in side departments (a), an aberration (b)

7. interproximal contacts (fig. 7 a, b).

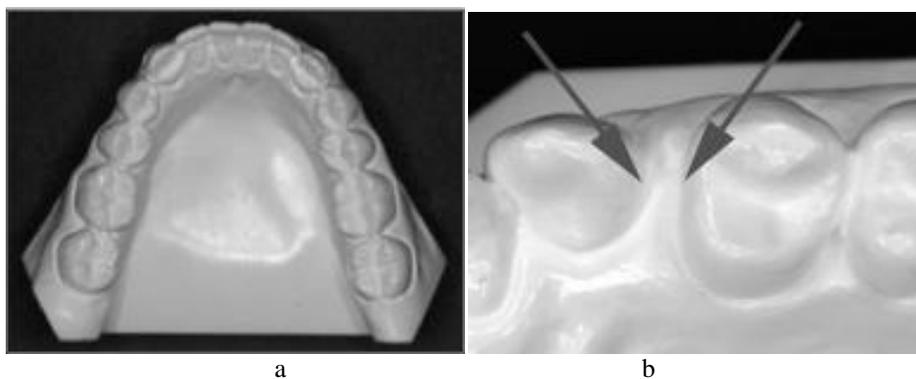


Fig. 7 – Correct interproximal contacts (a), an aberrations (b)

Besides, from archive of department of stomatology of children's age and orthodontics of the First MSMU of I. M. Sechenov 96 plaster models of the jaws made on the end of orthodontic treatment were studied.

According to the medical documentation in case of selection in group the following criteria were used:

1. Age of patients of 14-35 years, period of a fixed bite.
2. Dentoalveolar form of ortognaticheskoy occlusion.
3. Symmetric growth of the upper and lower jaw.

4. The dense provision of teeth on the upper and lower jaw doesn't exceed 4 mm.

5. Lack of the impacted teeth according to an orthopan-tomography except for the third painters of the upper and lower jaw.

Upon completion of the research 35 plaster models of jaws for anthropometrical studying using anthropometrical system of quantitative assessment of ABO were selected.

The Variation and the statistical handling are carried out by the methods, commonly accepted for medicobiological researches: calculation of arithmetic averages of sizes, an average square deviation, representativeness error for each parametes, comparison of the average sizes by criterion of U-Mann-Whitney and T-Wilcoxon with reliability of distinctions in case of ($p < 0,05$) by means of a software package of EXCEL 14.1.0 (Microsoft).

Results and their discussions

According to statistical handling, the researching groups at the beginning of the final stage of the treatment were uniformed in expressiveness of criteria of the ABO system.

When carrying out an anthropometrical research on the ABO system in 1 and 2 groups the following indicators of a percent age ratio of mistakes were revealed:

1. violation a provision of crowns of teeth in the vestibulo-oral direction (rotation) (93,75%)
2. violation of a ratio of regional crests of side teeth in the vertical direction (56,25%)
3. buccolingual inclination of side teeth (75%)
4. violation the oclusal of contacts in side departments (81,25%)

As showed on this research, the most amount of mistakes is are allowed in case of equalization of a provision of side group of teeth on the upper and lower jaw:

- equalization of longitudinal fissures of the first painters on the upper jaw (96%),
- equalization of longitudinal fissures of the second painters on the upper jaw (82%),
- equalization of longitudinal fissures of the first painters on the lower jaw (63%),
- equalization of longitudinal fissures of the second painters on the lower jaw (68%).

Also, when carry out the comparison of the received results for two researching groups with group of archive it was succeeded to reveal the following: the quantitative indices of criteria on the ABO system measured at patients of groups 1 and 2 at the initial stage of treatment were significantly more indicators received on diagnostic models of archive (tab. 1, 2).

Table 1 – Comparison of quantification of criteria of orthodontic treatment (ABO system) in group 1 and contemporary records at the beginning of the final stage of treatment

Criteria of ABO	Group 1		Archives		U-Mann Whitney	p-lever
	M	s	M	s		
Aligment of crowns of frontal teeth in the vestibulo - oral direction	2,375	0,619139	0,542857	0,560612	5,5	<0,001
Aligment of crowns of lateral teeth in the vestibulo-oral direction	3,34375	0,768521	1,557143	1,012941	41,5	<0,001
Equalization of marginal of crests of lateral teeth in the verical direction	1,65625	0,72385	0,428571	0,608069	60,5	0,000001
Correct bucco-lingual inclination of lateral teeth	2,125	0,903696	0,514286	0,612201	42	<0,001
Occlusal contacts in side departments	2,03125	0,991106	0,428571	0,708591	52,5	<0,01
Occlusal ratios in side departments	2,25	1,032796	0,642857	1,687198	70	0,000005
Interdental contacts	1,03125	1,175709	0,142857	0,355036	150	0,007590

Table 2 – Comparison of quantification of criteria of orthodontic treatment (ABO system) in group 2 and contemporary records at the beginning of the final stage of treatment

Criteria of ABO	Group 2		Archives		U-Mann Whitney	p-lever
	M	s	M	s		
Aligment of crowns of frontal teeth in the vestibulo – oral direction	2,40625	0,52341	0,542857	0,560612	4	<0,001
Aligment of crowns of lateral teeth in the vestibulo-oral direction	3,375	0,806226	1,557143	1,012941	41,5	<0,001
Aligment of marginal crests of lateral teeth in the vestibulo-oral direction	1,65625	0,72385	0,428571	0,608069	60,5	0,000001
Correct bucco-lingual inclination of lateral teeth	2,125	0,76385	0,514286	0,612201	35	<0,001
Occlusal contacts in side departments	2	0,774597	0,428571	0,708591	46	<0,001
Occlusal ratios in side departments	2,25	0,816497	0,642857	1,687198	70,5	0,000005
Interdental contacts	1,03125	0,921389	0,142857	0,355036	127,5	0,00147

The efficiency evaluation of orthodontic treatment on the ABO system which at the end of a stage of an adjustment shown that in both groups statistically significant decrease in quantitative indices of mistakes at the final stage of treatment (tab. 3, 4).

Table 3 – Quantification of criteria of orthodontic treatment (ABO system) in group 1 at the final stage of treatment

<i>Criteria of ABO</i>	<i>Beginning of a stage of an adjustment</i>		<i>Finish of a stage of an adjustment</i>		<i>T-Wilcoxon</i>	<i>p- lever</i>
	<i>M</i>	<i>s</i>	<i>M</i>	<i>s</i>		
Equalization of crowns of frontal teeth in the vestibulo-oral direction	2,375	0,619139	0,5	0,516398	<0,00001	0,000438
Equalization of crowns of lateral teeth in the vestibulo-oral direction	3,34375	0,768521	1,34375	0,831039	<0,00001	0,000438
Equalization of marginal crests of lateral teeth in the vertical direction	1,65625	0,72385	0,5	0,7302	<0,00001	0,000655
Correct bucco-lingual inclination of lateral teeth	2,125	0,903696	0,5625	0,629153	<0,00001	0,000438
Occlusal contacts in side departments	2,03125	0,991106	0,625	0,82664	<0,00001	0,000438
Occlusal ratios in side departments	2,25	1,032796	0,5625	0,981071	<0,00001	0,000438
Interdental contacts	1,03125	1,175709	0,25	0,447214	0,00001	0,007686

Table 4 – Quantification of criteria of orthodontic treatment (ABO system) in group 2 at the final stage of treatment

Criteria of ABO	Beginning of a stage of an adjustment		Finish of a stage of an adjustment		T-Wilcoxon	p-level
	M	s	M	s		
Equalization of crowns of frontal teeth in the vestibulo-oral direction	2,40625	0,52341	0,1875	0,359398	<0,00001	0,000438
Equalization of crowns of lateral teeth in the vestibulo-oral direction	3,375	0,806226	0,4375	0,512348	<0,00001	0,000438
Equalization of marginal crests of lateral teeth in the vertical direction	1,65635	0,72385	0,34375	0,507239	<0,00001	0,000655
Correct bucco-lingual inclination of lateral teeth	2,125	0,763763	0,03125	0,125000	<0,00001	0,000438
Occlusal contacts in side departments	2	0,774597	0,3125	0,478714	<0,00001	0,001474
Occlusal ratios in side departments	2,25	0,816497	0,03125	0,125000	<0,00001	0,000438
Interdental contacts	1,03125	0,921389	0,000000	0,000000	<0,00001	0,5062

However, it should be noted, at the end of the final stage of treatment an error of equalization of crowns of side teeth in the vestibulo-oral direction and a correctness of a buccolingual inclination of side teeth in group 2 were significantly lower in comparison with group 1 ($p=0,002248$; $p=0,023431$, respectively). Thus, in the 2nd group in the course of treatment of an error of equalization of crowns of side teeth in the vestibulo-oral direction and a correctness of a buccolingual inclination of side teeth decreased significantly more intensively in comparison with group 1 (fig. 8, 9) that can be regarded as an indicator of bigger efficiency of treatment in the 2nd group.

Also, when carry out the comparison of the received results of two studied groups with group of archive it was succeeded to reveal the followed, quantitative indices of criteria on the ABO system measured at patients of groups 1 and 2 at the initial stage of treatment there were significantly more indicators received on diagnostic models. However, at the end of the final stage of treatment the most of the part of indicators in both groups significantly didn't differ from data of group of archive. Distinctions were observed only in an error of alignment of crowns of side teeth in the vestibulo-oral direction and a correct buccolingual inclination of side teeth which in group 2 were significantly below similar indicators of group of archive (fig. 10).

Conclusion

Thus, the application of the final stage anthropometric system quantify ABO followed over fixing incorrectly positioned brackets by indirect bonding, will provide decreasing the chance of emergence occlusion interference and will achieve accurate results of orthodontic treatment.

Список литературы / References

1. Хватова В.А. Функциональная диагностика и лечение в стоматологии / В.А. Хватова. – М.: Медицинская книга, 2007. – 294 с.
2. Хорошилкина Ф.Я. Ортодонтия. Профилактика и лечение функциональных, морфологических и эстетических нарушений в зубочелюстно-лицевой области / Ф.Я. Хорошилкина, Л. С. Персин, В.П. Окушко-Калашникова. – Москва, 2005. – 460 с.
3. Andrews L.F. Straight wire: the concepts and appliance / L.F. Andrews. - LA Wells, 1989. – 120 p.
4. Casco J.S. American Board of Orthodontics Objective grading system for dental casts and panoramic radiographs / J.S. Casco, J.L. Vaden, V.G. Kokich and others // Am J Orthod Dentofacial Orthop. -1998. - P. 589-599.
5. Okeson J. The management of temporomandibular disorders and occlusion / J. Okeson. - Mosby, 2007. - 565 p.
6. Pulfer R.M., Drake C.T., Maupome G. The association of malocclusion complexity and orthodontic treatment outcomes / R.M. Pulfer, C.T. Drake, G. Maupome // Angle Orthod. - 2009. – P. 468-472.
7. Roth R.H. Functional occlusion for the orthodontist / R.H. Roth // part I. J. Clin. Orthod. -1981. - Vol. 15. - P. 32-51.
8. Zhang M., McGrath C., Hagg U. The impact of malocclusion and its treatment on quality of life: a literature review / M. Zhang, C. McGrath, U. Hagg // Int J paediatr Dent. - 2006. – Vol. 16 (6). - P. 381-387.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Hvatova V.A. Funkcional'naya diagnostika i lechenie v stomatologii [Functional diagnostics and treatment in dentistry] / V.A. Hvatova. – М.: Medicinskaya kniga [Medical book], 2007. - 294 p. [in Russian]
2. Horoshilkina F.YA. Ortodontiya. Profilaktika i lechenie funkcional'nyh, morfologicheskikh i ehsteticheskikh narushenij v zubochelestno-licevoj oblasti [Orthodontia. Prophylaxis and treatment of functional morphological and esthetic disturbances in dentoalveolar and facial area] / F.YA. Horoshilkina, L. S. Persin, V.P. Okushko-Kalashnikova. - Moskva [Moscow], 2005. – 460 p. [in Russian]
3. Andrews L.F. Straight wire: the concepts and appliance / L.F. Andrews. - LA Wells, 1989. – 120 p.
4. Casco J.S. American Board of Orthodontics Objective grading system for dental casts and panoramic radiographs / J.S. Casco, J.L. Vaden, V.G. Kokich and others // Am J Orthod Dentofacial Orthop. -1998. - P. 589-599.
5. Okeson J. The management of temporomandibular disorders and occlusion / J. Okeson. - Mosby, 2007. - 565 p.
6. Pulfer R.M., Drake C.T., Maupome G. The association of malocclusion complexity and orthodontic treatment outcomes / R.M. Pulfer, C.T. Drake, G. Maupome // Angle Orthod. - 2009. – P. 468-472.
7. Roth R.H. Functional occlusion for the orthodontist / R.H. Roth // part I. J. Clin. Orthod. -1981. - Vol. 15. - P. 32-51.
8. Zhang M., McGrath C., Hagg U. The impact of malocclusion and its treatment on quality of life: a literature review / M. Zhang, C. McGrath, U. Hagg // Int J paediatr Dent. - 2006. – Vol. 16 (6). - P. 381-387.



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.2017.57.089>Конеv С.С.¹, Романенко И.П.², Гандылян К.С.³^{1,2}Аспирант кафедры хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии,³доктор медицинский наук, доцент, ФГБУ ВПО Ставропольский государственный медицинский университет**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИММУНОКОРРЕГИРУЮЩЕЙ ТЕРАПИИ У ПАЦИЕНТОВ С ОДОНТОГЕННЫМИ ФЛЕГМОНАМИ ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ****Аннотация**

Современное состояние неспецифической реактивности, в том числе клеточного и гуморального иммунитета, без контрольного применения антибиотиков в течение жизни приводит к проблемам, приводящие к ухудшению иммунной реактивности организма и как следствие этого к неблагоприятному прогнозу заболевания. Обследовано 56 пациентов с одонтогенной флегмоной челюстно-лицевой области. Были составлены 2 группы. В первой группе были больные, которым проводилась стандартная терапия, во второй группе к стандартной терапии был включен иммуномодулятор Полиоксидоний. Оценивались интерлейкины 1, 6, ФНО-α. Оценивались такие показатели, как общее состояние больного, болевой синдром, уменьшение экссудата и очищение раны, грануляция, рассасывание инфильтрата и краевая эпителизация, время госпитализации. Проведенное исследование указывает на высокую эффективность использования препарата полиоксидоний при включении его в комплексное лечение больных с одонтогенными флегмонами челюстно-лицевой области, приводя к наиболее быстрому благоприятному клиническому исходу заболевания, сокращая тем самым сроки госпитализации при данной патологии.

Ключевые слова: флегмона, одонтогенное воспалительное заболевание, иммунитет, полиоксидоний.

Konev S.S.¹, Romanenko I.P.², Gandylyan K.S.³^{1,2}Postgraduate student, Department of Surgical Dentistry and Maxillofacial Surgery, ³MD, associate professor, Stavropol State Medical University**USE OF IMMUNOCORRECTING THERAPY IN PATIENTS WITH ODONTOGENIC PHLEGMONS IN MAXILLOFACIAL AREA****Abstract**

The current state of the non-specific reactivity, including cellular and humoral immunity, the uncontrolled use of antibiotics during the life time leads to a number of problems, resulting in the deterioration of the immune reactivity of a body and as a result to a poor prognosis of the disease. 56 patients with odontogenic phlegmon in maxillofacial area were examined in the work, they were split into 2 groups. The first group included patients who were treated with a standard therapy, and the second group included those who received immunomodulator polyoxidonium in addition to standard therapy. Interleukins 1, 6, and TNF were evaluated. Authors estimated such factors as the patient's general condition, pain, reduction of suppuration and cleaning of wounds, granulation, dispersion of infiltration, peripheral epithelialization and the time of hospitalization. The performed research shows the high efficiency of polyoxidonium when it is included in the complex treatment of patients with odontogenic phlegmon of the maxillofacial area, which led to a more rapid favorable clinical outcome of the disease, thereby reducing the duration of hospitalization of this pathology.

Keywords: phlegmon, odontogenic inflammatory disease, immunity, polyoxidonium.

Введение. В настоящее время существует проблема, связанная со снижением иммунитета и реактивности организма при воздействии внешнего воспалительного агента, что в большинстве случаев приводит к осложнениям воспалительного процесса [3, С. 94], [5, С. 5]. Данное обстоятельство формирует вялотекущее течение клинко-иммунологического процесса, что неизбежно приводит к трудностям ранней диагностики и терапии [1, С. 133], [2, С. 15], [8, С. 23]. Аутоиммунная агрессия является универсальной реакцией на формировании неспецифического воспаления, а с нарушением выработки противовоспалительных цитокинов (ПВЦ) воспалительная реакция начинает формировать хроническое, вялотекущее течение заболевания, приводя к удлинению сроков выздоровления [6, С. 23], [7, С. 17] и как следствие этого приводя к распространению и массивному повреждению тканей челюстно-лицевой области (ЧЛО) [2, С. 17], [4, С. 219]. Данное обстоятельство диктует направление, основой которого становится дальнейшее исследование иммунного ответа с его последующей регуляцией у больных с одонтогенными воспалительными заболеваниями ЧЛО.

Цель исследования. Исследовать влияние иммуномодулирующей терапии на течение одонтогенных флегмон ЧЛО для оптимизации проводимой комплексной терапии.

Материалы и методы исследования. В условиях стационара отделении челюстно-лицевой хирургии ГКБ СМП г. Ставрополя нами было обследовано 56 пациентов с одонтогенной флегмоной (ЧЛО). Средний возраст пациентов составил 45,71±4,32 лет, среди которых было 32 мужчины (57,1%) и 24 женщины (42,9%). Исследование проводилось с февраля 2015 года по июнь 2016 года.

Группу включения в исследование вошли больные, у которых было диагностировано наличие острого течения одонтогенного воспалительного процесса ЧЛО в виде острой флегмоны. Сопоставлялись 2 клинические группы, где основную (первую) группу составили больные, которым наряду с традиционной, стандартной терапией, было дополнительно использовано семь внутримышечных инъекций фармакологического препарата «Полиоксидоний». Доза препарата составила 6 мг. Инъекции препарата после оперативного вмешательства были назначены на 1-й, 2-й, 4-й, 6-й, и 8-й 10-й и 12-й день. Данная группа состояла из 28 пациентов, из которых 15 (53,6%) составили мужчины и 13 (42,4%) женщин. Во (второй) группе было 28 пациентов, среди которых 16 (57,1%) мужчин и 12 (42,9%) женщин. В данной группе проводилась стандартная, комплексная терапия ООВЗ. Воспалительный процесс во всех случаях носил характер умеренно выраженных общих и местных воспалительных и клинических проявлений. Общее состояние пациентов во всех случаях расценивалось как средней степени тяжести. На рисунке 1 представлено сопоставимость мужчин и женщин в исследуемых группах.

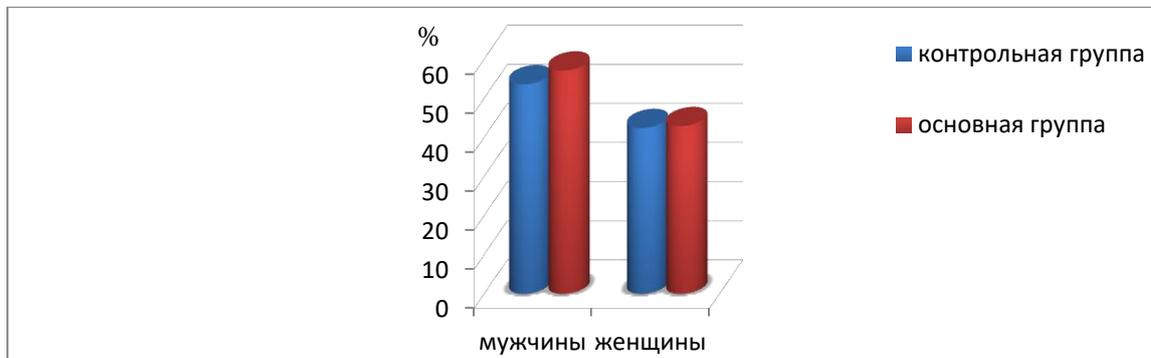


Рис. 1 – Количество мужчин и женщин в группе контроля и основной группы в процентах

Цитокиновая регуляция иммунного ответа является универсальной реакцией неспецифического иммунного ответа. В этой связи исследовался уровень интерлейкина - 1 (ИЛ - 1), специфичность которого определяется в различных защитных механизмах иммунного ответа, который активируется при его нарушении. Следует уточнить, что ИЛ-1 является локальным медиатором воспалительного процесса. При возрастании концентрации ИЛ-1, его специфика приводит к возникновению многих системных реакций. Этот фактор делает его центральным медиатором ответной реакции острой фазы иммунного воспаления. На ряду с ИЛ - 1, нами исследовалась концентрация уровня интерлейкина - 6 (ИЛ - 6). Этот цитокин, в большей мере, при повышенной концентрации способен стимулирует гепатоциты, конечной фазой которого является стимуляция синтеза белков острой фазы воспаления. Этот цитокин приводит к хронизации воспалительного процесса и переводит острые состояния процесса в хроническую форму. Оценивалась концентрация фактора некроза опухоли альфа (ФНО - α), который аналогично ИЛ - 1 и ИЛ - 6 участвует в реакциях неспецифического иммунного воспаления.

Исследования интерлейкинов ИЛ - 1, ИЛ - 6 и ФНО - α проводились по стандартной методике с помощью твердофазного иммуоферментного анализа (ИФА) в сыворотке крови и слюне, реагенты компании ЗАО «Вектор-Бест». Базовыми критериями в диагностике гиперергии нами принимались в виде клинико-воспалительных признаков формирования ООВЗ, основа которых составило 1) острое начало заболевания, 2) симптомы распространенного инфекционно-воспалительного процесса, 3) наличие признаков эндогенной интоксикации, 4) функциональная активность лейкоцитов, как одного из объективных лабораторного фактора воспаления. Статистический анализ проводился с использованием стандартных статистических компьютерных программ SPSS 21.

Результаты исследования и их обсуждение. Клиническое течение ООВЗ в основной группе пациентов в дебюте заболевания было представлено появлением первых признаков болевых ощущений с локализацией в области “причинного” зуба. Средняя продолжительность до момента госпитализации больного составило $6,1 \pm 1,8$ дней от первых симптомов воспаления. Наличие ООВЗ имели несколько пространственных очагов заболевания, которые локализовались в основном в 2 - 3 клетчаточных пространствах. Наличие клинических признаков в виде отека мягких тканей составило $4,3 \pm 1,3$ дня от начала заболевания. Температурная парадигма заболевания в догоспитальном периоде у всех больных колебалась в пределах $38,1 \pm 0,15^\circ \text{C}$. Следует отметить, что в подавляющем большинстве “причинным” зубом, способствующим развитию ООВЗ явился второй моляр нижней челюсти (4.7 реже 3.7 зуб). Было отмечено, что только у 3 пациентов “причинным” зубом стал 3.8 зуб, а в 2 случаях - 1.6 зуб. Клинико-воспалительные изменения объективного осмотра и лабораторных данных 2 группы носили аналогичный характер.

Лабораторный анализ концентрации интерлейкинов установил, что в дебюте заболевания до проводимой терапии у пациентов обеих групп содержание уровня ИЛ - 1 был снижен, в то время как концентрация ИЛ - 6 и ФНО - α оставались в пределах нормы. Снижение концентрации в динамике ИЛ - 1 в сыворотке крови у больных 1 группы на этапе проводимой терапии наблюдалось за весь период проводимой терапии. У пациентов 2 группы в период с 3 дня было зафиксировано повышение ИЛ - 1 с нормализацией к 7 - 9 суткам. Концентрация ИЛ - 1 на фоне применения Полиоксидония в среднем составила - $92,19 \pm 3,89$ пг/мл. В группе со стандартной терапией концентрация ИЛ - 1 составила $72,87 \pm 2,31$ пг/мл. Концентрация вне инфекционного процесса составляет - $93,6 \pm 9,31$ пг/мл.

Концентрация ИЛ - 6 в 1 группе на протяжении проводимой терапии в динамике не менялась и оставалась повышенной. Отмечено, что у пациентов со стандартной терапией (2 группа) концентрация ИЛ - 6 снижалась к 3 дню проводимой терапии с нормализацией к 7 - 9 дню составляя $38,9 \pm 8,1$ пг/мл. В 1 группе концентрация составила $26,28 \pm 0,95$ пг/мл. (значения в норме $22,1 \pm 3,98$ пг/мл.). Изменений показателей концентрации ФНО - α статистически достоверных значений в сыворотке крови в обеих клинических группах нами отмечено не было. Графически это представлено на рисунке 2.

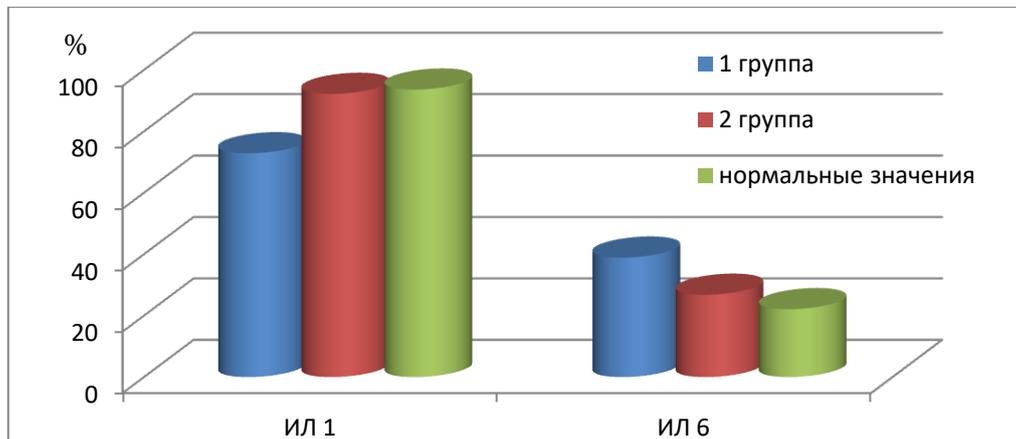


Рис. 2 – Показатели ИЛ - 1, ИЛ - 2 в группах обследования относительно показателей нормы (пг/мл)

На всем протяжении проводимой терапии в первой группе пациентов уровень концентрации цитокинов ИЛ - 1, ИЛ - 6, ФНО - α в слюне была повышена. Обратило на себя внимание, что содержание концентрации ИЛ - 1 уменьшалось от начала проводимой терапии к 7 дню.

Результаты исследования указывают, что после недели от начала проводимого лечения имелась тенденция, указывающая на сохранение высокой напряженности иммунитета в группе пациентов с использованием иммунокорректора (Полиоксидоний). Так как синтез цитокинов в слюне осуществляется в основном клетками врожденного иммунитета, а использование иммуномодулятора приводит к снижению активности синтеза цитокинов на завершающем этапе наблюдения, данное обстоятельство может быть обусловлено снижением аутоантигенной агрессией на проводимую терапию у пациентов этой группы, что следует расценивать, как положительный эффект санацию очага воспаления.

Заключение. Проведенное исследование указывает на высокую эффективность использования препарата полиоксидоний при включении его в комплексное лечение больных с одонтогенными флегмонами ЧЛЮ, приводя к наиболее быстрому благоприятному клиническому исходу заболевания, сокращая тем самым сроки госпитализации при данной патологии, тем самым оптимизируя проводимую терапию.

Список литературы / References

1. Адамов А. К. Иммуотропная система организма и иммунитет / А. К. Адамов. - Саратов, 2011. - 258 с.
2. Гандылян К.С. Течение различных клинических форм острых одонтогенных воспалительных заболеваний / К.С. Гандылян, С.М. Карпов, И.С. Романенко, Е.Н. Карпова, А.В. Баландина // Клиническая неврология. - 2015. - № 3. - С. 13-17.
3. Гумилевская О. П. Способность лимфоцитов периферической крови больных поллинозом секвенировать ИЛ-4 и IFN γ при поликлональной стимуляции / О. П. Гумилевская, Б. Ю. Гумилевский, Ю. В. Антонов // Цитокины и воспаление. - 2002. - № 2. - С. 94.
4. Ивенский В.Н. Стомалгия. Этиология, клиника, лечение / В.Н. Ивенский, Н.И. Ивенский, С.М. Карпов, А.В. Ярошкевич, С.Н. Кражан // В сборнике: Актуальные вопросы клинической стоматологии, Ставрополь, - 2014. - С. 217-220.
5. Карпов С.М. Иммунологическая реактивность у больных с острыми одонтогенными воспалительными заболеваниями / С.М. Карпов, Е.М. Мосиенко // Клиническая неврология. - 2009. - № 2. - С. 3-5.
6. Караков К.Г. Тактика стоматолога при вторичных иммунодефицитах / К.Г. Караков, К.С. Гандылян, С.М. Карпов, И.В. Кошель, Е.В. Елисеева // - Ереван. - 2015.
7. Карпов С.М. Показатели временной нетрудоспособности у больных с одонтогенными воспалительными заболеваниями / С.М. Карпов, Е.М. Мосиенко // Вестник Медицинского стоматологического института. - 2009. - №1. - С. 15-17.
8. Сербин А. С. Медицинский алфавит / А. С. Сербин, Е. В. Фомичев, Н. О. Зуева, К. А. Алешанов // Стоматология. - 2015. - № 3. - С. 22-23.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Adamov A. K. Immunotropnaja sistema organizma i immunitet [Immunotropic system of the body and the immune system] / A. K. Adamov // - Saratov, - 2011. P. 258. [in Russian]
2. Gandylyan K.S. Techenie razlichnyh klinicheskikh form ostryh odontogennyh vospalitel'nyh zabolevanij [The flow of different clinical forms of acute odontogenic inflammatory diseases] / K.S. Gandylyan, S.M. Karpov, I.S. Romanenko, E.N. Karpova, A.V. Balandina // Klinicheskaja nevrologija [Clinical Neurology]. - 2015. - № 3. - P. 13-17. [in Russian]
3. Gumilevskaja O. P. Sposobnost' limfocitov perifericheskoj krovi bol'nyh pollinozom sekvenirovat' IL-4 i IFN γ pri poliklonal'noj stimuljaccii [The ability of peripheral blood lymphocytes of patients with hay fever sequenced IL-4 and IFN γ during polyclonal stimulation] / O. P. Gumilevskaja, B. Ju. Gumilevskij, Ju. V. Antonov // Citokiny i vospalenie [Cytokines and Inflammation]. - 2002. - № 2. - P. 94. [in Russian]
4. Ivenskij V.N. Stomalgija. Jetiologija, klinika, lechenie [The etiology, clinical features, treatment] / V.N. Ivenskij, N.I. Ivenskij, S.M. Karpov, A.V. Jaroshkevich, S.N. Krazhan // V sbornike: Aktual'nye voprosy klinicheskoi stomatologii, Stavropol' [In: Topical issues of clinical dentistry, Stavropol]. - 2014. - P. 217-220. [in Russian]

5. Karpov S.M. Immunologicheskaja reaktivnost' u bol'nyh s ostrymi odontogennymi vospalitel'nymi zabol'evanijami [Immunological reactivity in patients with acute odontogenic inflammatory diseases] / S.M. Karpov, E.M. Mosienko // Klinicheskaja nevrologija [Clinical Neurology]. - 2009. - № 2. – P. 3-5. [in Russian]
6. Karakov K.G. Taktika stomatologa pri vtorichnyh immunodeficitah [Tactics dentist in secondary immunodeficiencies] / K.G. Karakov, K.S. Gandylyan, S.M. Karpov, I.V. Koshel', E.V. Eliseeva // - Erevan. - 2015. [in Russian]
7. Karpov S.M. Pokazateli vremennoj netrudosposobnosti u bol'nyh s odontogennymi vospalitel'nymi zabol'evanijami [Indicators of temporary disability in patients with odontogenic inflammatory diseases] / S.M. Karpov, E.M. Mosienko // Vestnik Medicinskogo stomatologicheskogo instituta [Journal of Medical Dental Institute]. - 2009. - №1. – P. 15-17. [in Russian]
8. Serbin A. S. Medicinskij alfavit [Medical alphabet] / A. S. Serbin, E. V. Fomichev, N. O. Zueva, K. A. Aleshanov // Stomatologija [Stomatology]. - 2015.- № 3. – P. 22-23. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.57.002>

Митихин В.Г.¹, Митихина И.А.²

¹ORCID: 0000-0002-9502-5395, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, ФБГНУ «Научный центр психического здоровья РАН», Москва

²ORCID: 0000-0002-9937-228X, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник, ФБГНУ «Научный центр психического здоровья РАН», Москва

ПОПУЛЯЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ПОКАЗАТЕЛЯ СУИЦИДА В РОССИИ

Аннотация

Получены линейные регрессионные модели, объясняющие на 95-96% вариацию показателя самоубийств от медико-демографических показателей: продолжительность жизни; распространенность психических заболеваний; численность населения – для России в период 1992-2015 гг. Обсуждается социально-экономическая интерпретация факторов, использованных в моделях. Иллюстрируется вариация показателя суицидов населения России в зависимости от социально-экономических изменений в стране в рассматриваемый период. Полученные модели можно использовать в качестве базы прогноза и мониторинга суицидального поведения населения при планировании деятельности административных, медицинских и социальных служб.

Ключевые слова: суицид, популяция, модель, психическое здоровье, социально-экономический, продолжительность жизни.

Mitikhin V.G.¹, Mitikhina I.A.²

¹ORCID: 0000-0002-9502-5395, PhD in physics and mathematics, leading researcher, Mental health research center, Moscow

²ORCID: 0000-0002-9937-228X, PhD in medicine, leading researcher, Mental health research center, Moscow

POPULATION MODELS FOR THE SUICIDE LEVEL INDICATOR IN RUSSIA

Abstract

We have obtained linear regression models, explaining the variation of the suicide index from the medical and demographic indicators by 95-96%: Life expectancy; the prevalence of mental illness; population of Russia in 1992-2015. The socio-economic interpretation of the factors used in the models is discussed in the paper. It illustrates the variation in suicide rate among the Russian population, depending on socio-economic changes in the country in the period under review. Obtained models can be used as a basis for forecasting and monitoring suicidal behavior of the population when planning administrative, medical and social services activities.

Keywords: suicide, population, model, mental health, socio-economic, life expectancy.

Введение

Самоубийства являются психиатрической и социальной проблемой современного общества. Уровень самоубийств (в расчете на 100 000 человек населения) является одним из важнейших индикаторов психического здоровья популяции и входит в состав основных показателей социально-экономического благополучия/неблагополучия страны, а также служит индикатором объема срочной психиатрической помощи.

В 2012 г. самоубийства составили 1,4% от общего числа смертей в мире [1, С. 21], занимая 15-ю строчку в перечне всех причин смерти. В России суициды в 2012 г. составили 1,5% всех смертей, занимая 7-е место в списке причин смерти [2, С. 87], а к 2015 г. уже переместились на 6-е место, правда, уменьшив процент от всех смертей (1,3%).

Оценка экономического ущерба в результате суицидов в мировом масштабе составляет сотни млрд.\$ [1, С. 65]. Для 2009 г. получена оценка экономических потерь России [3, С. 44] от самоубийств, которая составила около 146 млрд. рублей, что соответствовало на тот период – 4,6 млрд. долларов США.

В 2013 г. Всемирной ассамблеей здравоохранения был утвержден План действий в области психического здоровья населения. Предотвращение самоубийств является очень важной частью этого плана, которая предусматривает снижение к 2020 г. уровня суицидов в мире на 10% [4, С. 5]. В докладе ВОЗ, выпущенном в 2014 г., выделены [1, С. 69], два основных положения: первое – признание самоубийств не только социально-значимой проблемой, но и проблемой здравоохранения; второе – самоубийства можно в определенных пределах предотвращать и над этим необходимо работать в мировом масштабе.

В психиатрии (см., например, [5, С. 17]) различают два подхода к изучению проблемы самоубийств – суицид как статистическое явление, связанное с поведением популяции и суицид на уровне поведения личности. В работе [6, С.

3] предложена интегральная модель, которая позволяет детально описывать феномен самоубийства, а также создает концептуальную возможность для формирования программ профилактики суицидов.

В странах с высоким и средним уровнем доходов до 90-95% жертв самоубийства имели психические расстройства (см., например, [6, С. 5]), а у остальных, не имевших четкого диагноза, наблюдались психические отклонения, характерные для суицидентов.

По результатам российских и международных эпидемиологических исследований (см., например, [6, С. 4-5]) величина риска в отношении совершения самоубийства (в популяции) лицами с тяжелыми психическими расстройствами, требующими госпитализации, составило более 40%. В случае самых опасных в суицидологическом отношении психических заболеваний установлено: при депрессивных расстройствах риск выше (чем в популяции) в 30 раз; при шизофрении, соответственно, в 20 раз; при расстройствах личности – в 15 раз. Эти данные убедительно подчеркивают связь суицидального поведения с психическими заболеваниями.

Результаты международных и российских исследований последних лет согласуются (в рамках применения биопсихосоциальной модели в медицине) с гипотезой о том, что суицидальное поведение определяется сложным взаимодействием биологических, психологических, социально-экономических, гуманитарных факторов и факторов внешней среды с биологической предрасположенностью, специфичной в отношении суицидального поведения.

Результаты нейробиологических и генетических исследований изменений в функционировании норадренергической системы у лиц с суицидальным поведением говорят о возможности ее истощения у жертв самоубийств в ответ на различные стрессовые факторы. Генетически обусловленные изменения и нарушения развития в ряде нейробиологических систем (прежде всего, гипоталамо-кортикоидная, серотонинергическая, иммунная) коррелируют с поведением самоубийц [6, С. 4], [7, С. 96], [8, С. 438], [9, С. 10]. Например, низкий уровень серотонина приводит к самоубийствам среди пациентов с психотическими заболеваниями и личностными расстройствами.

Результаты, полученные в работе [10, С. 41], указывают, что на уровень самоубийств влияют сезонные и суточные ритмы, связанные с действием нейробиологической связки «серотонин-NAT2-мелатониновая система»: в начале весенне-летнего периода содержание мелатонина в шишковидной железе мозга снижено, что значимо коррелирует с сезонным пиком самоубийств.

Анализ данных о наличии ферментов NAT2 в разных популяциях показал, что смертность от самоубийств в несколько (от 3 до 5) раз выше (прежде всего у мужчин) в тех популяциях, где преобладает фенотип медленных ферментов NAT2 (последнее, например, характерно для русской популяции). Эти результаты нейробиологических и биохимических исследований можно связать с особенностями психопатологического поведения человека на базе гелиобиологического подхода [11, С. 50], [12, С. 54], [13, С. 55] основоположником которого является А.Л. Чижевский.

Реальной причиной, воздействующей на организм человека, являются экологические факторы, которые обусловлены солнечной и геомагнитной активностью. Общеизвестные примеры соответствующих полей – низкочастотных электромагнитных и акустических, иллюстрируют высокую степень проницаемости и одновременное действие на больших территориях. Таким образом, в окружающей среде непрерывно существует психотропный фактор широкого диапазона действия, который оказывает влияние, как на здоровую, так и проблемную психику.

В работе [9, С. 11], отмечено, что достаточно медленные генетические механизмы не могут полностью объяснить наблюдаемое быстрое (в России и в мире, например, в последние 10-15 лет) ухудшение психического состояния больших контингентов населения, значимую вариацию суицидального поведения и проблем психического здоровья молодых людей. Поэтому можно с большой степенью уверенности предположить, что значительный вес при изучении самоубийств получают демографические, медицинские, социальные, экономические и гуманитарные условия существования популяции, усиливающийся психосоциальный и информационный стресс, экологические факторы внешней среды и, вероятно, вызываемые ими генотипические изменения. Указанные факторы претендуют на роль спусковых механизмов, лежащих в основе вариации показателя самоубийств.

В настоящей работе на основе результатов системного анализа влияния демографических, медицинских, социальных и экономических факторов на состояние психического здоровья населения развивается методика, позволяющая получать оценки влияния этих факторов на показатель самоубийств населения России в период 1992-2015 гг.

Настоящее исследование использует результаты, работ [14, С. 5], [15, С. 42], [16, С. 10], [17, С. 6], с учетом последних российских и международных данных, затрагивающих клинко-эпидемиологические аспекты суицидального поведения населения. В качестве основных источников информации использовались данные: а) российской статистики о болезненности населения психическими расстройствами в период 1992-2015 гг. [18, С. 108], [19, С. 258], [20, С. 31]; б) государственной статистики о демографическом, социальном и экономическом положении населения России в период 1992 – 2015 гг. [2, С. 69].

Методы анализа данных: 1) для оценки связей между показателем самоубийств и отмеченными выше факторами использовался корреляционный и регрессионный анализ; 2) результаты расчетов и статистические оценки получены в MS Excel.

Основная часть

Результаты нашего исследования опираются на статистический анализ показателя самоубийств населения России и широкого круга демографических, медицинских, социальных, экономических факторов и показателей в период 1992–2015 гг. Перечень показателей включал около 70 наименований, которые можно разбить на три группы. Первая группа – это демографические показатели: численность населения, рождаемость, смертность, миграция. Вторая группа показателей включает: 1) общепринятые показатели психического здоровья населения (болезненность и заболеваемость психическими расстройствами для основных диагностических групп); 2) показатели ресурсов психиатрической службы: численность врачей, число коек, длительность лечения в стационаре, уровень госпитализаций и т.д. Третья группа – социально-экономические показатели для населения России: расходы на

здравоохранение, ожидаемая продолжительность жизни населения, доход на душу населения, инфляция, безработица, браки/разводы и т.д.

Модель 1.

На основе результатов системного анализа получена адекватная линейную модель для показателя самоубийств в РФ в рассматриваемый период. На рис. 1 приведены фактические значения показателя самоубийств в России в 1992-2015 гг. на основе данных статистики и значения, полученные по модели (1):

$$Su = 265,809 - 3,081 Le - 0,010 Md \quad (1)$$

где Su – модельный уровень суицидов (на 100 000 чел. населения);

Le (Life expectancy) – значение ожидаемой продолжительности жизни населения (годы);

Md (Mental disorders) – болезненность населения психическими расстройствами (на 100 000 чел. населения).

Регрессионное соотношение (1) получено с высокой надежностью (показатель адекватности модели $R^2 = 0,952$, т.е., модель объясняет на 95,2% вариацию показателя суицидов).

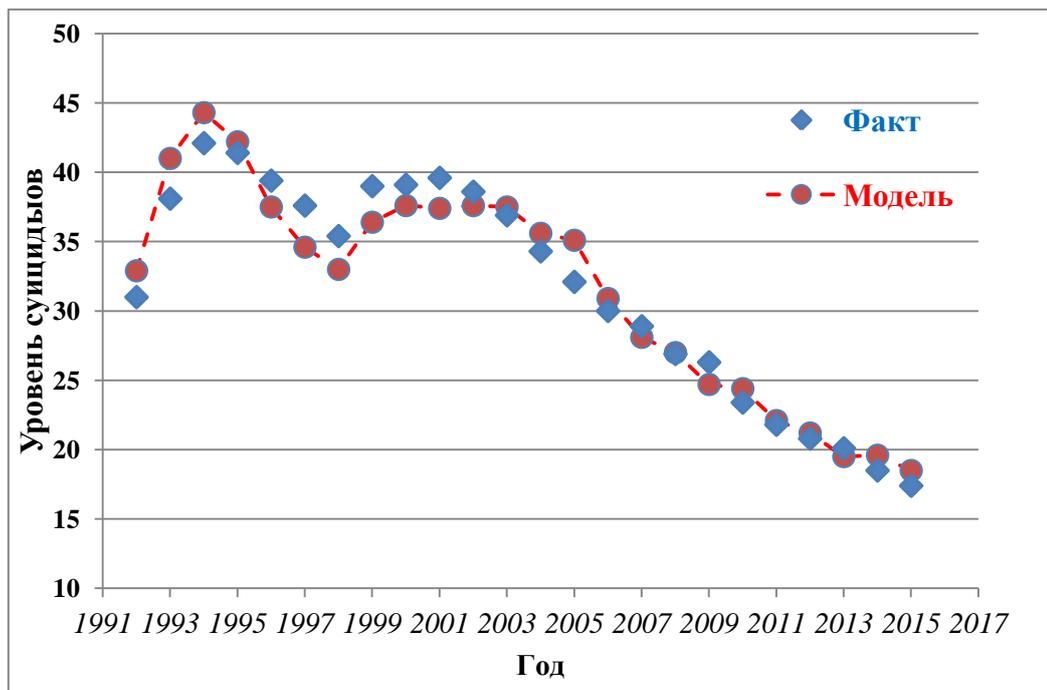


Рис. 1 – Фактические значения показателя суицидов (на 100 000 населения России) и значения, полученные по модели (1) в 1992–2015 гг.

Рассмотрим интерпретацию факторов модели, влияющих на уровень самоубийств в рамках соотношения (1):

а) показатель Le (продолжительность жизни населения) имеет очень сильный коэффициент корреляции с показателем суицидов ($r = -0,95$ и для 95% доверительного интервала имеет место оценка: $(-0,97 ; -0,85)$). Знак полученного коэффициента корреляции, как и знак соответствующего коэффициента в модели (1) указывает на очевидную обратную связь этих показателей: при увеличении значения Le – показатель самоубийств падает.

Продолжительность жизни населения интегрально связана с множеством различных факторов, начиная от условий проживания, эффективности медицины, от привычек и образа жизни населения, наследственности, качества питания, экологических характеристик среды до стереотипов поведения и психологического состояния граждан. Можно в первом приближении суммировать – статистическая частота самоубийств является очень важным интегральным показателем социально-экономического и психологического состояния популяции, а величина этого показателя напрямую связана с уровнем существующего в обществе социального благополучия/неблагополучия, где уровень последнего количественно измеряется величиной Le . Для российской популяции эта связь является практически линейной, что можно увидеть на рис. 2.

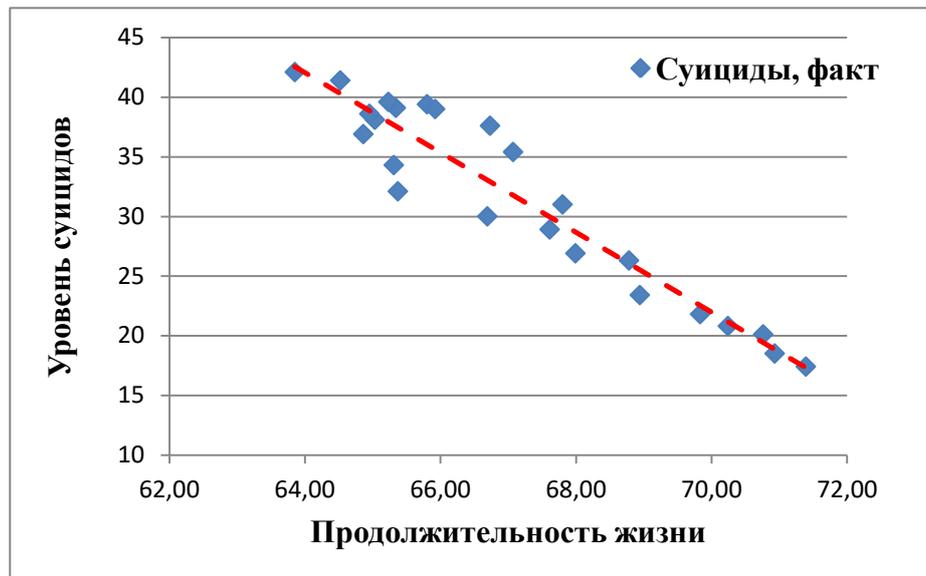


Рис. 2 – Связь фактических значений уровня суицидов и продолжительности жизни населения России в 1992–2015 гг.

Регрессионное уравнение этой связи описывается соотношением:

$$Su = 256,410 - 3,349 Le \quad (2)$$

Линейная модель (2) получена с высокой надежностью $R^2 = 0,910$.

Интересно отметить, что указанная связь между уровнем суицидов и величиной Le имеет значимый (на уровне 95%) коэффициент корреляции (меняется от 0,4 до 0,7 в зависимости от объема и состава выборки). Он проявляется на одномоментном срезе для выборок стран с высоким и средним уровнем доходов.

б) показатель Md (распространенность психических расстройств на 100 тысяч населения) также имеет значимый коэффициент корреляции с показателем уровня суицидов ($r = -0,52$ и для 95% доверительного интервала имеет место оценка: $(-0,7 ; -0,2)$).

Из модели (1) следует, что при возрастании показателя Md , показатель самоубийств уменьшается. Этот факт можно рассматривать как результат работы службы психического здоровья: чем больше выявленных и взятых под наблюдение больных, тем меньше база суицидальных попыток. Раннее выявление и адекватное лечение психических расстройств (особенно аффективных и злоупотребления психоактивными веществами) во многих странах составляет основную часть программ предупреждения суицидов. Следует отметить, что показатель болезненности Md является комплексным индикатором психосоциального и демографического состояния населения: в работе [14, С. 7] показано, что с ним тесно связаны такие показатели социального стресса, как депопуляция, смертность и миграция населения России.

Дополнительную информацию по суицидальной ситуации в России в рассматриваемый период можно получить при изучении динамики вариации показателя самоубийств. Изменение коэффициента вариации (в %) показателя самоубийств приводится на рис. 3.

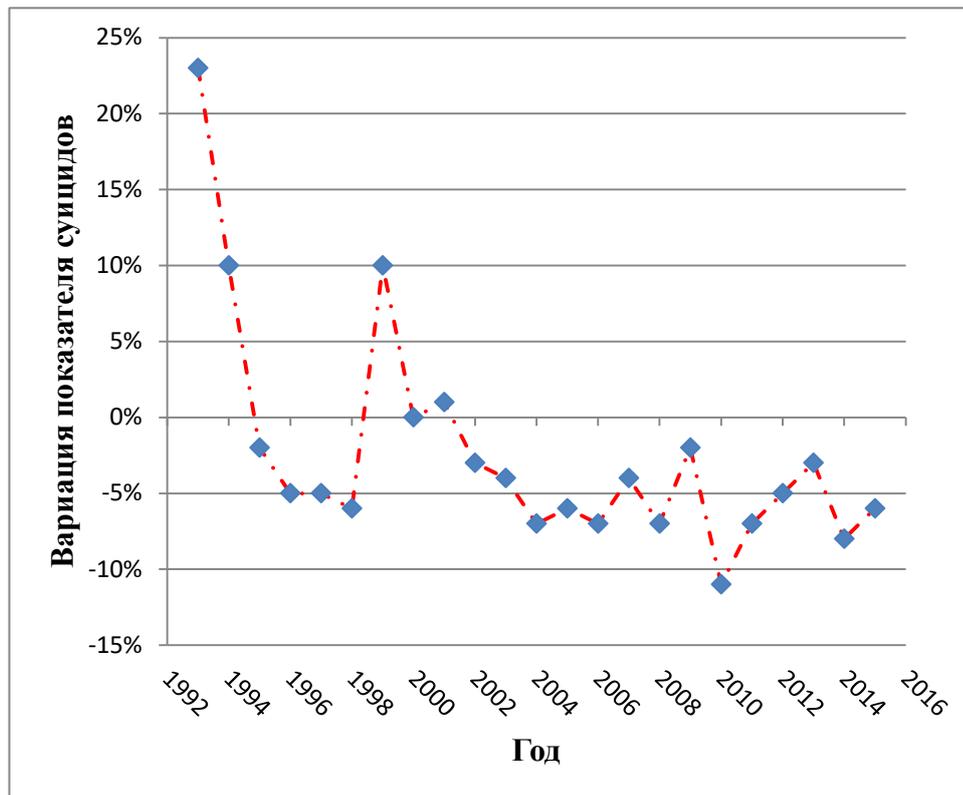


Рис. 3 – Вариация фактического уровня суицидов (на 100 000 населения) в России в 1992–2015 гг.

Из рис. 3 видно, что существенные скачки вариации показателя суицидов, наблюдались в периоды, связанные с неблагоприятной социальной и экономической ситуацией в России: это 1992 – 1993 гг. (изменения соответственно +22,9% и +10,5%) и в 1998 г. (+10,2%). Примерно с 2001 г., наблюдается тренд устойчивого снижения показателя самоубийств (на рис. 3 этот период соответствует отрицательным значениям вариации показателя суицидов в окрестности среднего значения -5%), который совпадает с периодом стабилизации политической и социально-экономической ситуации.

Модель 2.

Представляет интерес модель динамики уровня суицидов населения России, в которой (вместе с основным показателем Le) рассматривается зависимость от показателя численности населения (P_0).

В результате анализа получена следующая адекватная модель в рассматриваемый период.

$$Su = 99,408 - 2,941 Le + 0,892 P_0, \quad (3)$$

где Su – расчетное значение показателя суицидов на 100 000 человек населения,

Le – ожидаемая продолжительность жизни;

P_0 – численность населения в млн. человек.

Регрессионная модель (3) получена с высокой надежностью $R^2 = 0,959$.

На рис. 4 представлена графическая иллюстрация для модели (3).

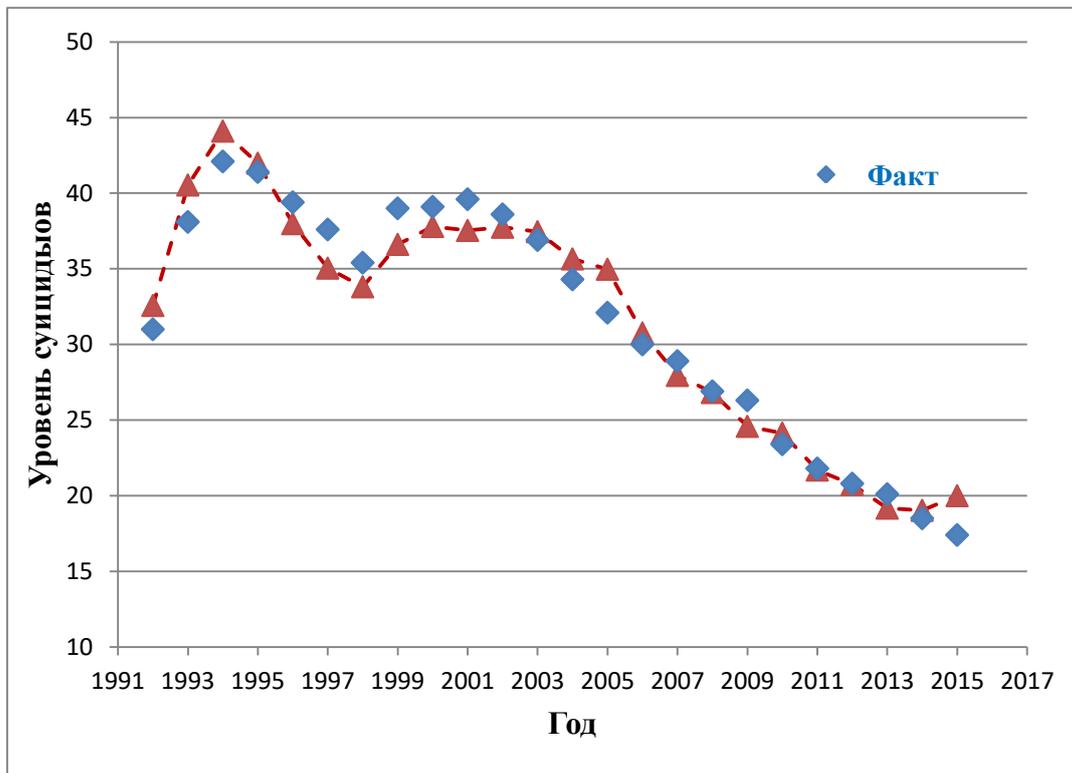


Рис. 4 – Фактические значения для уровня суицидов и значения по модели (3) в 1992–2015 гг.

Замечания к модели (3).

Роль показателя Le – основного фактора в модели (3) остается. Что касается показателя P_0 , то этот фактор модели можно интерпретировать в рамках действия «принципа демографического императива» [21, С. 140], который отражает демографическую обусловленность многих явлений и процессов жизни общества. В нашем случае величина P_0 , в рассматриваемый период времени характеризуется высоким коэффициентом корреляции с уровнем суицидов ($r = 0,64$ и для 95% доверительного интервала имеет место оценка: $(0,35 ; 0,85)$). Корреляционная связь показателя – численность населения (P_0) с показателем болезненности психическими расстройствами (Md) очень высокая: коэффициент корреляции $r = -0,96$.

В силу такой существенной корреляционной связи между показателями P_0 и Md , они не могут использоваться совместно в рамках одной модели для показателя самоубийств (из-за известного эффекта мультиколлинеарности, игнорирование которого приводит к плохо обусловленным моделям), поэтому нам пришлось рассматривать отдельно 2 модели.

Пример использования модели (3) для прогноза значения показателя суицида в России к 2020 г. По прогнозу Минтруда РФ к 2020 г. численность населения России достигнет 147,5 млн. человек, а средняя продолжительность жизни составит 74 года. Используя модель (3) получаем значение 13,4 для показателя самоубийств населения России в 2020 г.

Заключение.

Оценка показателя суицидов в большинстве стран мира [22, С. 26], (на них приходится 71% всех самоубийств в мире) основана на статистическом моделировании согласно рекомендациям Департамента статистики ВОЗ. Для международных динамических сопоставлений традиционно востребован реестр записей актов гражданского состояния (ЗАГС) и причин смерти. Россия отнесена ВОЗ к странам группы 1 с «всеобъемлющей регистрацией актов гражданского состояния», но в целом ВОЗ оценивает качество информации о причинах смерти в РФ как «низкое». Некоторые авторы [22, С. 27] предполагают, что в рассматриваемый период величина показателя суицидов в России занижена для мужчин на 20%, а для женщин на 30%.

Тем не менее, официальный уровень суицидов, который лежит в основе построения наших моделей позволяет определить основные популяционные факторы, влияющие на уровень суицидов: продолжительность жизни Le , численность населения P_0 и болезненность населения психическими расстройствами Md . Построенные модели получены с высокой надежностью (показатель адекватности R^2 меняется в пределах от 0,95 до 0,97) и позволяют прогнозировать (при использовании этих моделей) тот «минимальный» уровень, от которого можно отталкиваться при оценке «реального» показателя суицидов. Модельные значения показателя суицидов позволяют определить базовый объем медико-социальных мероприятий и ресурсную базу для оказания психиатрической помощи населению.

Список литературы / References

1. Preventing suicide: a global imperative. Geneva: World Health Organization, 2014. - 102 p.
2. Российский статистический ежегодник. Стат. сборник. М.: Росстат, 2016. - 725 с.
3. Любов Е.Б. Социально-экономическое бремя суицидальной смертности в России / Е.Б. Любов, М.В. Морев, О.И. Фалалеева // Социальная и клиническая психиатрия. – 2013. - № 2. – С. 38-44.

4. Resolutions and Decisions. Annexes. Geneva: WHO; The Sixty-sixth World Health Assembly. 20-27 may, 2013. - 193 p.
5. Старшенбаум В.Г. Суицидология и кризисная психотерапия / В.Г. Старшенбаум – М.: Когито-Центр, 2005. - 205 с.
6. Положий Б.С. Концептуальная модель суицидального поведения / Б.С. Положий // Суицидология. – 2015. - № 1. – С. 3-7.
7. Зинчук М.С. Биологические основы суицидального поведения / М.С. Зинчук, А.Б. Гехт, Н.В. Гуляева и др. // Ж. неврол. и психиатр. – 2016. - № 8. – С. 94-101.
8. Willour V.L. A genome-wide association study of attempted suicide / V.L. Willour, F. Seifuddin, P.B. Mahon, et al. // Molecular Psychiatry. – 2012. - № 17. - P. 433–444.
9. Розанов В.А. Гены и суицидальное поведение / В.А. Розанов // Суицидология. – 2013. - № 1. – С. 3-14.
10. Пирюзян Л.А. Исследование взаимосвязи смертности от суицида с фенотипом NAT2 и географическими координатами различных этнических популяций мира / Л.А. Пирюзян, К.С. Гюльбазизова, И.С. Николаева и др. // Технологии живых систем. – 2009. - № 8. – С. 33-45.
11. Владимирский Б.М. Солнечная активность и общественная жизнь / Б.М. Владимирский – М.: ЛИБРОКОМ, 2013. - 192 с.
12. Касаткина Е.А. Сравнительный анализ гелиогеофизических и социально-экономических факторов в их воздействии на уровень суицидов и смертности от сердечно-сосудистых заболеваний / Е.А. Касаткина, О.И. Шумилов, А.В. Еникеев и др. // Экология человека. – 2008. - № 5. – С. 52-56.
13. Чижевский А.Л. Земное эхо солнечных бурь / А.Л. Чижевский – М.: Мысль, 1973. - 367 с.
14. Митихина И.А. Эпидемиологические модели влияния социально-экономических факторов на показатели психического здоровья населения / И.А. Митихина, В.Г. Митихин, Н.А. Творогова // Ж. неврол. и психиатр. – 2012. - № 4. – С. 4-10.
15. Ястребов В.С. К методологии построения медико-демографических моделей для динамической оценки психического здоровья населения / В.С. Ястребов, И.А. Митихина, В.Г. Митихин // Психиатрия. – 2008. - № 2 (32). – С. 38-47.
16. Митихина И.А. Психическое здоровье населения Российской Федерации в период 1992-2010 гг. / И.А. Митихина, В.Г. Митихин, В.С. Ястребов и др. // Ж. неврол. и психиатр. – 2013. - № 9. – С. 4-13.
17. Ястребов В.С. Методологические основы решения проблем мониторинга и оценки деятельности психиатрических служб: национальный и международный аспекты / В.С. Ястребов, В.Г. Митихин, И.А. Митихина и др. // Ж. неврол. и психиатр. – 2004. - № 8. – С. 3-9.
18. Гурович И.Я. Психиатрическая служба в России в 2006-2011 гг. / И.Я. Гурович, А.Б. Шмуклер, В.Б. Голланд и другие – М.: Медпрактика-М, 2012. - 599 с.
19. Социально значимые заболевания населения России в 2015 году. Стат. материалы. М.: ФГБУ ЦНИИО и ИЗ Минздрава, 2016. – 71 с.
20. Эпидемиологические показатели и показатели деятельности психиатрических служб в РФ (2005-2013). Стат. справочник. Под ред. З.И. Кекелидзе и Б.А. Казаковцева. – М.: ФГБУ «ФМИЦПН им. В.П.Сербского» Минздрава России, 2015. – 572 с.
21. Капица С.П. Демографическая революция и Россия / С.П. Капица // Век глобализации. – 2008. - № 1. – С. 128-143.
22. Любов Е.Б. Статистика суицидов в мире: корни и крона / Е.Б. Любов, С.А. Чубина // Социальная и клиническая психиатрия. – 2016. - № 1. – С. 26 – 30.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Preventing suicide: a global imperative. Geneva: World Health Organization; 2014, 102 p.
2. Rossiiskii statisticheskii ezhegodnik [Russian statistical Yearbook]. Stat. sb. [Statistical Yearbook]. – М.: Rosstat, 2016. - 725 p. [in Russian]
3. Lyubov E.B. Sotsial'no-ekonomicheskoe bremya suitsidal'noi smertnosti v Rossii [Social-economic burden of suicides in Russia] / E.B. Lyubov, M.V. Morev, O.I. Falaleyeva // Sotsial'naya i klinicheskaya psikhiiatriya [Social and clinical psychiatry]. – 2013. - № 2. – P. 38-44. [in Russian]
4. Resolutions and Decisions. Annexes. Geneva: WHO; The Sixty-sixth World Health Assembly. 20-27 may, 2013. 193 p.
5. Starshenbaum V.G. Suitsidologiya i krizisnaya psikhoterapiya [Suicide-studying and crisis psychotherapy] / V.G. Starshenbaum – М.: Kogito-Tsentr, 2005. – 205 p. [in Russian]
6. Polozhy B.S. Kontseptual'naya model' suitsidal'nogo povedeniya [Conceptual model of suicidal behavior] / B.S. Polozhy // Suitsidologiya [Suicidology]. – 2015. - №1. – P. 3-7. [in Russian]
7. Zinchuk M.S. Biologicheskie osnovy suitsidal'nogo povedeniya [Biological basis of suicidal behavior] / M.S. Zinchuk, A.B. Hecht, N.In. Gulyaev, and others. // Zhurnal nevrologii i psikhiiatrii [Journal of neurology and psychiatry]. – 2016. - № 8. - P. 94-101. [in Russian]
8. Willour V.L. A genome-wide association study of attempted suicide / V.L. Willour, F. Seifuddin, P.B. Mahon, et al. // Molecular Psychiatry. – 2012. - № 17. - P. 433–444.
9. Rozanov V.A. Geny i suitsidal'noe povedenie [Genes and suicidal behavior] / V.A. Rozanov // Suitsidologiya [Suicidology]. – 2013. - № 1. – P. 3-14. [in Russian]
10. Piruzyan L.A. Issledovanie vzaimosvyazi smertnosti ot suitsida s fenotipom NAT2 i geograficheskimi koordinatami razlichnykh etnicheskikh populyatsii mira [A study of the relationship of mortality from suicide by NAT2 phenotype, and geographical coordinates of the various ethnic populations of the world] / L.A. Piruzyan, K.S. Gulazizova, I.S. Nikolaev and others. // Tekhnologii zhivykh sistem [Technology of living systems]. – 2009. - № 8. - P. 33-45. [in Russian]

11. Vladimirskii B.M. Solnechnaya aktivnost' i obshchestvennaya zhizn' [Solar activity and public life] /B.M. Vladimirskii – M.: LIBROKOM, 2013. – 192 p. [in Russian]
12. Kasatkina E.A. Sravnitel'nyi analiz geliogeofizicheskikh i sotsial'no-ekonomicheskikh faktorov v ikh vozdeistvii na uroven' suitsidov i smertnosti ot serdechno-sosudistykh zabolevaniy [Comparative analysis of Helio-geophysical and socio-economic factors in their impact on suicide rate and mortality from cardiovascular disease] / E.A. Kasatkina, O.I. Shumilov, V.A. Enikeev, and others.// *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. - 2008. - № 5. – P. 52-56. [in Russian]
13. Chizhevskii A.L. Zemnoe ekho solnechnykh bur' [The terrestrial echo of solar storms] / A.L. Chizhevskii – M.: Mysl', 1973. – 192 p. [in Russian]
14. Mitikhina I.A. Epidemiologicheskie modeli vliyaniya sotsial'no-ekonomicheskikh faktorov na pokazateli psikhicheskogo zdorov'ya naseleniya [Effect of social-economic factors on mental health indices in the population of the Russian Federation in 1992-2008: epidemiological models] / I.A. Mitikhina, V.G. Mitikhin, N.A. Tvorogova and others. // *Zhurnal nevrologii i psikiatrii* [Journal of neurology and psychiatry]. – 2012. - № 4. - P. 4-10. [in Russian]
15. Yastrebov V.S. K metodologii postroeniya mediko-demograficheskikh modelei dlya dinamicheskoi otsenki psikhicheskogo zdorov'ya naseleniya [By the methodology of medical-demographic models for dynamic assessment of mental health] / V.S. Yastrebov, I.A. Mitikhina, V.G. Mitikhin // *Psikiatriya* [Psychiatry]. – 2008. - №2 (32). p. 38-47. [in Russian]
16. Mitikhina I.A. Psikhicheskoe zdorov'e naseleniya Rossiiskoi Federatsii v period 1992-2010 gg. [Mental health in the Russian Federation in 1992-2010] / I.A. Mitikhina V.G. Mitikhin, V.S. Yastrebov and others // *Zhurnal nevrologii i psikiatrii* [Journal of neurology and psychiatry]. – 2013. - № 9. - P. 4-13. [in Russian]
17. Yastrebov V.S. Metodologicheskie osnovy resheniya problem monitoringa i otsenki deyatelnosti psikiatricheskikh sluzhb: natsional'nyi i mezhdunarodnyi aspekty [Methodological basis for solving the problems of monitoring and evaluating mental health services: national and international perspectives] / V.S. Yastrebov, V.G. Mitikhin, I.A. Mitikhina and others// *Zhurnal nevrologii i psikiatrii* [Journal of neurology and psychiatry]. – 2004. - № 8. - P. 3-9. [in Russian]
18. Gurovich I.Ya. Psikiatricheskaya sluzhba v Rossii v 2006-2011gg. [Mental health services in Russia in 2006-2011] / I.Ya. Gurovich, A.B. Shmukler, V.B. Golland and others – M.: Medpraktika-M, 2012. – 599 p. [in Russian]
19. Sotsial'no znachimye zabolevaniya naseleniya Rossii v 2015 godu. [Socially significant diseases of the population of Russia in 2015] Stat. materialy. [Statistics] – M.: FGBU TsNIOiZ Minzdrava, 2016. – 71 p. [in Russian]
20. Epidemiologicheskie pokazateli i pokazateli deyatelnosti psikiatricheskikh sluzhb v RF (2005-2013) [Epidemiological indicators and indicators of psychiatric services in Russia (2005-2013)] Stat. spravochnik. [Statistics]. Pod red. Z.I. Kekelidze i B.A. Kazakovtseva. – M.: FGBU «FMITsPN im. V.P.Serbskogo» Minzdrava Rossii, 2015. – 572 p. [in Russian]
21. Kapitsa S.P. Demograficheskaya revolyutsiya i Rossiya [The demographic revolution and Russia] /S.P. Kapitsa // *Vek globalizatsii* [The age of globalization]. – 2008. - № 1. – P. 128-143. [in Russian]
22. Lyubov E. B. Statistika suitsidov v mire: korni i krona [Suicide Statistics: the roots and crown] / B. E. Lyubov, S. A. Chubina // *Sotsial'naya i klinicheskaya psikiatriya* [Social and clinical psychiatry]. – 2016. – №1. - P. 26 - 30. [in Russian]



OpenAIRE
Open Access Infrastructure for Research in Europe

*«Международный научно-исследовательский журнал» включен в систему **OpenAIRE**.*

***OpenAIRE** — европейская поисковая система по академическим материалам открытого доступа. Один из главнейших репозиториев научной информации в Европейском Союзе. Данная база позволяет увеличить цитируемость Ваших материалов в Европе.*



НАУКИ О ЗЕМЛЕ / SCIENCE ABOUT THE EARTHDOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.57.075>**Виноградов И.П.**

Аспирант, Санкт-Петербургский Горный Университет

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ДЛИНЫ ФРОНТА РАБОТ ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ СЛОЖНОСТРУКТУРНЫХ КАРБОНАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИН ПОСЛОЙНОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ И АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА*Аннотация*

Традиционно при разработке сложноструктурных карбонатных месторождений применяется буровзрывной способ подготовки к выемочно-погрузочным работам. При всех своих достоинствах буровзрывной способ имеет и ряд недостатков. Одним из важных недостатков является отсутствие возможности ведения селективной выемки. Машины послойного фрезерования позволяют вести тонкослоевую выемку, улучшить качество добываемого сырья и повысить безопасность ведения горных работ. Установление зависимости длины фронта работ при открытой разработке сложноструктурных карбонатных месторождений с использованием машин послойного фрезерования от удельных эксплуатационных затрат позволит на практике снизить затраты на добычу.

Ключевые слова: автосамосвал, карьерный комбайн, длина фронта работ, сложноструктурные месторождения, затраты.

Vinogradov I.P.

Postgraduate student, Saint Petersburg Mining University

DEFINITION OF OPTIMAL DURATION OF WORK FRONT AT OPEN MINING OF CARBONATE DEPOSITS OF COMPLEX STRUCTURE USING LAYER BY LAYER CUTTING MACHINES AND AUTOMOBILE TRANSPORT*Abstract*

Traditionally, drilling and fire system is used in preparing to extraction-and-loading work at development of carbonate deposits of complex structure. With all its benefits drilling and fire system has a number of shortcomings. One of its major drawbacks is the impossibility of selective mining. Layer by layer cutting machines allow to perform the thin-layer mining, improve the quality of the produced raw materials and improve the safety of the mining operations. The determination of the dependence of the work front during the development of carbonate deposits of complex structure with the usage of layer by layer cutting machines from the specific operating costs allows to reduce the production costs in practice.

Keywords: dump truck, surface miner, duration of work front, deposits of complex structure, costs.

Анализ работы предприятий, разрабатывающих карбонатные месторождения, показал, что добыча полезного ископаемого на данных месторождениях производится с применением валовой выемки без сортировки, когда вся взорванная горная масса транспортируется на дробильно-сортировочную фабрику, или селективно. Валовая выемка, обеспечивает высокую производительность карьера по полезному ископаемому, но не является эффективной при разработке сложноструктурных карбонатных месторождений.

По форме залегания полезного ископаемого практически все карбонатные месторождения представлены пластообразными или линзообразными формами залежей.

Раздельная разработка маломощных пластов, связанная с применением специальных методов взрывания и забойной экскаваторной сортировки, технически трудноосуществима и практически возможна только при легко различимых сортах полезного ископаемого, поэтому не всегда возможно получение необходимого качества полезного ископаемого.

Сложноструктурные месторождения, представленные несколькими пластами полезного ископаемыми необходимо разрабатывать послойно, так как такая технология позволяет избежать засорения полезного ископаемого и производить его селективную выемку. Степень качества полезного ископаемого, добываемого при помощи фрезерных комбайнов, значительно зависит от квалификации машиниста комбайна и правильности выбора типа резцов для определённого вида полезного ископаемого. [1]

Тонко-слоевая технология выемки полезного ископаемого, с применением фрезерных комбайнов позволяет производить безвзрывную добычу пород.

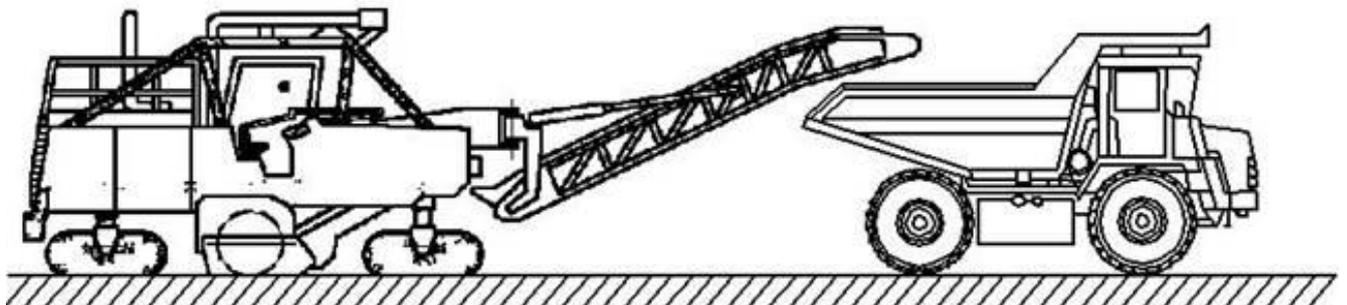


Рис. 1 – Схема погрузки фрезерного комбайна в автосамосвал

Машины послыного фрезерования успешно зарекомендовали себя при разработке месторождений известняков (месторождения Канкар 1, 2, Индия; Перлмозер, Австрия; Холли Хил, США; Беочин, Сербия; Афанасьевское, Россия и др.), каменных углей (San Miguel, США; Western Collieries, Mount Thorley, Австралия; Gacko, Termoelektran, Югославия; Mina do Recreio, Butia Copelmi, Бразилия; Bienfait, Канада; Каражыра, Казахстан; Восточно-Бейское, Жеронское, Узбекистан), горючих сланцев (Kivioli, Эстония), фосфоритов (Джерой-Сардаринское, Узбекистан), медных руд (Чили), бокситов (Дебеле, Фрия; Гвинея) и др. [3,4].

Технология послыного фрезерования подразумевает выемку запасов слабонаклонными, либо горизонтальными заходками без применения взрывчатых веществ. Конструктивные особенности фрезерных комбайнов, когда фрезерный вал находится впереди ходовой части и кабины оператора, позволяют параллельными и перпендикулярными заходками по отношению к добычному и погашаемому породному уступу обеспечить максимальную полноту выемки полезного ископаемого на приконтурных участках рудных тел.[2]

Машины фрезерного типа ("Surface Miner" – SM) позволяют осуществлять послыную безвзрывную разработку пород средней крепости ($f=7-8$). Они могут использоваться с различными видами транспорта (автомобильным, конвейерным и комбинированным). Наиболее известны следующие типы машин:

- VASM с вынесенным на стрелу рабочим органом
- WSM - комбайн послыного фрезерования с центральным расположением рабочего органа шнекового типа.

Это наиболее распространённые машины. Машины предназначены в основном для отработки сложноструктурных горизонтальных или слабонаклонных залежей при относительно небольших значениях мощностей отдельных пластов и породных пропластков. Их целесообразно использовать в сочетании с автотранспортом при относительно невысоких объемах горных работ. Конструкция ходового оборудования позволяет изменять направление движения только по определенному радиусу и исключается разворот на месте.

– KSM – широкозахватная машина послыного фрезерования с консольным расположением рабочего органа. Их эффективно можно применять при относительно больших объемах горных работ и для селективной разработки сложноструктурных залежей. [5]

Эффективность работы горнотехнической системы значительно зависит от длины фронта работ, изменяющегося при развитии горных работ.

Оптимальная длина фронта работ, приходящаяся на систему, должна обеспечивать установленную производительность системы, минимальную себестоимость добычи.

Годовая производительность системы:

$$Q_C = U_\phi L_\phi h, \text{ м}^3/\text{год} \quad (1)$$

где U_ϕ - годовое подвигание фронта работ, м;

L_ϕ - длина фронта работ, м;

h - высота уступа, м.

При транспортировании полезного ископаемого карьерными автосамосвалами общие удельные эксплуатационные затраты на автомобильный транспорт, зависящие от длины фронта работ

$$C_A = C_{Т.А.} + C_{С.Д.} + C_{П.Д.}, \text{ руб./т} \quad (2)$$

где $C_{Т.А.}$ - удельные затраты на транспортирование полезного ископаемого автосамосвалами, руб./т;

$C_{С.Д.}$ - удельные затраты на строительство автодорог, руб./т;

$C_{П.Д.}$ - удельные затраты на поддержание автодорог, руб./т.

Среднее расстояние транспортирования полезного ископаемого

$$L_{TP} = \left(\frac{L_\phi + \mathcal{G}_\phi}{2} \right) + l_{P.З.}, \text{ м} \quad (3)$$

где L_ϕ - длина фронта работ, м;

\mathcal{G}_ϕ - годовое подвигание фронта работ, м;

$l_{P.З.}$ - расстояние транспортирования от пункта разгрузки до начала заходки фрезерного комбайна, м.

Сменная эксплуатационная производительность автосамосвала

$$Q_a = \frac{G_a \cdot \mathcal{G}_{cp} \cdot T_{cm}}{L_\phi + \mathcal{G}_\phi + 2l_{P.З.}}, \text{ т/смен.} \quad (4)$$

где G_a - грузоподъемность автосамосвала, т;

\mathcal{G}_{cp} - средняя скорость движения автосамосвала, м/ч;

T_{cm} - продолжительность работы автотранспорта в течение смены, ч.

Удельные затраты при транспортировании полезного ископаемого карьерными автосамосвалами

$$C_{T.A.} = \frac{C_{M.C.} (L_{\Phi} + g_{\Phi} + 2l_{p.z.})}{G_a \cdot g_{cp} \cdot T_{cm}}, \text{ руб./т} \quad (5)$$

где $C_{M.C.}$ - стоимость машино-смены автосамосвала, руб./смен.

Удельные затраты на строительство магистральной автодороги

$$C_{c.d.m.} = \frac{C'_{c.d.m.} \cdot g_{\Phi}}{Q_{\Phi}}, \text{ руб./т} \quad (6)$$

где $C'_{c.d.m.}$ - эксплуатационные затраты на строительство 1м магистральной автодороги, руб.

Q_{Φ} - годовая производительность фрезерного комбайна, т.

Удельные затраты на поддержание магистральной автодороги

$$C_{n.m.} = \frac{C'_{n.m.} \cdot g_{\Phi}}{2 \cdot Q_{\Phi}}, \text{ руб./т} \quad (7)$$

где $C'_{n.m.}$ - затраты на поддержание 1м магистральной автодороги, руб.

Общие удельные затраты при автомобильном транспорте полезного ископаемого, зависящие от длины фронта добычных работ

$$C_a = \frac{C_{M.C.} (L_{\Phi} + g_{\Phi} + 2l_{p.z.})}{G_a \cdot g_{cp} \cdot T_{cm}} + \frac{g_{\Phi}}{Q_{\Phi}} (C'_{d.m.} + 0,5 \cdot C'_{n.m.}), \text{ руб./т} \quad (8)$$

$$g_{\Phi} = \frac{Q_{\Phi}}{L_{\Phi} \cdot h \cdot \gamma_p}, \text{ м/год} \quad (9)$$

где γ_p - объемная масса полезного ископаемого, т/м³.

С учетом формул (2 –9) общие удельные эксплуатационные затраты на автомобильный транспорт, зависящие от длины фронта работ можно найти по данной формуле:

$$C_a = \frac{C_{M.C.} \cdot L_{\Phi}}{G_a \cdot g_{cp} \cdot T_{cm}} + \frac{C_{M.C.} \cdot Q_{\Phi}}{G_a \cdot g_{cp} \cdot T_{cm} \cdot L_{\Phi} \cdot h \cdot \gamma_p} + \frac{2 \cdot C_{M.C.} \cdot l_{p.z.}}{G_a \cdot g_{cp} \cdot T_{cm}} + \frac{C'_{d.m.} + 0,5 \cdot C'_{n.m.}}{L_{\Phi} \cdot h \cdot \gamma_p}, \text{ руб./т.} \quad (10)$$

Для определения оптимального значения длины фронта работ необходимо взять первую производную уравнения (10) и приравнять ее к нулю

Первая производная

$$\frac{dC_a}{dL_{\Phi}} = \frac{C_{M.C.}}{G_a \cdot g_{cp} \cdot T_{cm}} - \frac{C_{M.C.} \cdot Q_{\Phi}}{L_{\Phi}^2 \cdot G_a \cdot g_{cp} \cdot T_{cm} \cdot h \cdot \gamma_p} - \frac{C'_{d.m.} + 0,5 \cdot C'_{n.m.}}{L_{\Phi}^2 \cdot h \cdot \gamma_p}. \quad (11)$$

Вторая производная $\frac{d^2 C_a}{dL_{\Phi}^2} > 0$, следовательно зависимость (10) имеет минимум.

Приравниваем первую производную (11) к нулю и, решая уравнение относительно L_{Φ} , определяем оптимальную длину фронта работ при автомобильном транспорте полезного ископаемого

$$L_{\Phi} = \sqrt{\frac{C_{M.C.} \cdot Q_{\Phi} + G_a \cdot g_{cp} \cdot T_{cm} (C'_{d.m.} + 0,5 \cdot C'_{n.m.})}{C_{M.C.} \cdot h \cdot \gamma_p}}, \text{ м} \quad (12)$$

На рис.2 представлен график зависимости общих удельных затрат от длины фронта работ при автомобильном транспорте полезного ископаемого для месторождения «Большевик» Саратовская область.

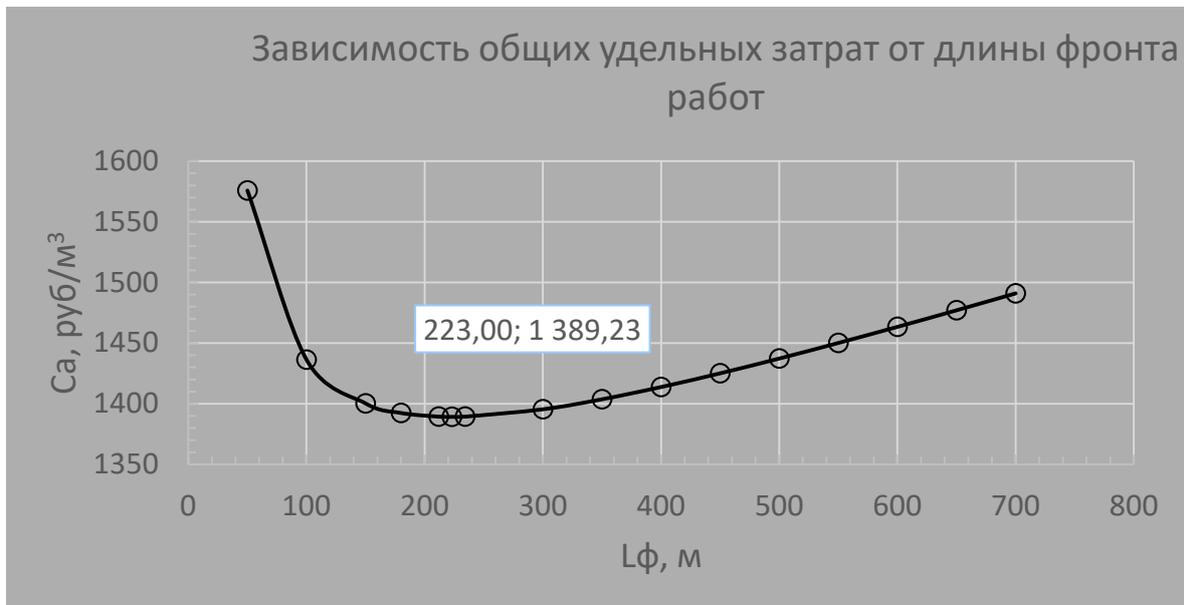


Рис. 2 - График зависимости общих удельных затрат от длины фронта работ

Результаты, представленные на рис.2 показывают, что оптимальное значение длины фронта при автомобильном транспорте на данном месторождении полезного ископаемого составит 210 - 234 м.

Список литературы / References

1. Басов Т.С. Разработка технологических мероприятий, обеспечивающих малоотходную добычу полускального строительного сырья открытым способом / Т.С. Басов, И.В. Дружинин, В.В. Иванов // Электронный сборник статей, 2013. – 210 с.
2. Виноградов И.П. Определение потерь руды при проектировании технологии послонного фрезерования наклонных залежей сложного строения / И.П. Виноградов, И.В. Смелянский // Сборник: «Новая наука: проблемы и перспективы», РИЦ АМИ, 2015 – 184 с.
3. Пихлер М. Направление совершенствования и результаты применения комбайнов Wirtgen Surface Miner на карьерах и разрезах мира / М. Пихлер, Ю.Б. Панкевич // Горная промышленность, № 3, 2000 . – 42 с.
4. Райков А.Б Новый карьерный комбайн Wirtgen 2200 SM в Республике Гвинея / А.Б. Райков, А.Г. Шевченко, А.М. Панченко и др // Горная промышленность, № 1, 2002. – 5 с.
5. Трубецкой К.Н. Проектирование карьеров / К.Н. Трубецкой, Г.Л. Краснянский, В.В. Хронин и др// Москва «Высшая школа», 2009. – 695 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Basov T.S. Razrabotka tehnologicheskikh meroprijatij, obespechivajushhih maloohodnuju dobychu poluskal'nogo stroitel'nogo syr'ja otkryтым sposobom [Development of technological measures to ensure low-waste production of building materials by open pit] / T.S. Basov, I.V. Druzhinin, V.V. Ivanov // JElektronnyj sbornik statej [Collection of scientific works], 2013. – P. 210 [in Russian]
2. Vinogradov I.P. Opredelenie poter' rudy pri proektirovanii tehnologii poslojnogo frezerovaniya naklonnyh zalezhej slozhnogo stroenija [Determination of ore losses in the design of layer-milling technology inclined deposits of complex structure] / I.P. Vinogradov, I.V. Smeljanskij // Sbornik: «Novaja nauka: problemy i perspektivy», RIC AMI [Collection of scientific works: «New science: Prospects and Problems»], 2015 – P. 184. [in Russian]
3. Pihler M. Napravlenie sovershenstvovaniya i rezul'taty primenenija kombajnov Wirtgen Surface Miner na kar'erah i razrezah mira [The direction of improvement and results of harvesting Wirtgen Surface Miner in open pits around the world] / M. Pihler, JU.B. Pankevich // Gornaja promyshlennost' [Mining], № 3, 2000 . – P. 42 [in Russian]
4. Rajkov A.B Novyj kar'ernyj kombajn Wirtgen 2200 SM v Respublike Gvineja [New Wirtgen Surface Miner 2200 SM in the Republic of Guinea] / A.B. Rajkov, A.G. Shevchenko, A.M. Panchenko i dr // Gornaja promyshlennost' [Mining], № 1, 2002. – P. 5 [in Russian]
5. Trubeckoj K.N. Proektirovanie kar'erov [Open pit design] / K.N. Trubeckoj, G.L. Krasnjanskij, V.V. Hronin i dr// Moskva «Vysshaja shkola», 2009. – 695 s.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.57.032>

Толкачёв Г.Ю.

Кандидат географических наук,

Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОДЕРЖАНИЯ И ФОРМ СУЩЕСТВОВАНИЯ
МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНОВ Р. ВОЛГА***Аннотация*

В донных отложениях (ДО) накапливается значительное количество различных загрязняющих веществ. Наибольшую опасность с точки зрения качества воды всегда представляли тяжёлые металлы и их соединения. Эти вещества, накапливаясь в ДО, могут при определённых условиях переходить обратно в водную массу. Массообмен в системе «вода–донные отложения» во многом зависит от форм их существования в донных отложениях. Таким образом, исследование миграции ТМ в системе «вода–донные отложения» и получение количественных оценок интенсивности их массообмена в этой системе в различные сезоны года является весьма актуальной задачей. На основе этих характеристик можно судить о наличии или отсутствии опасности вторичного загрязнения.

Ключевые слова: тяжёлые металлы, донные отложения, формы существования, вторичное загрязнение.

Tolkachev G.Y.

PhD in Geography,

Russian scientific research Institute of hydraulic engineering and melioration behalf of A.N. Kostjakov,

**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE CONCENTRATION AND FORMS OF EXISTENCE
OF MICROELEMENTS IN BOTTOM SEDIMENTS OF DIFFERENT AREAS OF THE VOLGA RIVER***Abstract*

The significant amount of various pollutants is accumulated in the bottom deposits (BD). Heavy metals (HM) and their compounds always pose the highest danger to the quality of water. They are accumulated in BD substances under certain conditions and may go back to water. The mass-transfer in "water – bottom deposits" system largely depends on the form of their existence in BD. Thus, the study of HM migration in "water – bottom deposits" system and receiving quantitative estimates of the mass-transfer intensity in the system during different seasons is a task of primary importance. These characteristics create the basis for definition of presence or absence of the secondary pollution danger.

Keywords: heavy metals, bottom sediments, forms of existence, secondary pollution.

Целью работы являлось выявление форм существования тяжёлых металлов (ТМ) в поровом растворе и твёрдой фазе донных отложений (ДО), оценка накопления и выноса этих форм по материалам натурных исследований, а также сравнение полученных данных с данными по другим районам водной системы (р. Волга).

Для достижения поставленной цели решались **следующие задачи:**

1. Определить характер распределения ТМ в ДО Иваньковского водохранилища (р. Волга) и дать количественную оценку общей накопленной массы.
2. Оценить запасы подвижных форм ТМ, их сезонную динамику в твёрдой фазе ДО по отдельным плёсам.
3. Сравнить имеющиеся данные с литературными данными по другим районам р. Волги и оценить возможность оперирования данными по ТМ в ДО из одного района для всей водной системы.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Для оценки равнодействующей процессов накопления и выноса микроэлементов в ДО был использован комбинированный метод, сочетавший в себе площадные съёмки ДО в определённые сезоны года и ежемесячные наблюдения на постоянных станциях.

Во время площадных съёмок исследовался верхний 10-сантиметровый слой ДО по ряду поперечных профилей с расстоянием между ними от 1 до 5 км. Образцы ДО отбирались стратометром для оценки вертикального распределения элементов по глубине и дночерпателем Петерсена Д-25. Путём центрифугирования из образцов выделялся поровый раствор. В образцах ДО и поровом растворе определялось валовое содержание ТМ методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе "Perkin-Elmer-460".

На станциях наблюдения в течение года проводился отбор придонной воды и ДО, причём интегральные образцы ДО разделялись на твёрдую фазу и поровый раствор. Процессы миграции ТМ в придонной воде, их аккумуляция ДО и водными организмами, токсические свойства не могут быть изучены только на основании данных об их валовом содержании. Достоверная интерпретация экспериментальных данных должна строиться на информации о формах нахождения ТМ в придонных водах и ДО. Поэтому наряду с определением валовых содержаний ТМ были изучены формы их нахождения как в поровом растворе, так и в твёрдой фазе ДО. В твёрдой фазе использовался метод химического фазового анализа, который включал в себя её последовательную обработку 3 селективными вытяжками.

1-я вытяжка извлекает обменные и легкорастворимые формы ТМ с помощью ацетатно-аммонийного буферного раствора с pH = 4,8 (108 мл 98% CH₃COOH + 78 мл 25% NH₄OH + 800 мл H₂O).

2-я вытяжка извлекает ТМ, связанные с органическим веществом ДО. используется 30% раствор H₂O₂.

3-я вытяжка извлекает только ТМ, связанные с аморфными гидроксидами Fe и Mn при pH = 7,3 (0,5M лимоннокислый Na + NaHCO₃ + Na₂S₂O₄).

На основе полученных материалов была сделана оценка запасов ТМ в твёрдой фазе верхнего 10см слоя ДО и выделенном поровом растворе по плёсам Иваньковского водохранилища, а также оценена динамика их изменения за время наблюдений в течение года.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Донные отложения Иваньковского водохранилища формируются за счёт ежегодной аккумуляции взвешенного вещества в объёме 15665 тыс.т., что соответствует 71% от всего объёма поступления в водоём рыхлообломочного

материала. При этом около 66% от всей аккумулируемой массы составляют продукты разрушения берегов водохранилища, и только 34% приходится на долю взвешенного вещества, принесённого речным стоком с водосбора [1].

Изучение форм нахождения ТМ в системе «почвы водосбора–речного участка и водной массы–донные отложения» показало, что существует определённая унаследованность соотношений подвижных форм элементов к их валовому содержанию от почв к донным отложениям. Некоторое снижение этого соотношения во взвесах водных масс водохранилища по сравнению с рекой можно объяснить смешением взвесей речного и берегового источников (Таблица 1).

В Ивановском водохранилище в результате процессов седиментации взвеси равновесие резко сдвигается в сторону растворённых форм ТМ. Это характерно для таких элементов как Pb, Cr, Cd, Ni, Fe, Zn и свидетельствует об их накоплении в твёрдой фазе ДО водохранилища.

В то же время сопоставление концентраций исследованных ТМ в растворённом виде и во взвешенном веществе в Верхней, а также в Нижней Волге (Таблица 2[2]) подтверждает то, что в русловой части они сосредоточены в основном во взвеси.

Для расчёта масс ТМ в твёрдой фазе и поровом растворе верхнего 10 сантиметрового слоя Волжского, Шосинского и Ивановского плёсов водохранилища были приняты следующие средние значения характеристик ДО: плотность осадков – 1,5 г/см³; пористость верхнего горизонта – 0,6. Следовательно, вес призмы твёрдой фазы илистых отложений размером 1,0м*1,0м*0,1м = 150 кг.

Таблица 1 – Процентная доля обменных и легкорастворимых форм ТМ от их валового содержания в твёрдой фазе гумусовых горизонтов почв, взвешенного вещества и донных отложений бассейна Ивановского водохранилища (%)

	Fe	Mn	Zn	Cu	Pb	Ni	Co
Пахотная почва	18.0	21.2	16.8	24.7	17.1	13.0	13.8
Дерново-подзолистая почва	10.0	16.1	16.3	21.0	11.0	16.6	10.1
Взвеси речного участка Волги, половодье	12.2	17.2	15.4	12.1	9.0	12.1	11.8
Взвеси водохранилища, половодье	8.3	12.3	14.1	6.0	2.2	4.6	7.1
ДО водохранилища в июне на ст. Плоски	10.8	16.5	23.1	6.1	3.0	8.0	10.3

Таблица 2 – Среднее содержание ТМ в растворённой и взвешенной форме (в %) в русловой части Нижней Волги и рукавах дельты (август–сентябрь 1997-1998 гг.) и соотношение взвешенных и растворённых форм [2]

	Zn		Cu		Mn		Pb	
	Раств.	Взвеш.	Раств.	Взвеш.	Раств.	Взвеш.	Раств.	Взвеш.
Русловая часть	81	19	20	80	15	85	17	83
	81	19	50	50	9	91	44	56
Рукава дельты	75	25	28	72	13	87	22	78
	83	17	58	42	10	90	30	70

Примечание: числитель – 1997 г., знаменатель – 1998 г.

Оценка средней накопленной массы ТМ и доверительных интервалов при $\alpha = 0,95$ приведена в таблице 3 (Таблица 3). Расчёт накопленной массы по плёсам водохранилища проводился на основании средних показателей. Практически по всем элементам наибольшими запасами обладает Ивановский плёс, за исключением Cd. Он имеет максимальную площадь и является замыкающим.

Таблица 3 – Максимальные, минимальные и средние значения запасов ТМ в верхнем 10-см слое ДО Ивановского водохранилища в тыс. т. $M_{\max} = M_{\text{ср}} + \Delta$; $M_{\text{мин}} = M_{\text{ср}} - \Delta$; доверительная вероятность $\alpha = 0,95$; n – мощность выборки

Плёс\Элемент		Mn	Fe	Cu	Ni	Pb	Cr	Co	Zn	As	Cd
Шосинский (112 км ²) n = 24	M_{\max}	7,04	418	0,384	0,46	0,94	1,32	0,38	1,42	0,49	0,015
	$M_{\text{ср}}$	6,4	380	0,368	0,43	0,86	1,21	0,36	1,25	0,47	0,014
	M_{\min}	5,76	342	0,342	0,4	0,78	1,08	0,34	1,08	0,45	0,013
Волжский (74 км ²) n = 80	M_{\max}	7,92	169,5	0,51	0,43	0,72	0,77	0,31	2,41	0,49	0,019
	$M_{\text{ср}}$	7,2	154	0,47	0,4	0,68	0,73	0,3	2,19	0,47	0,018
	M_{\min}	6,48	138,5	0,43	0,37	0,64	0,67	0,29	1,97	0,45	0,017
Ивановский (141 км ²) n = 100	M_{\max}	14,27	335	0,98	0,69	1,345	1,36	0,57	4,31	—	0,0105
	$M_{\text{ср}}$	12,9	370	0,91	0,66	1,28	1,3	0,54	3,9	—	0,0101
	M_{\min}	11,53	405	0,84	0,63	1,215	1,24	0,51	3,49	—	0,0097

По материалам летних площадных съёмок оценивалось содержание и масса растворённых форм ТМ в поровом растворе 10-сантиметрового слоя ДО в Ивановском водохранилище. Как и ожидалось, наибольшая масса ТМ в поровом растворе находится на Ивановском плёсе (Таблица 4).

Сравнение массы ТМ в твёрдой фазе и поровом растворе 10-сантиметрового слоя ДО показывает, что доля запасов ТМ в поровом растворе практически всех элементов в летний период незначительна. Необходимо подчеркнуть, что роль порового раствора в процессах вторичного загрязнения водных масс водохранилища не ограничивается запасами растворённых элементов. Часть ТМ, закреплённая в твёрдой фазе ДО, в определённых условиях переходит в поровый раствор и далее в водную массу, и переход ТМ из ДО в водную массу осуществляется транзитом через поровый раствор.

Таблица 4 – Запасы ТМ в поровом растворе (т) (числитель) и их доля в сравнении с запасом в твёрдой фазе 10-см слоя ДО Ивановского водохранилища (%) (знаменатель)

Плёт\Элемент	Cu	Ni	Pb	Cr	Co	Zn
Шошинский (112 км ²)	0,8/ 2,19	9,8/ 2,45	1,8/ 0,21	20,9/ 1,72	1,4/ 0,39	25,4/ 1,45
Волжский (74 км ²)	3/ 0,81	6,6/ 1,74	1,8/ 0,26	3,2/ 0,38	2,6/ 0,87	28/ 1,08
Иваньковский (141 км ²)	85/ 7,08	34/ 3,54	32/ 2,5	38/ 3,27	13,8/ 1,63	165/ 2,39

Окислительно-восстановительный потенциал придонных горизонтов вод колеблется в пределах от +340 мВ в зимний период до +410 мВ в весенний период. Измерение по глубине осадков показало, что в пределах 3 см существует окисленный слой с величиной $E_h = 70-80$ мВ, а глубже наблюдается восстановительная обстановка. На глубине 10-12 см $E_h = -170-180$ мВ. Реакция придонного горизонта вод и порового раствора в течение года остаётся на уровне нейтральной и слабощелочной с незначительной амплитудой колебания. Таким образом, можно констатировать, что в придонной воде и поровом растворе ДО как правило отсутствуют резкие сезонные изменения таких показателей среды, как окислительно-восстановительный потенциал и рН.

Для большинства элементов, кроме Pb и Cd, концентрация в поровом растворе во все сезоны выше, чем в придонной воде. Это указывает на то, что существует постоянный поток вещества из ДО в водную массу. При этом явных закономерностей в изменении разности концентраций между водой и поровым раствором для большинства ТМ не отмечено. Отсутствие корреляции между концентрациями ТМ в воде и поровом растворе указывает на то, что их химический состав формируется независимо друг от друга под воздействием разных процессов.

Необходимо отметить высокий процент суммы подвижных соединений в твёрдой фазе ДО практически для всех изучаемых элементов.

Наибольшей изменчивостью отличаются подвижные формы изученных микроэлементов. Значения C_v меняются в интервале 0,18-1,04 для станции Плоски (Волжского плёса) и в интервале 0,42-1,06 – для Шошинского. Обращает внимание очень низкие значения коэффициента вариации для малоподвижных (кристаллических) форм. Значения C_v меняются в интервале 0,001-0,055 для Волжского плёса и в интервале 0,002-0,040 – для Шошинского.

Можно сделать вывод, что именно изменение содержания ТМ в подвижных формах способствует изменению их валового содержания в ДО.

Исследования, проведённые ИВП РАН на Куйбышевском водохранилище и позднее на других водохранилищах Волжского каскада, показали, что в пределах одного водохранилища и сезона соотношение различных форм существования элементов в твёрдой фазе ДО остаётся постоянным по всей площади водоёма и меняется только по сезонам [3]. Поэтому для оценки масс ТМ, находящихся в разных формах в твёрдой фазе ДО в плёсах Ивановского водохранилища, были использованы результаты исследований, проведённых на станциях «Плоски» и «Шошинский плёт».

Процентное содержание элементов разной степени подвижности в ДО каждого плёса определялось по результатам исследований на станциях. Полученные данные свидетельствуют о том, что масса подвижных форм в 10-см слое ДО плёса (а также всего водохранилища) значительна.

Необходимо подчеркнуть, что все подвижные формы могут участвовать в процессах массопереноса в системе "твёрдая фаза–поровый раствор–вода", а их содержание зависит от ряда факторов: меняющегося соотношения приходной и расходной составляющих баланса веществ, гидродинамической обстановки в придонном слое, физико-химических условий в верхнем 10-см слое ДО.

На основе проведенных исследований можно сделать вывод о высокой изменчивости содержания подвижных форм изученных микроэлементов в верхнем 10-см слое ДО водохранилища, который активно вовлекается в процесс массообмена с водной массой водоёма. Изменение масс элементов в 10-см слое ДО по сезонам характерно не только для ионообменных форм существования, но и для всех остальных подвижных форм.

В Волжском плёсе за год произошло накопление масс подвижных форм таких элементов, как Co, Pb, Fe, Mn, и уменьшение массы Zn, Cr, Cu, Ni. В зимнее время наблюдается существенное обеднение масс подвижных форм элементов, т. е. в зимнее время ДО могут быть источником вторичного загрязнения вод Волжского плёса.

В Ивановском плёсе за год накопление масс подвижных форм характерно для таких элементов, как Zn, Cu, Cr, Ni. Наибольшие массы подвижных форм наблюдаются у Zn, для которого характерно чередование увеличения и уменьшения массы подвижных форм.

В Шошинском плёсе накопление в ДО подвижных форм характерно для таких элементов, как Co, Fe, Cr, Pb, а уменьшение – для Zn, Mn, Ni, Cu, Cd. Как и на других плёсах, в октябре-январе наблюдается активное обеднение масс подвижных форм [4].

Данные показывают, что за всё время наблюдений произошло очень незначительное изменение накопленной массы ТМ в ПР, которое не идёт ни в какое сравнение с изменением массы элементов в твёрдой фазе. Поровый раствор играет роль «миграционного» канала, по которому может происходить выход компонентов в водную массу. Заметим, что поступление компонентов в ДО происходит, в основном, за счет седиментации и сорбции поверхностным слоем осадка.

Всё вышеизложенное позволяет говорить о том, что оценка изменения запасов подвижных форм в твёрдой фазе и поровом растворе ДО позволяет выявить как величину, так и направленность равнодействующей двух процессов – накопление элементов в ДО и их вынос. Такой баланс для каждого элемента позволяет оценить сезонные изменения равнодействующей накопления и выноса.

Имеющиеся данные были сопоставлены с данными, полученными для ДО дельты Волги также методом фазового анализа. Целью данного сопоставления являлось сравнение соотношения подвижных форм и валовых концентраций в пределах одной водной системы, но на разных участках.

Результаты анализов, выполненных для 15 проб ДО дельты Волги, представлены в таблице 5 (Таблица 5 [5]). Как следует из данной таблицы, даже в самых неблагоприятных условиях, например, при резком уменьшении величины рН в воде, реально перейти в поровый раствор может лишь относительно небольшая доля ТМ, содержащихся в твердой фазе осадков (сорбированные ионообменные формы). Процесс выноса микроэлементов из ДО в воду осуществляется за счет диффузии растворенных фракций и твердых частиц, изменения окислительно-восстановительных условий в придонном слое воды и в ДО, выхода грунтовых вод и других механизмов (в частности, биоперемешивания).

Поровый раствор оказывает существенное влияние на скорость выноса микроэлементов, поскольку обладает большей подвижностью по сравнению с твердой фазой и является связующим звеном в цепи «вода–донные отложения». Он играет роль аккумулятора и носителя микроэлементов в процессах обмена ЗВ между водной средой и ДО [5]. Данный вывод соответствует выводу, сделанному относительно роли порового раствора в Иваньковском водохранилище.

Таблица 5 – Отношение концентрации ионообменных форм тяжелых металлов (1-я экстракция) и суммы всех подвижных форм к валовой концентрации (%) (Бреховских, Волкова и др., 2010)

Металлы	Сорбированные ионообменные формы/валовая концентрация	Сумма всех подвижных форм/валовая концентрация
Cu	18,0	35,6
Zn	29,0	54,6
Ni	7,0	19,3
Cr	20,4	47,6
Pb	18,3	30,7

В результате сопоставления можно говорить о близком соотношении концентраций подвижных форм ТМ к их валовому содержанию в ДО Иваньковского водохранилища и Нижней Волги, несмотря на различие гидрологических, гидрохимических и метеорологических условий данных районов.

ВЫВОДЫ

1. Изучение соотношения взвешенных и растворённых форм ТМ в воде Верхней, Нижней Волги и Иваньковского водохранилища показало, что на речных участках ТМ мигрируют в основном во взвешенной форме, в то время как в воде водохранилищ для данных элементов преобладает растворённая форма.

2. Исследования трех подвижных форм элементов в твёрдой фазе ДО (обменная, органические комплексы и связанные с гидроксидами железа и марганца), позволили определить высокий процент суммы подвижных форм по отношению к их валовому содержанию. Установлено, что состав прочно связанных с твердой фазой микрокомпонентов обладает высокой стабильностью (коэффициент вариации порядка сотых), а состав и соотношение подвижных форм обладает высокой изменчивостью (коэффициент вариации от десятых до единицы). Изменение запасов ТМ в ДО зависит от изменения запасов подвижных форм.

3. Сравнение отношений концентраций подвижных форм ТМ к их валовому содержанию в твёрдой фазе ДО Нижней Волги и Иваньковского водохранилища показало близкие значения на обоих участках, что в свою очередь может говорить о едином механизме миграции и трансформации микроэлементов в ДО в пределах одной водной системы.

4. Установлено, что в Нижней Волге, как и в Иваньковском водохранилище, масса элементов, находящихся в поровом растворе ДО, составляет незначительную долю накопленной массы в твёрдой фазе ДО.

5. Оценка изменения запасов подвижных форм в твёрдой фазе и поровом растворе ДО позволяет выявить как величину, так и направленность равнодействующей двух процессов – накопление элементов в ДО и их вынос. Такой баланс для каждого элемента позволяет оценить сезонные изменения равнодействующей накопления и выноса.

Список литературы /References

1. Законнов В. В. Пространственно-временная неоднородность распределения и накопления донных отложений Верхневолжских водохранилищ./ Законнов В. В.// Водные ресурсы. – 1995. – № 3. – Т. 22. – С. 362-371.
2. Бреховских В.Ф. Динамика потоков загрязняющих веществ в дельте р. Волги./ Бреховских В.Ф., Волкова З.В., Монахов С.К. // Вода: химия и экология. – 2011. – № 4. – С. 9-17.

3. Веницианов Е.В. Сезонные изменения форм нахождения тяжёлых металлов в донных отложениях Куйбышевского водохранилища./ Веницианов Е.В., Кочарян А.Г., Сафронова Н.С. и др. // Водные ресурсы. 2003, № 4., т 30, с. 443-451.

4. Толкачёв Г.Ю. Тяжёлые металлы в системе «вода–донные отложения». Г.Ю. Толкачёв. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. – 98 с.

5. Бреховских В.Ф. Тяжёлые металлы в донных отложениях Нижней Волги и дельты реки./ Бреховских В.Ф., Волкова З.В., Перекальский В.М. и др. // Вода: химия и экология. – 2010. – №2. – С. 2-10.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Zakonnov V.V. Prostranstvenno-vremennaiia neodnorodnost raspredeleniia i nakopleniia donnykh otlozhenii Verkhnevolzhskikh vodokhranilishch [Spatiotemporal Heterogeneity of Distribution and Accumulation of Bottom Deposits in Upper Volga Reservoirs] / Zakonnov V.V. / Vodnye resursy [Water resources]. – 1995. – № 3. – Vol. 22. – P.362–371 [In Russian]

2. Brekhovskikh V.F. Dinamika potokov zagriazniaiushchikh veshchestv v delte r Volgi [Dynamics of Pollutant Flow in Delta of Volga River] / Brekhovskikh V.F., Volkova Z.V., Monakhov S.K. // Voda khimiia i ekologiia [Water: chemistry and ecology.] – 2011. – No 4. – P. 9–17. [In Russian]

3. Venitsianov E.V. Sezonnnye izmeneniia form nakhozheniia tiazhelykh metallov v donnykh otlozheniakh Kuibyshevskogo vodokhranilishcha [Seasonal Changes of Heavy Metal Deposits in Bottom Deposits of Kuibyshev Reservoir] / Venitsianov E.V., Kocharian A.G., Safronova N.S., et. al. // Vodnye resursy [Water resources]. – 2003. – No 4. – Vol. 30. – P.443–451. [In Russian]

4. Tolkachev G.U. Tiazhelye metally v sisteme voda donnye otlozheniia [Heavy Metals in "Water – Bottom Deposits" System] // G.U. Tolkachev. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. – 98 p. [In Russian]

5. Brekhovskikh V F Tiazhelye metally v donnykh otlozheniakh Nizhnei Volgi i delty reki Brekhovskikh [Heavy Metals in Bottom Deposits of Lower Volga and River Delta] / Brekhovskikh V.F., Volkova Z.V., Perekalskii V.M., et. al // Water: chemistry and ecology. – 2010. – No 2. – P. 2–10. [In Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.57.132>

Хацаева Ф.М.¹, Цаболова З.И.²

¹Кандидат географических наук, доцент, ²ORCID: 0000-0001-7003-6496 Аспирант,

ФГБОУ ВО «Северо-осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова»,

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ РАДИАЦИОННОГО ФОНА ГОРНОЙ ТЕРРИТОРИИ РСО-АЛАНИЯ

Аннотация

В данной статье рассмотрены природные источники формирования радиационного фона горной местности. Наличие магматических горных пород и увеличение абсолютных высот являются главными геологическими факторами повышения показателей радиационного фона. В ходе практических исследований выявлены горные районы повышенного радиационного излучения. Основные выводы подтверждаются произведенными замерами радиационного излучения в районах добычи и разработки месторождений полиметаллических руд и других минеральных ресурсов, а также на разных абсолютных высотах. По результатам исследования составлена геoinформационная база данных радиационных показателей.

Ключевые слова: горная местность, радиационный фон, горные породы, абсолютные высоты, полиметаллические руды, шахты, экологический риск, здоровье населения.

Хацаева F.M.¹, Tsabolova Z.I.²

¹PhD in Geography, Associate professor, ²ORCID: 0000-0001-7003-6496 Postgraduate student,

North-Ossetia State University named after K.L.Hetagurov

LOGICAL FACTORS OF FORMATION OF RADIATION BACKGROUND ON MOUNTAINOUS TERRITORY OF THE REPUBLIC OF NORTH OSSETIA–ALANIA

Abstract

This paper considers the sources of natural radiation background in mountain regions. The presence of igneous rocks and high altitudes are the main geological factors increasing the parameter of radiation background. The results of practical research show the mountainous areas of increased radiation. The main conclusions are confirmed by measurements of the radiation produced in the areas with mining of ores and other minerals and at different altitudes as well. According to the results, the data base with geoinformation data with the radiation parameters is developed as well.

Keywords: mountainous areas, radiation background, rocks, altitudes, polymetallic ores, mines, environmental risk, public health.

Территория республики Северная Осетия-Алания более чем на 50% состоит из горного рельефа, и более чем на 20 % – из высокогорий с абсолютными высотами более 2000 м. Именно горообразовательные процессы, сопровождающиеся магматическими выделениями и поднятием территории, стали причиной повышенного радиационного фона. Республика обладает большими запасами минеральных ресурсов, в том числе залежами полиметаллических руд, являющимися основным источником радиации в горах. Многочисленные залежи полезных ископаемых стали основой для развития горно-добывающей и перерабатывающей промышленности, что в свою очередь повлекло появление дополнительных источников радиационного излучения и расширения территориальных масштабов повышенного радиационного фона.

В 1845 году было развернуто освоение Садонского месторождения свинца, а в последующем и др. месторождений. В настоящее время из большого количества некогда работавших шахт, действующих осталось всего несколько. Полностью выработанные шахты, находятся в состоянии консервации или ликвидации. Консервация шахт представляет собой временное прекращение работы шахты, с возможностью ее дальнейшей разработки.

Перспектива дальнейшей эксплуатации шахт не дает возможность рекультивации, позволяющей снизить показатели радиационного излучения на поверхности земли, и тем самым проблема радиационного загрязнения остается актуальной.

В целях обеспечения радиационной безопасности нами проведены практические исследования по замеру радиационного излучения территории республики, в частности, непосредственно в районах горных рудников. Первичный геохимический ореол в зоне месторождения и вторичный ореол рассеяния стали объектом пристального внимания, как территории наибольшего экологического риска.

В горной местности республики распространены такие минеральные ископаемые как: пирит, галенит, сфалерит, халькопирит, кварц, кальцит, магнетит, серебро, висмут, кадмий, гранит, кровельные сланцы, мрамор, известняк, доломит, мергель, пески, глина, гравий и т.д.[2, С 81] Естественный радиационный фон формируется за счет радиоактивных горных пород, содержащих определенную массу радиоактивных элементов. В основном, в земной коре и горных породах встречаются концентрации трех радиоактивных элементов-урана-238, тория и калия-40. Они находятся в горных породах в виде изоморфных примесей и самостоятельных минералов. Большой интерес при изучении естественного радиационного фона представляет калий-40, т.к. он широко распространен и входит в состав породообразующих минералов (кальцит, известняк, доломит и т.д.). Содержание урана, радия и тория в породах, особенно магматогенных, неравномерно. Наибольшей радиоактивностью обладают кислые породы (граниты). Особенно часто повышенная радиоактивность встречается в магматических породах красного оттенка. Минералы осадочных горных пород принято делить на группы по степени радиоактивности:

1-я группа состоит из минералов с низким уровнем радиоактивности: кварц, кальцит, доломит, ангидрит, каменная соль и др.;

2-я группа состоит из минералов со средним уровнем радиоактивности: железосодержащие минералы (лимонит, магнетит), отдельные акцессорные минералы (турмалин, корунд, гранат), полевые шпаты и др.;

3-я группа состоит из минералов с повышенной радиоактивностью: все глинистые минералы, слюды, большая часть полевошпатовых минералов, калийные соли, апатит и сфен;

4-я группа состоит из минералов, радиоактивность которых превышает радиоактивность минералов 1-ой группы более чем в 1000 раз – это акцессорные минералы (монацит, циркон, ортит).[2, С 82-85]

Естественный радиационный фон, возникающий в горной местности характеризуется не столько высоким уровнем излучения, сколько постоянством и длительностью своего воздействия на окружающую среду.

В ходе проведенного исследования стало очевидным, что горные территории, особенно места добычи полезных ископаемых, имеют повышенный радиационный фон и представляют опасность для здоровья населения горных и предгорных территорий. Материалы собственных экспериментальных исследований представлены в таблице 1. Замеры были проведены с помощью прибора персонального индикатора радиоактивности РадиоСкан-501.

Таблица 1 –База данных радиационного фона на территории РСО-Алания

№	Название месторождений	Элемент мониторинга	Объем месторождения	Освоенность месторождения	Показатель радиации в МЗв/ч
1	Левобережное Месторождение	Свинец, Цинк	Малое	Резерв	0.25-0.30
2	Згидское Месторождение	Свинец, Цинк	Среднее	Промышленная Эксплуатация	0.40-0.50
3	Месторождение Ногкау	Свинец, Цинк	Малое	Консервация	0.45-0.50
4	Садонское Месторождение	Цинк	Среднее	Промышленная Эксплуатация	0.50-0.60
5	Кадат-Хампаладагское Месторождение	Свинец, Цинк	Малое	Консервация	0.60
6	Октябрьское Месторождение	Свинец, Цинк	Среднее	Резерв	0.25-0.30
7	Холстинское Месторождение	Свинец, Цинк	Среднее	Консервация	0.40-0.50
8	Джимидонское Месторождение	Свинец, Цинк	Среднее	Детальная Эксплуатация	0.50
9	Архонское Месторождение	Свинец, Цинк	Малое	Промышленная Эксплуатация	0.40-0.50
10	Буронское Месторождение	Медь	Малое	Выработано	0.40-0.60
11	Какадур-Ханикомское Месторождение	Свинец, Цинк	Малое	Консервация	0.60-0.70

Окончание табл. 1 –База данных радиационного фона на территории РСО-Алания

№	Название месторождений	Элемент мониторинга	Объем месторождения	Освоенность месторождения	Показатель радиации в МЗв/ч
12	Буронское Месторождение Восточный Фланг	Свинец, Цинк, Медь	Малое	Разведка	0.50-0.60
13	Зарандинское Месторождение	Уран	Малое	Не Намечено К Освоению	0.50-0.60
14	Гизельдонское Месторождение	Уран	Малое	Резерв	0.60-0.70
15	Тибское Месторождение	Ртуть	Малое	Не Намечено К Освоению	0.60-0.65

В результате последних наблюдений, выявлены серьезные нарушения по содержанию шахт и рудников, состоящих в консервации или ликвидации/

Шахты и рудники расположены в непосредственной близости от сельских поселений Мизур, Унал, Брут, Цей, Стур-Дигора, и т.д.

Дождевые воды, омывающие и протекающие вблизи рудников, попадают в реки, которые являются питьевыми источниками для жителей сел, а также проникают в почву и подземные воды. Скотина, имеет легкий доступ к шахтам и загрязненным водам.

За последние 10 лет среди жителей РСО-Алания и особенно жителей горной местности, наблюдается тенденция роста онкологическими заболеваниями. Сегодня в республике смертность от различных онкологических болезней занимает ведущее место, на учете в онкологическом диспансере состоят 14500 человек, среди них 143 ребенка. Всего за 9 месяцев было зарегистрировано 2543 смерти, что в разы больше чем в предыдущем году. Число детских заболеваний онкологий возрастает с каждым годом. Чаще, среди взрослого населения встречается рак кожи, груди, а среди детей рак головного мозга и крови. Наибольший процент онкологических заболеваний встречается в Алагирском Дигорском и Ирафском районах. [1] Возможно провести связь между заболеваниями и природными радиационным фоном, т.к. именно данные районы наиболее загрязнены с точки зрения радиоактивности.

Естественный усредненный радиационный фон обычно определяется в пределах 0.10-0.16 мкЗв/час.

Нормой радиационного фона принято считать значение не превышающее 0.20 мкЗв/час.

Безопасным уровнем для человека считается порог в 0.30 мкЗв/час, т.е. облучение дозой 0.30 мкЗв в течение часа. При превышении этого уровня рекомендуемое время нахождения в зоне облучения падает пропорционально величине дозы.

Абсолютно безопасное время нахождения в зоне облучения уровнем 0.60 мкЗв/час не должно превышать 30 минут (0.60 в 2 раза больше нормы 0.30, значит время нахождения должно быть меньше в 2 раза или по-другому: предельная часовая доза в 0.30 при облучении уровнем в 0.60 наберется в организме человека уже за полчаса).

Превышения нормы радиации, приведенные в таблице 1, наблюдаются в районах, где сосредоточены месторождения урановых руд, свинца и цинка с содержанием ртути, и прямо пропорциональны статистике заболеваемости населения.

Список литературы / References

1. Документы Министерства здравоохранения республики Северная Осетия-Алания, 2015г.;
2. Цогоев В.Б. Природные ресурсы Республики Северная Осетия-Алания/ Геология и полезные ископаемые / В.Б.Цогоев // Владикавказ, Проект-Пресс, 2005.-С. 81-86.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Dokumenty Ministerstva zdravookhraneniya respubliky Severnaya Osetiya-Alaniya [Documents of the Ministry of Health of the Republic of North Ossetia-Alania], 2015. [In Russian]
2. Tsogoev V.B. Prirodnye resursy Respubliki Severnaya Osetiya-Alaniya [Natural Resources of the Republic of North Ossetia] / Geologiya i poleznye iskopaemiye [Geology and minerals] / V. B. Tsogoev - Vladikavkaz, Project-Press, 2005.- P. 81-86. [In Russian]

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ / PHYSICS AND MATHEMATICSDOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.57.145>**Кораблев Г.А.**

Доктор химических наук, профессор,
Ижевская государственная сельскохозяйственная академия,
О ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ ДВИЖЕНИЯ ПЛАНЕТ

Аннотация

Модифицируя уравнение Кеплера по орбитальным движениям планет даны уравнения зависимости вращательного и орбитального движений планет, рассчитаны углы их вращения. Установлены волновые принципы прямого и обратного вращения планет. Установленные зависимости проявляются на различных масштабных уровнях структурных взаимодействий, в том числе в биосистемах. Равенство углов вращения Солнца и Земли через резонанс корпускулярно-волнового механизма определяет возможность земного фотосинтеза. Точность расчетов соответствует точности экспериментальных данных.

Ключевые слова: орбитальное и вращательное движения планет, прямое и обратное вращение планет, углы вращения, фотосинтез.

Korablev G.A.

PhD in Chemistry, professor,
Izhevsk State Agricultural Academy
ABOUT THE LAWS OF MOVEMENT OF PLANETS

Abstract

By modifying the equation of Kepler from the orbital motions of the planets, equations of dependence of rotational and orbital motions of planets are given, their rotation angles are calculated. Wave principles of direct and reverse rotation of planets are established. The established dependencies are demonstrated at different scale levels of structural interactions, in biosystems as well. Equality of the Sun and Earth's rotation angles through the resonance of the wave-mechanism determines the possibility of terrestrial photosynthesis. The accuracy of calculations corresponds to the accuracy of experimental data.

Keywords: orbital and rotational motion of planets, direct and reverse rotation of planets, rotation angles, photosynthesis.

Introduction

The world around us is in constant motion. Functionally interconnected main types of mechanical motion (translational, rotational and oscillatory) determine the dynamic stability of systems. Vast theoretical and experimental experience in physical and mathematical properties of simple and complex compounds and principles of their self-organization at different scale levels of such conformation has been gained till now.

But the problem of establishing the most general regularities of these processes is topical. "However the science is still far from making it happen in the general form" [1]. Thus, applying the entire set of analytical and qualitative methods, the celestial mechanics provides the solution for many problems on the motion of solids, for example [2], [3]. But some other issues of celestial mechanics require further discussion, for instance, the functional dependence of rotational and orbital motion of planets, as well as the initial principles of forming the direct and reverse motion of planets. Therefore in this paper we attempt to investigate such problematic issues with the help of conception of corpuscular-wave dualism proposed earlier [4].

1. Initial criteria

(Based on paper [4])

1. In the systems in which the interaction proceeds along the potential gradient (positive work), the resultant potential energy is found based on the principle of adding reciprocals of corresponding energies of subsystems. Similarly, the reduced mass for the relative motion of the isolated systems of two particles is calculated.

2. In the systems in which the interactions proceed against the potential gradient (negative performance) the algebraic addition of their masses, as well as the corresponding energies of subsystems is performed (similar to Hamiltonian).

3. Two principles of adding energy characteristics of structural interactions can be transformed onto the corpuscular-wave dualism processes.

Corpuscular processes flow in all interactions along the potential gradient, and wave dualism corresponds to the interactions against the potential gradient.

4. Act of quantum action expressed via Planck's constant is narrowed to the energy equilibrium-exchange redistribution between the corpuscular and wave processes.

5. Phase difference of electric and magnetic oscillations in electromagnetic wave is $\frac{\pi}{2}$. Applying $\left(\frac{2}{\pi}\right)^2$ as the proportionality coefficient, we have the equation for Planck's constant with the accuracy close to the accuracy of the initial data:

$$h = \left(\frac{4}{\pi^2} + a_0\right) P_e \frac{\varepsilon}{\mu},$$

where $a_0 = 0.0023293$ – experimental quantum correction to spin g_s – factor, ε – electric constant, μ – magnetic constant. Here: $P_e = wr$, where w – energy of a free electron, r – its classic radius.

6. It is assumed that during the rotational-translation motion of an electron, the energies are redistributed in the system "particle-wave" that is demonstrated via the angular vector of such motion (winding angle) – Θ .

This angular vector of electron motion is quantized by an integer number through the tangent square of this angle: $tg^2\varphi_2 = 2$; $tg^260^\circ = 3$; $tg^245^\circ = 1$, where $\varphi_2 = 54.73^\circ$ – a so-called "geodesic angle", which is widely spread in engineering, for example, in spaceship production.

The quantum functions of square tangent $k = 1, 2, 3$ numerically determine the ratios of two triangle legs, whose values characterize energy dependencies via axial and circumferential stresses in the system with corpuscular and wave processes.

7. In quantum mechanics the ratio between the particle magnetic moment and its mechanical moment is the magnetomechanic ratio – g . At the same time, $g_s = 2$, if the electron magnetic moment is conditioned only by the spin component and $g = 1$, if it is produced by the electron orbital motion. Their ratio $g_s / g = 2$ that, the same way as $tg^2\phi_2 = 2$, characterizes the corresponding corpuscular-wave dependencies in this approach.

2. Equation of dependence of rotational and orbital motion of planets

The foregoing principles of corpuscular-wave mechanism give the possibility to consider from the unified positions many structural and dynamic processes, different in nature and scale. For example, the characteristic of spin-orbital interaction – fine structure constant $\alpha = \frac{r}{\lambda}$, where r – electron classic radius, λ – its Compton wavelength.

Formally, but similarly: interaction force of two long conductors with the current proportionally to the ratio $\frac{l}{2\pi r}$, where l – length of conductors, r – distance between them.

And the number 2π widely used in physical regularities, equals the circumference ratio to its radius: $2\pi = l/R$.

In these examples, as in many other, this approach allows evaluating structural interactions based on the ratios of corpuscular and wave spatial-energy parameters in each action. Obviously, such principles are also demonstrated in Kepler’s third law, which can be given as follows [3]:

$$Gm = 4\pi^2 \frac{a^3}{T^2} \tag{1}$$

where: G – gravitational constant, m – planet mass, here a – distance to barycenter (system mass center), T – planet revolution period. Entering the relative mass $m_0 = \frac{m}{m_3}$ (where m_3 – Earth mass), we can have:

$$\frac{Gm_3}{4\pi^2} = \frac{a^3}{T^2 m_0}, \text{ therefore } \frac{a^3}{T^2 m_0} = \text{const}$$

Or:
$$\frac{a}{(T^2)^{\frac{1}{3}} m_0^{\frac{1}{3}}} = \text{const} \tag{2}$$

Since the masses of planets are rather small in comparison with their distance to the sun, then at the first approximation they can be considered as mathematical points and the equation of mathematical pendulum period can be applied to them:

$$T^2 = 4\pi^2 \frac{l}{g},$$

where g – free fall acceleration. The average radius of the planet orbital motion – R can be taken as the pendulum length – l . Then, similarly to the foregoing dependencies, we can introduce the planet radius r into the numerator of formula (2) and then we have:

$$\frac{r}{\left(\frac{4\pi^2 R m_0}{g}\right)^{\frac{1}{3}}} = \gamma \tag{3}$$

This expression in the units $\frac{m}{\text{sec}^{2/3}}$ satisfies the principle of corpuscular-wave mechanism for space macrostructures. But in Kepler’s third law only the orbital motion was considered, but in this case – two motions, each of which has its own wave part. Therefore, the interference of coherent waves occurs.

Similar to the foregoing examples, the coherence can be considered as the ratio of the difference of the travel path to the length of the coherent wave $\left(\frac{\Delta}{\lambda}\right)$. The interference principle is most easily performed for liquid-gaseous planets (planets in Jupiter system) as shown in Table 1:

Table 1 – Characteristics of rotational and orbital motion of planets

Planet	r·10 ⁶ , m	R·10 ⁹ , m	$\gamma, \frac{m}{\text{sec}^{2/3}}$	Direction of rotation	Calculation formula for β	n	$\beta, \frac{m}{\text{sec}^{2/3}}$	$\delta = \frac{\beta}{\beta_0}$	Θ_1	Θ_2	Θ° [3, 5, 6]
Mercury	2.4397	57.9	1039.7	+	$n^{1/2} \frac{\gamma}{2}$	2	735.2	0.9735		86.6	87.0
Venus	6.0515	108.2	855.17	-	$(2n+1)^{1/2} \frac{\gamma}{2}$	1	740.6	0.9810		87.2	87.0
Earth	6.3780	149.6	755.2	+	$2n^{1/2} \frac{\gamma}{2}$	1	755.2	1	66.56		66.556
Mars	3.3970	227.9	734.7	+	$2n^{1/2} \frac{\gamma}{2}$	1	734.7	0.9728	64.75		64.8
Jupiter	71.492	778.6	715.8	+	$2n \frac{\gamma}{2}$	1	715.8	0.9478 ^{1/2}		86.6	86.9
Saturn	60.268	1433.7	735.9	+	$2n \frac{\gamma}{2}$	1	735.9	0.9744	64.85		64.3
Uranus	25.596	2870.4	463.6	-	$(2n+1) \frac{\gamma}{2}$	1	696.8	0.9227		82.07	82.0
Neptune	24.764	4491.1	365.49	+	$2n \frac{\gamma}{2}$	2	730.98	0.96793 ²	62.5		61.68
Pluto	1.1510	5868.9	295.55	-	$(2n+1) \frac{\gamma}{2}$	2	738.75	0.9782			
							$\langle \beta \rangle = 732.5$				

$$\beta_+ = 2n \frac{\gamma}{2} \tag{4}$$

– boosting of oscillations during the direct rotation of planets.

$$\beta_- = (2n + 1) \frac{\gamma}{2} \tag{5}$$

– damping of oscillations during the reverse rotation of planets.

Here n – integer number.

The intensity of wave propagation depends on the medium density and its distribution in the planet volume.

The value characterizing the planet density increase towards its center is called “dimensionless moment of inertia” (I^*).

The ratio of average values of I^* for solid and liquid-gaseous planets based on different data [3], [5], [6] is within 1.4 – 1.45 as demonstrated in Table 2.

Table 2 – Ratio of dimensionless moments of inertia of solid and liquid-gaseous planets [3], [5]

Planet	Mercury	Venus	Earth	Mars	$\langle I^*_S \rangle$
I^*_S	0.324	0.333	0.33076	0.377	0.341
Planet	Jupiter	Saturn	Uranus	Neptune	$\langle I^*_{LG} \rangle$
I^*_{LG}	0.20	0.22	0.23	0.29	0.235

Note: The average value $I^*_S / I^*_{LG} = 1.451$.

Such property for solid planets is taken into account in Table 1 and equations (4, 5) by introducing the values $n^{1/2}$ and $(2n + 1)^{1/2}$. Such approach also refers to Mercury as it is the nearest to the sun, to its liquid-gaseous structure.

In general, the application of corpuscular-wave mechanism to space macrosystems explains the specifics of formation of direct or reverse rotation of the planets.

3. Rotation angles of planets

In physical sense, the parameter β characterizes the motion difference of interfering waves, and γ – wavelength. The average value of $\beta = 732.5$ m/sec^{2/3} with the deviation of most of the planets under 2 % (apart from Uranus).

The equation $tg^2 \theta = k$ was used to evaluate quantum transitions in atoms in [4]. The squares and cubes of initial parameters are applied in Kepler’s equation and other regularities of space macrosystems. In this approach, as the calculations demonstrated, the semi-empirical equation is performed:

$$\beta = (tg^2 \theta)^3 \tag{6}$$

where θ – rotation angle of planets.

For Earth $\beta = 755.2$ and based on equation (6) $\theta_0 = 66.455^\circ$. For more accurate calculation, taking into account some analogy of macro- and microprocesses, we use, as before, the experimental quantum correction in the form of $a_0 = 1.0023293$ following the equation:

$$\theta_1 = a_0 \theta_0 \tag{7}$$

The calculation by equations for Earth (6,7) gives the value $\theta_1 = 66.560^\circ$ with the deviation from the experimental value by 0.007%. The sun has the same value of the rotation angle. This is determined by the process of the earth's photosynthesis.

As applicable to the rest of the planets, the value $\delta = \frac{\beta}{\beta_0}$, (where β_0 – β value for Earth) is introduced in equation (7) based on the following equations:

$$\theta_1 = a_0 \delta \theta_0 \quad \text{or} \quad \theta_1 = a_0 \frac{\beta}{\beta_0} \theta_0 \tag{8} \tag{8a}$$

$$\theta_2 = \frac{4}{3} a_0 \delta \theta_0 \quad \text{or} \quad \theta_2 = \frac{4}{3} a_0 \frac{\beta}{\beta_0} \theta_0 \tag{9} \tag{9a}$$

The formulas (8 and 8a) are performed for the planets, whose rotation angle is less than Earth’s one. For the other planets the formulas (9 and 9a) are performed. Those are the planets, which are in the beginning of the planet subsystem by the value of the dimensionless moment of inertia (Mercury and Jupiter), as well as the planets with the reverse rotation (Venus and Uranus). The calculation results are given in Table 1.

The coefficient $\frac{4}{3}$ has been applied before for the comparative evaluation of quantum transitions with different complexity types [4]. In this research the average ratio of the angles by the experimental data [3], [5], [6] given in Table 3 also has the value $1.336 \approx \frac{4}{3}$.

Table 3 – Ratio of rotation angles of planets by [3], [5], [6]

Planet	Mercury	Venus	Earth	Mars	$\langle \Theta_2 \rangle$
Θ_2	87.00	87.00	86.90	82.00	85.73
Planet	Jupiter	Saturn	Uranus	Neptune	$\langle \Theta_1 \rangle$
Θ_1	66.556	64.80	64.30	61.00	64.16

Note: The average value $\Theta_2 / \Theta_1 = 1.336 \approx \frac{4}{3}$

For the value δ the influence of the medium density distribution is taken into account via the transition factor from one distribution level to another. Since for Jupiter in Table 2 the value I^* is less in comparison with Earth’s I^* in 1.45 times, therefore, in the calculations $\delta = 0.9478^{1/2}$. On the contrary with Jupiter, for Neptune I^* increases in 1.45 times, therefore, in the calculations $\delta = 0.96793^2$.

All the calculation results are in good accord with the experimental data.

Список литературы / References

1. Эрден-Груз Т. Основы строения материи / Т. Эрден-Груз // М.: Мир, 1976. – 438 с.
2. Дубошин Г.Н. Небесная механика / Г.Н. Дубошин // М.: Наука, 1978. – 456 с.
3. Пантелеев В.Л. Физика Земли и планет. Курс лекций / В.Л. Пантелеев // МГУ. Москва, 2001.
4. G.A. Korablev. Spatial-energy parameter and its application in research. LAP LAMBERT Academic Publishing. Germany. Pp. 1-65.
5. Физическая энциклопедия. М.: «Советская энциклопедия». Т.1, 1988. – 704 с.; Т.2, 1990. – 704 с.; Т.3, М.: «Большая Российская энциклопедия». 1992. – 672 с.
6. Аллен К.У. Астрофизические величины / К.У. Аллен // М.: Изд. «МИР», 1977. – 446 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Jerden-Gruz T. Osnovy stroeniya materii [Basics of matter composition] / T. Jerden-Gruz // М.: Mir, 1976. – 438 p. [in Russian]
2. Duboshin G.N. Nebesnaja mehanika [Celestial mechanics] / G.N. Duboshin // М.: Nauka, 1978. – 456 p. [in Russian]
3. Panteleev V.L. Fizika Zemli i planet. Kurs lekcij [Physics of Earth and planets. Lectures] / V.L. Panteleev // MGU. Moskva [MSU. Moscow], 2001. <http://www.astronet.ru/db/msg/1169697/node17.html> [in Russian]
4. G.A. Korablev. Spatial-energy parameter and its application in research. LAP LAMBERT Academic Publishing. Germany. Pp. 1-65.
5. Fizicheskaja jenciklopedija [Encyclopedia in physics]. М.: «Sovetskaja jenciklopedija» [“Sovetskaya enciklopedia”]. V.1, 1988. – 704 p.; V.2, 1990. – 704 p.; V.3, М.: «Bol'shaja Rossijskaja jenciklopedija» [“Bolshaja Rossijskaja enciklopedia”]. 1992. – 672 p. [in Russian]
6. Allen K.U. Astrofizicheskie velichiny [Astrophysical magnitudes] / K.U. Allen // М.: Изд. «МИР» [M.: Mir], 1977. – 446 p. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.57.105>**Кораблев Г.А.**

Доктор химических наук, профессор,
Ижевская государственная сельскохозяйственная академия,
КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ

Аннотация

Два принципа сложения энергетических характеристик структурных взаимодействий выполняются, если процесс идет или по градиенту потенциала или против него. Трансформируя эти правила на корпускулярно-волновой дуализм можно предположить, что корпускулярные взаимодействия имеют место по градиенту потенциала (принцип сложения обратных величин энергий), а волновые процессы идут против градиента потенциала (принцип алгебраического сложения энергий). Такой подход подтверждается эмпирическим уравнением, в котором акт квантового действия сводится к перераспределению энергий в системе частица-волна.

Показано, что угловой вектор вращательно-поступательного движения электронов при квантовых переходах меняется в соответствии с квантовым числом квадрата тангенса этого угла.

Ключевые слова: градиент потенциала, квантовые переходы, корпускулярно-волновой дуализм, геодезический угол, тутовый шелкопряд.

Korablev G.A.

PhD in Chemistry, professor,
Izhevsk State Agricultural Academy
CORPUSCULAR-WAVE PROCESSES

Abstract

Two principles of adding energy characteristics of structural interactions are fulfilled if the process flows either along the potential gradient or against it. Transforming these rules onto the corpuscular-wave dualism, we can assume that corpuscular interactions flow along the potential gradient (principle of adding reciprocals of energies), and wave processes – against the potential gradient (principle of algebraic addition of energies). Such approach is confirmed by the empiric equation, in which the act of quantum action is narrowed to the energy redistribution in the system “particle-wave”.

It is demonstrated that the angular vector of rotational-translation motion of electrons at quantum transitions changes in compliance with the quantum number of the square tangent of this angle.

Keywords: potential gradient, quantum transitions, corpuscular-wave dualism, geodesic angle, silkworm.

Введение

Проблема квантово-волнового дуализма была в основном решена в период создания квантовой механики. Так, применение уравнения де-Бройля позволяет определить границы проявления таких явлений. Но какое свойство при этом доминирует зависит от условий процесса. И определить заранее какая часть из них будет работать в каждом конкретном случае достаточно сложно, хотя известно, что волновая картина чаще имеет место при низких энергиях, а корпускулярная – при высоких.

Один из основоположников квантовой механики Макс Борн по этому поводу сказал: «Каждый процесс может быть интерпретирован или с корпускулярной или с волновой точки зрения. Однако доказательство того, что мы имеем дело действительно с частицами или с волнами лежит за пределами наших возможностей, поскольку мы не в состоянии определить все характерные свойства процесса. Поэтому можно только сказать, что волновые и

корпускулярные описания следует считать лишь как два дополняющих друг друга способа рассмотрения одного и того же объективного процесса». [7]

Таким образом, эти проблемные вопросы квантово-волнового дуализма нуждаются в дальнейшем исследовании и обсуждении. В данной работе делается попытка пояснения их с позиции представлений о пространственно-энергетических взаимодействиях.

1. О двух принципах сложения энергетических характеристик взаимодействий

Анализ кинетики разнообразных физико-химических процессов показывает, что во многих случаях складываются обратные величины скоростей, кинетических или энергетических характеристик соответствующих взаимодействий.

В частности, такое предположение подтверждается формулой вероятности процесса переноса электрона (W_∞) за счет перекрытия волновых функций 1 и 2 (в стационарном состоянии) при электронно-конформационных взаимодействиях:

$$W_\infty = \frac{1}{2} \frac{W_1 W_2}{W_1 + W_2} \quad (1)$$

Уравнение (1) используется при оценке характеристик процессов диффузии, сопровождающейся безизлучательными переносами электронов в белках [9].

А так же: «Из классической механики известно, что относительное движение двух частиц с энергией взаимодействия $U(r)$ происходит как движение материальной точки с приведенной массой μ :

$$\frac{1}{\mu} = \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \quad (2)$$

в поле центральной силы $U(r)$, а общее поступательное движение – как свободное движение материальной точки с массой:

$$m = m_1 + m_2 \quad (3)$$

Такое положение вещей имеет место и в квантовой механике» [3].

Для движущихся термодинамических систем первое начало термодинамики имеет вид:

$$\delta E = d \left(U + \frac{mv^2}{2} \right) \pm \delta A, \quad (4)$$

где: δE – количество энергии, сообщенное системе;

член $d \left(U + \frac{mv^2}{2} \right)$ – характеризует изменения внутренней и кинетической энергий системы;

+ δA – работа, выполненная системой;

– δA – работа, совершенная над системой.

Так как величина работы численно равна изменению потенциальной энергии, то:

$$+ \delta A = -\Delta U \quad \text{и} \quad -\delta A = +\Delta U \quad (5,6)$$

Вероятно, не только в термодинамических, но и во многих других процессах в динамике взаимодействия движущихся частиц важно не только значение потенциальной энергии, а ее изменение. Поэтому должно выполняться для двухчастичных взаимодействий:

$$\delta E = d \left(\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} \right) \pm \Delta U \quad (7)$$

Здесь

$$\Delta U = U_2 - U_1, \quad (8)$$

где U_2 и U_1 – потенциальные энергии системы в конечном и начальном состояниях.

Был проведен анализ характера изменения величины потенциальной энергии (ΔU) по ее знаку для различных потенциальных полей, приведенный в табл. 1.

Из таблицы видно, что значения $-\Delta U$ и соответственно $+\delta A$ (положительная работа) соответствуют взаимодействиям, происходящим по градиенту потенциала, а ΔU и $-\delta A$ (отрицательная работа) имеют место при взаимодействиях против градиента потенциала.

Решение двухчастичной задачи взаимодействий двух материальных точек с массами m_1 и m_2 , полученное при условии отсутствия внешних сил, соответствует взаимодействиям, которые идут по градиенту, работа положительная, совершается системой (аналогично процессу притяжения в гравитационном поле).

Решением этого уравнения через приведенную массу (μ) является уравнение Лагранжа для относительного движения изолированной системы двух взаимодействующих материальных точек с массами m_1 и m_2 , которое в координате x имеет вид:

$$\mu \cdot x'' = -\frac{\partial U}{\partial x}; \quad \frac{1}{\mu} = \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}.$$

Здесь U – взаимная потенциальная энергия материальных точек; μ – приведенная масса.

Таблица 1 – Направленность процессов взаимодействий

№	Системы	Вид потенциального поля	Процесс	U	$\frac{r_2}{r_1}$ $\left(\frac{x_2}{x_1}\right)$	U_2/U_1	Знак ΔU	Знак δA	Направленность процесса в потенциальном поле
1	разноименные эл. заряды	электростатическое	притяжение	$-k \frac{q_1 q_2}{r}$	$r_2 < r_1$	$U_2 > U_1$	-	+	по градиенту
			отталкивание	$-k \frac{q_1 q_2}{r}$	$r_2 > r_1$	$U_2 < U_1$	+	-	против градиента
2	одноименные эл. заряды	электростатическое	притяжение	$k \frac{q_1 q_2}{r}$	$r_2 < r_1$	$U_2 > U_1$	+	-	против градиента
			отталкивание	$k \frac{q_1 q_2}{r}$	$r_2 > r_1$	$U_2 < U_1$	-	+	по градиенту
3	элементарные массы m_1 и m_2	гравитационное	притяжение	$-\gamma \frac{m_1 m_2}{r}$	$r_2 < r_1$	$U_2 > U_1$	-	+	по градиенту
			отталкивание	$-\gamma \frac{m_1 m_2}{r}$	$r_2 > r_1$	$U_2 < U_1$	+	-	против градиента
4	деформация пружины	поле упругих сил	сжатие	$k \frac{\Delta x^2}{2}$	$x_2 < x_1$	$U_2 > U_1$	+	-	против градиента
			растяжение	$k \frac{\Delta x^2}{2}$	$x_2 > x_1$	$U_2 > U_1$	+	-	против градиента
5	фотоэффект	электростатическое	отталкивание	$k \frac{q_1 q_2}{r}$	$r_2 > r_1$	$U_2 < U_1$	-	+	по градиенту

При этом $x'' = a$ (характеристика ускорения системы). Для элементарных участков взаимодействий Δx можно принять:

$$\frac{\partial U}{\partial x} \approx \frac{\Delta U}{\Delta x}$$

То есть: $\mu a \Delta x = -\Delta U$.

И тогда:

$$\frac{1}{1/(a\Delta x)} \frac{1}{(1/m_1 + 1/m_2)} \approx -\Delta U; \quad \frac{1}{1/(m_1 a \Delta x) + 1/(m_2 a \Delta x)} \approx -\Delta U \quad (9)$$

$$\frac{1}{\Delta U} \approx \frac{1}{\Delta U_1} + \frac{1}{\Delta U_2} \quad (10)$$

Или:

где ΔU_1 и ΔU_2 – потенциальные энергии материальных точек на элементарном участке взаимодействий, ΔU – результирующая (взаимная) потенциальная энергия этих взаимодействий.

Таким образом:

1. В системах, в которых взаимодействие идет по градиенту потенциала (положительная работа) результирующая потенциальная энергия находится по принципу сложения обратных значений соответствующих энергий подсистем [13]. Аналогично рассчитывается приведенная масса для относительного движения изолированной системы двух частиц.

2. В системах, в которых взаимодействие идет против градиента потенциала (отрицательная работа) выполняется алгебраическое сложение их масс и также – соответствующих энергий подсистем (аналогично гамильтониану).

Из уравнения (10) следует, что результирующая энергетическая характеристика системы такого взаимодействия двух материальных точек находится по принципу сложения обратных величин исходных энергий взаимодействующих подсистем.

«Электрон с массой m , движущийся около протона с массой M , эквивалентен частице с массой: $m_{np} = \frac{mM}{m + M}$ ».

[10, С. 12].

Поэтому, модифицируя уравнение (10), можно предположить, что энергия валентных орбиталей атома (ответственная за межатомные взаимодействия) может быть рассчитана [12] по принципу сложения обратных величин некоторых исходных энергетических составляющих, согласно уравнений:

$$\frac{1}{q^2/r_i} + \frac{1}{W_i n_i} = \frac{1}{P_\Theta} \quad \text{или} \quad \frac{1}{P_0} = \frac{1}{q^2} + \frac{1}{(Wrn)_i}; \quad P_\Theta = P_0/r_i \quad (11),(12),(13)$$

здесь: W_i – орбитальная энергия электронов [14]; r_i – орбитальный радиус i -ой орбитали [15]; $q=Z^*/n^*$ - по [11], n_i – число электронов данной орбитали, Z^* и n^* - эффективный заряд ядра и эффективное главное квантовое число, r – размерные характеристики связи.

Для свободного электрона $P=P_e=W_r$, где $W = 0,510034 \text{ МэВ} = 0,81872 \times 10^{-13} \text{ Дж}$.

В качестве размерной характеристики была использована величина классического радиуса электрона $r = 2,81794 \times 10^{-15} \text{ м}$ и поэтому $P_e = 2,30712 \times 10^{-28} \text{ Дж} \times \text{м}$.

2. Акт квантового действия

Формализм уравнений (10,11,12) не является принципиально новым. Еще в 1924 году по эффекту Комптона было получено уравнение:

$$\frac{1}{hv'} = \frac{1}{hv} + \frac{1 - \cos\theta}{mc^2} \quad (14)$$

Здесь: hv' – энергия рассеянного фотона, hv – энергия падающего фотона, mc^2 – собственная энергия электрона, θ – угол рассеяния. При этом энергия фотонов уменьшается на величину, которую получил дополнительно электрон. Так происходит акт квантового действия, результатом которого является перераспределение энергии между корпускулярными и волновыми свойствами взаимодействующих систем.

Еще проще, если акт действия имеет место при взаимодействии пары одноименных частиц. При взаимодействии по градиенту потенциала (корпускулярный механизм) результирующая энергия в этом варианте $W_k = \frac{W}{2}$. Если процесс идет против градиента (волновое движение), то суммарная энергия $W_b = 2W$. Соотношение между ними $\frac{W_b}{W_k} = 4$.

Электрический ток – это движение электронов по градиенту потенциала. Если предположить, что создаваемое им магнитное поле – это волновой процесс, то соотношение электрической и магнитной постоянных должно содержать эту цифру 4, что подтверждается в следующем эмпирическом уравнении:

$$h = \left(\frac{4+2\alpha}{2\pi} \right)^2 P_e \frac{\varepsilon}{\mu} \quad (15)$$

здесь: ε – электрическая постоянная, μ – магнитная постоянная, h – постоянная Планка, α – постоянная тонкой структуры – параметр характеризующий взаимодействия квантованных электронно-позитронного и электромагнитного полей. Число π определяется соотношением между вращательным движением (длина окружности) и поступательным движением (длина диаметра).

Относительная погрешность расчетов по этому уравнению составляет около 0,06%.

Коэффициент пропорциональности в уравнении (15) имеет размерность скорости (м/с) для соотношения (Ф/Гн), т.е. таким образом характеризуется скорость перераспределения энергий в системе частица – волна.

Поэтому акт квантового действия, выраженный через постоянную Планка, сводится к равновесно-обменному перераспределению энергии между корпускулярными и волновыми процессами.

Обобщая формализм уравнений (10,15) на все другие взаимодействия происходящие по градиенту потенциала можно сделать вывод, что в этих случаях идут корпускулярные процессы, а волновой дуализм соответствует взаимодействиям против градиента потенциала.

3. Угол электронной катушки

Известно, что частица может иметь три основные виды движений: поступательное, вращательное и колебательное. Но квантовая механика вопрос о траектории электрона не рассматривает, т.к. можно говорить лишь о вероятности нахождения его в данной точке пространства.

Но электрон движется и если это поступательное движение идет по градиенту потенциала, то оно может соответствовать корпускулярному процессу, а вращательное движение – волновому. Соотношение их актов перераспределения энергии зависит от величин исходных энергетических критериев подсистем. При квантовых переходах это могут быть орбитальные энергии связи соответствующих уровней.

Таким образом, основными параметрами квантовых переходов являются:

1. Энергия электромагнитной волны квантового перехода согласно уравнения Планка $E = hv$, где v – частота электромагнитной волны. Так в квантовых переходах проявляет себя колебательное движение, поскольку сама электромагнитная волна есть процесс распространения соответствующих колебаний.

2. Разность энергий связи электронов на разных энергетических уровнях перехода: $\Delta W = W_2 - W_1$.

3. Результирующая энергия их корпускулярного взаимодействия:

$$\frac{1}{W_k} = \frac{1}{W_1} + \frac{1}{W_2} \quad (16)$$

Рассмотрим некоторые важные в данном случае макропроцессы. Тутовый шелкопряд наматывает естественную (органическую) шелковую нить только под определенным углом вращения. В космонавтике на металлический цилиндр космического корабля наматывают целлюлозно-вискозную нить по специальной технологии и что важно под тем же углом намотки что и у тутового шелкопряда. Получается наиболее прочный, технологически более качественный и более легкий аппарат [4]. Можно говорить и о других примерах такого явления.

Этот угол (в основном – применительно к органическим системам) получил название геодезического угла: $\varphi_r = 54,73^\circ = 54^\circ 44'$.

В общем случае угол намотки (Θ) – это угол между геодезической линией и вектором вращательно движения. Геодезическая линия – это кратчайшее расстояние между двумя точками в геометрической фигуре вращения. Кстати, планеты вращаются вокруг солнца тоже по геодезической линии. Для пяти планет солнечной системы угол между осью вращения и орбитой равен от 62° до $66,5^\circ$. Земное Θ , учитывающее видимо, и влияние Луны составляет $66^\circ 33'$. Такая же величина Θ имеется у Солнца. В астрономических терминах: наклонение эклиптики Солнца и наклонение экватора Земли к орбите численно одинаковы и равны $22^\circ 27'$. Не в этом ли причина особой эффективности солнечного воздействия именно на земные биофизические процессы?

Основными элементами органических материалов являются азот, кислород, водород и главное углерод. Углерод специфический элемент, способный к более легкой гибридизации атомных орбиталей с квантовым переходом 2s-2p. Поэтому при повышении температуры и давления в органических материалах создаются условия для такой гибридизации атомов углерода, что, по-видимому, и происходит при технологии намотки в космических аппаратах. А в тутовом шелкопряде, как и во многих других природных процессах, идут соответствующие ферментативные реакции, на которых мы еще учимся, как надо работать.

Для расчета Θ и φ_r используем формализм комптоновского уравнения (14), модифицируя его применительно к квантовым переходам:

$$\frac{1}{h\nu} - \frac{1}{W_k K} = \frac{1 - \cos\theta}{\Delta W} \quad (17)$$

По этому уравнению разность энергий волнового и корпускулярного процессов численно равна разности энергий связи электронов на соответствующих орбиталях, но при выполнении принципов сложения (в данном случае – вычитания) обратных величин этих параметров и с учетом квантовой геометрии переходов. Это и есть в соответствии с законом сохранения энергии процесс перераспределения ее при акте квантового действия. Угол Θ – это угловой вектор движения электрона, который квантуется целым числом (K) через квадрат тангенса этого угла: $\text{tg}^2 \varphi_r = 2$; $\text{tg}^2 60^\circ = 3$; $\text{tg}^2 45^\circ = 1$.

Расчеты по уравнению (17) приведены в таблицах 2 и 3. При этом значения угла Θ в основном коррелируют с величиной

$$\varphi = \frac{h\nu}{W_k} \text{ по табл. 3.}$$

В работах [2,4,8] используются понятия разрушающего напряжения при растяжении пластика на шаг его намотки: σ_α – осевое, σ_β – окружное напряжения, которые заменяются пропорциональной им величиной N_α – осевое «усилие» и N_β – окружное «усилие». При этом выполняется уравнение

$$\frac{\sigma_\beta}{\sigma_\alpha} = \frac{N_\beta}{N_\alpha} = \text{tg}^2 \varphi_r = 2 \quad (18)$$

«Это условие позволяет получать равнонапряженную систему нитей с минимальной массой изделия» [4].

Квантовые функции квадрата тангенса $k = 1, 2, 3$ численно определяют соотношения двух катетов треугольника, значения которых через осевые и окружные напряжения характеризуют энергетические зависимости в системе с квантовыми и волновыми процессами.

Из таблицы 3 видно, что квантовые переходы типа 2s-2p для атома углерода в отличие от всех других элементов не сопровождаются изменением геодезического угла и коэффициента k. Очевидно, это свойство предопределяет уникальные особенности влияния геодезического угла намотки на стабильность биосистем. Кроме того, во всех переходах (кроме 2s-2p) выполняется соотношение $\varphi \approx \frac{4}{3} \Theta$, что свидетельствует о том, что такой коэффициент в основном компенсирует структурные особенности более сложных переходов.

Таблица 2 – Энергии квантовых переходов

Атом	Переход	W_1 (эВ)	W_2 (эВ)	ΔW (Дж)	W_k (Дж)	λ (А°) по [1]	$h\nu$ (Дж)
C (IV)	2s-2p	19,201	11,792	11,871	11,705	1549	12,824
N (V)	2s-2p	25,724	15,445	16,469	15,462	1238	16,046
O (VI)	2s-2p	33,859	17,195	26,699	18,267	1031	19,267
Al (III)	3s-3p	10,706	5,7130	7,9997	5,9886	1854	10,7145
Si (IV)	3s-3p	14,690	8,0848	10,583	8,3554	1393	14,260
C (III)	2s ² -2s2p	19,201·2	19,201+11,792	11,871	27,480	977	20,332
N (IV)	2s ² -2s2p	25,724·2	25,724+15,445	16,469	36,638	765	25,967
Si (III)	3s ² -3s3p	14,690·2	14,690+8,0848	10,583	20,557	1206	16,4715
Al (II)	3s ² -3s3p	10,706·2	10,706+5,7130	7,9997	14,889	1670	11,895

Таблица 3 – Квантование геометрии структурных переходов

Атом	Переход	$\varphi = \frac{h\nu}{W_k}$	$\langle\varphi\rangle$	K	Θ°	$\langle\Theta\rangle$	$\langle\frac{4}{3}\Theta^\circ\rangle$	Функции квадрата тангенса (k)
C (IV)	2s-2p	1,0956	60,9°	2	54,45°	60,02°	-	$\text{tg}^2\varphi_r = 2$
N (V)	2s-2p	1,0377		2	59,67°			
O (VI)	2s-2p	1,0547		2	65,93°			
Al (III)	3s-3p	1,7951	$\varphi_r^\circ + 45,47^\circ = 100,2^\circ$	3 = 2+1	45,45°	46,2°	61,6°	$\text{tg}^260^\circ = 3$
Si (IV)	3s-3p	1,7067		3 = 2+1	47,02°			
C (III)	2s ² -2s2p	0,7399	43,1°	1	31,97°	31,7°	42,27°	$\text{tg}^245^\circ = 1$
N (IV)	2s ² -2s2p	0,7087		1	35,38°			
Si (III)	3s ² -3s3p	0,8013		1	29,27°			
Al (II)	3s ² -3s3p	0,7589		1	30,17°			

Некоторая разница между значениями углов φ и Θ или φ и $\frac{4}{3}\Theta$ очевидно определяется эффектом рассеяния частиц вокруг основных координатных осей. Аналогично, при конформации клеточных структур частицы статистически концентрируются вдоль координатных осей гексагонов с отклонениями на 2,6°; 4,4° и 7,9° (рис. 1 по [6]).

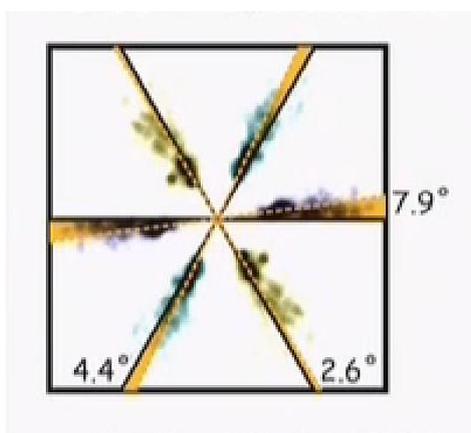


Рис.1 – Статистическое распределение числа клеток вдоль координатных осей [6]

Среднее число таких отклонений, равное 4,97 примерно соответствует разности $60^\circ - \varphi_r^\circ = 5,27^\circ$.

Динамика гексагонального формирования клеточных систем находится в соответствии с установленным [5] условием примерного равенства пространственно-энергетических характеристик подсистем по всем линиям связи. Этому способствует и тот факт, что биосистемы, имеющие в своих структурах элементы второго периода дают угловой вектор намотки (Θ) равный 60° .

Выводы

1. Два принципа сложения энергетических характеристик структурных взаимодействий можно трансформировать на процессы корпускулярно-волнового дуализма.

2. Предполагается, что при вращательно-поступательном движении электрона происходит перераспределение энергий в системе частица-волна, что проявляется через угловой вектор такого движения (угол намотки).

3. Полученные зависимости дают возможность с единых позиций рассматривать разнородные по природе и по масштабам многие структурно-динамические процессы. Например, характеристика спин-орбитального взаимодействия – постоянная тонкой структуры $\alpha = \frac{r}{\lambda}$, где r – классический радиус электрона, λ – его комптоновская длина волны.

Формально, но аналогично: сила взаимодействия двух длинных проводников с током пропорционально отношению $\frac{l}{2\pi r}$, где l – длина проводников, r – расстояние между ними.

4. В этих примерах как и во многих других данный подход позволяет оценивать структурные взаимодействия, исходя из соотношений корпускулярных и волновых пространственно-энергетических параметров в каждом акте действия.

5. В материаловедении и в физико-химических исследованиях, рассчитывая угол электронной намотки в некоторых структурах, можно делать конкретные рекомендации по инновационным технологиям, например, при изготовлении двигателей (в машиностроении) или при намотке на основу льна-долгунца (в сельском хозяйстве).

6. Разность фаз электрических и магнитных колебаний в электромагнитной волне составляет $\frac{\pi}{2}$. Введя в коэффициент уравнения (15) величину $\left(\frac{2}{\pi}\right)^2$, получаем уравнение для постоянной Планка с точностью, близкой к точности самих исходных данных:

$$h = \left(\frac{4}{\pi^2} + a\right) P_e \frac{\varepsilon}{\mu} \quad (15a)$$

где $a = 0,0023293$ – экспериментальная квантовая поправка к спиновому, g_s – фактору электрона.

Список литературы / References

1. Аллен К.У. Астрофизические величины / К.У. Аллен // М.: Изд. «МИР», 1977. – 446 с.
2. Аюшеев Т.Ю. Геометрические вопросы адаптивной технологии изготовления конструкций намоткой из волокнистых композиционных материалов / Т.Ю. Аюшеев // Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2005. – 212с.
3. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики / Д.И. Блохинцев // Изд. В.ш., 1961. – 512 с.
4. Кодолов В.И. Полимерные композиции и технология изготовления из них двигателей летательных аппаратов / В.И. Кодолов // Ижевский механический институт, 1992. – 200 с.
5. Кораблев Г.А., Васильев Ю.Г., Заиков Г.Е. Гексагональные структуры в наносистемах / Г.А. Кораблев // Химическая физика и мезоскопия. – 2015. Т. 17. №3. С. 424–429.
6. Мозер Эдвард. Нобелевская лекция по физиологии: 11.03.2015 г. по телеканалу «Наука».
7. Мэрисон Дж. Б. Общая физика с биологическими примерами / Дж. Б. Мэрисон // М.: Высш. школа, 1986. – 623 с.
8. Пидгайный Ю.М., Морозова В.М., Дудко В.А. Методика расчета характеристик геодезической намотки оболочек тел вращения / Ю.М. Пидгайный // Механика полимеров. – 1967.– № 6. – С. 1096-1104.
9. Рубин А.Б. Биофизика. Кн.1. Теоретическая биофизика / А.Б. Рубин // М.: В.ш., 1987. – 319 с.
10. Эйринг Г., Уолтер Дж., Кимбал Дж. Квантовая химия / Г. Эйринг // М., и. л., 1948. – 528 с.
11. Clementi E., Raimondi D.L. / E. Clementi // J.Chem. Phys., 1963, v.38, №11, 2686-2689, J. Chem. Phys. – 1967. V.47. № 4. P. 1300–1307.
12. Korablev G.A. Spatial-Energy Principles of Complex Structures Formation, Netherlands, Brill Academic Publishers and VSP, 2005. – 426 p. (Monograph).
13. Korablev G.A., Zaikov G.E. Quantum and Wave Characteristics of Spatial Energy Interactions. Bioscience Methodologies in Physical Chemistry / G.A. Korablev // Apple Academic Press, 2013. – P. 130-143.
14. Fischer C.F. Atomic Data / C.F. Fischer // 1972. № 4. P. 301–399.
15. Waber J.T., Cromer D.T. // J.Chem. Phys. – 1965. V 42. № 12. P. 4116–4123.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Allen K.U. Astrofizicheskie velichiny [Astrophysical magnitudes] / K.U. Allen // М.: Изд. «МИР» [M.: Mir], 1977. – 446 p. [in Russian]
2. Ayusheev T.YU. Geometricheskie voprosy adaptivnoj tekhnologii izgotovleniya konstrukcij namotkoj iz voloknistyh kompozicionnyh materialov [Geometric aspects of adaptive technology of manufacturing structures wound from fiber composite materials] / T.YU. Ayusheev // Ulan-Udeh: Izd-vo BNC SO RAN [Ulan-Ude: Publishing House of BSC SB RAS], 2005. – 212 p. [in Russian]
3. Blohincev D.I. Osnovy kvantovoj mekhaniki [Principles of Quantum Mechanics] / D.I. Blohincev // Izd. V.sh. [Ed. VS.], 1961. – 512 p. [in Russian]
4. Kodolov V.I. Polimernye kompozicii i tekhnologiya izgotovleniya iz nih dvigatelej letatel'nyh apparatov [The polymer compositions and manufacturing techniques of these aircraft engine] / V.I. Kodolov // Izhevskij mekhanicheskij institut [Izhevsk Mechanical Institute], 1992. – 200 p. [in Russian]
5. Korablev G.A., Vasil'ev YU.G., Zaikov G.E. Geksagonal'nye struktury v nanosistemah [The hexagonal structure in the nanoscale] / G.A. Korablev // Himicheskaya fizika i mezoskopiya [Chemical Physics and mezoskopiya]. – 2015. V. 17. №3. P. 424–429. [in Russian]
6. Mozer Ehdvard. Nobelevskaya lekciya po fiziologii [Nobel Lecture in Physiology]: 11.03.2015 g. po telekanalu «Nauka». [in Russian]
7. Mehriison Dzh. B. Obschchaya fizika s biologicheskimi primerami [General physics and biological examples] / Dzh. B. Mehriison // М.: Vyssh. Shkola [M.: Higher. school], 1986. – 623 p. [in Russian]
8. Pidgajnyj YU.M., Morozova V.M., Dudko V.A. Metodika rascheta harakteristik geodezicheskoy namotki obolochek tel vrashcheniya [Procedure of characteristics of a geodesic winding shells rotating bodies] / YU.M. Pidgajnyj // Mekhanika polimerov [The mechanics of polymers]. – 1967.– № 6. – P. 1096-1104. [in Russian]
9. Rubin A.B. Biofizika. Kn.1. Teoreticheskaya biofizika [Biophysics. Book 1. Theoretical biophysics] / A.B. Rubin // М.:V.sh., 1987. – 319 p. [in Russian]
10. EHjring G., Uolter Dzh., Kimbal Dzh. Kvantovaya himiya [Quantum chemistry] / G. EHjring // М., i. l., 1948. – 528 p. [in Russian]
11. Clementi E., Raimondi D.L. / E. Clementi // J.Chem. Phys., 1963, v.38, №11, 2686-2689, J. Chem. Phys. – 1967. V.47. № 4. P. 1300–1307.
12. Korablev G.A. Spatial-Energy Principles of Complex Structures Formation, Netherlands, Brill Academic Publishers and VSP, 2005. – 426 p. (Monograph).
13. Korablev G.A., Zaikov G.E. Quantum and Wave Characteristics of Spatial Energy Interactions. Bioscience Methodologies in Physical Chemistry / G.A. Korablev // Apple Academic Press, 2013. – P. 130-143.
14. Fischer C.F. Atomic Data / C.F. Fischer // 1972. № 4. P. 301–399.
15. Waber J.T., Cromer D.T. // J.Chem. Phys. – 1965. V 42. № 12. P. 4116–4123.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.57.063>

Кулешова А.А.

Аспирант,

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева»**ФРЕЙМЫ ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ВРЕМЕНИ
ВОССТАНОВЛЕНИЯ СИГНАЛОВ БЕЗ ФАЗ****Аннотация**

Поиск быстрых алгоритмов для восстановления сигнала без фазы актуален в настоящее время. Алгоритмы восстановления важны в обработке разнообразных сигналов, в особенности в технологии распознавания речи, в томографии. Главное свойство фреймов, которое делает их настолько полезными в прикладных задачах – их избыточность. Хорошо выбранный фрейм может обеспечить численную устойчивость для восстановления сигнала и получение важных характеристик сигнала. Семейство фреймов восстанавливает сигнал по абсолютному значению фреймовых коэффициентов в полиномиальное время.

Ключевые слова: фрейм, восстановление сигнала без фаз, равномерные фреймы.

Kuleshova A.A.

Postgraduate student,

Samara University in Samara

**GENERAL FRAMES AT THE ASSESSMENT OF THE TIME OF FOR SIGNAL RECONSTRUCTION
WITHOUT PHASE****Abstract**

Search of fast algorithms for doing signal reconstruction without phase is actual now. Algorithms of signal reconstruction are important in handling of various signals, in particular from speech recognition technology, in a tomography. The main property of frames which makes them so useful in applied problems is their redundancy. In general, a carefully chosen frame can provide numerical stability for reconstruction and an ability to capture important signal characteristics. The family of frames signal reconstruction on absolute value of frame coefficients in polynomial time.

Keywords: frame, reconstruction without phase, uniform frames.

Дискретизация и квантование аналогового сигнала дают возможность рассматривать сигнал как элемент конечномерного пространства V [1, С. 280].

По ортонормированному базису $\{u_i\}_{i=1}^N$ «сигнал» $x \in V$ единственным образом может быть записан как сумма:

$$x = \sum_{i=1}^N \langle x, u_i \rangle u_i$$

Представляя сигнал в различных базисах, можно получить о нем разнообразную информацию. Так, переход от представления по ортам к представлению в базисе Фурье, позволяет получить частотные характеристики сигнала, дающие широкие возможности для его цифровой обработки.

Последние годы большое количество работ посвящено решению следующей задачи: найти такие системы «измерительных» векторов $F = \{f_i\}_{i=1}^M$, которые позволяют восстановить произвольный сигнал $v \in V$ по набору вещественных чисел $\{\langle x, u_i \rangle\}$.

Была доказана теоретическая возможность точного восстановления сигнала, если в качестве системы представления используются полные избыточные системы [2, Р. 354].

Определение 1: Семейство векторов $\{f_i\}_{i=1}^M$ называется фреймом гильбертового пространства H^N , если существуют константы $A, B: 0 < A \leq B < \infty$, такие, что для всех $x \in H$ выполняются следующие неравенства:

$$A \|x\|^2 \leq \sum_{i=1}^M |\langle x, f_i \rangle|^2 \leq B \|x\|^2.$$

A и B называются границами фрейма. Если $A=B$, то фрейм называется A -жестким, а если $A=B=1$, то фреймом Парсеваля-Стеклова.

Числа $\{\langle x, f_i \rangle\}_{i=1}^M$ называются фреймовыми коэффициентами.

Определение 2: Пусть $\{f_i\}_{i=1}^M$ - фрейм, линейное отображение:

$$T: H^N \rightarrow H^M = l^2(I), T(x) = \{\langle x, f_i \rangle\}_{i=1}^M$$

называется оператором анализа.

Определение 3: Линейное отображение:

$$T^*: H^M = l^2(I) \rightarrow H^N, T^*(c) = \sum_{i=1}^M c_i f_i$$

называется оператором синтеза.

Композиция отображений T и T^* определяет фреймовый оператор – положительный, самосопряженный обратимый оператор:

$$S = T^*T : H^N \rightarrow H^N : Sx = T^*Tx = \sum_{i=1}^M \langle x, f_i \rangle f_i.$$

Оператор S обеспечивает точную формулу для восстановления:

$$x = \sum_{i=1}^M \langle x, f_i \rangle S^{-1} f_i.$$

Рассмотрим P – такое нелинейное отображение, переводящее вектор в набор модулей фреймовых коэффициентов:

$$P : H \rightarrow l^2(I), P(x) = \left\{ \left| \langle x, f_i \rangle \right| \right\}_{i=1}^M.$$

Если необходимо связать P с некоторым фреймом $F = \{f_i\}_{i=1}^M$, то запишем: P^F .

Пусть $H_r = H / \sim$ – фактор-пространство, полученное отождествлением двух векторов, если они отличаются постоянным фазовым коэффициентом. Таким образом, $x \sim y$ означает, что существует такая константа $c : |c|=1$, что $y=cx$.

Для вещественных Гильбертовых пространств $c = \pm 1$, тогда $H_r = H / \{\pm 1\}$.

Для комплексных гильбертовых пространств $c = e^{i\theta}$, тогда $H_r = H / \{T^1\}$, где T^1 – окружность единичного радиуса на комплексной плоскости.

Нелинейное отображение P на H_r действует так:

$$P : H_r^N \rightarrow H^M = l^2(I), P(\hat{x}) = \left\{ \left| \langle x, f_i \rangle \right| \right\}_{i=1}^M, x \in \hat{x}.$$

Если $H = R^N$, множество I состоит из M -элементов, $I = \{1, \dots, M\}$. Тогда $l^2(I) \cong R^M$.

Рассмотрим множество $Gr(N, M; R)$ – это множество N -мерных линейных подпространств в R^M , которое имеет структуру $N(M - N)$ -мерного множества.

Множество $Gr(N, M; R)$ называется многообразием Грассмана.

Для фрейма $F = \{f_i\}_{i=1}^M$ из R^N оператор анализа удовлетворяет:

$$T : R^N \rightarrow R^M, T(x) = \sum_{i=1}^M \langle x, f_i \rangle e_i,$$

где $\{e_1, \dots, e_M\}$ – канонический базис в R^M .

Рассматриваемое нелинейное отображение в вещественном случае:

$$P^F : R^N / \{\pm 1\} \rightarrow R^M, P^F(\hat{x}) = \sum_{i=1}^M \left| \langle x, f_i \rangle \right| e_i, x \in \hat{x}.$$

Если $H = C^N$, то для M -элементов фрейма $F = \{f_i\}_{i=1}^M$ оператор анализа:

$$T : R^N \rightarrow R^M, T(x) = \sum_{k=1}^M \langle x, f_i \rangle e_k.$$

Скалярное произведение по определению: $\langle x, y \rangle = \sum_{k=1}^N x_k \overline{y_k}$.

Нелинейное отображение:

$$P^F : R^N / \{T^1\} \rightarrow C^M, P^F(\hat{x}) = \sum_{k=1}^M \left| \langle x, f_k \rangle \right| e_k, x \in \hat{x},$$

где два вектора $x, y \in \hat{x}$, если существует такая константа $c \in C : |c|=1$, такая что $y = cx$.

Фреймы общего положения восстанавливают сигналы без фаз [1] и это восстановление достигается за полиномиальное время.

Определение 4: Фрейм $\{f_i\}_{i=1}^M$ называется фреймом общего положения, если $\{f_i\}_{i=1}^M \subset L \in U$, где U – открытое по Зарисскому множество и $U \subset Gr(N, M)$.

Теорема 1: (Вещественный случай) [3] Если $M \geq 2N - 1$, то для фрейма общего положения $F = \{f_i\}_{i=1}^M$, нелинейное отображение P инъективно.

Доказательство: Предположим, что x и x' имеют одинаковый образ при нелинейном отображении P . Пусть a_1, \dots, a_M – фреймовые коэффициенты для x и a'_1, \dots, a'_M – фреймовые коэффициенты для x' . Тогда $a'_i = \pm a_i$ для каждого i .

В частности, существует подмножество индексов $\varphi \subset \{1, \dots, M\}$ таких, что $a'_i = (-1)^{\varphi(i)} a_i$. Тогда два вектора x и x' имеют одинаковый образ при отображении P тогда и только тогда, когда существует подмножество $\varphi \subset \{1, \dots, M\}$, такое что оба набора фреймовых коэффициентов a_1, \dots, a_M и $(-1)^{\varphi(1)} a_1, \dots, (-1)^{\varphi(M)} a_M$ находятся в некотором множестве W .

Для завершения доказательства мы покажем, что при $M \geq 2N - 1$ такое условие невозможно для подпространств общего положения $W \subset R^N$.

Это означает, что множество таких подпространств W представляет собой плотное открытое по Зарискому множество на многообразии Грассмана $\text{Gr}(N, M)$. В частности, вероятность того, что случайно выбранное W будет удовлетворять этому условию, равна 0.

Для завершения доказательства теоремы нам понадобится следующая лемма.

Лемма 1: Если $M \geq 2N - 1$, то справедливо следующее утверждение для N -мерного подпространства общего положения $W \subset R^N$: пусть $u \in W$, тогда $\sigma_\varphi(u) \in W$ тогда и только тогда, когда $\sigma_\varphi(u) = \pm u$.

Доказательство: Предположим, что $u \in W$ и $\sigma_\varphi(u) \neq \pm u$, но $\sigma_\varphi(u) \in W$.

Так как σ_φ – инволюция, то $(u + \sigma_\varphi(u))$ фиксировано и отлично от нуля. Таким образом, $W \cap L^\varphi \neq 0$.

Аналогично

$$0 \neq u - \sigma_\varphi(u) = u + \sigma_{\varphi^c}(u)$$

Следовательно, $W \cap L^{\varphi^c} \neq 0$.

Тогда L^φ и L^{φ^c} – фиксированные линейные подпространства размерности $M - |\varphi|$ и $|\varphi|$ соответственно. Если $M \geq 2N - 1$, то одно из этих подпространств является подпространством коразмерности больше или равной N . Однако линейное подпространство общего положения W размерности N имеет нулевое пересечение с фиксированным линейным подпространством коразмерности больше или равной N ($W \cap L^{\varphi^c} \neq 0$).

Поэтому, если W – подпространство общего положения и для x , $\sigma_\varphi(x) \in W$, тогда $\sigma_\varphi(x) = \pm x$.

Доказательство теоремы следует из того, что если W находится в пересечении общих условий, налагаемых предложением для каждого подмножества $\varphi \subset \{1, \dots, M\}$, то W удовлетворяет заключению теоремы.

Определение 5: Набор векторов $F = \{f_i\}_{i=1}^M$ в R^N (C^N) назовем альтернативно полным, если для любого $\varphi \subseteq \{1, \dots, M\}$, либо $\{f_i\}_{i \in \varphi}$, либо $\{f_i\}_{i \in \varphi^c}$ полно в R^N (C^N).

Теорема 2: Пусть $F = \{f_i\}_{i=1}^M$ – набор векторов в R^N . Отображение $A: R_r^N = R^N / \{\pm 1\} \rightarrow R^M$ определено равенствами: $(A(x))(i) := |\langle x, f_i \rangle|^2$, $i = 1, \dots, M$. Тогда отображение A инъективно тогда и только тогда, когда F – альтернативно полно.

Доказательство:

(\Rightarrow) Предположим, что F – не альтернативно полно. Следовательно, найдется $\varphi \subseteq \{1, \dots, M\}$ такое, что ни $\{f_i\}_{i \in \varphi}$, ни $\{f_i\}_{i \in \varphi^c}$ не полно в R^N .

Выбираем ненулевые векторы $u, v \in R^N$ так, что $\langle u, f_i \rangle = 0$ для всех $i \in \varphi$ и $\langle v, f_i \rangle = 0$ для всех $i \in \varphi^c$. Для каждого i имеем:

$$|\langle u \pm v, f_i \rangle|^2 = |\langle u, f_i \rangle|^2 \pm 2\langle u, f_i \rangle \overline{\langle v, f_i \rangle} + |\langle v, f_i \rangle|^2 = |\langle u, f_i \rangle|^2 + |\langle v, f_i \rangle|^2.$$

Отсюда следует, что $|\langle u + v, f_i \rangle|^2 = |\langle u - v, f_i \rangle|^2$ для каждого i , и $A(u + v) = A(u - v)$. Более того, так как u и v ненулевые, по предположению, то и $u + v \neq \pm(u - v)$. Таким образом, инъективности отображения A нет.

(\Leftarrow) Предположим, что A не инъективно. Это означает, что существуют векторы $x, y \in R^N$ такие, что $x \neq \pm y$ и $A(x) = A(y)$. Обозначим $\varphi := \{i : \langle x, f_i \rangle = -\langle y, f_i \rangle\}$.

Имеем: $\langle x + y, f_i \rangle = 0$ для каждого $i \in \varphi$. Иначе, если $i \in \varphi^C$ тогда $\langle x, f_i \rangle = \langle y, f_i \rangle$ и тогда $\langle x - y, f_i \rangle = 0$. По предположению, $x \neq \pm y$, поэтому $x + y \neq 0$ и $x - y \neq 0$. Таким образом, и $\{f_i\}_{i \in \varphi}$, и $\{f_i\}_{i \in \varphi^C}$ не полны в R^N .

Определение 6: Множество $\{f_i\}_{i=1}^M \subseteq R^N$ называется набором с полным спарком, если каждое его подмножество из N векторов полно в R^N .

Теорема 3: В вещественном случае, если $F = \{f_i\}_{i=1}^M$ в R^N и $M \leq 2N - 2$, то отображение $A: R_r^N = R^N / \{\pm 1\} \rightarrow R^M$ не является инъективным. Если $M = 2N - 1$, то отображение A инъективно тогда и только тогда, когда $F = \{f_i\}_{i=1}^M$ - полный спарк.

Следствие 1: Если F это M -элементный фрейм в R^N с $M \geq 2N - 1$ и у $F = \{f_i\}_{i=1}^M$ каждые N -элементов фрейма линейно независимы, то оператор $A: H_r^N \rightarrow H^M = l^2(I)$ - инъективен.

Примером такого фрейма является фрейм Мерседес-Бенц в R^2 , состоящий из 3-х векторов единичной длины, расположенных под углом 120° .

Теорема 4: (Комплексный случай) Если $M \geq 4N - 2$, то для фрейма общего положения F , отображение A инъективно.

Теорема 5 [3],[5, P.372]: Пусть H - фиксированное N -мерное векторное пространство (вещественное или комплексное), пусть $\{e_1, \dots, e_N\}$ - ортонормированный базис для H .

(а) Если $H \in R^N$, $M \geq \frac{N(N+1)}{2}$ и $F = \{f_i\}_{i=1}^M$ - фрейм общего положения, нелинейное отображение P -

инъективно. Тогда вектор $x \in H$ может быть восстановлен (с точностью до знака) из множества $\left\{ \left| \langle x, f_i \rangle \right| \right\}_{i=1}^M$ модулей фреймовых коэффициентов за полиномиальное число шагов ($O(N^6)$).

(б) Если $H \in C^N$, $M \geq N^2$ и $F = \{f_i\}_{i=1}^M$ - фрейм общего положения, нелинейное отображение P - инъективно. Тогда вектор $x \in H$ может быть восстановлен (с точностью умножения на корень из единицы) из множества $\left\{ \left| \langle x, f_i \rangle \right| \right\}_{i=1}^M$ модулей фреймовых коэффициентов за полиномиальное число шагов ($O(N^6)$).

Список литературы / References

1. Новиков С.Я. Полные системы в задачах восстановления сигнала / Новиков С.Я., Федина М.Е. // Труды Международной научно-технической конференции, Том 1 «Перспективные информационные технологии» – 2015. – С. 280–283.
2. R. Balan. Fast algorithms for signal reconstruction without phase / R. Balan, B. G. Bodmann, P. G. Casazza, D. Edidin // Proceedings of SPIE-Wavelets XII, San Diego 6701 (2007) 670111920-670111932
3. R. Balan. Painless reconstruction from magnitudes of frame coefficients, preprint / R. Balan, B. G. Bodman, P. G. Casazza and D. Edidin.
4. R. Balan. On signal reconstruction without phase / R. Balan, P. Casazza, D. Edidin // Appl.Comput.Harmon.Anal. 20 – 2006 – P. 345–356.
5. Kuleshova A. Generic frame in problems for signal reconstruction without phase [Electronic resource] // ITNT 2016 Information Technology and Nanotechnology – 2016. – P. 364-372. – URL: <http://ceur-ws.org/Vol-1638/>

Список литературы на английском языке / References in English

1. Novikov S.J. Polnye sistemy v zadachah vosstanovleniya signala [Complete systems in problems of signal reconstruction] / Novikov S.J., Fedina M.E. // Trudy Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii, Tom 1 «Perspektivnye informacionnye tehnologii» [Proceedings of the International Scientific and Technical Conference, Volume 1 "Perspective Information Technologies"] – 2015. – P. 280–283. [in Russian]
2. R. Balan. Fast algorithms for signal reconstruction without phase / R. Balan, B. G. Bodmann, P. G. Casazza, D. Edidin // Proceedings of SPIE-Wavelets XII, San Diego 6701 (2007) 670111920-670111932
3. R. Balan. Painless reconstruction from magnitudes of frame coefficients, preprint / R. Balan, B. G. Bodman, P. G. Casazza and D. Edidin.
4. R. Balan. On signal reconstruction without phase / R. Balan, P. Casazza, D. Edidin // Appl.Comput.Harmon.Anal. 20 – 2006 – P. 345–356.
5. A. Kuleshova Generic frame in problems for signal reconstruction without phase [Electronic resource] // ITNT 2016 Information Technology and Nanotechnology – 2016. – P. 364-372. – URL: <http://ceur-ws.org/Vol-1638/>

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ / CHEMISTRYDOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.57.082>Алексеев Е.В.¹, Харьковская М.И.²¹Доктор технических наук, профессор,

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет;

²Аспирант, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет**ПОДХОДЫ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ФЛОТАТОРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ***Аннотация*

Процессы флотационной очистки природных и сточных вод универсальны в отношении извлечения загрязняющих веществ, чем обусловлена обширная область их применения. При этом проектирование флотаторов ведется на аналого-эмпирическом основании, что затрудняет реализацию флотационного процесса с наибольшей эффективностью. Цель работы состоит в определении подходов к технологическому моделированию флотационных камер и процесса флотации в них. Учёт гидродинамических факторов во взаимосвязи с физико-химическими взаимодействиями во флотационной камере является основой моделирования флотационного процесса очистки воды, дальнейшего совершенствования аппаратов и повышения результативности флотационного процесса отделения загрязняющих веществ. Основные из них - гидродинамика флотационной камеры, формирование флотокомплексов, движение флотокомплексов, процессы в пенном слое. Решение задач технологического моделирования флотаторов позволяет проектировать конструкции флотационных камер, обеспечивающих благоприятный гидродинамический режим для движения флотокомплексов, а также подбирать оптимальные условия для ведения технологического процесса флотационной очистки воды в период эксплуатации.

Ключевые слова: очистка воды, флотация, моделирование, факторы процесса флотации.

Alekseev E.V¹, Kharkovskaya M.I²¹PhD in Engineering, Professor, National Research Moscow State University of Civil Engineering,²Postgraduate student, National Research Moscow State University of Civil Engineering**APPROACHES TO TECHNOLOGICAL SIMULATION OF FLOTATORS FOR WATER TREATMENT***Abstract*

Flotation treatment processes of natural and waste water are universal as for the extraction of pollutants causing the vast area of their application. At that the development of flotators is performed based on the analogous-empirical basis, and that makes it difficult to implement the flotation process with maximum efficiency. The main goal of this work is to determine the approaches to the technical modeling of flotation cells and flotation process in them. Consideration of hydrodynamic factors in relation to the physical-chemical interactions in the flotation cell is a new basis for the modeling of the flotation water treatment process, the further improvement of devices and improvement of the efficiency of the contaminant flotation process. The main of them are: the hydrodynamics of the flotation cell, the formation of flotocomplexes, the movement of flotocomplexes, the processes in the foam layer. Solution of the problem of technological simulation of flotators allows to design the construction of flotation cells, providing a favorable hydrodynamic conditions for movement of flotocomplexes, as well as to select the optimal conditions for conducting water cleaning flotation process during operation.

Keywords: water treatment, flotation, modeling, factors of flotation process.

В технологических процессах очистки природных и сточных вод получили широкое распространение гравитационные разделительные процессы. В их числе методы очистки воды флотацией, технологические и эксплуатационные особенности которых выгодно отличают их от методов отстаивания [1]. Однако, конкретные флотаторы, установленные в системах очистки природных и сточных не обеспечивают расчетные показатели извлечения загрязняющих веществ. В связи с этим цель работы состоит в определении подходов к технологическому моделированию флотационных камер и процесса флотации в них. Решение задач технологического моделирования флотаторов позволит проектировать конструкции флотационных камер, обеспечивающих благоприятный гидродинамический режим для движения флотокомплексов, а также подбирать оптимальные условия для ведения технологического процесса флотационной очистки воды в период эксплуатации.

Для обеспечения эффективной работы флотационного аппарата необходимо изучить и определить оптимальные гидродинамические условия и физико-химическое состояние флотационных фаз. Эти оптимальные критерии определяются при создании во флотаторе определенных условий взаимодействия частиц с воздушными пузырьками необходимой крупности, всплывании сформированных флотокомплексов на поверхность флотатора и формирования слоя пенного продукта [2]. Учет гидродинамических факторов позволяет смоделировать гидродинамические режимы в камере и установить кинетические закономерности.

При решении подобных задач обычно рассматривают методы физического и математического моделирования, которые основаны на принципах физического или математического подобия [3].

Физическое моделирование заключается в воспроизведении постоянства определяющих критериев подобия в модели, и объекте. Для построения физической модели аппарата необходимо соблюдение гидродинамического и химического подобия. Гидродинамику потоков в аппарате можно характеризовать критерием Рейнольдса:

$$Re = \frac{vl}{\nu}, \quad (1)$$

А химическое превращение критерием Дамкеллера:

$$Da = \frac{v'l}{\nu c} \quad (2)$$

где v – скорость движения, l – характерный линейный размер, ν – коэффициент кинематической вязкости среды; C – концентрация исходного реагирующего вещества; v' – скорость реакции [4].

Поскольку эти критерии несовместимы между собой, так как скорость потока в одном критерии в знаменателе, а в другом – в числителе, это приводит к трудностям при осуществлении физического моделирования.

Математическое моделирование процесса состоит в построении математической модели и установления адекватности модели изучаемому процессу. Математическое описание процесса представляется системой алгебраических или дифференциальных уравнений, отражающих материальные и энергетические балансы. Сложной задачей при построении описания процесса является выделение из совокупности параметров наиболее важных, определяющих ход процесса. Взаимосвязь между выделенными параметрами устанавливается на основе теоретических представлений и опытных данных [5].

Для математического моделирования необходима полная информация о гидродинамических и аэродинамических параметрах машин, коэффициентов уравнений для их определения, также величин физико-химических процессов. Но оно не исключает физического, а, наоборот, дополняет его расчетами.

Математическое моделирование более универсальный способ, так как не требует сложных реконструкций моделей, но оно подходит только для определенной области.

Из вышеизложенного следует, что для определения гидродинамических параметров флотации необходимо пользоваться как физическим, так и математическим моделированием, потому что с помощью физического моделирования есть возможность определить размеры камеры, а некоторые коэффициенты математических моделей только из опытов, а при использовании математического моделирования можно узнать параметры системы, не применяя при этом трудоемких натуральных исследований.

Гидродинамика флотационной камеры во многом определяет результаты процесса, поэтому ее описание является составной частью математической модели. Для решения практических задач, связанных с моделированием и расчетом флотационных аппаратов, необходимо знать, какая гидродинамическая обстановка образуется в камере при тех или иных конструктивных параметрах.

Существуют два подхода к изучению гидродинамики флотатора: первый заключается в определении поля скоростей жидкости в камере флотации, второй — в построении распределения по времени пребывания частиц жидкости в ней.

При рассмотрении гидродинамики основным инструментом в исследованиях является решение фундаментальных физических уравнений, которые в общей и наиболее простой форме объединены в систему Навье-Стокса:

$$\rho \frac{dv}{dt} = \rho g - \nabla p + \mu \nabla^2 v, \quad (3)$$

где ρ – плотность среды, v – вектор скорости, t – время, g – вектор ускорения свободного падения, p – давление, ∇ – оператор Гамильтона.

Уравнения движения жидкости под действием определенных сил и при определенных условиях можно представить в двух различных формах [6]. Выбор формы уравнений зависит от цели исследований. Если целью является определение скорости, давления и плотности во всех точках среды, то форма уравнений соответствует, так называемому, эйлерову подходу. Если целью исследований является определение траектории каждой «жидкой» частицы, то форма уравнений соответствует лагранжеву подходу.

Уравнения движения жидкости Эйлера имеют вид:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial v_x}{\partial t} + v_x \frac{\partial v_x}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_x}{\partial y} + v_z \frac{\partial v_x}{\partial z} &= X - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial x} \\ \frac{\partial v_y}{\partial t} + v_x \frac{\partial v_y}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_y}{\partial y} + v_z \frac{\partial v_y}{\partial z} &= Y - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial y} \\ \frac{\partial v_z}{\partial t} + v_x \frac{\partial v_z}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_z}{\partial y} + v_z \frac{\partial v_z}{\partial z} &= Z - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial z} \end{aligned} \right\}$$

Уравнение движения жидкости по Лагранжу:

$$\left. \begin{aligned} \left(\frac{\partial^2 x}{\partial t^2} - X \right) \frac{\partial x}{\partial a} + \left(\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} - Y \right) \frac{\partial y}{\partial a} + \left(\frac{\partial^2 z}{\partial t^2} - Z \right) \frac{\partial z}{\partial a} &= -\frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial a} \\ \left(\frac{\partial^2 x}{\partial t^2} - X \right) \frac{\partial x}{\partial b} + \left(\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} - Y \right) \frac{\partial y}{\partial b} + \left(\frac{\partial^2 z}{\partial t^2} - Z \right) \frac{\partial z}{\partial b} &= -\frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial b} \\ \left(\frac{\partial^2 x}{\partial t^2} - X \right) \frac{\partial x}{\partial c} + \left(\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} - Y \right) \frac{\partial y}{\partial c} + \left(\frac{\partial^2 z}{\partial t^2} - Z \right) \frac{\partial z}{\partial c} &= -\frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial c} \end{aligned} \right\}$$

В приведенных уравнениях v_x, v_y, v_z – компоненты вектора скорости в точке (x, y, z) в момент времени t , ρ – плотность жидкости, p – давление, (X, Y, Z) – приведенные компоненты внешних сил, (a, b, c) – начальные координаты отдельной «жидкой» частицы. Для многофазных систем понятие фазы более широко, чем отождествление ее с одним из агрегатных состояний вещества – газообразным, жидким или твердым. В общем случае, количество фаз неограниченно. Каждая из них должна соответствовать определенным отличительным признакам. Этими признаками являются свойства различной природы, ответственные за характер взаимодействия одной фазы с другими фазами, с потоком в целом и со сторонними воздействиями на поток [7].

Процесс флотационного разделения представляет материальный поток веществ в трех агрегатных состояниях. Этот поток – комбинация трех режимов взаимодействия веществ, находящихся в различных агрегатных состояниях в

бинарных потоках: «газ – жидкость», «газ – твердые частицы» и «жидкость – твердые частицы» [8]. Зная математическую модель одного из названных режимов, можно описать различные физические процессы. Например, математическая модель режима взаимодействия веществ в потоке «жидкость – частицы» позволяет рассматривать такие виды потоков, как вязкий и невязкий гидротранспорт частиц, седиментация и оживленный слой.

Основная задача моделирования процесса флотации – это представление о механизме процесса, а именно: о взаимосвязи физических (структура потока), физико-химических (характеристика частиц) и технологических параметров. С помощью них можно создать оптимальный технологический режим флотации и оптимизировать ее гидродинамические характеристики.

Если технологические параметры воспроизвести достаточно просто, то определение гидродинамических характеристик вызывает сложность, так как до сих пор нет исчерпывающих критериев для описания гидродинамических режимов в камере флотации, методов их оптимизации, а также методов определения взаимодействия гидродинамических и физико-химических факторов флотации.

Также является недостаточным описание процесса флотации только на основании кинетики флотации по переносу частиц пузырьками, поскольку это не учитывает обратимые явления в формировании флотокомплексов. Необходимо дополнение модели процесса флотации описанием процесса разрушения флотокомплексов [9, 10]. Закрепление частицы на пузырьке определяется относительной скоростью их соударения при постоянных физико-химических характеристиках поверхности. Эта скорость в основном зависит от гидродинамических потоков в камере флотации. Частицы, закрепившиеся на пузырьках, в процессе транспортировки в пену могут отрываться. Причем интенсивность этого процесса, зависит не только от прочности флотокомплекса, но и от структуры потоков в камере. Гидродинамические условия в камере, с одной стороны, способствуют созданию агрегата «частица—пузырек», с другой — разрушают его [11].

Важной составляющей процесса очистки воды флотацией является стадия формирования пенного продукта на открытой поверхности флотатора. Гипотетически возможны два крайних случая. Гидродинамика аппарата такова, что все флотокомплексы будут вынесены в пену. Это приведет к высокой степени очистки воды, что и является целевой задачей. Другая крайняя ситуация - все флотокомплексы разрушаются, не достигнув пенного слоя, - очистка воды отсутствует. Поэтому главная задача моделирования флотационного процесса очистки воды состоит в создании системы критериев, при которых конструкция флотационной камеры будет обеспечивать наилучшие гидродинамические условия для всех стадий отделения загрязняющих веществ.

Для решения этой задачи необходимо формализовать факторы флотационного процесса, которые подчиняются различным закономерностям, при этом формируют единую систему флотационного процесса. Основные из них - гидродинамика флотационной камеры, формирование флотокомплексов, движение флотокомплексов, процессы в пенном слое.

Заключение

Учёт гидродинамических факторов во взаимосвязи с физико-химическими взаимодействиями во флотационной камере является основой моделирования флотационного процесса очистки воды, дальнейшего совершенствования аппаратов и повышения результативности флотационного процесса отделения загрязняющих веществ.

Список литературы / References

1. Алексеев Е.В. Очистка сточных вод флотацией. Основные технологии и применение / Е.В. Алексеев // Монография.- М.: Издательство АСВ. – 2015. – 160 с.
2. Харькова М.И., Алексеев Е.В. О технологическом конструировании флотационных аппаратов для очистки сточных вод. / М.И. Харькова, Е.В. Алексеев // Сборник: Энергоэффективные технологии водоснабжения и водоотведения. Сборник докладов научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.- 2016. - С.106-109.
3. Алексеев Е.В., Викулина В.Б., Викулин П.Д. Моделирование систем водоснабжения и водоотведения: Учебное пособие / Москва, МГСУ / Е.В. Алексеев, В.Б. Викулина, П.Д. Викулин // 2015.-128 с.
4. Рубинштейн, Ю.Б. Кинетика флотации / Ю.Б.Рубинштейн, Ю.А. Филиппов // – М.: Недра. 1980. – 375 с.
5. Алексеев Е.В., Харькова М.И. Направления совершенствования конструкции флотационных камер для очистки сточных вод. / Е.В. Алексеев, М.И. Харькова // Научный альманах. 2015. - № 12-2 (14). - С.17-22.
6. Ламб Г. Гидродинамика. – М.: ОГИЗ, ГОСТЕХИЗДАТ, 1947. – 928 с.
7. ANSYS Fluent «Theory Guide», Release 12.1 ANSYS, Inc. 2009.
8. Алексеев Е.В. Изучение удельного газовыделения применительно к электрофлотации / Е.В. Алексеев // Научное обозрение. 2015.- № 9. - С.139-145.
9. Алексеев Е.В. Об очистке сточных вод флотацией с использованием терминов адсорбции / Е.В. Алексеев // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2008.- № 5. - С.16-19.
10. Алексеев Е.В. О применении показателя «удельная флотосорбция» в технологических расчетах флотаторов / Е.В. Алексеев // Водоснабжение и санитарная техника. 2013.- № 6. - С. 39-42.
11. Алексеев Е.В., Харькова М.И. О возможности селективной очистки мочных растворов на основе процессов адсорбционно-пузырькового разделения / Е.В. Алексеев // Вода и экология: проблемы и решения. 2016.- № 3 (67).- С. 46-55.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Alekseev E.V. Ochistka stochnyh vod flotaciej. Osnovnyie tekhnologii i primenenie [The flotation waste water treatment. The basis technology and application] / E.V. Alekseev // Monografiya. – М.: Izdatel'stvo ASV [Publishing house ASV]. – 2015. – 160 p. [in Russian]
2. Har'kova M.I., Alekseev E.V. O tekhnologicheskom konstruirovanii flotacionnyh apparatov dlya ochistki stochnyh vod. [The technological designing of flotation machines] // Ehnergoehffektivnyie tekhnologii vodosnabzheniya i vodootvedeniya

- [Energy efficient technologies of water supply and sanitation] : sbornik докладov nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, magistrantov, aspirantov i molodyh uchenyh [The collection of reports of scientific-practical conference of students, postgraduates and young scientists] Nacional'nyj issledovatel'skij Moskovskij gosudarstvennyj stroitel'nyj universitet [National Research Moscow State University of Civil Engineering] / E.V. Alekseev, M.I. Har'kova // . –2016. – P. 106-109. [in Russian]
3. Alekseev E.V., Vikulina V.B., Vikulin P.D. Modelirovanie sistem vodosnabzheniya i vodootvedeniya: Uchebnoe posobie [Modeling of systems of water supply and sanitation : Textbook] / Alekseev E.V, Vikulina V.B., Vikulin P.D. – 2015. – 128 P. [in Russian]
4. Rubinstein, J. B. Kinetika flotatsii [Kinetics of flotation] / Yu. b. Rubinstein, Y. A. Filippov – M.: Nedra [Publishing house Nedra] – 1980. – 375 P. [in Russian]
5. Alekseev E.V., Har'kova M.I. Napravleniya sovershenstvovaniya konstrukcii flotacionnyh kamer dlya ochistki stochnyh vod [The directions of improvement of the design of flotation cells for wastewater treatment] / E.V. Alekseev, M.I. Har'kova // Nauchnyj al'manah. [Scientific almanac]. – 2015. - № 12-2 (14). - P.17-22. [in Russian]
6. Lamb G. Gidrodinamika. [Hydrodynamics] / G. Lamb // – M.L.: OGIZ, gos. izd. tekhn-teor. lit, 1947. – 928 P. [in Russian]
7. ANSYS Fluent «Theory Guide», Release 12.1 ANSYS, Inc. 2009.
8. Alekseev E.V. Izuchenie udel'nogo gazovydeleniya primenitel'no k ehlektroflotacii [Study of the specific gas with respect to electro-flotation] / E.V. Alekseev // Nauchnoe obozrenie [Scientific review]. – 2015.- No. 9. - P. 139-145. [in Russian]
9. Alekseev E.V. Ob ochistke stochnyh vod flotaciej s ispol'zovaniem terminov adsorbicii [The purification of sewage by flotation with the use of the terms of adsorption] / E.V. Alekseev // Vodoochistka. Vodopodgotovka. Vodosnabzhenie. [Purification. Water preparation. Water conditioning]. – 2008.- No. 5. - P. 16-19. [in Russian]
10. Alekseev E.V. O primenenii pokazatelya «udel'naya flotosorbciya» v tekhnologicheskikh raschetah flotatorov [The application of the indicator "specific flotosorb" in the technological calculations of the machines] / E.V. Alekseev // Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika [Water supply and sanitary technique]. – 2013.- No. 6. - P. 39-42. [in Russian]
11. Alekseev E.V., Har'kova M.I. O vozmozhnosti selektivnoj ochistki moechnyh rastvorov na osnove processov adsorbicionno-puzyr'kovogo razdeleniya [The possibility of selective treatment of the washing solutions based on processes of adsorptive-bubble separation] / Alekseev E.V, M.I. Har'kova // Voda i ehkologiya: problemy i resheniya [Water and ecology: problems and solutions]. – 2016.- No 3 (67).- P. 46-55. [in Russian]

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ / AGRICULTURAL SCIENCES

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.57.035>

Автухович И.Е.¹, Постников Д.А.², Таллер Е.Б.³

¹Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ²доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
³кандидат биологических наук, доцент,

Российский государственный аграрный университет – РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ МЕТОДА БИОРЕМЕДИАЦИИ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД, ОСНОВАННОГО НА СОЗДАНИИ «БИОПЛАТО» В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОЙ ОПАСНОСТИ АКТИВНОГО ВЫБРОСА АММИАКА И СЕРОВОДОРОДА В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

Аннотация

С целью снижения выбросов аммиака и сероводорода от обезвоженного осадка сточных вод (ОСВ) Щелковских межрайонных очистных сооружений, был внедрен метод создания «био Plato», основанный на применении микробиологического препарата «Тамир» и растений в производственных условиях. Биопрепарат вносился в чаши-площадки депонирования ОСВ согласно схеме эксперимента. Результатом явилось снижение концентраций сильнопахнущих газов в воздухе рабочей зоны и зоны жилой застройки до уровней не превышающих ПДК. Расселение микроорганизмов биопрепарата в ОСВ подготовило его в качестве субстрата для распространения культурных и дикорастущих растений по поверхности чаши-площадок депонирования, а также создало благоприятную среду для развития полезных микроорганизмов ризосферы растений. Снижение неприятных запахов и создание растительного покрова на поверхности чаши-площадок депонирования ОСВ способствовало оздоровлению окружающей среды на территории очистных сооружений и улучшению условий труда работников.

Ключевые слова: аммиак, сероводород, осадок сточных вод (ОСВ), микробиологический препарат.

Avtukhovich I.E.¹, Postnikov D.A.², Taller E.B.³

¹PhD in Agriculture, Professor, ²PhD in Agriculture, Professor,
³PhD in Biology, Associate Professor,

Russian Timiryazev State Agrarian University

PRODUCTION TESTING OF BIOREMEDIATION METHOD OF SEWAGE SLUDGE, BASED ON CREATING “BIOPLATO” IN A HIGH RISK OF ACTIVE AMMONIA AND HYDROGEN SULFIDE EMISSION IN ATMOSPHERIC

Abstract

For the purpose of decrease in emission of ammonia and hydrogen sulfide from the dewatered sewage sludge (SS) on interdistrict Treatment Facilities of Shchelkovo, Moscow region, a method of creating "bioplato" was implemented based on the use of microbiological preparation "Tamir" and the plants under production conditions. Biological preparation was applied into sludge lagoons according to the scheme of the experiment. As the result the concentrations of strongly smelling

gases in the air of the work zone and in the atmosphere of residential area have been lowered to levels under the maximum permissible concentration (MPC). Settling of microorganisms of biopreparation in sewage sludge prepared it as a substrate for the dissemination of cultural and wild plants on the surface of the SS storage lagoons, as well as created an environment for the development of beneficial microorganisms in the rhizosphere of plants.

Decreasing in emission of unpleasant odors and creation of vegetation cover on the surface of the SS storage lagoons contributed to the improvement of the environment in the territory of treatment facilities as well as the working conditions.

Keywords: ammonia, hydrogen sulfide, sewage sludge (SS), microbiological preparation.

Щелковские межрайонные очистные сооружения – одни из крупнейших в Московской области. Здесь осуществляют прием и очистку бытовых и производственных сточных вод, поступающих из четырех городов: Королев, Ивантеевка, Фрязино, Юбилейный и двух районов Подмосковья: Щелковского и Пушкинского с общей численностью населения более 700 тысяч человек. Услугами предприятия пользуются более тысячи организаций. При этом 40% стоков поступает из г. Королева, 20% - из Щелковского района, 40% - из остальных муниципальных образований. В сутки очистные сооружения принимают свыше 300 000 м³ стоков.

Летом 2014 года в подмосковном городе Щелково, расположенном в окрестностях очистных сооружений, создалась экологическая проблема. Резкий запах сероводорода распространился на весь город, и в самый пик жары люди не могли открыть форточки. Так, по данным официального доклада «О состоянии окружающей среды Щелковского муниципального района в 2014 году» [2], являющегося приложением к постановлению Щелковского муниципального района от 13.05.2015 № 1075 за 2014 год, было зарегистрировано 14 превышений ПДК сероводорода. Девятого сентября 2014 года максимальная концентрация сероводорода достигла 15,4 ПДК м.р.

Одной из основных причин сложившейся неблагоприятной экологической обстановки являются большие объемы осадка сточных вод (ОСВ), скопившегося на территории очистных сооружений. Там было аккумулировано более 350 000 м³ ОСВ.

Целью нашего производственного эксперимента явилось оздоровление воздушной среды на территории межрайонных очистных сооружений г. Щелково и зоны жилой застройки в их окрестностях, за счет снижения эмиссии газов с неприятным запахом от осадка сточных вод, посредством применения microbiological preparation и выращивания растений.

Производственный эксперимент был заложен в 2015 году на двух чашах-площадках депонирования ОСВ общей площадью 64 288 м², глубиной 5-9 м и общим объемом 518 156 м³.

В основу эксперимента был положен ремедиационный метод создания «биоплата» на чашах с ОСВ, путем совместного применения биопрепарата «Тамир» и растений. Эффективность данного microbiological preparation и его аналогов в производственных условиях показана [3, 4].

Первым этапом создания «биоплата» являлась подготовка субстрата - обитаемой среды для распространения растений и полезных микроорганизмов их ризосферы, путем внесения microbiological preparation «Тамир», составленного на основе консорциума эффективных микроорганизмов. Изначально субстрат – обезвоженный ОСВ – был непригоден для произрастания растений, вследствие того, что представлял собой неразложившийся органический материал, токсичный для растений и биоты.

Состав препарата «Тамир»: *Lactobacillus casei* 21; *Streptococcus lactis* 47; *Rhodopseudomonas palustris* 108 и др.; сапрофитные микроорганизмы, культуральная жидкость, ферменты и метаболиты, способствующие более активному разложению органических отходов естественным биологическим методом за короткий промежуток времени. Микроорганизмы используют в качестве источника питания органические вещества и их производные с получением конечных нетоксичных продуктов - метаболитов, безопасных для окружающей среды. Этим самым биопрепарат подготавливает «обитаемую среду» для последующего расселения растений. В свою очередь, растения способны снижать эмиссию газов с неприятным запахом не только путем их задержания надземной частью и образующейся дерниной, но и посредством процессов, происходящих в их ризосфере. Корневая система растений обеспечивает поверхностно-адсорбционное поглощение компонентов ОСВ, в ризосфере осуществляется окисление и расщепление нефтепродуктов, технических масел, фенолов, сульфатов, фосфатов и др., благодаря деятельности микроорганизмов ризосферы и собственно корневых выделений.

Вторым этапом создания «биоплата» – явилось постепенное распространение растений по ложу чаш - площадок накопления ОСВ, как высеваемой, так и естественной, семена которой заносятся ветром и птицами.

Последующими этапами являлось постоянное поддержание этой искусственной системы, путем регулярного внесения препарата и, в случае необходимости, подсева растений.

Первичное применение препарата осуществлялось в холодное время года - 25 февраля 2015 г. - методом глубинного бурения лунок на поверхности ОСВ и внесением в них препарата (создание микрокапсул). Вторично препарат вносился в ОСВ 30 апреля 2015 г. методом сплошного полива по периметру чаш. Далее препарат «Тамир» применяли с интервалом в две недели тем же методом. При установленной норме внесения препарата 0,2 л/м³ ОСВ, общий расход на весь комплекс мероприятий составил 19 286 л. При глубинном внесении препарата 1 л исходного стандартного раствора препарата разводили в 4 л воды, а при поверхностном – в 9 л [3, 4].

С начала апреля при установлении положительных температур были высажены черенки ивы (*Salix viminalis* L.) и посеяны семена растений: сафлора (*Carthamus tinctorius* L.), горчицы (*Sinapis alba* L.), пшеницы (*Triticum aestivum* L.) рогозов (*Typha angustifolia* L. и *Typha latifolia* L.). В течение вегетационного сезона, по мере необходимости, производился подсев сафлора и горчицы на проблемных участках чаш (площадок временного хранения осадка сточных вод). Ранее установлено [1], что сафлор красильный и горчица белая успешно проявляют себя в деле ремедиации грунтов. В дальнейшем осуществлялся подсев травосмеси: овсяницы красной (*Festuca rubra* L.); овсяница овечья (*Festuca ovina* L.); овсяница луговая (*Festuca pratensis* HUDS.); мятлик луговой (*Poa pratensis* L.).

Впервые организован мониторинг загрязнения воздуха над площадками депонирования ОСВ. Намечены четыре реперные точки по периметру чаш, осуществлялся контроль аммиака и сероводорода в зоне дыхания работников. Данный вид контроля дает наиболее информативные сведения о вкладе конкретного источника неприятных запахов - чаш - площадок накопления осадка – в загрязнение атмосферного воздуха территории очистных сооружений и зоны жилой застройки.

В процессе производственного эксперимента осуществлялся контроль содержания аммиака и сероводорода в воздухе зоны жилой застройки, а также сравнительный анализ их содержания за 2014 и 2015 гг.

Для оценки влияния конкретных загрязняющих объектов - чаш-площадок накопления обезвоженного ОСВ и иловых карт очистных сооружений на экологическое состояние в городе Щелково, нами было выделено три зоны влияния этих объектов: зона 1 (ул. Заречная, д.4, д.7, Луговой пер., д.6), зона 2 (ул. Новая фабрика, д. 10, д. 5) и зона 3 (ул. Новая фабрика, д 373, ул. Новая фабрика у шк. №6, ул. Краснознаменная, д. 8, корп. 5, Пролетарский проспект, д. 9, корп. 1). Исследования велись в периоды положительных температур: весенний, летний и осенний, когда вероятность выброса сильнопахнущих паров и газов наиболее высока.

В результате первичного замера вредных паров и газов над чашами-площадками накопления ОСВ, выполненного 06.07.2015 г., выявлено, что через 131 день с начала применения препарата «Тамир», концентрация аммиака и сероводорода в воздухе рабочей зоны оказались соответственно в 4 и 2 раза ниже ПДК для воздуха рабочей зоны (ГН 2.2.5.1313-03).

При вторичном замере данных показателей, сделанном 06.07.2015 г. - через 2 недели после первого замера (148 дней после первичного внесения препарата при последующем регулярном его внесении с интервалом в 2 недели), установлено, что концентрации аммиака в воздухе над первой и второй площадками накопления осадка в точках №3 и 4 приблизились к нормативу для воздуха зоны жилой застройки, составляющему $0,2 \text{ мг/м}^3$ (ГН 2.1.6.13 1338-03), а в точках №1 и №2 оказались ниже ПДК соответственно в 7 и 1,3 раза. Концентрации сероводорода над обеими чашами во всех точках замеров оказались ниже ПДК для атмосферного воздуха населенных мест ($0,008 \text{ мг/м}^3$) в 2 раза.

Третий замер аммиака и сероводорода над чашами с обезвоженным ОСВ, сделанный 06.08.2015 г., показал, что концентрации аммиака оставались по-прежнему приближенными к ПДК атмосферного воздуха жилой застройки с незначительными превышениями (средняя концентрация аммиака для четырех точек измерения показана на рис. 1 А), концентрации сероводорода - держалась ниже ПДК для атмосферного воздуха зоны жилой застройки (рис. 1 Б).

Четвертый замер, сделанный 28.08.2015 г. (через 184 дня после первичного внесения препарата и 53 дня после первичного замера, произведенного 06.07.2015г., при регулярном локальном внесении препарата «Тамир» через каждые 2 недели) показал, что в результате применения биопрепарата, в воздухе над чашами в течение месяца было достоверно снижено содержание аммиака и сероводорода в среднем более чем в 2,6 и 1,5 раза соответственно (средние значения по аммиаку и сероводороду для четырех точек измерения показаны на рис. 1А и рис. 1Б соответственно). При этом концентрации указанных вредных веществ в зоне дыхания работников оказались ниже ПДК (ГН 2.1.6.13 1338-03) (рис. 1А и Б).

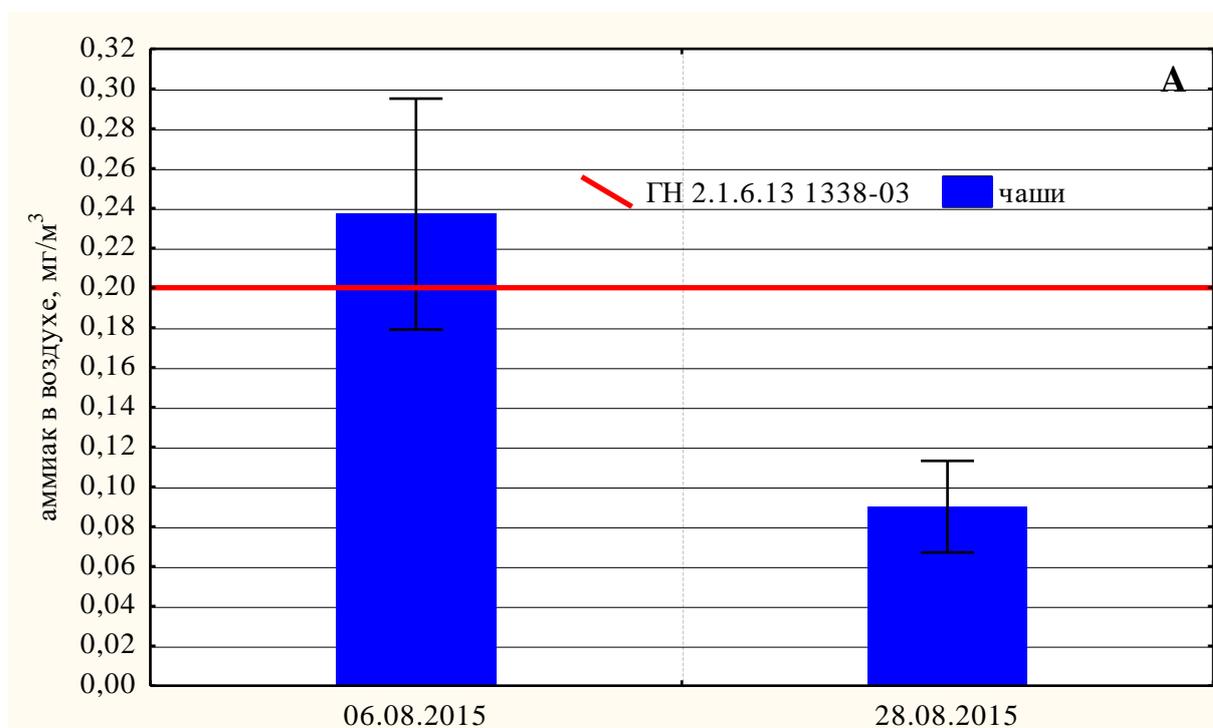
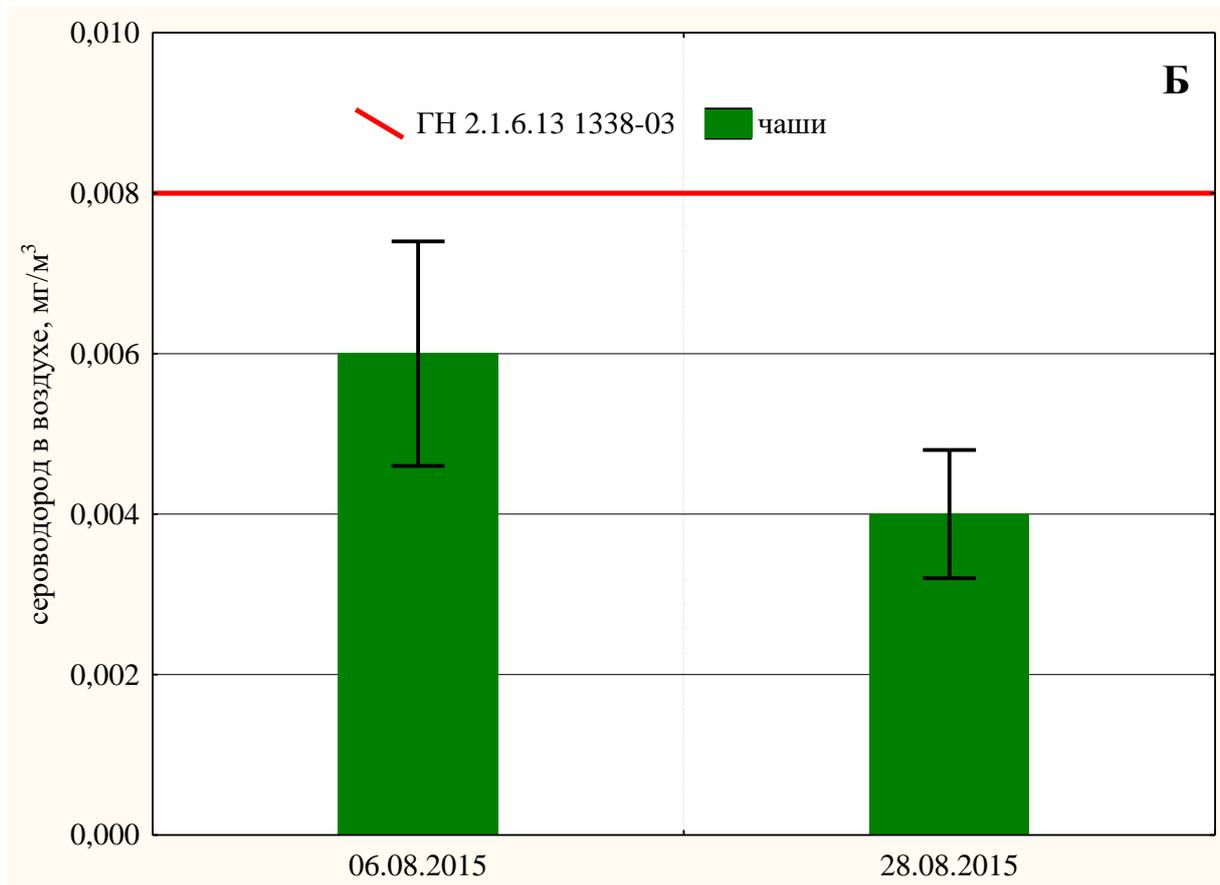


Рис. 1 – Изменение содержания (А) аммиака и (Б) сероводорода, мг/м^3 , в атмосферном воздухе над чашами-площадками депонирования ОСВ Щёлковских очистных сооружений после применения микробиологического препарата «Тамир» (окончание стр. 112)



Окончание рис. 1 – Изменение содержания (А) аммиака и (Б) сероводорода, мг/м³, в атмосферном воздухе над чашами-площадками депонирования ОСВ Щёлковских очистных сооружений после применения микробиологического препарата «Тамир»

На рис. 2 А показана чаша №1 (слева от деревянного настила), поверхность которой относительно ограничена от поступления условно свежего обезвоженного ОСВ. На рис. 2 Б показана чаша №1 (справа от деревянного настила), на поверхность которой продолжает непрерывно поступать условно свежий обезвоженный ОСВ из цеха механического обезвоживания для складирования. До применения препарата «Тамир» обе стороны от настила были непригодными для произрастания растений и выглядели одинаково. Под влиянием деятельности эффективных микроорганизмов, составляющих основу препарата, отмечено формирование новых и разрастание угнетенных куртин и синузид различных видов растений на чашах, неподверженных влиянию условно свежего ОСВ (рис. 2 А). На участке чаши №1, расположенном с правой стороны от настила (рис. 2. Б), по-прежнему практически отсутствует растительность, вследствие его токсичности и непригодности для произрастания растений. Условно свежий обезвоженный ОСВ (рис. 2Б), образует здесь темные наплывы, от которых периодически могут распространяться неприятные запахи при повышении температуры воздуха. Полностью исключить влияние условно свежего ОСВ, поступающего из цеха механического обезвоживания на чашу, нельзя по условиям технологического процесса, однако можно минимизировать распространение запахов от него и создать по возможности обитаемую среду для растений. Поэтому следует обратить особое внимание на этот участок чаши №1 при его мониторинге, и регулярно вносить здесь препарат «Тамир», согласно предоставленным нами расчетам.



Рис. 2 – Развитие растительности на чаше-площадке накопления осадка №1 по состоянию на 25.06.2015 г где: *А* – участок с левой стороны от настила (без влияния условно свежего ОСВ); *Б* – участок с правой стороны от настила (с поступлением условно свежего ОСВ из цеха механического обезвоживания)

Результаты замеров аммиака и сероводорода в зоне жилой застройки за 2014 год, предоставленные ЗАО «Экоаэросталкер», показали, что повышение концентрации вредных веществ в воздухе совпадает с увеличением температуры и понижением влажности. День экологического неблагополучия по аммиаку и сероводороду приходился на 19.08.2014 года. В этот день отмечена наиболее высокая температура воздуха 26°С при скорости юго-восточного ветра 2м/с, направленного на город. Такие метеорологические условия утром были наиболее неблагоприятными для города с точки зрения распространения неприятных запахов со стороны очистных сооружений. Так, на Пролетарском проспекте, д. 9, корп. 1 отмечено превышение ПДК (ГН 2.1.6.13 1338-03) по аммиаку в 1,6 раза. По сероводороду превышение ПДК зарегистрировано на следующих объектах: ул. Новая Фабрика, д. 373 – в 8 раз; ул. Заречная, д. 7 – в 1,6 раза; 3-й Заречный пер., д. 6 – в 1,1 раза; Пролетарский просп., д. 9, к.1 – в 4,6 раза; Комсомольская ул., д. 20 – в 1,9 раза; ул. 8 Марта, д. 17 – в 1,4 раза.

Исследования атмосферного воздуха, проведенные в 2015 году на тех же объектах г. Щелково, разбитых на зоны влияния конкретных источников выброса (см. выше), показали, что концентрации аммиака не превышали ПДК (ГН 2.1.6.13 1338-03) в течение весеннего, летнего и осеннего периодов исследований ни в одной из трех выделенных зон влияния иловых карт и чаш-площадок накопителей ОСВ, расположенных на территории очистных сооружений (рис. 3).

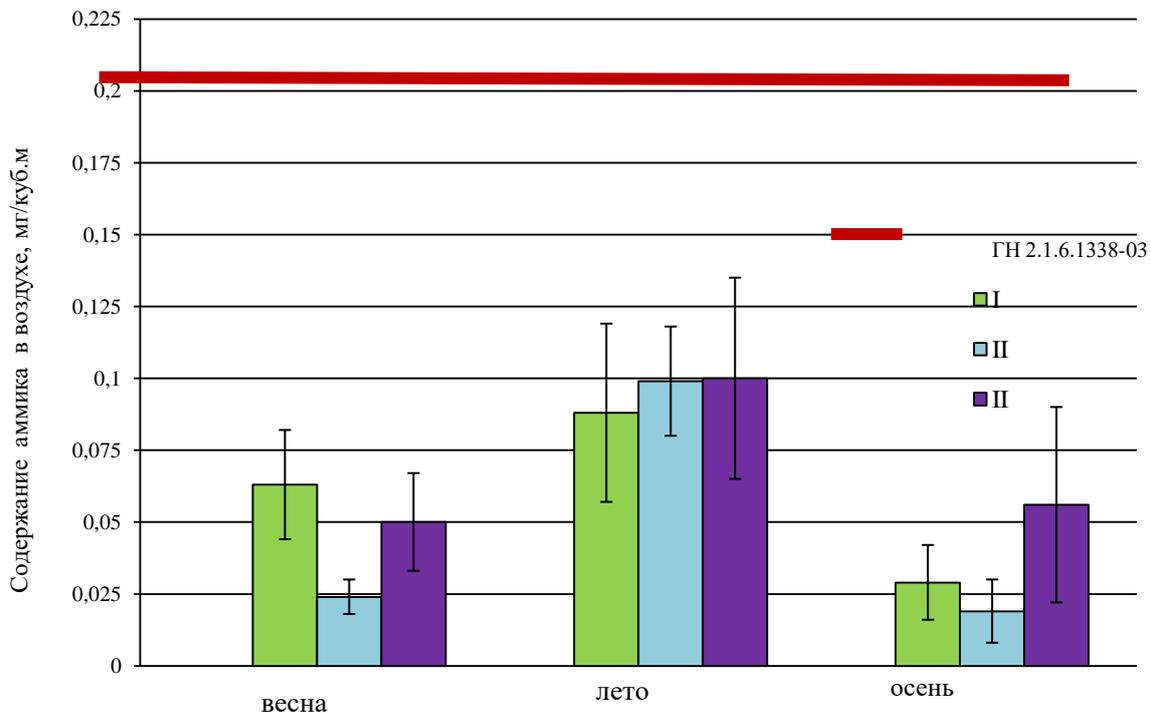


Рис. 3 – Содержание аммиака, мг/м³, в воздухе зоны жилой застройки г. Щелково в I, II и III зонах влияния различных источников выброса Щёлковских очистных сооружений

Содержание сероводорода за период с 24.04.2015 по 18.09.2015 г. было ниже ПДК в среднем в 2 раза. Лето 2015 года было достаточно холодным и влажным. Температура существенного влияния на повышение концентрации аммиака в воздухе не оказывала.

Наиболее значительное влияние на повышение концентрации аммиака и сероводорода в воздухе оказал вывоз и размещение в чашах №1 и №2, а также на их отвалах, свежего ОСВ 13 июня. Появление запаха от чаш, обнаруженное органолептическим путем в непосредственной близости от них, совпало с результатами замера, сделанными на объектах жилой застройки с 09.06.2015 по 30.06.2015 года. Так, концентрация аммиака в воздухе несколько повысилась, несмотря на невысокую температуру и некоторое повышение влажности, но по-прежнему держалась ниже уровня ПДК. На повышение концентрации аммиака в воздухе зоны жилой застройки также оказывало влияние направление ветра. Так, утром 30.06.2015 года, ветер имел северо-восточное направление - дул со стороны очистных сооружений. Однако преобладающим направлением ветра в 2015 году было северо-западное, что способствовало стабилизации экологической обстановки в зоне влияния очистных сооружений.

Размещение в чашах и на их отвалах свежего осадка сточных вод отрицательно отразилось и на развитии растений. Так, на участках, приуроченных к наплывам свежего ОСВ черного цвета, погибла растительность, вследствие создавшейся токсичности, и отмечался неприятный запах аммиака и сероводорода. Исходя из этого вывоз и складирование свежего ОСВ на чашах, находящихся в процессе реабилитации, а также в непосредственной близости от них следует полностью исключить.

На основании проведенных исследований нижеследующие выводы.

Применение микробиологического препарата в сочетании с растениями (создание «биоплато») способствует существенному снижению концентраций аммиака и сероводорода в воздухе над чашами-площадками обезвоженного осадка сточных вод.

Под влиянием деятельности эффективных микроорганизмов, составляющих основу препарата «Тамир», отмечено формирование новых и разрастание угнетенных куртин и синузидов различных видов растений на чашах.

В начале лета были выявлены участки токсичности на площадках накопления ОСВ №1 и №2, сопряженные с неприятными запахами и гибелью растительности, обусловленные наплывами свежего ОСВ, вывезенного и складированного на указанных участках. Приняты меры к их постепенному устранению неприятных запахов, путем регулярного локального внесения препарата «ТАМИР» по периметру чаш с интервалами в две недели.

На эмиссию вредных паров и газов от очистных сооружений могут оказывать влияние метеорологические условия (жаркая погода и низкая скорость ветра, вызывающая застой вредных паров и газов над чашами), а также вывоз и складирование свежего ОСВ на чашах, находящихся в процессе реабилитации и участках, расположенных в непосредственной близости от них.

Результаты исследования атмосферного воздуха зоны жилой застройки г. Щелково, выполненные в 2015 году за период производственного эксперимента с 24.04.2015 по 18.09.2015 г., показали, что концентрации аммиака и сероводорода держалось ниже уровня ПДК (ГН 2.1.6.13 1338-03) в среднем в 3,3 и 2 раза соответственно.

К концу лета 2015 года концентрации аммиака и сероводорода в воздухе рабочей зоны достигли нормативов для воздуха населенных мест (ГН 2.1.6.13 1338-03), и производственная обстановка в зоне влияния чаш-площадок накопления ОСВ на предприятии ЗАО «ЭКОАЭРОСТАЛКЕР» не причиняла вреда для здоровья работников. Средств индивидуальной защиты органов дыхания при работе возле чаш не требовалось.

Список литературы / References

1. Автухович И.Е. Ремедиация грунтов. Индуцированная фитоэкстракция / И.Е. Автухович, Д.А. Постников. - Saarbrücken, Германия: Palmarium academic publishing, 2013 – 92 С. – URL: <http://www.palmarium-publishing.ru/catalog/details/store/es/book/978-3-659-98426-6/Ремедиация-грунтов?search=Индуцированная фитоэкстракция> (дата обращения: 19.02.2017).
2. Доклад. О состоянии окружающей среды Щелковского муниципального района в 2014 году: Приложение к постановлению Администрации Щелковского муниципального района от 13.05.2015 № 1075 [Электронный ресурс] – URL: <http://shhyolkovo.ru/upload/files/eko-2014.pdf> (дата обращения: 19.02.2017).
3. Постников Д.А. О результатах применения микробиологических препаратов «Тамир» и «Экомик ПРО-В» в производственных условиях на очистных сооружениях / Д.А. Постников, И.Е. Автухович, Е.Б. Таллер и др. // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 5(47). – С. 45-48. – URL: <http://research-journal.org/wp-content/uploads/2011/10/5-6-47.pdf> (дата обращения: 19.02.2017).
4. Постников Д.А. Применение биопрепаратов на очистных сооружениях с целью снижения выбросов сильнопахнущих газов / Д.А. Постников, И.Е. Автухович, Е.Б. Таллер и др. // Материалы международной научно-практической конференции. «Биотехнологии в комплексном развитии регионов» Москва (15-16 марта, 2016 г.). М.: ООО «РЭД ГРУПП», 2016. - С. 18-19. – URL: <http://www.biotechsouz.ru/info/states-item.php?ID=208> (дата обращения: 19.02.2017).

Список литературы на английском языке / References in English

1. Avtukhovich I.E. Remediacyja pochv. Inducirovannaja fitojekstrakcija [Remediation of soil. Induced phytoextraction] / I.E. Avtukhovich, D.A. Postnikov. - Saarbrücken, Germany: Palmarium academic publishing, 2013. – 92 p. – URL: <http://www.palmarium-publishing.ru/catalog/details/store/es/book/978-3-659-98426-6/Ремедиация-грунтов?search=Индуцированная фитоэкстракция> (accessed: 19.02.2017). [in Russian]
2. Doklad. O sostojanii okruzhajushhej sredy Shhelkovskogo municipal'nogo rajona ot 13.05.2015 № 1075 [Report. About the state of the environment of municipal district Schelkovo in 2014: Annex to the Resolution of the Administration of the municipal district Schelkovo from 13.05.2015 number 1075] [Electronic resource] – URL: <http://shhyolkovo.ru/upload/files/eko-2014.pdf> (accessed: 19.02.2017). [in Russian]
3. Postnikov D.A. O rezul'tatah primeneniya mikrobiologicheskikh preparatov "Tamir" i "Ecomic PRO" v proizvodstvennyh uslovijah na ochistnyh sooruzhenijah [About results of application of the microbiological preparations "Tamir" and "Ecomic PRO" under production conditions of Treatment Facilities] / D.A. Postnikov, I.E. Avtuhovich, E.B. Taller and others // Mezhdunarodnyj issledovatel'skij zhurnal [International Research Journal]. – 2016. – №. 5(47). – P. 45-48. – URL: <http://research-journal.org/wp-content/uploads/2011/10/5-6-47.pdf> (accessed: 19.02.2017). [in Russian]
4. Postnikov D.A. Primenenie biopreparatov na ochistnyh sooruzhenijah s cel'ju snizhenija vybrosov sil'nopahnushhih gazov [Application of biopreparations on treatment facilities for the purpose of decrease in emissions of strongly smelling gases] / D.A. Postnikov, I.E. Avtuhovich, E.B. Taller and others // Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. "Biotehnologii v kompleksnom razvitii regionov". [Proceedings of the International Scientific-Practical Conference "Biotechnologies in the integrated development of the regions"]. – М.: LTD «RJeD GRUPP» 2016. - P. 18-19. – URL: <http://www.biotechsouz.ru/info/states-item.php?ID=208> (accessed: 19.02.2017). [in Russian]

**AGRIS**

Международный научно-исследовательский журнал теперь индексируется в Agris.

Статьи, размещаемые в Agris, имеют статус публикаций ВАК.

AGRIS (International System for Agricultural Science and Technology) – это международная библиографическая база данных с более чем 7.5 млн структурированных библиографических данных по сельскому хозяйству и смежным дисциплинам.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.57.116>

Анисимова Е.И.¹, Никишина Д.А.²

¹ORCID: 0000-0001-5457-3072, Доктор сельскохозяйственных наук,

²ORCID: 0000-0002-9111-4374, аспирант,

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока»

ПРОДУКТИВНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА СИММЕНТАЛЬСКИХ КОРОВ РАЗНЫХ ГЕНЕАЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ

Аннотация

Дана оценка коров разных генотипов и линий по молочной продуктивности коров по лактациям. Приведена оценка технологических свойств вымени, характеристика красно-пестрых голштинских быков наиболее распространенных линий Р.Соверинг и М. Чифтейн. В исследуемом стаде они занимали соответственно 67,4 % и 30,1 %, это были чистопородные красно-пестрые голштинские производители. Повышение удоев за третью лактацию по сравнению с первой, у генотипов линии Р.Соверинг и в целом по всей линии от 398 кг до 646 кг. У животных линии М.Чифтейн увеличение молочной продуктивности от 68 кг до 793 кг. Удой коров линии Р.Соверинг за 3-ю лактацию равен – 3618 кг, По качеству вымени животные, сравниваемых линия и генотипов, существенных различий не имели, среди коров линии Рефлекшн Соверинг генотипа 1/2КПГ+1/2С на 11,8 % больше особей с желательной – чашевидной формой вымени, чем у аналогов линии Монтвик Чифтейн.

Ключевые слова: линия, корова, лактация, форма вымени, генотип, бык-производитель, молочная продуктивность.

Anisimova E.I.¹, Nikishina D.A.²

¹PhD in Agriculture, ²Postgraduate student,

Agriculture Research Institute of Southeast Region

PRODUCTIVE AND TECHNOLOGICAL QUALITIES OF SIMMENTAL COWS OF DIFFERENT BREEDING LINES

Abstract

The estimation of cows of different genotypes and lines on milk productivity of cows on lactation are presented in the paper. The estimation of technological properties of an udder, the characteristic of red-and-white Holstein bulls of the most widely spread lines of R.Sovering lines and M. Chieftain is given as well. In the studied herd they had 67.4% and 30.1% respectively, these were purebred red-and-white Holstein producers. The increase in the milk yield on the third lactation compared with the first one of genotypes of R.Sovering and in general over the whole line is from 398 kg to 646 kg. As for the cows of M. Chieftain line, the increase of milk production from 68 kg to 793 kg is registered. The milk yield of cows of R.Sovering line for third lactation is 3618 kg. The quality of the udder, animals of the compared lines and the genotypes showed no significant differences among the cows of Reflection Sovering genotype of 1/2KPG + 1/2C by 11.8% more animals with the desired udder of cupped form than that of similar line of Montvik Chieftain.

Keywords: line, cow, lactation, udder shape, genotype, sire, milk productivity.

На современном этапе рыночной экономики проблема интенсификации производства животноводческой продукции и повышения его рентабельности является одной из важнейших задач агропромышленного комплекса РФ. На протяжении последних лет, сельскохозяйственное производство страны ведет хозяйственную деятельность со значительным дефицитом финансовых и материально-технических ресурсов. Основная причина кризиса – нарушение эквивалентности межотраслевого обмена в экономике Российской Федерации, которое оказывает отрицательное влияние на развитие сельскохозяйственного производства и формирование рынка продовольствия. В животноводстве – это значительное сокращение поголовья и спад производства животноводческой продукции.

В этих условиях большое значение приобретает дифференцированный подход к использованию породных ресурсов с учетом местных природных возможностей обуславливающих устойчивый рост продуктивности животных. Одним из эффективных приемов решения поставленной задачи, наряду с улучшением условий кормления и содержания животных, является совершенствование племенных, продуктивных и технологических качеств разводимых пород скота с использованием ценного генофонда пород отечественной и зарубежной селекции.[3]

В решении самых сложных задач современного животноводства в Поволжье, в условиях резко континентального климата, центральное место занимает адаптивная селекция, направленная на устойчивый рост продуктивности животных, ресурсоэкономичность и природоохранность. [1]

Изменившиеся за последние 10-15 лет социально-экономические условия в стране привели к резкому сокращению симменталов в Поволжье и снижению их продуктивности, особенно на товарных фермах и это в основном за счет ухудшения селекционной работы. [2]

Научно-исследовательская работа проводилась в племенном стаде крупного рогатого скота ЗАО «ПЗ Мелиоратор» Саратовской области.

Были определены генотипическая и генеалогическая структура, на основании анализа родословной каждого животного, были определены его генотип и линейная принадлежность. Оценка коров разных генотипов и линий проводилась с учетом молочной продуктивности коров за первую, вторую и максимальную лактации, оценивались технологические свойства вымени.

В изучаемом стаде использовались красно-пестрые голштинские быки наибольшее распространение имели быки линии Рефлекшн Соверинг 0198998 и Монтвик Чифтейн 95679. В стаде они составляли, соответственно, 67,4 % и 30,1 %. Следует сказать, что в их составе преобладали чистопородные красно-пестрые голштинские производители. Это и предопределило генотипическую и генеалогическую структуру помесного маточного поголовья (табл. 1).

Таблица 1 – Генеалогическая структура помесных коров

Генотип	Кол-во коров, гол.	Принадлежность к линиям					
		линия Рефлекшн Соверинг 0198998		линия Монтвик Чифтейн 95679		малочисленные линии	
		гол.	%	гол.	%	гол.	%
До 50 %	727	473	65,6	22	30,5	16	2,2
Более 50%	62	46	74,1	16	25,8	-	-
Всего	739	529	67,4	238	30,1	16	2,0

В соответствии с поставленной задачей в базовом хозяйстве определялись генеалогическая структура маточного поголовья, проводились оценка и отбор симментальских и помесных коров разных генотипов и линий по молочной продуктивности и технологическим качествам (табл. 2).

При исследовании установлено, что лучшим генеалогическим потенциалом молочной продуктивности и способностью к раздою обладают животные линий Рефлекшн Соверинг - голштинской породы и Мергеля, Салата, Фасадника – симментальской породы.

Повышение удоев в третью лактацию, по сравнению с первой, у коров всех генотипов линии Рефлекшн Соверинг и в целом по линии, от 12,3 % - 398 кг до 23,3 % - 646 кг, что показывает хорошую способность этих животных к раздою. У коров линии Монтвик Чифтейн соответствующие изменения молочной продуктивности характеризуются увеличением от 2,0 % - 68 кг до 28,1 % - 793 кг, и уменьшением на 14,1 % - 455 кг у животных генотипов 5/8КПП + 3/8 С.

В целом по линии Рефлекшн Соверинга удои коров по третьей лактации составил 3618, а по максимальной – 3906 кг, что больше, чем у коров линии Монтвик Чифтейн, соответственно, на 310-127 кг или на 9,4-3,4 %. Различие достоверно, $t > 3$ (табл.2). Из таблицы также видно, что в той и другой линиях имеются генотипы, в которых максимальная продуктивность коров, выше среднего удоя по линии – 1/4КПП+3/4С, 1/2КПП+1/2С, линии Рефлекшн Соверинг и 3/8КПП+5/8С, 9/16КПП+7/16С линии Монтвик Чифтейн.

По содержанию жира в молоке за третью и максимальную лактации животные линии Монтвик Чифтейн превосходили аналогов другой линии.

По живой массе существенных различий между животными этих линий не установлено.

Животные линии Рефлекшн Соверинг по величине коэффициента молочности - 7,66 соответствуют молочному типу.

Таблица 2 – Молочная продуктивность симментал x красно-пестрых голштинских коров разных линий

Генотип	Кол-во, гол.	Молочная продуктивность за 305 дней лактации					
		Первая		Третья		Максимальная	
		удой, кг	МДЖ, %	удой, кг	МДЖ, %	удой, кг	МДЖ, %
Линия Рефлекшн Соверинг 0198998							
1/4КПП+3/4С	125	3058±59	3,91±0,02	3533±51	3,88±0,01	4048±62	3,98±0,01
3/8КПП+5/8С	19	2764±187	3,94±0,03	3410±99	3,80±0,02	3524±97	3,81±0,02
1/2КПП+1/2С	288	3236±37	3,96±0,01	3634±39	3,37±0,02	3812±35	3,98±0,02
5/8КПП+3/8С	15	3020±262	3,89±0,03	-	-	-	-
3/4КПП+1/4С	29	2753±98	4,01±0,03	-	-	-	-
По линии	476	3132±77	3,94±0,02	3618±47	3,92±0,02	3986±48	3,97±0,02
Линия Монтвик Чифтейн 95679							
5/16КПП+11/16С	15	3267±202	4,09±0,03	-	-	-	-
3/8КПП+5/8С	37	2814±124	4,02±0,03	3607±98	3,99±0,03	3859±99	4,02±0,03
1/2КПП+1/2С	154	2926±48	3,87±0,01	3208±43	3,99±0,01	3720±39	4,00±0,02
9/16КПП+7/16С	15	3117±116	3,90±0,02	3698±99	4,00±0,02	4246±99	3,97±0,03
5/8КПП+3/8С	16	3663±106	4,01±0,02	3208±97	3,99±0,03	3720±99	4,02±0,03
По линии	237	3239±74	3,92±0,02	3308±69	3,99±0,02	3779±84	4,00±0,03

Технологические качества вымени помесных коров различных линий и генотипов показаны в таблице 3.

Результаты оценки показывают, что по качеству вымени животные, сравниваемых линия и генотипов, существенных различий не имеют. Вместе с тем, среди коров линии Рефлекшн Соверинг генотипа 1/2КПП+1/2С на 11,8 % больше особей с желательной – чашевидной формой вымени, чем у аналогов линии Монтвик Чифтейн.

Таблица 3 – Характеристика свойств вымени помесных коров разных линий и генотипов

Генотип коров	Кол-во коров, гол.	Кол-во коров с формой вымени, %		Бальная оценка вымени	Скорость молокоотдачи кг/мин.
		чашевидная	округлая		
Линия Рефлекшн Соверинг 0198998					
1/4КПП+3/4С	72	94,4	5,6	4,2	1,30±0,24
3/8КПП+5/8С	17	90,9	9,1	4,3	1,25±0,19
1/2КПП+1/2С	186	92,6	7,4	4,4	1,35±0,28
По линии	275	93,2	6,8	4,3	1,35±0,28
Линия Монтвик Чифтейн 95679					
1/2КПП+1/2С	82	80,8	19,2	4,4	1,32±0,25

У полукровных животных линии Рефлекшн Соверинг скорость молокоотдачи на 0,03 кг/мин. или на 2,3 % выше, чем у коров другой линии.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить, что в стаде базового хозяйства использовались быки-производители преимущественно линий Рефлекшн Соверинга и Монтвик Чифтейна, они составляют 60,9 % и 21,3 %, соответственно. К линии Рефлекшн Соверинг относится, 67,4 % и 30,1 % к линии Монтвик Чифтейна. Это позволяет осуществлять целенаправленный отбор и подбор линейных животных для получения потомства желательного типа.

Наиболее высокой генетической обусловленностью по молочной продуктивности и способностью к раздую обладают животные линии Рефлекшн Соверинга. Удой коров по третьей лактации в целом по этой линии составляет 3618 кг, а по максимальной – 3906 кг, что больше, чем у коров линии Монтвик Чифтейна на 310 и 127 кг (9,4 % и 3,4 %). Следовательно, в Поволжье при скрещивании симменталов местной селекции с голштинской породой перспективными являются обе внутрипородные линии – Монтвик Чифтейн и Рефлекшн Соверинг, которые в условиях полноценного кормления животных могут обеспечить существенное повышение удоев у помесных коров. У помесей генотипа 1/2КПГ+1/2С линии Рефлекшн Соверинг на 11,8 % больше особей с желательной чашевидной формой вымени, чем у аналогов линии Монтвик Чифтейн.

Список литературы / References

1. Карпова О.С., Анисимова Е.И. Адаптивная селекция симменталов в Поволжье. / О.С. Карпова, Е.И. Анисимова// Молочное и мясное скотоводство. - 2002.- № 5. - с. 5.
2. Карпова О.С., Анисимова Е.И. Адаптивный подход к использованию симменталов в Поволжье. / О.С. Карпова, Е.И. Анисимова// Молочное и мясное скотоводство. - 2005.- № 1. - с.17.
3. Катмаков П.С., Анисимова Е.И. Молочная и мясная продуктивность коров симментальской породы разных внутрипородных типов/П.С. Катмаков, Е.И. Анисимова// Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2014.- № 1(25). - С. 121-126.
4. Шендаков А. И. Молочная продуктивность симментал-голштинских коров. / А.И. Шендаков// Молочное и мясное скотоводство. – 2002.-№ 2. - С.16-17.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Karpova O.S. Adaptivnaya selektsiya simmentalov v Povolzhiye [Adaptive Breeding of Simmental Cattle in Volga Region] / O.S. Karpova E. I. Anisimova // Molochnoye i miasnoye skotovodstvo [Dairy and beef cattle] - 2002. - No 5. - p. 5. [in Russian]
2. Karpova O.S. Adaptivniy podkhod k ispolzovaniyu simmentalov v Povolzhiye [Adaptive Approach to the Use of Simmental Cattle in Volga Region] / O.S. Karpova E.I. Anisimova // Molochnoye i miasnoye skotovodstvo [Dairy and beef cattle] - 2005. - No 1. - p.17. [in Russian]
3. Katmakov P.S. Molochnaya i miasnaya produktivnost korov simmentalskoy porody raznykh vnutriporodnykh tipov [Milk and Meat Productivity of Simmental Cows of Different Types of Inbreeding] / P.S. Katmakov, E.I. Anisimova // Vestnik Uliyanovskoy gosudarstvennoy selskokhoziaystvennoy akademii [Bulletin of Ulyanovsk State Agricultural Academy] - 2014. – No 1 (25). - P. 121-126. [in Russian]
4. Shendakov A.I. Molochnaya produktivnost simmental-golstinskikh korov [Milk Yield of Simmental, Holstein Cows] / A.I. Shendakov // Molochnoye i miasnoye skotovodstvo [Dairy and beef cattle] - 2002. - No 2. - P.16-17. [in Russian]



«Международный научно-исследовательский журнал» включен в базу данных **WorldCat**.

WorldCat — крупнейшая в мире библиографическая база данных, насчитывающая свыше 240 млн записей о всех видах произведений на 470 языках мира. База создается совместными усилиями более чем 72 тыс. библиотек из 170 стран мира в рамках организации OCLC.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.57.138>

Долматов Н.П.¹, Михеев А.В.²

¹ORCID: 0000-0002-1825-0023, Кандидат технических наук, доцент,

²ORCID: 0000-0002-1825-0025, Кандидат технических наук, профессор,

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова

ФГБОУ ВО «Донской государственной аграрный университет»

ЗАВИСИМОСТЬ КАЧЕСТВА ОЧИСТКИ ДРЕНАЖНОГО ТРУБОПРОВОДА ОТ ПАРАМЕТРОВ ДРЕНПРОМЫВОЧНОГО УСТРОЙСТВА

Аннотация

В статье приведены расчеты по обоснованию количества струеформирующих насадок. Обоснована зависимость скорости подачи дренажпромывочного устройства от скорости истечения воды из струеформирующих насадок. Приведена зависимость скорости резания наносных отложений от времени резания. Определена величина расхода воды одного струеформирующего насадка, что дает возможность определить общий расход воды дренажпромывочного устройства на единицу площади промываемой дренажной трубы. При расчетах в данной статье учитывались условия несвязных наносных отложений.

Ключевые слова: скорость, количество, время, устройство, расход.

Dolmatov N.P.¹, Miheyev A.V.²

¹ORCID: 0000-0002-1825-0023, PhD in Engineering, Associate Professor,

²ORCID: 0000-0002-1825-0025, Ph.D. in Engineering, Professor,

Novocherkassk Engineering Institute of reclamation AK Kortunova FGBOU IN "Don State Agrarian University"

DEPENDENCE OF DRAINAGE PIPE CLEANING QUALITY ON THE PARAMETERS OF DRAINAGE WASHING DEVICE

Abstract

The paper presents the calculations for justification of the amount of jet forming nozzles. The dependence of the filing rate of drainage watering device from the water flow rate in jet forming nozzles was justified. The dependence of the speed of alluvial deposits cutting from the cutting time is presented as well. Authors determined the rate of water flow of one jet forming nozzle, which makes it possible to determine the total water consumption in drainage watering device per unit of area of flushed drain pipe. At the calculations in this article the conditions of incoherent alluvial deposits were considered.

Keywords: cutting speed, the number of jet forming nozzles, cutting time, drainage watering device, total consumption.

Расширение масштабов и объемов строительства дренажа на орошаемых землях определяет новые требования к его проектированию и строительству, связанные с внедрением в практику строительства новых механизмов и технологий. Переход на длинномерные дренажные трубы и современную дренажукладочную технику позволил повысить темпы строительства дренажа. Однако в условиях просадочных и водонасыщенных грунтов снижается коэффициент земельного использования. Просадки грунта по трассам дрен препятствуют сельскохозяйственной обработке почв.

В первые 3 года эксплуатации дренажа происходит процесс восстановления естественной плотности обратной засыпки дрены. А значит и восстановление структуры грунта в наддренной полосе. По мере восстановления естественной плотности, происходит уменьшение величины макропор обратной засыпки, а так как перемещение частичек грунта происходит по макропорам, то процесс восстановления естественной плотности обратной засыпки способствует уменьшению выноса частичек грунта в полость дренажной трубы и снижает интенсивность отложения ила в дрене.

Одна из самых острых проблем искусственного дренирования мелиорируемых земель является очистка (промывка) постоянно засоряющихся дренажных трубопроводов.

До сих пор решение проблемы очистки закрытого горизонтального дренажа (ЗГД) затрудняется отсутствием эффективных и высокопроизводительных средств механизации этого процесса, и в первую очередь промывочного устройства для очистки дренажных трубопроводов. Дренажные трубы очищают механическим, химическим и гидравлическим способами. Наиболее эффективным и широко применяемым является гидравлический способ промывки дрен (рисунок 1). Данный способ заключается в следующем: напорный шланг с рабочим органом (дренажпромывочная головка) вводят в дренажную трубу из открытого коллектора, через шурф или смотровой колодец и размыывают наилок.

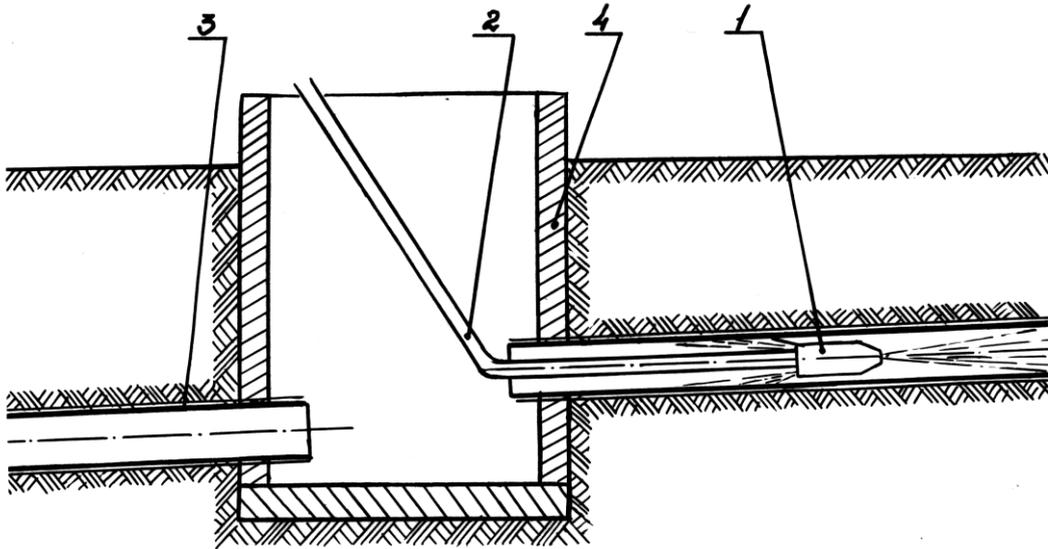


Рис. 1 – Гидравлический способ очистки:

1 - реактивная дренапромывочная головка; 2 - напорный шланг; 3 - дрена; 4 - дренажный колодец

Дренажные трубопроводы промывают дренапромывочными машинами. Эти дренапромывщики серийно выпускались для работы в зоне осушения, а значит и рабочие органы рассчитывались и конструировались для промывки труб диаметром 50 мм. Но эти же машины применяют в зоне орошения, где диаметр дренажной трубы 110 мм. В связи с этим, одной из важнейших задач является разработка более совершенного дренапромывочного устройства для промывки ЗГД на оросительных системах. Одним из основных элементов дренапромывочной машины является ее рабочий орган - дренапромывочная головка.

На процесс взаимодействия рабочих органов на наилок влияет огромное количество различных факторов: – конструктивные (геометрические и кинематические) параметры орудия; – физико-механические свойства разрабатываемой среды (состав, плотность, влажность и т.п.); – технология проведения работ. Несмотря на обширную литературу, этот вопрос не имеет однозначного решения. Очевидно, что взаимоувязка всех факторов представляет чрезвычайно сложную задачу, поэтому универсальной формулы не существует и для каждого конкретного случая требуется свой в зависимости от поставленной цели подход.

На основе лабораторных исследований [1] и расчетов представленных в предыдущей публикации [2] можно определить расход воды, необходимый для размыва заданного слоя наносных отложений, а так же скорость истечения жидкости из струеформирующих насадок (СФН). Для этого потребуется установить связь размера диаметра области размыва заданного слоя наносных отложений с поступательной скоростью движения распределительной камеры дренапромывочного устройства (РК ДПУ) в дренажной трубе.

В результате проведенных исследований было установлено, что угол ориентации струеформирующего насадка существенно влияет на гидравлические характеристики дренапромывочного устройства, а также на эффективность очистки дренажной трубы от наносных отложений.

Процесс размыва слоя несвязных наносных отложений гидравлической незатопленной струей происходит с определенной фиксированной скоростью. Назовем эту величину скоростью резания ($U_{рез}$), связь ее с толщиной слоя наносных отложений имеет следующий вид:

$$U_{рез} = \frac{\delta_n}{t_{рез}}, \quad (1)$$

Где $t_{рез}$ - время необходимое для разработки струей заданного слоя наносных отложений в диаметре воронки размыва.

Связь времени $t_{рез}$ с размывающей скоростью имеет следующий вид:

$$t_{рез} = \frac{\delta_n}{U_p}. \quad (2)$$

После подстановки (1) в формулу определяющую длину струи $x_c = \frac{\Delta r}{\sin \beta}$ получаем следующее равенство:

$$U_{рез} = U_p. \quad (3)$$

Условный шаг перемещения РК ДПУ в дренажной трубе связан с размером области размыва. Очевидно, что время резания заданного слоя наносных отложений должно совпадать со временем поступательного перемещения РК ДПУ на фиксированный шаг. Согласно [3] указанная связь может быть представлена в следующем виде:

$$t_{рез} = \frac{d_x}{K_{зан} U_n}, \quad (4)$$

где $K_{зан}$ - коэффициент запаса, учитывающий степень перекрытия промытых областей в процессе поступательного движения РК ДПУ, изменяется в диапазоне $1,5 \div 2,0$.

U_n - поступательная скорость перемещения рабочей камеры ДПУ в дренажной трубе, составляет

$$U_n = \frac{L_n}{t_n}.$$

Приравняв правые части формул (2) и (4) и решив полученное равенство относительно диаметра области размыва, с учетом (3) получаем зависимость следующего вида:

$$d_{внз} = K_{зан} \cdot \delta_n \cdot \frac{U_n}{U_p}. \quad (5)$$

Необходимая для размыва заданного слоя наносных отложений скорость истечения из СФН U_o может быть найдена из совместного решения равенств

$$d_{внз} = d_{хнз} \cdot \sqrt{1 + \frac{U_{хнз} \cdot \sin \beta}{U_p}}$$

и (5). После математических преобразований получаем выражение для скорости истечения из струеформирующего насадка следующего вида:

$$U_o = U_p \cdot \frac{\left(K_{зан} \cdot \frac{\delta_n}{d_{хнз}} \cdot \frac{U_n}{U_p} \right)^2 - 1}{\left(\frac{d_o}{d_{хнз}} \right)^2 \cdot \sin \beta}. \quad (6)$$

Размывающую скорость U_p , входящую в полученную зависимость, можно определить по одной из формул русловой гидравлики, например:

$$U_p = \sqrt{\frac{g}{C_f} \cdot d_n \cdot \left(\frac{\rho_m}{\rho} - 1 \right)}, \quad (7)$$

где d_n - осредненный диаметр частиц наносных отложений;

C_f - коэффициент сопротивления обтекания частицы, согласно [4] равен 1,2;

ρ, ρ_m - плотность воды и частиц грунта наносных отложений;

g - ускорение свободного падения.

Расход одного струеформирующего насадка Q_o составляет:

$$Q_o = U_o \cdot \omega_o, \quad (8)$$

где ω_o - площадь поперечного сечения отверстия струеформирующего насадка, составляет:

$$\omega_o = \frac{\pi \cdot d_o^2}{4} \quad (9)$$

Расчетное количество струеформирующих насадков $n_{нзр}$ определится из условия промывки всего внутреннего периметра дренажной трубы. Этому условию отвечает следующая зависимость:

$$n_{нзр} = \frac{\pi \cdot d_{др}}{d_{внз}} \quad (10)$$

Найденное количество СФН является наименьшим, так как не учитывается взаимное перекрытие смежных областей промывки в поперечной плоскости дренажной трубы по ее периметру. Для определения необходимого количества СФН необходимо ввести в формулу (1) перед диаметром воронки размыва коэффициент перекрытия K_n . С учетом этого, зависимость для определения необходимого количества СФН на РК ДПУ ($n_{нз}$), принимает следующий вид:

$$n_{нз} = \frac{\pi \cdot d_{\partial p}}{K_n \cdot d_{внз}} \quad (11)$$

В первом приближении значение коэффициента перекрытия можно принять равным $K_n \approx 2/3$. Тогда расход ДПУ составит

$$Q_{\partial ny} = n_{нз} \cdot Q_o, \quad (12)$$

а общий объем воды необходимый для размыва заданного слоя наносных отложений по всей длине дренажной трубы за время t_n можно определить по следующей зависимости:

$$W_{\partial ny} = Q_{\partial ny} \cdot t_n. \quad (13)$$

Объем воды, необходимый для размыва заданного слоя наносных отложений на длине 1 п.м. дренажной трубы $W_{1пм}$, составляет:

$$W_{1пм} = \frac{W_{\partial ny}}{L_n}. \quad (14)$$

Таким образом, в результате проведенных расчетов возможно определение количества СФН, а также объема воды необходимого для размыва наилка в полости дренажного трубопровода.

Список литературы / References

1. Долматов Н. П., Михеев А. В. Техничко-экономическое обоснование параметров дренопромывочной головки / Н. П. Долматов, А. В. Михеев // Вестник ЮРГТУ (НПИ). Социально-экономические науки. – 2016. – № 2, – С. 53-61.
2. Долматов Н. П. Техничко-экономическая эффективность функционирования дренопромывочного устройства в условиях мелиорации земель / Н. П. Долматов, А. В. Михеев, Л. Г. Долматова // Международный научно-исследовательский журнал.-2016. -№ 11(53), - С. 13-17.
3. Мурашко А. И. Защита дренажа от заилиения / А. И. Мурашко – М.: Урожай, 1978. – 150с.
4. Абрамович Г. Н. Теория турбулентных струй / Г. Н. Абрамович – М.: Наука, 1984. – 750 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Dolmatov N.P., Mikheyev A.V. Tekhniko-ekonomicheskoye obosnovaniye parametrov drenopromyvochnoy golovki [Feasibility Study of Parameters of Drainage Watering Head] // «Vestnik YuRG TU (NPI)». Sotsialno-ekonomicheskkiye nauki ["Bulletin of Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI)". Social economic sciences.] - 2016. - No 2 – P. 53-61. [In Russian]
2. Dolmatov N.P., Mikheyev A.V. Dolmatova L.G. Tekhniko-ekonomicheskaya effektivnost funktsionirovaniya drenopromyvochnogo ustroystva v usloviakh melioratsii zemel [Technical and Economic Efficiency of Drainage Watering Device under Land Reclamation Conditions] // Mezhdunarodniy issledovatel'skiy zhurnal [International Research journal.] - 2016. - No 11. [In Russian]
3. Murashko A.I. Zashchita drenaga ot zaileniya. [Protection of Drainage against Silting.] - Mn.: Urozhay, 1978 – 150p. [In Russian]
4. Abramovich G.N. Teoriya turbulentykh struy [Theory of Turbulent Jets.] - M.: Nauka, 1984 - 750 p. [In Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.57.050>Кирейчева Л.В.¹, Хусин Р.Р.², Яшин В.М.³, Жилкина Т.А.⁴¹ORCID: 0000-0002-7114-2706, Доктор технических наук,

Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова,

²ООО «Чулман», ³Кандидат технических наук,

Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова,

⁴Кандидат технических наук, доцент ФГБОУ "Национальный исследовательский

Московский государственный строительный университет"

**ВЛИЯНИЕ НОВЫХ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНИКОВ***Аннотация*

Отсутствие систематического внесения органических удобрений отразилось на потере гумуса в почвах сельскохозяйственных угодий России, что привело к развитию деграционных процессов, в частности, существенному снижению запасов гумуса в почвах. Предложены новые нетрадиционные органоминеральные удобрения пролонгированного действия на основе сапропеля, обеспечивающие восполнение в почве утраченного органического углерода, повышение урожайности и качества продукции. Проведенные лабораторные опыты и многолетние исследования в Рязанской области начиная с 2003 года на почвах выработанных торфяников при возделывании многолетних трав, ячменя, рапса, овса подтвердили не только агрономический, но и мелиорирующий эффект применения органоминеральных удобрений на основе сапропеля, что выражается в увеличении урожайности многолетних трав на 50-100 %, ячменя на 59 %, рапса на 53%, овса на 27% при повышении качества продукции. При этом обеспечивается улучшение агрохимических свойств почвы, восполнение ее энергетического ресурса за счет поступления органического углерода, что способствует повышению устойчивости и дальнейшему гумусообразованию.

Ключевые слова: органоминеральные удобрения, сапропель, торф, минеральные удобрения, урожайность, качество, обменная энергия.

Kireycheva L.V.¹, Hoosen R.R.², Yashin V.M.³, Jilina T.A.⁴¹ORCID: 0000-0002-7114-2706, PhD in Engineering, All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land

Reclamation named after A. N. Kostyakova,

²Ltd. "Chulman", ³PhD in Engineering,

All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A. N. Kostyakova,

⁴PhD in Engineering, associate professor of the Federal State Budget Institution "National Research

Moscow State University of Civil Engineering", Moscow, Russia

**THE IMPACT OF NEW ORGANIC –MINERAL FERTILIZERS ON CROP YIELDS AND SOIL FERTILITY
OF PEATLANDS***Abstract*

Non-systematic application of organic fertilizers causes the loss of humus in soils of agricultural lands of Russia, which leads to the development of the degradation processes resulting in the significant reduction of humus in the soil. The proposed a new non-traditional organic -mineral fertilizer on the base of sapropel, having a prolonged action, provides replenishment of organic carbon in soil, increases productivity of crops and improves the quality of yield. Laboratory experiments as well as studies in the Ryazan region, having been carried out since 2003 in the peatlands under cultivation of perennial grasses, barley, canola, oats show agronomic and ameliorative effect of organic-mineral fertilizers based on sapropel resulted in yield increase: perennial grasses - by 50-100 %, barley – by 59 %, rapeseed – by 53%, oats - by 27% as well as product quality improvement. The above proved the improvement of agrochemical properties of the soil, soil energy resource replenish due to the organic carbon storage, which promotes sustainability and further humus formation.

Keywords: organic fertilizer, sapropel, peat, mineral fertilizers, productivity, quality, exchange energy.

Решение важнейшей задачи сельскохозяйственного производства - получение высоких и устойчивых урожаев хорошего качества при обеспечении воспроизводства почвенного плодородия невозможно без систематического применения удобрений [1], [2], [3]. В ООО ТПК «Камский сапропель» совместно с ВНИИ гидротехники и мелиорации им. А.Н.Костякова разработали и выпускают в настоящее время новые инновационные удобрения на основе сапропеля озера Белое, которые возможно широко использовать в сельском хозяйстве не только для повышения урожайности сельскохозяйственных культур, но и для восстановления или поддержания почвенного плодородия.

При создании органоминеральных удобрений (ОМУ) «БлагоДар» как аналога ранее разработанной удобрительно-мелиорирующей смеси (УМС)[4] и «Сапросил»[5] в качестве матрицы использовался карбонатный сапропель. Карбонатный сапропель озера Белое содержит 20-30 % органического вещества, минеральные компоненты привнесного и биогенного характера, до 7-12% кальция, микроэлементы и биологически активные вещества, которые являются естественными стимуляторами роста. Из-за высокого содержания минеральной компоненты, коллоидной структуры ила в сапропелях формируется органоминеральное вещество, которое отличается большей термодинамической устойчивостью и инертностью. В сапропелях содержится до 3,5% N_{общ}, а под действием сапропелей в почве активизируются азотофиксирующие бактерии, менее богаты сапропели калием и фосфором.

Учитывая, что по ГОСТ Р 50611-93 «Удобрение комплексное органоминеральное». (Технические условия) массовая доля органического вещества в удобрении должна быть не менее 40%, гуминовых веществ не менее 10%, содержание общего азота не менее 0,9%, фосфора (P₂O₅) не менее 0,4% калия – 0,1%, в качестве органического компонента использовался торф Карамбай-Пычасского месторождения в Татарстане, а для регулирования элементов

питания растений - минеральные удобрения. В органоминеральное удобрение «Сапросил» был добавлен органический кремний в виде аэросила, обеспечивающий формирования новых органоминеральных комплексов гумусовых веществ, что должно способствовать более эффективному гумусообразованию [6].

Коллоидная структура сапропеля позволяет предположить высокую водоудерживающую и сорбционную способность новых органоминеральных удобрений. Для подтверждения этого предположения В.Ю.Павловым был проведен лабораторный опыт на вегетационных сосудах. Целью эксперимента было определение адсорбции элементов минерального питания отдельными органическими компонентами органоминерального удобрения «Сапросил» (торфом и сапропелем) посредством изучения интенсивности перехода в водную вытяжку ионов аммония, нитратов и фосфатов при экстракции водой из смесей органических и минеральных удобрений. За основу для определения адсорбции ионов элементов минерального питания органическими удобрениями была использована модифицированная методика определения нитрифицирующей способности. Оба компонента органоминерального удобрения «Сапросил» (торф и сапропель) абсорбируют ионы аммония, фосфатов и нитратов из минеральных удобрений, причём сапропель благодаря своему составу обладает более высокой поглощающей способностью. В процессе опыта было установлено, что в варианте с сапропелем доля вынесенных водой ионов при фильтрации через органоминеральное удобрение оказывается на 25% меньше, по сравнению с торфом, что косвенно подтверждает пролонгированное действие новых удобрений.

Продукция, выращенная на почве, улучшенной сапропелевыми удобрениями, является экологически чистой и не содержит тяжелых металлов, гербицидов и инсектицидов. Наши исследования по использованию сапропеля в теплицах Тимирязевской сельскохозяйственной академии в 1993 - 1995г.г. при выращивании огурца, салата и болгарского перца показали, что в огурцах накапливается меньше нитратов, чем при обычной технологии, а перец быстрее созревает и равномерно окрашивается. Овощи имеют хорошее качество, они экологически безопасны и имеют лучший товарный вид. Сапропели положительно влияют на основные свойства почвы. Неоднократно было доказано, что внесенные в почву сапропели восстанавливают и повышают гумусовый запас почвы и ее плодородие [7].

Для оценки влияния сапропелевых органоминеральных удобрений на урожайность, качество продукции и свойства почв выработанных торфяников нами были проведены многолетние опыты на землях опытно-производственного хозяйства «Полково» в Рязанской области на мелиоративной системе Тинки II.

В 2005 году сотрудниками ВНИИГиМ и Мещерского филиала был заложен деляночный опыт в трехкратной повторности на площади 0,3 га по оценке эффективности действия удобрительно-мелиорирующей смеси УМС для предупреждения деградации выработанных торфяников. Площадь делянок составляла 128 м², рассматривали варианты с единовременным внесением УМС в количестве из расчета 10 т/га и контроль (без удобрений). Агрохимические свойства почвы: рН=5,0-5,8; органический углерод 6,9-7,2; азот общий 0,4%, фосфор (P₂O₅) 0,12-0,14%; калий (K₂O) 0,07-0,14%. В 2005 г. на делянках возделывалась вико-овсяная смесь, а с 2006 года – смесь тимофеевки и костреца. Результаты 5-х летних исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Динамика урожайности трав (сено) на участке Тинки II

Вариант	2005	2006	2007	2008	2009	Среднее за период
УМС	4,92	10,93	8,16	9,83	7,2	8,21
Контроль	2,3	6,27	5,3	5,44	4,9	4,84

Как видно из таблицы, урожайность при внесении УМС стабильно высокая в 1,7 раза выше, чем на контроле. В варианте с УМС формируются развитая корневая система, следовательно, в почву поступает больше органических остатков. К 2007 году величина органического углерода в пахотном слое на варианте с УМС увеличилась с 7,4 до 12,0%, а на контроле только до 8,8 %, что свидетельствует об активизации микробиологических и гумусообразовательных процессов. Дополнительное поступление в почву органического вещества от корней, опада и стерни обусловило улучшение структурного состояния почвы. На 7-й год опыта наблюдалось снижение плотности твердой фазы почвы на величину 0,25 – 0,3 т/м³ [8].

В 2014 году в Тинки II был заложен мелкоделяночный опыт с рандомизированным размещением вариантов (делянки размером 10 x 10 м² в 4-х кратной повторности) с использованием модифицированного удобрения «Сапросил», который вносили из расчета 6 т/га. В качестве контроля был принят вариант с внесением минеральных удобрений из расчета 70-80 кг/га д.в. азота, 60-70 кг/га д.в. фосфора и калия. Вследствие обедненности торфяных почв медью на всех делянках вносили в качестве микроэлемента медь из расчета 25 кг/га медного купороса. Агрохимические показатели и агротехника возделывания были такие как в предыдущем опыте, использовался травяно-кормовой севооборот. После тимофеечно-кострецовой смеси в 2014 году был посеян яровой ячмень сорта «Криничный», в следующем 2015 году яровой рапс сорта «Визит», а в 2016 году овес сорта «Горизонт» 2-ой репродукции. В течение вегетации проводили комплекс необходимых наблюдений за метеорологическими параметрами, агрохимическими свойствами почвы, развитием и ростом растений и урожайностью культур.

Внесение в почву органоминерального удобрения оказало благоприятное воздействие на повышение продуктивности деградированных почв выработанных торфяников как непосредственно в год внесения, так и последствие в последующие 2 года (табл. 2).

Таблица 2 – Оценка влияния органоминерального удобрения «Сапросил» на урожайность и качество продукции

Варианты	2014 г. (ячмень)			2015 г. (рапс)			2016 г. (овёс)		
	Урожайность, т/га	Кормовые единицы, т/га	Обменная энергия, ГДж/га	Урожайность за 2 укоса, т/га	Кормовые единицы, т/га	Обменная энергия, ГДж/га	Урожайность, т/га	Кормовые единицы, т/га	Обменная энергия, ГДж/га
Контроль	1,47	1,87	16,92	58,0	5,94	91,2	2,98	3,0	29,7
ОМУ	2,34	2,97	27,00	89,0	11,73	156,6	3,79	3,82	37,8

Превышение урожайности в опытном варианте по сравнению с контролем в первый год составило 59,2 %, во второй – 53,4 % и на третий – 27,2 %. Высокая продуктивность (11,73 т/га) получена при выращивании рапса за счет двух укосов. В опытном варианте отмечается увеличение содержания органических веществ в почве.

Таким образом, новые органоминеральные удобрения на основе сапропеля показали высокую эффективность на почвах выработанных торфяников за счет сопряженного учета агрохимических свойств почв и особенностей сапропелей. В длительных опытах получено существенное увеличение урожайности сельскохозяйственных культур при использовании УМС и ОМУ при выращивании многолетних трав на 50-100 %, при выращивании ячменя, рапса и овса, соответственно на 59, 53, и 27 %.

Список литературы / References

1. Титова В.И. Особенности системы применения удобрений в современных условиях / В.И. Титова // *Агрохимический вестник*. - 2016. - №1. - С. 2-7.
2. Мерзлая Г.Е. Нетрадиционные органические удобрения / Г.Е. Мерзлая // *Плодородие*. - 2005. - №2. - С. 23-25.
3. Никитин В.А. Применение торфа и продуктов его переработки в сельском хозяйстве / В.А. Никитин, В.А. Петрунина // *Агрохимический вестник*. - 2010. - №5. - С. 39-40.
4. Кирейчева Л.В. Повышение плодородия почв на основе внесения сапропелей / Л.В. Кирейчева, О.Б. Хохлова // *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. - 2005. - №5. - С. 37-39.
5. Вазыхов И.Т. Патент РФ 2566684, Многокомпонентное органоминеральное удобрение / И.Т. Вазыхов, Л.В. Кирейчева, Т.Ю. Пуховская, В.Ю. Павлов // МПК С 05 F 7/00 (2006.01).
6. Кирейчева Л.В. Эффективность применения органоминеральных удобрений на основе сапропеля / Кирейчева Л.В., Яшин В.М. // *Агрохимический вестник*. - 2015. - №2. - С. 37-40.
7. Хохлов Б.Н. Использование сапропеля на удобрение / Б.Н. Хохлов. Ярославль.: Верхне-Волжское книжное изд-во. - 1988. - 176 с.
8. Яшин В.М. Повышение плодородия деградированных и малопродуктивных почв путем использования удобрительно-мелиорирующих смесей / Л.В. Кирейчева Л.В., В.М. Яшин В.М., С.В. Перегудов, К.Н. Евсенкин, Е.Ю. Шилова // *Мелиорация и водное хозяйство*. - 2014. - №5-6. - С. 26-31.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Titova V.I. Osobennosti sistemy primeneniya udobrenij v sovremennyh uslovijah [Features fertilizer application system in modern conditions] / V.I. Titova // *Agrohimicheskij vestnik [Agrochemical Gazette]*. - 2016. - №1. - P. 2-7.
2. Merzlaja G.E. Netradicijnyye organicheskie udobrenija [Alternative organic fertilizers] / G.E. Merzlaja // *Plodorodie [Fertility]*. - 2005. - №2. - P. 23-25. [in Russian]
3. Nikitin V.A. Primenenie torfa i produktov ego pererabotki v sel'skom hozjajstve [The use of peat and its processing products in agriculture] / V.A. Nikitin, V.A. Petrunina // *Agrohimicheskij vestnik [Agrochemical Gazette]*. - 2010. - №5. - P. 39-40. [in Russian]
4. Kirejcheva L.V. Povyshenie plodorodija pochv na osnove vneseniya sapropel'ej [Improving soil fertility through application of sapropel] / L.V. Kirejcheva, O.B. Hohlova // *Vestnik rossijskoj sel'skohozjajstvennoj nauki [Bulletin of the Russian agricultural science]*. - 2005. - №5. - P. 37-39. [in Russian]
5. Vazyhov I.T. Patent RF 2566684, Mnogokomponentnoe organomineral'noe udobrenie [Multi-component organic-fertilizer] / I.T. Vazyhov, L.V. Kirejcheva, T.Ju. Puhovskaja, V.Ju. Pavlov // МПК S 05 F 7/00 (2006.01). [in Russian]
6. Kirejcheva L.V. Jefferektivnost' primeneniya organomineral'nyh udobrenij na osnove sapropel'ja. [The effectiveness of the use of organic fertilizers based on sapropel] / Kirejcheva L.V., Jashin V.M. // *Agrohimicheskij vestnik [Agrochemical Gazette]*. - 2015. - №2. - P. 37-40. [in Russian]
7. Hohlov B.N. Ispol'zovanie sapropel'ja na udobrenie [The use of sapropel fertilizer] / B.N. Hohlov. Jaroslavl'.: Verhne-Volzhscoe knizhnoe izd-vo [Upper Volga Book Publishers]. - 1988. - 176 p. [in Russian]
8. Jashin V.M. Povyshenie plodorodija degradirovannyh i maloproduktivnyh pochv putem ispol'zovanija udobritel'no-meliorirujushchih smesej [Increased fertility of degraded and unproductive soils through the use of a fertilizer-ameliorating mixtures] / L.V. Kirejcheva L.V., V.M. Jashin V.M., S.V. Peregudov, K.N. Evsenkin, E.Ju. Shilova // *Melioracija i vodnoe hozjajstvo [Irrigation and Water Management]*. - 2014. - № 5-6. - P. 26-31. [in Russian]

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.57.101>

Кравченко Р.А.¹, Черников А.М.²

¹Кандидат географических наук,

Технологический университет «Экиноксиаль»,

²Инженер-микробиолог, Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова

ТЕХНОЛОГИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВЕКЛОВИЧНОГО ЖОМА

Аннотация

Проведен анализ нерационального использования побочного продукта свеклосахарного производства. Традиционные способы технологии сушки свекловичного жома имеют ряд недостатков, прежде всего значительные затраты энергии. Альтернативная технология основана на использовании активного вентилирования свекловичного жома холодным воздухом. Преимущества альтернативной технологии: высокая производительность, экономическая эффективность и экологическая чистота. Продукт не загрязнен топочными газами. Исключаются такие негативные процессы, как: сброс жомовых вод в окружающую среду, захламление полей отходами свеклосахарного производства, нарушение фитосанитарного и санитарно-эпидемиологического состояния полей. Уменьшается выброс в атмосферу продуктов сжигания газа.

Ключевые слова: свекловичный жом, активное вентилирование, пектин, экологические проблемы.

Kravchenko R.A.¹, Chernikov A.M.²

¹PhD in Geography, Equinoctial Technological University (UTE),

²Microbiology engineer, Kursk State Agricultural Academy

A TECHNOLOGY OF RATIONAL BEET PULP USAGE

Abstract

The analysis of irrational usage of sugar beet byproducts has been performed. Traditional technologies of beet pulp drying have a number of shortcomings, mainly significant energy costs. An alternative technology is based on using of forced ventilation of beet pulp with cold air. The advantages or the alternative technology are high productivity, economical efficiency and ecological cleanliness. The product is not polluted by fume gas. The method eliminates negative processes such as pulp water disposal into the environment, littering fields with sugar beet byproducts, disturbance of phytosanitary and sanitary and epidemiological condition of fields. Release of combustion gases into the atmosphere is reduced.

Keywords: beet pulp, forced ventilation, pectin, ecological problems.

Introduction

The increase in profitability of beet sugar production depends on several factors. These include production modernization, introduction of energy-saving and waste-free technologies, allowing to fully recycle all the waste including beet pulp which is a demanded commodity product.

Food processing industry is in dire need of pectin substances and beet pulp, which contains them in great amounts, can become a valuable source.

However, raw beet pulp is often taken to the fields and ploughed into the soil. Wasting livestock forage and substratum for pectin production is not only thriftless, but also harmful. Application of beet pulp into the natural environment on a large scale in the autumn-winter period can disrupt the safe sanitary and epidemiological situation.

The main factor destabilizing sanitary and epidemiological situation in the ecosystems is the number of rodents which can increase as a result of leaving beet pulp in the fields and thus creating a food potential for rodents' nutrition and reproduction.

Several factories remove pulp to fields and disseminate it there instead of drying it. In the spring they plough the remains of beet pulp and thus create the illusion of solving the problem of pulp utilization.

Removal of the pulp to the fields and disseminating it there in the autumn-winter period allows rodents to pass the winter successfully and reproduce more actively in the spring. A great number of rodents often results in increasing the population of mites – transmitters of dangerous illnesses. Rodents are also hosts to ectoparasite insects (fleas, lice, mites) whose reproduction threatens with a “renaissance” of medieval epidemics. Therefore, the increase of food potential for rodents must be avoided by all means. However, it is also necessary to utilize the beet pulp.

Special mention should be made to the danger, posed by removal beet pulp mixed with defecate (filtration sludge) to fields. Pure defecate can be removed to fields as it is a fertilizer, does not present a food source for rodents and does not constitute a threat to sanitary and epidemiological safety. However, mixed with pulp it becomes even more attractive for rodents.

Beet pulp has been thrown into cloughs and ravines, which inflicted great damage on the environment. Such actions destroy natural ecosystems. Rotting biomass leads to the demise of soil invertebrate animals. Beet pulp water runoff poisons water fauna, primarily fish.

The problem of beet pulp usage and technologies of its recycling in theory in practice is a topical issue and a number of studies is dedicated to it [1], [2], [3] etc.

Beet pulp composition and properties

Beet pulp is a byproduct of beet sugar production with the following volume of generation: raw – 80-83% of beet weight, dried - 5,5 - 6,5% of beet weight.

In its structure pulp is a complex colloid capillary-porous material, cells and intercellular space of which are filled with water with a low content of saccharose. The bond between moisture and beet pulp can be categorized as physico-chemical (adsorptive and endocellular) and physico-mechanical (capillary and wetting). When pressing the pulp mainly physico-mechanical moist is removed. If we take the content of moisture in raw pulp as 100%, then it falls into two categories according to the possibility of mechanical removal: not removable mechanically (adsorptive, endocellular) – 20%; removable mechanically, i.e. by pressing (capillary and wetting moisture) – 80% [5, P. 120].

If stored for long periods, raw pulp sours. 25-50% of dry solids (including all the sugar and nearly all the pectin substances) are lost in sour pulp as a result of biochemical and microbiological processes of souring. Sugar and pectin substances transform to lactic, acetic, oleic and other acids. [5, P. 122]

The properties of beet pulp are mainly defined by those of pectin substances, which constitute approximately 50% of dry solids of dried pulp. Apart from that, it contains about 47% of cellulose and hemicellulose, 2% of protein, 1% of alkali, saccharose, organic acids, vitamins, microelements [5, P. 120]. 1 kg of dried beet pulp contains 0,84 of a food unit. 100 kg contain 4 kg of digestible protein.

Pectin substances or pectins are polysaccharides formed with the remains of galacturonic acid. The term “pectin” derives from an ancient Greek notion meaning “coagulated, frozen”. It is worth while noting the origin of the word for it is a real prompt from the past.

Dried beet pulp is the primary product for pectin production. Pectin is widely used in food processing industry.

The traditional technology of beet pulp drying

Fresh pulp, coming out of the diffuser, is pressed until solids content is 12 - 25 %, which allows to return the press pulps water for diffusion, reduce the cost of fresh pulp transportation and spend less fuel on its drying. The pulp intended for feeding to cattle in raw state is pressed until solids content is 12 - 14 %, and the pulp intended for drying – until solids content is 22 - 25 % [5, P. 119].

Under the conditions of a sugar factory the cost of heat energy is many times greater than that of mechanical energy, so usually manufacturers aspire for fully mechanical pulp dehydration thus reducing the fuel spending for its drying [5, P. 120].

However, there are several factors determining the impracticality of drying beet pulp according to the traditional technology. These include high humidity of the pulp passed for drying (approx. 75%), high energy capacity and length of drying, damage to the environment. 300 m³ of natural gas is spent to produce 1 t of dry beet pulp, while all the combustion gases are released into the atmosphere.

42-46 million t of sugar beet is grown in Russia every year. Theoretical volume of dry beet pulp can reach the level of 3,5 million t. Assuming that we will dry all the beet pulp according to the traditional technology, the gas expenditure will constitute an amount, comparable to that of gas export to certain countries of Western Europe.

Let us consider the problem using the Kursk region as example. This region has its own ancient traditions of sugar refining. Nowadays up to 4,5 million t of sugar beet is grown here yearly, and this number can be bigger. Hypothetically sugar industry in the region could produce up to 300 000 t of dry beet pulp (which is 250 000 t of grain in fodder equivalent). But that would require burning 90 000 000m³. Using traditional high-temperature drying means that approx. 300m³ of carbon dioxide per 1 t of dry pulp would have to be released into the atmosphere.

In April of 2016 Russian Federation joined the Paris Agreement of combat against climate change. This agreement is aimed at reducing greenhouse gas emission into the atmosphere, including carbon dioxide.

Every year beet sugar industry in Russian Federation possesses an amount of raw beet pulp, enough for producing more than 3,5 million t of dry pulp.

Beet pulp drying according to the traditional technology would require burning 10,5 billion m³ of natural gas yearly and releasing the same amount of gas into the atmosphere. That is a great damage for the environment, but there is an alternative technology.

An alternative technology

An alternative technology of beet pulp drying using forced ventilation reduces the expenditure of natural gas and emission of carbon dioxide into the atmosphere by 18,9 times. Other advantages of this technology include:

- ecological cleanliness (with traditional technology dry beet pulp is contaminated with combustion gases)
- high productivity and economic efficiency.

Production of dry beet pulp using forced ventilation [4] allows to fully recycle this byproduct of beet sugar production into a valuable commodity product while reducing its prime cost by two or three times.

The suggested technology includes four stages: 1) pressing-out; 2) granulating; 3) forced ventilation; 4) drying.

After the pressing-out on the deep-pressing machine the beet pulp is granulated on rotatory press. Then most of moisture is removed from the grains using forced ventilation until the humidity is 20 – 25 %, after which the grains proceed to the drying units, where they are dried until the humidity is less than 13%.

Previously it was thought impossible to use forced ventilation for beet pulp drying. Experts were convinced that the air for ventilation has to be heated. However, beet pulp should be ventilated with cold air, not heated (remember: pectin – “coagulated, frozen”). This is so because of pectin substances’ properties. These substances dissolve well in hot water, but are virtually indissoluble in cold water. Beet pulp pectins are water-saturated, but when the temperature is lowered, the three-dimension structure of its molecules changes, which leads to water disengagement. During forced cold air ventilation pectin gives associated water into intergranular space, from where it is removed by the air flow. Humidity of ambient air should also be considered during forced ventilation. The less it is, the easier it will be to remove the moisture.

Removing the basic mass of water from beet pulp allows for tremendous economy of natural gas (by 18,9 times) during final drying, reduces the time of drying and increases the productivity of drying equipment [4].

It is reasonable to ventilate beet pulp on an open platform under a canopy (a canopy is needed in order to prevent precipitation reaching the pulp) in virtually unlimited amounts. This way the humidity of beet pulp reduces to 20-25%, while mass and volume reduce by several times.

Ventilated pulp with humidity 20-25% is not intended for long-term storing, but endures short-term storing without souring or losing nutritional value. This allows using it fully as forage for livestock animals or primary product for producing pectin substances.

When ventilated, beet pulp conglutinates because of pectin substances polymerization, this is why in order to be used for cattle forage it has to be shattered and also steamed for better nutrient availability.

Transportation of ventilated pulp (solids content – 75-80%) is more than four times as cost-efficient as transportation of pressed pulp (solids content – 15-18%). 1 t of ventilated pulp contains 750-800 kg of nutritional substances, while the same mass of pressed pulp only contains 150-180 kg, therefore, one trip of a freight vehicle with ventilated pulp delivers as much nutritional substances to a farm as 4-5 trips of the same vehicle with pressed pulp would.

The expenditure of natural gas on drying a unit of dried beet pulp decreases by 15-20 times, and although power consumption increases by approx. 2 times, the general energy capacity reduces many-fold because of gas economizing.

A complex of ecological problems is solved: products of combustion gases, used for pulp drying, are emitted into the atmosphere in much smaller amounts, pulp water disposal into the environment is eliminated as well as littering fields with sugar beet byproducts, disturbance of phytosanitary and sanitary and epidemiological condition of fields and removal of raw pulp to unauthorized landfill sites.

Список литературы / References

1. Бабенко Д. С. Разработка способа обезвоживания свекловичного жома методом прессования в поле вибрационного воздействия: дис. ... канд. тех. наук: 05.18.12 / Бабенко Денис Сергеевич. - Воронеж, 2008. – 179 с.
2. Дыганова Р. Я. Технология переработки свекловичного жома с использованием биоэнергетической установки / Р. Я. Дыганова, З. Р. Зайнашева // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2015. - Выпуск № 1, том 221. – С. 64 – 67
3. Мхитарян Г.А. Современные технологии переработки свекловичного жома / Г.А. Мхитарян, А.П. Леснов, В.М. Ткаченко // Сахарная свекла. - 2009. - №2. - С. 33 – 35
4. Патент на изобретение РФ № 2542530 Способ получения сушеного свекловичного жома. – Бюл. – 2015 - № 5
5. Сапронов А.Р. Технология сахарного производства / А.Р. Сапронов. – М.: Колос, 1999. – 495 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Babenko D.S. Razrabotka sposoba obezvozhivaniya sveklovichnogo zhoma metodom pressovaniya v pole vibracionnogo vozdejstviya [Design of beet pulp dehydration technology of pressing in vibration action field]: dis. ... of PhD in Engineering: 05.18.12 / Babenko Denis Sergeevich. - Voronezh, 2008. – 179 p. [in Russian]
2. Dyganova R.Y. Tehnologija pererabotki sveklovichnogo zhoma s ispol'zovaniem bioenergeticheskoj ustanovki [Beet pulp processing technology using bioenergetic machinery] / R.Y. Dyganova, Z.R. Zaynasheva // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N.Je. Baumana. Vypusk № 1, tom 221. [Memoirs of Bauman Kazan State Academy of Veterinary Medicine] – 2015. - no.1, vol. 221 – P. 64 – 67. [in Russian]
3. Mkhitaryan G.A. Sovremennye tehnologii pererabotki sveklovichnogo zhoma [Modern technologies of beet pulp processing] / G.A. Mkhitaryan, A.P. Lesnov, V.M. Tkachenko // Saharnaja svekla [Sugar beet]. - 2009. - №2. - P. 33 – 35. [in Russian]
4. Patent na izobretenie RF № 2542530 Sposob poluchenija sushenogo sveklovichnogo zhoma. – Bjul. [Patent RF no. 2542530. The way to produce dry beet pulp. – Publ]. – 2015 - № 5. [in Russian]
5. Sapronov A. R. Tehnologija saharного proizvodstva [Beet sugar production technology] / A.R. Sapronov. – M.: Kolos, 1999. – 495 p. [in Russian]

DOAJ

Все материалы, опубликованные в Международном научно-исследовательском журнале, размещаются в депозитории научных изданий Университета Лунда.

DOAJ (Лунд, Швеция) [<http://www.doaj.org/>].

Таким образом, публикации наших авторов доступны еще большему кругу исследователей, что поднимает их статус и увеличивает возможность цитирования.

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.57.018>Курбанов С.А.¹, Магомедова Д.С.², Курбанова Л.Г.³¹Доктор сельскохозяйственных наук, профессор,²кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ³аспирант

ФГБОУ ВО «Дагестанский ГАУ имени М.М. Джамбулатова»

ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ МОРКОВИ*Аннотация*

На лугово-каштановых среднесуглинистых почвах равнинной зоны Дагестана изучено влияние сроков и густоты посевов столовой моркови сорта Шантенэ 2461 на особенности прохождения фаз вегетации, показатели фотосинтетической деятельности, водопотребление и режим орошения культуры при капельном орошении. Выявлено, что максимальная урожайность 42,2 т/га корнеплодов достигается при посеве во 2 декаде марта и густоте 0,8 млн. шт./га, обеспечивающих максимальный коэффициент энергетической эффективности – 6,14 и уровень рентабельности производственных затрат 73,5%.

Ключевые слова: фазы вегетации, сроки и густота посевов, всхожесть, капельное орошение, режим орошения, коэффициент водопотребления, показатели фотосинтетической деятельности, урожайность, экономическая и энергетическая эффективность.

Kurbanov S.A.¹, Magomedova D.S.², Kurbanova L.G.³¹PhD in Agriculture, Professor, ²PhD in Agriculture, Associate Professor,³Postgraduate student,

FSBEI HE "Dagestan State Budget Agricultural University by M.M.

RECOMMENDATIONS FOR THE INCREASE OF CARROT PRODUCTIVITY*Abstract*

The influence of timing and density of carrot cultures of the Shantene variety 2461 on the meadow-chestnut medium-loamy soils of the Dagestan flat zone on the peculiarities of vegetation phases, photosynthetic activity, water consumption and irrigation regime for drip irrigation are studied in the paper. It was revealed that the maximum yield capacity of 42.2 t/ha of root crops is reached during the sowing in the 2nd decade of March and the density of 0.8 million pieces/ha ensures the maximum energy efficiency coefficient of 6.14 and the level of profitability of production costs of 73.5%.

Keywords: vegetation phases, timing and seeding density, germination, drip irrigation, irrigation regime, water consumption coefficient, photosynthetic activity indicators, yield capacity, economic and energy efficiency.

Анализ многочисленных исследований, проведенных в различных регионах засушливой зоны Российской Федерации показывает, что к важнейшим факторам, определяющим урожайность столовой моркови, относятся метеорологические условия, плодородие почвы, биологические особенности культуры, водный и пищевой режим почвы на орошаемых землях, выбранный способ орошения и другие факторы [1, 2, 3].

Рост и развитие столовой моркови зависят от условий внешней среды и представляют собой взаимодействие растения с внешними факторами. В условиях усиливающейся аридизации климата и нарастающего дефицита пресной воды, капельное орошение является наиболее эффективным способом орошения культуры, обеспечивающим рациональное использование водных ресурсов и позволяющим оптимизировать условия произрастания растений [4], [5], [6], [7].

Исследования проводили в учебно-опытном хозяйстве Дагестанского ГАУ. Опытный участок расположен на лугово-каштановых среднесуглинистых почвах, характеризующихся низким содержанием гумуса с колебаниями в пределах пахотного слоя от 1,72 до 2,88%, слабощелочной (рН=7,5) реакцией почвенного раствора, низкой обеспеченностью легкогидролизуемым азотом и подвижным фосфором низкая (36,7 и 13,5 мг/кг сухой почвы соответственно) и высокой обменным калием - 437 мг/кг сухой почвы.

Полевые опыты в 2012-2014 гг. проводились по следующей схеме: сроки посева (фактор А), по датам посева (фактор В) и густота посевов (фактор С). По срокам посева было предусмотрено два варианта: А1 – весенний срок посева; А2 – летний срок посева. По датам посева было предусмотрено 3 варианта для весеннего срока: В1 – посев в 1 декаде марта, В2 – посев во 2 декаде марта, В3 – посев в 3 декаде марта; 3 варианта для летнего срока: В4 – посев в 1 декаде июня, В5 – посев во 2 декаде июня, В6 – посев в 3 декаде июня. По густоте посевов также было 3 варианта: С1 – густота 600 тыс. шт., С2 – 800 тыс. шт. и С3 – 1000 тыс. шт./га.

Поливы проводились из расчета увлажнения 0,4 м слоя почвы поливными нормами 87 и 165 м³/га. При выращивании моркови применялась 4-х строчная ленточная схема размещения растений. Опыт закладывался методом расщепленных делянок, форма и направление делянок, а также размещение защитных полос принималось в соответствии с требованиями к полевым опытам в овощеводстве [8].

Результатами исследований установлено, что наибольшее влияние на прохождения растениями фенологических фаз, продолжительность межфазных периодов оказывают сроки и даты посевов культуры (таблица 1). Густота посевов на продолжительность фаз вегетации и сроки их наступления не оказала существенного влияния.

При весеннем сроке посева продолжительность вегетационного периода по годам исследований колебалась от 137 до 160 дней, при этом основные различия обусловлены продолжительностью появления всходов. В среднем наибольшая продолжительность вегетации наблюдалась при самом раннем посеве и составляла 156 дней, а к 3 декаде марта продолжительность вегетационного периода сократилась до 140 дней. При летнем посеве продолжительность вегетации колебалась в пределах 110...116 дней, но в отличие от весеннего срока посева, более поздние посевы способствовали увеличению вегетационного периода в среднем на 6 дней.

Основные различия в продолжительности весенней вегетации моркови обусловлены разной продолжительностью появления всходов, что связано с особенностями температурного режима. Для появления всходов при посеве в 1

декаду марта потребовалось 34 дня и сумма активных температур 75°C, а при посеве в 3 декаде марта – 20 дней и сумме температур 143°C. При летних посевах увеличение продолжительности вегетации при более поздних сроках посева связано с увеличением продолжительности межфазного периода «техническая спелость – уборка».

При весеннем посеве отмечена тенденция роста всхожести от 89,8% при посеве в 1 декаде марта до 92,7% при посеве в 3 декаде марта, что, по всей вероятности, связано с лучшими условиями для прорастания семян столовой моркови. Однако к уборке корнеплодов густота посевов уменьшается в среднем до 78,3% при несущественной разнице по датам и густоте посевов. При летнем посеве такой закономерности не наблюдается, но общая всхожесть на 1,9% выше. Отмечена также тенденция увеличения густоты посевов при более поздних сроках посева и рост количества сохранившихся к уборке растений до 80,1%.

Сроки и даты посева столовой моркови оказывают существенное влияние на формирование площади листьев, фотосинтетического потенциала (ФП) и массу накопленного сухого вещества (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние сроков, дат и густоты посевов на фотосинтетическую деятельность столовой моркови (2012-2014 гг.)

Срок посева	Дата посева	Густота, млн. шт./га	Площадь листьев, тыс. м ² /га	ФП, тыс. м ² ·сут./га	ЧПФ, г/м ² в сутки	Масса сухого вещества, т/га
Весна	1 декада марта	0,6	24,4	1463	3,61	5,29
		0,8	25,7	1556	3,69	5,74
		1,0	24,3	1458	3,74	5,45
	2 декада марта	0,6	25,6	1549	3,59	5,57
		0,8	27,8	1694	3,58	6,07
		1,0	26,1	1586	3,55	5,63
	3 декада марта	0,6	24,1	1496	3,43	5,03
		0,8	24,9	1509	3,64	5,49
		1,0	23,7	1447	3,43	4,96
Лето	1 декада июня	0,6	19,8	1220	3,88	4,73
		0,8	20,4	1245	4,11	5,12
		1,0	21,3	1299	4,00	5,19
	2 декада июня	0,6	20,1	1359	3,66	4,97
		0,8	21,9	1472	3,55	5,23
		1,0	22,1	1488	3,49	5,28
	3 декада июня	0,6	21,7	1518	3,56	5,41
		0,8	23,2	1627	3,58	5,83
		1,0	22,4	1567	3,52	5,52

Примечание: НСР₀₅ тыс. м²/га 1,6

При весенних посевах растения столовой моркови формируют площадь листьев на уровне 24,2...26,5 тыс. м²/га, а при летних посевах она снижается в среднем на 15,1%. Этому способствуют меньшая продолжительность вегетации и формирование листовой поверхности в более высоком температурном режиме. Влияние густоты посевов при весеннем сроке посева не прослеживается, хотя максимальная площадь листьев формируется при густоте 0,8 млн. шт./га. В тоже время, при летнем сроке посева прослеживается тенденция увеличения площади листьев и их сохранности к уборке при более поздних сроках посева, когда уменьшается негативное влияние высоких температур.

Отмечены различия в формировании листовой поверхности по межфазным периодам в зависимости от срока посева. Так, при весенних посевах за межфазный период «всходы-2 лист» в среднем формируется площадь листьев в количестве 6,5% от максимальной площади листового аппарата, а при летних посевах – 14,9%, то есть в 2,3 раза интенсивнее. И в последующие межфазные периоды отмечается разница в интенсивности нарастания листьев, но она снижается до 11,8% в период «2 – 5 лист» и до 6,3% в период «5 – 7 лист». Высокая скорость формирования ассимиляционного аппарата при летних сроках посева объясняется лучшими погодными условиями для его формирования.

Исследования показали, что накопление ФП находится в прямой корреляционной зависимости от площади листьев, поэтому наибольший ФП отмечен у весенних посевов моркови (в среднем 1529 тыс. м²·сут./га), а максимальный при густоте 0,8 млн. шт./га – 1586 тыс. м²·сут./га. При летних посевах ФП снижается в среднем на 7,5%.

Выявлено, что наибольший ФП и масса накопленного сухого вещества формируется при весеннем посеве столовой моркови густотой 0,8 млн. шт./га, а лучшей датой является вторая декада марта. Среди летних посевов наиболее перспективен посев в третьей декаде июня густотой 0,8 млн. шт./га.

Сроки посева оказали существенное влияние на режим орошения столовой моркови и сказалось это не только на величине оросительной нормы, но и на количестве поливов и их распределении по межфазным периодам. При весенних сроках посева до фазы 2 листа проводится 4...6 поливов с расходом воды 420...545 м³/га в среднем за 45 дней, а при летних сроках посева фаза 2 листа в среднем наступала через 17 дней, что привело к сокращению число поливов до 3...4 и расходу воды на 30,2%. В дальнейшем, по всем межфазным периодам на летних посевах число поливов возрастало на 1...2, за исключением периода «техническая спелость-уборка».

Летние посевы из-за высоких летних температур приводили к увеличению числа вегетационных поливов на 2...3, росту оросительной нормы на 18,9% и суммарного водопотребления на 5,1%. Расчеты коэффициента

водопотребления показали, что при весенних сроках посева он составляет 100,9 м³/т, а при летних посевах эффективность использования воды снижается на 23,2%. Наиболее эффективное использование воды отмечено при посеве во 2 декаде марта и густоте 0,8 млн. шт./га.

Данные по урожайности свидетельствуют о том, что весенний срок посева столовой моркови в среднем на 14,7% продуктивнее летнего, а лучшей датой посева является 2 декада марта, обеспечивающая урожай корнеплодов на уровне 40 т/га (таблица 2).

Таблица 2 – Энергетическая и экономическая эффективность сроков и густоты посевов столовой моркови (2012-2014 гг.)

Срок посева	Дата посева	Густота посевов, млн. шт./га	Урожайность, т/га	Коефф. энергет. эффект.	Себестоимость, тыс. руб./т	Рентабельность, %	Срок окупаемости, лет
Весна	1 декада марта	0,6	36,5	5,37	7,10	55,3	2
		0,8	39,4	5,75	6,68	65,7	2
		1,0	37,7	5,52	6,92	51,9	2
	2 декада марта	0,6	38,7	5,68	6,78	63,1	2
		0,8	42,2	6,14	6,34	73,5	1
		1,0	39,3	5,76	6,70	62,7	2
	3 декада марта	0,6	35,2	5,08	7,30	47,4	2
		0,8	37,6	5,40	6,93	54,7	2
		1,0	35,9	5,18	7,19	44,0	2
Лето	1 декада июня	0,6	29,4	4,03	8,45	24,8	не окуп.
		0,8	31,3	4,27	8,02	31,9	не окуп.
		1,0	32,0	4,36	7,88	28,8	не окуп.
	2 декада июня	0,6	30,7	4,09	8,34	27,3	не окуп.
		0,8	32,1	4,27	7,86	35,4	3
		1,0	33,5	4,44	7,60	34,4	3
	3 декада июня	0,6	33,6	4,46	7,58	41,8	2
		0,8	35,8	4,73	7,21	50,5	2
		1,0	34,1	4,52	7,49	36,7	2

Примечание: НСР₀₅ т/га 2,1

Изучение густоты посевов показало, что наиболее эффективной является густота 0,8 млн. шт./га, при которой урожайность возрастает до 42,2 т/га и выход товарной продукции до 91,7%. Посев моркови в 3 декаде марта не эффективен, так как урожайность снижается на 9,7% независимо от густоты посева и на 3,1% снижается выход товарной продукции.

Наилучшей датой летнего срока посева также является 3 декада июня и густота 0,8 млн. шт./га, при которых достигается урожайность 35,8 т/га и 90,4% товарной продукции. Более ранние летние посевы приводят к снижению урожайности и выхода товарной продукции.

Расчеты энергетической и экономической эффективности показали, что при посеве моркови во 2 декаде марта густотой 0,8 млн. шт./га обеспечивается максимальный коэффициент энергетической эффективности - 6,14 и наивысший уровень рентабельности производственных затрат – 73,5% при минимальной себестоимости 1 т корнеплодов – 6,34 тыс. руб. и окупаемости затрат на внедрение системы капельного орошения за 1 год.

Список литературы / References

1. Овчинников А.С. Обработка почвы, орошение и урожайность моркови в Нижнем Поволжье / Овчинников А.С., Лисиченко С.А., Бородычев В.В., Мартынова А.А. // Плодородие. – 2015. - №3. – С.30-32.
2. Ванеян С.С. Влияние микроорошения и минеральных удобрений на урожайность и качество моркови столовой разных гибридов / Ванеян С.С., Меньших А.М. // Мелиорация и водное хозяйство. – 2015. - №3. – С.30-32.
3. Курбанов С.А. Сроки и густота посевов столовой моркови при капельном орошении / Курбанов С.А., Магомедова Д.С., Курбанова Л.Г. // Мелиорация и водное хозяйство: проблемы и пути решения: Материалы международной научно-практической конференции (Костяковские чтения). 29-30 марта 2016 г. - Москва: ФГБНУ «ВНИИГиМ имени А.Н. Костякова», 2016. – С.299-300.
4. Курбанов С.А. Проблемы мелиорации в Дагестане и пути ее решения // Вестник РАСХН. – 2011. - №3. – С.32-33.
5. Кизяев Б.М. Водное хозяйство: проблемы и пути решения / Кизяев Б.М., Исаева С.Д. // Мелиорация и водное хозяйство. – 2015. - №6. – С.23-27.
6. Кондрашова О. Управление агротехнологиями в условиях часто повторяющихся засух // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2013. - №2. – С.55-58.
7. Гаплаев М.Ш. Экономическая эффективность выращивания моркови столовой в условиях Центрального Предкавказья // Овощи России. – 2011. – № 2. – С.47-53.
8. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С.С. Литвинов. – М.: Изд-во ВНИИО, 2011. – 648 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Ovchinnikov A.S. Obrabotka pochvy, oroshenie i urozhajnost' morkovi v Nizhnem Povolzh'e [Tillage, irrigation, and carrot yield in the Lower Volga region] / Ovchinnikov A.S., Lisichenko S.A., Borodychev V.V., Martynova A.A. // Plodородие. – 2015. - №3. – P. 30-32. [in Russian]

2. Vanejan S.S., Vlijanie mikrooroshenija i mineral'nyh udobrenij na urozhajnost' i kachestvo morkovi stolovoj raznyh gibridov [The effect of microporosity and mineral fertilizers on yield and quality of carrot different hybrids] / Vanejan S.S., Men'shih A.M. // Melioracija i vodnoe hozjajstvo. – 2015. - № 3. – P. 30-32. [in Russian]
3. Kurbanov S.A. Sroki i gustota posevov stolovoj morkovi pri kapel'nom oroshenii [The timing and density of plantings of carrot under drip irrigation] / Kurbanov S.A., Magomedova D.S., Kurbanova L.G. // Melioracija i vodnoe hozjajstvo: problemy i puti reshenija: Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii (Kostjakovskie chtenija). 29-30 marta 2016 g. - Mo-skva: FGBNU «VNIIGiM imeni A.N. Kostjakova», 2016. – P. 299-300. [in Russian]
4. Kurbanov S.A. Problemy melioracii v Dagestane i puti ee reshenija [Problems melioracii in Dagestan i puti ee reshenija] // Vestnik RASHN. – 2011. - №3. – P. 32-33. [in Russian]
5. Kizjaev B.M., Isaeva S.D. Vodnoe hozjajstvo: problemy i puti reshenija [Water management: problems and solutions] // Melioracija i vodnoe hozjajstvo. – 2015. - №6. – P. 23-27. [in Russian]
6. Kondrashova O. Upravlenie agrotehnologijami v uslovijah chasto po-vtorjajushhihsja zasuh [Managing technologies in a frequently recurring droughts] // Mezhdunarodnyj sel'skohozjajstvennyj zhurnal. – 2013. - № 2. – P. 55-58 [in Russian]
7. Gaplaev M.Sh. Jekonomicheskaja jeffektivnost' vyrashhivaniya morkovi stolovoj v uslovijah Central'nogo Predkavkaz'ja [Economic efficiency of cultivation of carrot in the conditions of Central Caucasus] // Ovoshhi Rossii. – 2011. – № 2. – P. 47-53. [in Russian]
8. Litvinov S.S. Metodika polevogo opyta v ovoshhevodstve [Methodology of field experiment in vegetable production] / S.S. Lit-vinov. – M.: Izd-vo VNIIO, 2011. – 648 p. [in Russian]