



## Ежемесячный научный журнал Том 3 №73 / 2021

### ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

**Макаровский Денис Анатольевич**

AuthorID: 559173

Заведующий кафедрой организационного управления Института прикладного анализа поведения и психолого-социальных технологий, практикующий психолог, специалист в сфере управления образованием.

### ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

**Чукмаев Александр Иванович**

<https://orcid.org/0000-0002-4271-0305>

Доктор юридических наук, профессор кафедры уголовного права. Астана, Казахстан

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**Штерензон Вера Анатольевна**

AuthorID: 660374

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт новых материалов и технологий (Екатеринбург), кандидат технических наук

**Синьковский Антон Владимирович**

AuthorID: 806157

Московский государственный технологический университет "Станкин", кафедра информационной безопасности (Москва), кандидат технических наук

**Штерензон Владимир Александрович**

AuthorID: 762704

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт фундаментального образования, Кафедра теоретической механики (Екатеринбург), кандидат технических наук

**Зыков Сергей Арленович**

AuthorID: 9574

Институт физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН, Отдел теоретической и математической физики, Лаборатория теории нелинейных явлений (Екатеринбург), кандидат физ-мат. наук

**Дронсейко Виталий Витальевич**

AuthorID: 1051220

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Кафедра "Организация и

безопасность движения" (Москва), кандидат технических наук

**Садовская Валентина Степановна**

AuthorID: 427133

Доктор педагогических наук, профессор, Заслуженный работник культуры РФ, академик Международной академии Высшей школы, почетный профессор Европейского Института PR (Париж), член Европейского издательского и экспертного совета IEERP.

**Ремизов Вячеслав Александрович**

AuthorID: 560445

Доктор культурологии, кандидат философских наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, академик Международной Академии информатизации, член Союза писателей РФ, лауреат государственной литературной премии им. Мамина-Сибиряка.

**Измайлова Марина Алексеевна**

AuthorID: 330964

Доктор экономических наук, профессор Департамента корпоративных финансов и корпоративного управления Финансового университета при Правительстве Российской Федерации.

**Гайдар Карина Марленовна**

AuthorID: 293512

Доктор психологических наук, доцент. Член Российского психологического общества.

**Слободчиков Илья Михайлович**

AuthorID: 573434

Профессор, доктор психологических наук, кандидат педагогических наук. Член-корреспондент Российской академии естественных наук.

**Подольская Татьяна Афанасьевна**

AuthorID: 410791

Профессор факультета психологии Гуманитарно-прогностического института. Доктор психологических наук. Профессор.

**Пряжникова Елена Юрьевна**

AuthorID: 416259

Преподаватель, профессор кафедры теории и практика управления факультета государственного и муниципального управления, профессор кафедры психологии и педагогики дистанционного обучения факультета дистанционного обучения ФБОУ ВО МГППУ

**Набойченко Евгения Сергеевна**

AuthorID: 391572

Доктор психологических наук, кандидат педагогических наук, профессор. Главный внештатный специалист по медицинской психологии Министерства здравоохранения Свердловской области.

**Козлова Наталья Владимировна**

AuthorID: 193376

Профессор на кафедре гражданского права юридического факультета МГУ

**Крушельницкая Ольга Борисовна**

AuthorID: 357563

кандидат психологических наук, доцент, заведующая кафедрой теоретических основ социальной психологии. Московский государственный областной университет.

**Артамонова Алла Анатольевна**

AuthorID: 681244

кандидат психологических наук, Российский государственный социальный университет, филиал Российского государственного социального университета в г. Тольятти.

**Таранова Ольга Владимировна**

AuthorID: 1065577

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Уральский гуманитарный институт, Департамент гуманитарного образования студентов инженерно-технических направлений, Кафедра управление персоналом и психологии (Екатеринбург)

**Ряшина Вера Викторовна**

AuthorID: 425693

Институт изучения детства, семьи и воспитания РАО, лаборатория профессионального развития педагогов (Москва)

**Гусова Альбина Дударбековна**

AuthorID: 596021

Заведующая кафедрой психологии. Доцент кафедры психологии, кандидат психологических наук Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова, психолого-педагогический факультет (Владикавказ).

**Минаев Валерий Владимирович**

AuthorID: 493205

Российский государственный гуманитарный университет, кафедра мировой политики и международных отношений (общеевропейская) (Москва), доктор экономических наук

**Попков Сергей Юрьевич**

AuthorID: 750081

Всероссийский научно-исследовательский институт труда, Научно-исследовательский институт труда и социального страхования (Москва), доктор экономических наук

**Тимофеев Станислав Владимирович**

AuthorID: 450767

Российский государственный гуманитарный университет, юридический факультет, кафедра финансового права (Москва), доктор юридических наук

**Васильев Кирилл Андреевич**

AuthorID: 1095059

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Инженерно-строительный институт (Санкт-Петербург), кандидат экономических наук

**Солянкина Любовь Николаевна**

AuthorID: 652471

Российский государственный гуманитарный университет (Москва), кандидат экономических наук

**Карпенко Юрий Дмитриевич**

AuthorID: 338912

Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью ФМБА, Лаборатория экологической оценки отходов (Москва), доктор биологических наук.

**Малаховский Владимир Владимирович**

AuthorID: 666188

Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Факультеты, Факультет послевузовского профессионального образования врачей, кафедра нелекарственных методов терапии и клинической физиологии (Москва), доктор медицинских наук.

**Ильясов Олег Рашитович**

AuthorID: 331592

Уральский государственный университет путей сообщения, кафедра техносферной безопасности (Екатеринбург), доктор биологических наук

**Косс Виктор Викторович**

AuthorID: 563195

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма, НИИ спортивной медицины (Москва), кандидат медицинских наук.

**Калинина Марина Анатольевна**

AuthorID: 666558

Научный центр психического здоровья, Отдел по изучению психической патологии раннего детского возраста (Москва), кандидат медицинских наук.

**Сырочкина Мария Александровна**

AuthorID: 772151

Пфайзер, вакцины медицинский отдел (Екатеринбург), кандидат медицинских наук

**Шукшина Людмила Викторовна**

AuthorID: 484309

Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Головной вуз: РЭУ им. Г.В. Плеханова, Центр гуманитарной подготовки, Кафедра психологии (Москва), доктор философских наук

**Оленев Святослав Михайлович**

AuthorID: 400037

Московская государственная академия хореографии, кафедра гуманитарных, социально-экономических дисциплин и

менеджмента исполнительских искусств (Москва), доктор философских наук.

**Терентий Ливиу Михайлович**

AuthorID: 449829

Московская международная академия, ректорат (Москва), доктор филологических наук

**Шкаренков Павел Петрович**

AuthorID: 482473

Российский государственный гуманитарный университет (Москва), доктор исторических наук

**Шалагина Елена Владимировна**

AuthorID: 476878

Уральский государственный педагогический университет, кафедра теоретической и прикладной социологии (Екатеринбург), кандидат социологических наук

**Франц Светлана Викторовна**

AuthorID: 462855

Московская государственная академия хореографии, научно-методический отдел (Москва), кандидат философских наук

**Франц Валерия Андреевна**

AuthorID: 767545

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт государственного управления и предпринимательства (Екатеринбург), кандидат философских наук

**Глазунов Николай Геннадьевич**

AuthorID: 297931

Самарский государственный социально-педагогический университет, кафедра философии, истории и теории мировой культуры (Москва), кандидат философских наук

**Романова Илона Евгеньевна**

AuthorID: 422218

Гуманитарный университет, факультет социальной психологии (Екатеринбург), кандидат философских наук

**Ответственный редактор**  
Чукмаев Александр Иванович  
Доктор юридических наук, профессор кафедры уголовного права.  
(Астана, Казахстан)

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Адрес редакции:

198320, Санкт-Петербург, Город Красное Село, ул. Геологическая,  
д. 44, к. 1, литера А

**Адрес электронной почты:** [info@national-science.ru](mailto:info@national-science.ru)

**Адрес веб-сайта:** <http://national-science.ru/>

Учредитель и издатель ООО «Логика+»

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии 620144, г. Екатеринбург,  
улица Народной Воли, 2, оф. 44

**Художник:** Венерская Виктория Александровна

**Верстка:** Коржев Арсений Петрович

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи,  
информационных технологий и массовых коммуникаций.

# СОДЕРЖАНИЕ

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Доронин М.И.</i> РАЗРАБОТКА ТЕСТ-СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ РИБОНУКЛЕОПРОТЕИНА ВИРУСА БЕШЕНСТВА В СЫРЬЕ ДЛЯ ВАКЦИН С ПРИМЕНЕНИЕМ ИФА.....	БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КАК ОСНОВА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ВОЗДЕЙСТВИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА КАЧЕСТВО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ .....
<i>Сосков А.В.</i>	10

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Косинский В.А., Гонцов А.А., Хрусталева Г.К., Черников А.Б.</i> КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СВОЙСТВ УГЛЕЙ ДЛЯ НЕТРАДИЦИОННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА СТАДИЯХ ПОИСКОВЫХ И ОЦЕНОЧНЫХ РАБОТ .....
12

## НАУКИ О ЗЕМЛЕ

<i>Шестакова А.А.</i> ИЗУЧЕНИЕ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ МЕРЗЛОТНЫХ УСЛОВИЙ ТЕРРИТОРИИ ПЛАНИРУЕМОГО МОСТОВОГО ПЕРЕХОДА ЧЕРЕЗ РЕКУ ЛЕНА В РАЙОНЕ ГОРОДА ЯКУТСКА .....	<i>Канцырев Б.Л.</i> ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ТЕПЛО – И МАССООБМЕНА В ПРИЗЕМНОМ АТМОСФЕРНОМ СЛОЕ. ....
18	21

## СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

<i>Шагаипов М.М., Эсхаджива Х.Х., Магомедович Ш.М.</i> СПОСОБ ВОССТАНОВЛЕНИЯ, ДЕГРАДИРОВАННЫХ ПАСТБИЩ В ПОЛУПУСТЫННОЙ ЗОНЕ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ .....
27

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Муртузалиева З.А.</i> РОЛЬ РОБОТОТЕХНИКИ В РЕАБИЛИТАЦИОННОЙ МЕДИЦИНЕ .....	<i>Петрова С.Д.</i> РАЗВИТИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА «ГЕНЕРАТОР ИДЕЙ – ЛАБОРАТОРИЯ ЕГО ПОДДЕРЖКИ» У СТУДЕНТОВ ТЕХНИКУМА.....
30	37
<i>Абдуллаев А.Р., Селимханов Д.Н., Ахмедова Р.К.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОДОЛЬНОГО ОБЖАТИЯ НА ПРОЧНОСТЬ СТЕНКИ ДВУТАВРОВЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СО ЗНАКОПЕРЕМЕННОЙ ЭПЮРОЙ ИЗГИБАЮЩИХ МОМЕНТОВ В ЗОНЕ ДЕЙСТВИЯ ПОПЕРЕЧНЫХ СИЛ .....	
34	

## ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Паршин А.В., Филатов Е.Б.</i> ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АСПРЕДЕЛЕНИЯ СРЕДСТВ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ БОРЬБЫ С УЧЕТОМ НАЛОЖЕННЫХ НА НИХ ОГРАНИЧЕНИЙ .....	<i>Урусова Б.И., Узденова Ф.А.</i> МЕТОДИКА НАХОЖДЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ КОРРЕЛЯЦИИ ИМПУЛЬСА .....
41	45

# БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

## РАЗРАБОТКА ТЕСТ-СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ РИБОНУКЛЕОПРОТЕИНА ВИРУСА БЕШЕНСТВА В СЫРЬЕ ДЛЯ ВАКЦИН С ПРИМЕНЕНИЕМ ИФА

**Доронин Максим Игоревич**

*кандидат биол. наук, докторант*

*ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных»*

*г. Владимир*

## DEVELOPMENT OF A TEST SYSTEM FOR DETERMINING THE CONCENTRATION OF RABIES VIRUS RIBONUCLEOPROTEIN IN RAW MATERIALS FOR VACCINES USING ELISA

**Doronin Maksim Igorevich**

*candidate of Biological Sciences, doctoral student*

*Federal State Budgetary Institution*

*"Federal Center for Animal Health Protection",*

*Vladimir*

### АННОТАЦИЯ

Цель статьи – разработать тест-систему для определения концентрации рибонуклеопротеина вируса бешенства в сырье для вакцин с применением ИФА. Применяли методы конъюгирования иммуноглобулина G с пероксидазой хрена, проводили прямой вариант ИФА, определяли диагностические возможности тест-системы. В результате создана тест-система для определения концентрации аналита в сырье для вакцин, выявлена математическая модель между экстинкцией в ИФА и концентрацией рибонуклеопротеина, доказаны высокая диагностическая точность разработанной тест-системы.

### ABSTRACT

The purpose of the article is to develop a test system for determining the concentration of rabies virus ribonucleoprotein in raw materials for vaccines using ELISA. Methods of conjugation of immunoglobulin G with horseradish peroxidase were used, a direct variant of ELISA was performed, and diagnostic capabilities of the test system were determined. As a result, a test system was created to determine the concentration of analyte in raw materials for vaccines, a mathematical model was revealed between the extinction in ELISA and the concentration of ribonucleoprotein, and the high diagnostic accuracy of the developed test system was proved.

**Ключевые слова:** вирус бешенства; концентрация рибонуклеопротеина; ИФА.

**Keywords:** rabies virus; ribonucleoprotein concentration; ELISA.

Бешенство – вирусное, смертельно опасное заболевание человека и животных, поражает центральную и периферическую нервную систему, вызывает энцефаломиелиты [2, с. 16]. Данная инфекция приводит к значительным экономическим потерям, которые связаны с гибелью животных, ликвидацией последствий вспышек заболевания, проведением профилактических и карантинных мероприятий, регулированием численности диких плотоядных животных, отловом бродячих кошек и собак, осуществлением лабораторных исследований по постановке диагноза. Система мер для борьбы с бешенством и его профилактики предусматривает иммунизацию домашних, сельскохозяйственных и диких плотоядных, а также контроль уровня напряженности поствакцинального иммунитета [5, с. 579].

В процессе производства антирабических вакцин вирусосодержащее сырье исследуют на определение концентрации важного иммуногенного компонента – рибонуклеопротеина вируса бешенства. Традиционно для определения данного компонента применяют колориметрический метод

М. Брэдфорда [4, с. 251]. Существенными недостатками метода М. Брэдфорда являются невысокая аналитическая чувствительность анализа (не менее 2 мкг/мл) и невысокая специфичность.

Исходя из этого актуально применить ИФА как серологический метод исследования для определения концентрации аналита в сырье для вакцин.

Цель исследования – разработка тест-системы для определения концентрации рибонуклеопротеина вируса бешенства в сырье для вакцин с применением ИФА.

*Получение антирабического конъюгата морской свинки.* Для изготовления антирабического пероксидазного конъюгата применяют поликлональные антирабические антитела морской свинки. 2 мг пероксидазы хрена (акт. 250 ед/мг) растворяют в 0,5 мл воды. Проводят активирование пероксидазы хрена периодатом натрия (NaIO<sub>4</sub>). К раствору пероксидазы хрена добавляют 100 мкл свежеприготовленного раствора периодата натрия и инкубируют 20 мин при комнатной температуре. Окраска должна измениться с оранжевой на зеленую. Фильтруют

полученный раствор через небольшую колонку с сефадекс G-10, насыщенную 0,0001 М ацетатным буферным раствором (рН 4,0). Окрашенные фракции собирают. Проводят измерение оптической плотности при 280 и 403 нм. Высокоочищенная пероксидаза хрена имеет показатель RZ ( $OD_{280}/OD_{403}$ ) около 3 [3, с. 105].

Проводят конъюгирование иммуноглобулина G с активированной пероксидазой хрена. Значение рН раствора очищенной активированной пероксидазы хрена доводят с помощью 0,2 М раствора КББ до 9,0-9,5. Сразу добавляют Ig G, разведенные до 4-5 мг в 0,5 мл 0,01 М КББ (рН 9,5), и инкубируют при постоянном перемешивании в течение 2 ч при температуре  $22 \pm 2^\circ\text{C}$ . Соотношение белковой составляющей и пероксидазы хрена:  $\sim 2/1$ . Добавляют 50 мкл свежеприготовленного раствора борогибрида натрия (4 мг/мл) ( $\text{NaNH}_4$ ). Инкубируют еще 2 ч при температуре  $4 \pm 2^\circ\text{C}$ , периодически помешивая.

Проводят очистку полученного конъюгата диализом в течение 18 ч при температуре  $4 \pm 2^\circ\text{C}$  против ФСБ. Фракционируют смесь гель-фильтрацией на колонке с сефарозой (CL-6B) в

ФСБ. Для полученной фракции измеряют оптическую плотность при длинах волны 280 и 403 нм. По итогам спектрометрического анализа показатель RZ ( $OD_{280}/OD_{403}$ ) должен быть не ниже 0,4. Собирают фракции первого пика, которые имеют совпадения по  $OD_{280}$  и  $OD_{403}$ , добавляют глицерин в соотношении 1/1 [3, с. 87].

В соответствии с методикой, представленной в разделе «Материалы и методы», получили раствор конъюгата морской свинки в объеме 3 мл, который подвергали стерилизационной фильтрации с помощью фильтров с диаметром пор 0,22 мкм («Minisart Sartorius»). К полученному раствору добавляли 3 мл глицерина, перемешали и хранили при температуре минус  $20^\circ\text{C}$ . Определяли рабочее разведение в ИФА полученного конъюгата. Для этого в прямом варианте ИФА тестировали конъюгат в разведениях 1/500, 1/1000, 1/1500, 1/2000, 1/2500, 1/3000. Анализ проводили в соответствии с методикой, отраженной в разделе «Материалы и методы» в трех повторностях. Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Результаты титрования антирабического конъюгата морской свинки в ИФА (n=3, p<0,005)**

Разведение конъюгата	Значение экстинкции, о.е.	
	положительный контроль	отрицательный контроль
1/500	2,664±0,120	0,175±0,090
1/1000	2,462±0,142	0,112±0,025
1/1500	2,323±0,102	0,075±0,011
1/2000	1,845±0,120	0,065±0,014
1/2500	1,779±0,124	0,062±0,010
1/3000	1,685±0,119	0,058±0,009

Из данных, указанных в таблице 1, видно, что значение экстинкции выше 2,100 о.е. отмечали при разведениях конъюгата 1/500, 1/1000, 1/1500. Из них оптимальным являлось разведение 1/1500, поскольку в данном случае значение оптической плотности для отрицательного контроля составляло 0,085 о.е. ( $< 0,100$  о.е.), для положительного контроля – 2,323 о.е. ( $> 2,100$  о.е.).

*Определение разведения антирабического конъюгата морской свинки.* Для этого в качестве показателей используют значения оптических плотностей для положительного и отрицательного контрольных препаратов. Положительным контролем служит лиофильно высушенная культуральная суспензия, содержащая рибонуклеопротеин вируса бешенства, а в качестве отрицательного контроля – лиофильно высушенная культуральная суспензия, не содержащая антигена вируса бешенства. В лунки планшета вносят улавливающие антитела, разведенные с помощью КББ до концентрации 5 мкг/мл и инкубируют в течение 18-20 часов при температуре  $4 \pm 0,5^\circ\text{C}$ . Лунки планшета отмывают промывочным буферным раствором ТБСТ 3 раза. В лунки шести вертикальных рядов вносят контрольные препараты (три ряда – положительный контроль и три – отрицательный). Контрольные препараты

перед использованием центрифугируют при 1000 g в течение 15 минут. Инкубирование проводят 1 ч при температуре  $37 \pm 0,2^\circ\text{C}$  и отмывают промывочным буферным раствором ТБСТ 3 раза. В лунки горизонтальных рядов А-Г вносят антирабический пероксидазный конъюгат в разведениях 1/500, 1/1000, 1/1500, 1/2000, 1/2500, 1/3000, соответственно, на промывочном буферном растворе ТБСТ, с добавлением сыворотки неиммунизированной лошади до концентрации 5%. Данную сыворотку перед применением центрифугируют при 4000 g в течение 10 минут. Планшеты с содержимым инкубируют 1 ч при температуре  $37 \pm 0,2^\circ\text{C}$ , промывают с помощью ТБСТ 3 раза и вносят субстрат-хромогенную смесь. Хромогеном служит ортофенилендиамин (ОФД). Инкубирование проводят 20 минут при комнатной температуре без доступа света. Остановку реакции осуществляют с помощью 3 N раствора серной кислоты. Учитывают реакцию с использованием сканирующего спектрофотометра-ридера при длине волны 492 нм. Рабочим разведением пероксидазного конъюгата морской свинки считают наибольшее разведение, при котором среднее значение экстинкции положительного контроля находится выше 2,1 о.е. Среднее значение оптической плотности

отрицательного контроля данного разведения конъюгата не должно превышать 0,1 о.е.

*Выявление существования математической модели зависимости концентрации рибонуклеопротеина вируса бешенства от оптического сигнала в ИФА.* В лунки планшета вносят улавливающие антитела, разведенные с помощью КББ до концентрации 5 мкг/мл и инкубируют в течение 18-20 часов при температуре 4,0±0,5°C. Лунки планшета отмывают промывочным буферным раствором ТБСТ 3 раза. В лунки вертикальных рядов № 1-8 вносят контрольные препараты (6 горизонтальных рядов: А-Ф) с известными концентрациями рибонуклеопротеина вируса бешенства. Контрольные препараты перед использованием центрифугируют при 1000 g в течение 15 минут. Во все лунки горизонтального ряда Н вносят положительный контроль, содержащий 1,0 мкг/мл анта. Во все лунки горизонтального ряда G вносят отрицательный контроль. Инкубирование проводят 1 ч при температуре 37±0,2°C и отмывают промывочным буферным раствором ТБСТ 3 раза. Во все лунки планшета вносят антирабический пероксидазный конъюгат в разведении 1/1500 на промывочном буферном растворе ТБСТ, с добавлением сыворотки неиммунизированной лошади до концентрации 5%. Данную сыворотку перед применением центрифугируют при 4000 g в течение 10 минут. Планшеты с содержимым

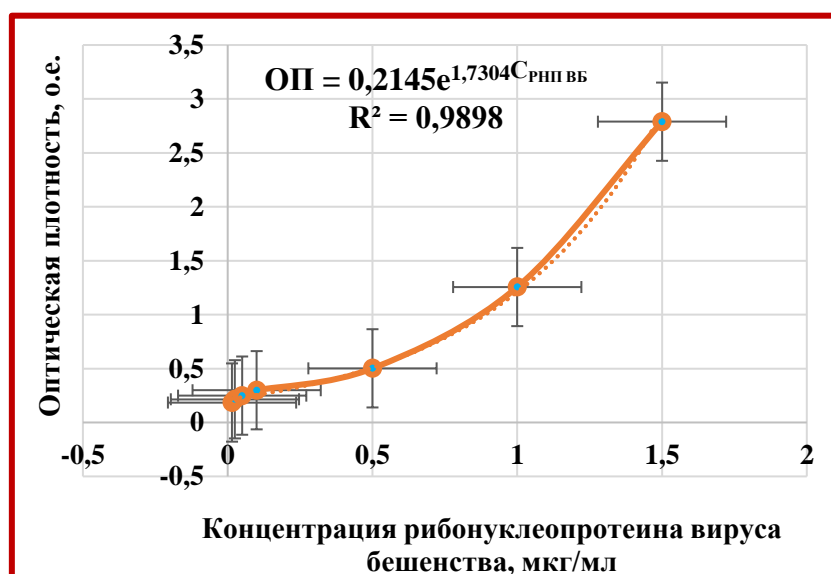
инкубируют 1 ч при температуре 37±0,2°C, промывают с помощью ТБСТ 3 раза и вносят субстрат-хроматогенную смесь. Инкубирование проводят 20 минут при комнатной температуре без доступа света. Остановку реакции осуществляют с помощью 3 N раствора серной кислоты. Учитывают реакцию с использованием сканирующего спектрофотометра-ридера при длине волны 492 нм. Для положительного контроля значение оптической плотности должно превышать 2,100 о.е., для отрицательного контроля должно быть ниже 0,1 о.е. Образец считают положительным, если для него среднее значение оптической плотности составляет более 2,1 о.е., отрицательным – при значении экстинкции менее 0,1 о.е. Определяют значения экстинкции для анализируемых образцов и контролей.

Проводили прямой вариант ИФА с использованием стандартных образцов очищенного рибонуклеопротеина вируса бешенства со следующими концентрациями: 0,015; 0,025; 0,050; 0,100; 0,500; 1,000; 1,500 мкг/мл. По результатам анализа оптическая плотность отрицательного контроля составляла 0,076±0,082, следовательно, отрицательными являлись образцы со значением экстинкции ниже 0,176. Зависимость значений оптической плотности пробы от концентрации рибонуклеопротеина представлена в таблице 2 на рисунке.

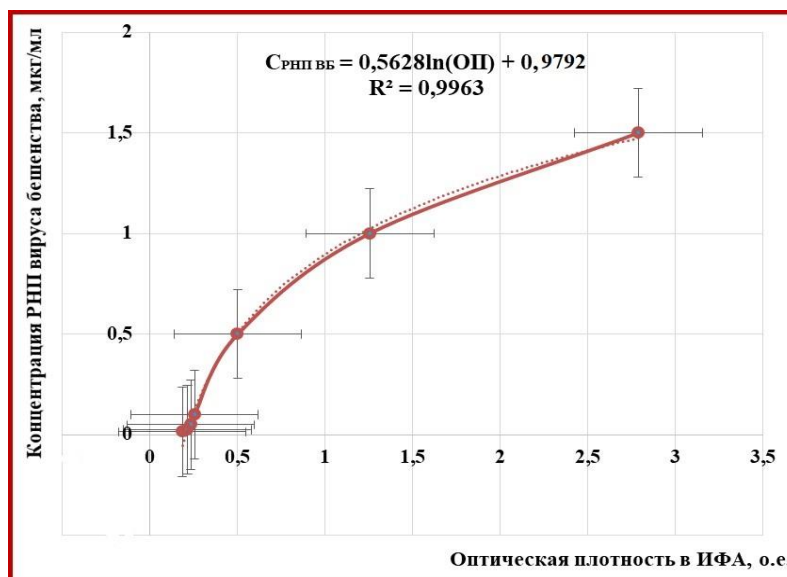
Таблица 2

**Экстинкция проб в прямом варианте ИФА для определения концентрации рибонуклеопротеина вируса бешенства (n=3, p<0,005)**

Концентрации рибонуклеопротеина вируса бешенства, мкг/мл	Значения оптической плотности, о.е.			
	1	2	3	M±m
0,015	0,185	0,178	0,192	0,185±0,007
0,025	0,214	0,202	0,209	0,208±0,006
0,050	0,249	0,256	0,255	0,253±0,004
0,100	0,301	0,227	0,285	0,271±0,039
0,500	0,502	0,519	0,512	0,511±0,009
1,000	1,257	1,244	1,269	1,257±0,013
1,500	2,788	2,796	2,763	2,782±0,017







Б

Рисунок – Математическая модель зависимости экстинкции в прямом варианте ИФА и концентрации рибонуклеопротеина вируса бешенства (РНП ВБ). Примечание: А – экспоненциальная зависимость, Б – логарифмическая зависимость ( $n=3$ ,  $p<0,005$ ).

Из полученных данных видно, что существует для полученной тест-системы в прямом варианте ИФА логарифмическая модель:  $C_{\text{РНП ВБ}} = 0,5628 \times \ln(\text{ОП}) + 0,8963$ , где  $C_{\text{РНП ВБ}}$  – концентрация рибонуклеопротеина вируса бешенства (мкг/мл), ОП – оптическая плотность (о.е.). Достоверность аппроксимации составила 0,9963 ( $\rightarrow 1,0000$ ).

Определение диагностических показателей тест-системы определения концентрации рибонуклеопротеина вируса бешенства в прямом варианте ИФА. Для данной тест-системы определения концентрации рибонуклеопротеина вируса бешенства в прямом варианте ИФА рассчитывали следующие диагностические показатели: диагностическую чувствительность (DSe), диагностическую специфичность (DSp), к-критерий (индекс Каппа Коэна), прогностичность положительного результата (PPV), прогностичность отрицательного результата (NPV), диагностическую точность (DAc) [1, с. 103]. Для определения чувствительности исследовали 110 положительных образцов суспензий, содержащих РНП вируса бешенства с концентрациями от 0,1 до 1,5 мкг/мл. Постановку анализа проводили, как отражено выше. При интерпретации результатов исследования положительными считали пробы, которые содержат рибонуклеопротеин вируса бешенства, отрицательными – пробы, в которых данный компонент отсутствует. В результате в ИФА определили, что из 110 положительных образцов суспензий 109 определены в качестве положительных, а 1 – в качестве отрицательных. Для исследования специфичности тест-системы анализировали 110 образцов суспензий клеточной линии ВНК-21, которые не содержали антиген вируса бешенства. В результате исследования определили, что из 110 отрицательных суспензий

все 110 определены в качестве отрицательных. Иными словами, количество истинно положительных проб (а) – 110, количество ложноотрицательных (б) – 1, количество ложноположительных проб (с) – 0, количество истинно отрицательных (д) – 110.

Пользуясь представленными выше статистическими методами анализа определили, что диагностическая чувствительность (DSe) метода составила 99,10% (в 95%-ном доверительном интервале: 95,08-99,98%), диагностическая специфичность (DSp) – 100% (в 95%-ном доверительном интервале: 96,70-100%), к-критерий (индекс Каппа Коэна) – 0,991, прогностичность положительного результата (PPV) – 100%, прогностичность отрицательного результата (NPV) – 99,10% (в 95%-ном доверительном интервале: 93,99-99,87%), диагностическая точность (DAc) – 99,55% (в 95%-ном доверительном интервале: 97,50-99,99%).

### Список литературы

1. Андрес Альбом, Стефан Норрел. Введение в современную эпидемиологию / Мати Раху; пер. с англ. И. Боня – Таллин: Ин-т эксперим. и клин. медицины (Эстония), Дат. противорак. о-во., 1996. –122 с.
2. Груздев К.Н., Метлин А.Е. Бешенство животных. – Владимир: ФГБУ «ВНИИЗЖ», 2019. – 394 с.
3. Егоров А.М., Осипов А.П., Дзантиев Б.Б. Теория и практика иммуноферментного анализа – М.: Высш. шк., 1991. – 288 с.
4. Bradford, M. M. A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding // Anal. Biochem. – 1976. – V. 72. – P. 248-254.

5. OIE. Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals. – Paris, 2018. – Chapter 3.1.17. – P. 578-612.

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КАК ОСНОВА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ВОЗДЕЙСТВИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА КАЧЕСТВО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

*Сосков Александр Викторович*

*Аспирант*

*Калужский государственный университет им. К.Э.Циолковского*

*г. Калуга*

## BIOLOGICAL RESEARCH AS A BASIS FOR ENVIRONMENTAL MONITORING OF THE IMPACT OF RAIL TRANSPORT ON ENVIRONMENTAL QUALITY

*Soskov Alexander Viktorovich*

*Graduate student*

*Kaluga State University named after K.E.Tsiolkovsky*

*Kaluga*

DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2021.3.72.487

### АННОТАЦИЯ

Экологический мониторинг (ЭМ) является одной из составляющих частей системы управления охраной окружающей среды на Российских железных дорогах. Он заключается в получении аналитической информации о составе и свойствах загрязнения отраслевыми объектами, сравнении с установленными нормативами и передаче данной информации в базу данных для принятия управленческих решений.[1]

Цель: изучение биологических исследований как основа экологического мониторинга воздействия железнодорожного транспорта на качество окружающей среды

Методы: литературный обзор

Выводы: с помощью биологических исследований и новейших экоинформационных систем возможна более полная и качественная оценка состояния окружающей среды железных дорог Российской Федерации.

### ABSTRACT

Environmental monitoring (EM) is one of the components of the environmental management system on Russian Railways. It consists in obtaining analytical information about the composition and properties of pollution by industrial facilities, comparing it with established standards and transferring this information to a database for management decision-making.[1]

**Ключевые слова:** экологический мониторинг; биологические исследования; экоаналитические лаборатории; экоинформационные системы.

**Keywords:** environmental monitoring; biological research; eco-analytical laboratories; eco-information systems.

В настоящее время ЭМ на железнодорожном транспорте осуществляется:

- производственными экологическими лабораториями (отделенческими);
- передвижными экологическими лабораториями (экологическими вагонами-лабораториями и лабораториями на автомобильном ходу);
- пунктами экологического контроля (ПЭК) тепловозов и путевой техники.[3]

ЭМ Российский железных дорог имеет свои преимущества:

- эффективно и рационально используются дорогостоящее оборудование приборы и специфические реактивы
- имеются высококвалифицированные специалисты.

При такой схеме существенно снижаются капитальные и эксплуатационные затраты на обеспечение экологического контроля и

мониторинга. Следует отметить, что основной проблемой является недостаточная оснащенность лабораторий площадями и современной лабораторной, компьютерной техникой и экоинформационными технологиями.[2]

В последнее время весьма перспективными становятся биологические методы экологического мониторинга, которые дают нам прямую информацию о реакции организмов на стрессорные факторы. Это достаточно эффективный метод мониторинга окружающей среды, основанный на исследовании воздействия изменяющихся экологических факторов на различные характеристики биологических объектов и систем. Биологический метод оценки состояния системы позволяет решить задачи, разрешение которых с помощью физических и химических методов невозможно. Рекогносцировочная оценка степени загрязнения по составу бионтов позволяет быстро установить его санитарное состояние, определить

степень и характер загрязнения и пути его распространения в экосистеме, а также дать количественную характеристику протекания процессов естественного самоочищения. [1]

Биологический мониторинг – это слежение за биологическими объектами и оценка качества окружающей среды с помощью биоиндикаторов.

Цель биологического мониторинга – наблюдение за биотической составляющей биосферы и ее реакцией на техногенное воздействие, а также оценка качества окружающей среды по биотическим параметрам.

Исследование экологического состояния окружающей среды железных дорог возможно и чаще всего используются именно биологические методы и исследования. Отделенческие лаборатории являются основными в системе экологического контроля и мониторинга железнодорожного транспорта. Они осуществляют свою работу во взаимодействии с отделами, секторами и дорожными инспекторами охраны природы управлений железных дорог, а также с федеральными природоохранными органами.

Хорошо оснащенные экологические лаборатории имеются далеко не везде и решение данной проблемы возможно с помощью экоаналитических лабораторий, размещенных на передвижных средствах. Наиболее приемлемым вариантом для железнодорожного транспорта является вагон, переоборудованный под передвижную экоаналитическую лабораторию с измерительно-вычислительным комплексом на борту. Учитывая сложность химического анализа в условиях экспедиции, часть проб консервируется и доставляется в отделенческую лабораторию, аналитическое оборудование которой дополняет приборную базу передвижного измерительно-

вычислительного экоаналитического комплекса и расширяет его функциональные возможности.[4]

Контроль вредных выбросов от тепловозов в локомотивных депо, на тепловозостроительных заводах осуществляется ПЭК, недостатками которых является то, что полученная экоинформация в недостаточной мере используется для анализа экологической ситуации и выработки управленческих решений, поэтому чаще всего используются биологические методы исследования, для получения более точных результатов, которые затем обрабатываются информационными системами.

Учитывая это, в настоящее время экоинформационные технологии занимают центральное место в рамках решения единой проблемы создания интегрированных экоинформационных систем (ЭИС), предназначенных для определения широкого круга задач в области ЭМ на железнодорожном транспорте.[4]

#### Список литературы

1. Айдарова А. Б. Зарубежный опыт в обеспечении эколого-экономической безопасности железнодорожного транспорта //Труды межд. научн.-практич. конф. Первые Рыскуловские чтения.—Алматы, 2006.—С. 44—47.
2. Модернизация пассажирского подвижного состава железных дорог России // Железные дороги мира. – 2003. – № 11. — С. 21.
3. Скоростное пассажирское движение: зарубежные вагоны нового поколения // Магистраль. — 2005. —№ 8. — С. 99
4. Харина Е. В. Скоростное и высокоскоростное движение: оценка затрат // Железнодорожный транспорт. —2002. – № 11. — С. 64

# ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 552.57.08

## КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СВОЙСТВ УГЛЕЙ ДЛЯ НЕТРАДИЦИОННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА СТАДИЯХ ПОИСКОВЫХ И ОЦЕНОЧНЫХ РАБОТ

*Косинский В.А., Гонцов А.А.,  
Хрусталева Г.К., Черников А.Б.  
(ВНИГРИуголь. Ростов-на-Дону)*

## OVER-ALL EVALUATION OF COAL PROPERTIES FOR NON-TRADITIONAL USE AT THE STAGES OF SEARCH AND ESTIMATION WORKS

*Kosinski V.A., Khrustalyova G.K.,  
Gontsov A.A., Chernikov A.B.  
(VNIGRIugol. Rostov-of-Don)*

DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2021.3.72.490

### АННОТАЦИЯ

Рассмотрены современные представления о возможных направлениях нетрадиционного использования углей; обоснован выбор оптимального комплекса вещественно-генетических параметров и показателей качества углей на стадиях поисковых и оценочных работ для оценки их как сырья для получения синтетического жидкого топлива, воска, углегуминовых препаратов различного назначения, углещелочных реагентов, пигментов, фильтрующих материалов, карбида кремния, сульфогуглей, термоантрацита на основе анализа и обобщения результатов лабораторных исследований и моделирования процессов переработки.

### ABSTARCT

The present-day noitons about possible directions of non-traditional use of coals are considered, the choice of the optimal complex of material-genetic parameters and indices of coals quality at the stages of search and estimation works is substantiated, for their evaluation as a raw material for production of synthetic liquid fuel, wax, coal-humic preparations of various destination, coal-alkaline reagents, pigments, filtering materials, silica carbide, sulphocoals, thermoanthracite on the base of analysis and generalization of the laboratory research and modeling of treatment processes has been made.

**Ключевые слова:** уголь, состав, качество, нетрадиционная угольная продукция, направления переработки.

**Key words:** coal, composition, quality, non-traditional coal products, treatment directions.

Современные представления о направлениях использования твердых горючих ископаемых и в первую очередь углей существенно трансформированы благодаря положительным результатам, полученным в процессе выполнения НИОКР по оценке углей как энергохимического сырья. Постановка таких работ была продиктована тем обстоятельством, что Россия в нынешней ситуации оказалась в сложном положении по обеспечению ряда отраслей промышленности продуктами глубокой переработки углей, спрос на которые зачастую удовлетворяется за счет импортных поставок.

Коллективом сотрудников ВНИГРИуголь на протяжении более 20 лет проводились комплексные исследования углей России, направленные на разработку критериев оценки их пригодности для получения нетрадиционной продукции на основе изучения свойств углей и моделирования в лабораторных условиях процессов переработки.

Концептуальный подход к исследованию твердых полезных ископаемых для рассматриваемой цели базируется на представлении об их альтернативных свойствах и

рассмотрении объекта изучения в качестве системы, в которой вещественный состав, свойства, генетические особенности, а также существенные характеристики целенаправленного процесса переработки взаимообусловлены. Поэтому возможен прогноз базовых характеристик процесса переработки и направлений использования по качественным и вещественно-генетическим показателям углей.

Методически исследования осуществлялись путем рационального комплексирования лабораторных методов изучения состава, качества углей и экспериментального моделирования процессов их переработки, результаты которых изложены в данной статье.

Методика оценки свойств углей для нетрадиционного использования заключалась в анализе значений показателей состава и качества, определенных в соответствии с требованиями к изученности углей на поисковой стадии и дополненных показателями технологических свойств, определенных на оценочной стадии. В совокупности формируется оптимальный комплекс показателей углей, пригодных для получения следующей нетрадиционной угольной продукции.

**Синтетическое жидкое топливо (СЖТ)**

В России разработаны теоретические основы технологии процесса деструктивной гидрогенизации углей (метод ИГИ) [5, 7] и обоснован единый научный принцип подбора сырья для ожижения. Так в ГОСТе 25543-88 к углям для производства жидкого топлива отнесены марки (Б, Д, ДГ, Г), технологические группы (1Б, 2Б, 3Б, 1Г, 2Г), подгруппы (2БВ, 3БВ, ДВ, ДГВ, 1ГВ), а в качестве стандартных показателей –  $R_o$ ,  $\Sigma OK$ , степень восстановления углей по величине  $V^{daf}$ .

Последующие исследования влияния свойств углей на процессы гидрогенизации на примере экспериментальных работ по ожижению углей Канско-Ачинского, Кузнецкого, Ленского, Иркутского, Подмосковского бассейнов, месторождений Забайкалья, Приморья, Казахстана, указали на недостаточность учета только параметров, указанных в ГОСТе 25543-88.

Анализ имеющейся информации и результаты исследований выполненных, во ВНИГРИУголь позволяют сделать вывод, что на интенсивность процессов гидрогенизации влияют содержание и структура мацералов, стадия метаморфизма, состав и содержание минеральных примесей, качество исходного сырья, химические и структурные особенности углей, способность их к растворению в органических растворителях.

$$K_{ому} = - 39,6603 - 0,424185A^d + 0,712634V^{daf} + 0,415908R_o$$

$$K_{ж} = - 43,7215 + 0,413531 V^{daf} - 0,429580 \Sigma OK + 0,913201 C_o^{daf} - 0,474986 H_o^{daf}$$

По результатам, полученным в процессе гидрогенизационного ожижения канско-ачинских, кузнецких, иркутских, ленских и других российских углей, определены значения показателей для процесса, в том числе оптимальные. Судя по ним, наиболее приемлемыми для планируемой переработки будут угли технологических групп: 2Б, 3Б, Д, ДГ, 1 Г, 2Г с  $R_o$  0,3-0,8;  $V^{daf} > 30\%$ ,  $A^d \leq 12\%$ ;  $S_i^d$  менее 1%;  $R_2O < 6$ ;  $K_{ому} \geq 80\%$ ;  $K_{ж} \geq 70\%$ . Угли марки ГЖ также могут быть подвергнуты ожижению, но с толщиной пластического слоя ниже 10-13 мм и  $R_o$  от 0,5 до 0,7% (И.В. Еремин, 1984).

Во всех случаях наиболее предпочтительны для гидрогенизации гелиты, липоидо-гелиты, липоидогелиты, фюзинито-гелиты, липоидо-фюзинито-гелиты.

На основании выше изложенного к критериальным показателям пригодности углей для производства СЖТ могут быть отнесены  $A^d$ ,  $V^{daf}$ ,  $R_o$ ,  $\Sigma OK$ ,  $C_o^{daf}$  и  $H_o^{daf}$ . Перечисленные показатели углей при геологоразведочных работах определяются по ГОСТам и поэтому могут быть использованы в качестве регламентируемых для подготовки требований к углям на гидрогенизационную переработку по методу ИГИ.

**Горный воск из углей** (синонимы: сырой буроугольный воск, монтан-воск, битум А).

Угли низких стадий метаморфизма

Непосредственными показателями степени пригодности углей для гидрогенизации являются величины, характеризующие конверсию органического вещества ( $K_{ому}$ ) углей и выход жидких продуктов ( $K_{ж}$ ).

В результате исследований, проводимых в ИГИ (С.Г. Гагарин, Т.А. Кириллина, А.А. Кричко, Д.В. Клер и др., 1984, 1985, 1988, 1993), КатэжНИИУгле (А.С. Успенский, 1988), ВНИГРИУгле (Н.Н. Уланов, 1988, Г.К. Хрусталева, 1991, 2001) выявлены количественные зависимости степени конверсии органической массы угля от различных его характеристик.

В ИГИ (С.Г. Гагарин, Т.А. Кириллина, А.А. Кричко и др., 1984, 1985, 1993) определяли количественные зависимости степени конверсии углей для различных характеристик углей. Из 25 рассмотренных параметров углей на результаты процесса гидрогенизации основное влияние оказывают  $H/C_{ам}$ ,  $C_o^{daf}$ ,  $H_o^{daf}$ , т.е. отсутствует зависимость  $K_{ому}$ ,  $K_{ж}$  от одного какого-либо показателя.

По результатам регрессионного анализа наибольшее влияние на степень конверсии органической массы угля оказывают  $A^d$ ,  $V^{daf}$ ,  $R_o$ , а на выход жидких продуктов -  $V^{daf}$ ,  $\Sigma OK$ ,  $C_o^{daf}$  и  $H_o^{daf}$  (Г.К. Хрусталева, 2001). Прогнозирование значений гидрогенизационных показателей может быть осуществлено по уравнениям:

представляют собой объекты, сочетающие разнообразные альтернативные свойства, благодаря которым они являются сырьем для производства монтан-воска и другой продукции. Анализ результатов изучения свойств битуминозных бурых углей, предпринятого в бытность СССР и в России, позволяет сделать следующие выводы:

- *восконосными битуминозными углями* могут быть молодые (кайнозойские) бурые угли технологической группы 1Б, у которых содержание битумов, восков и их свойства обусловлены вещественно-генетическими особенностями исходного материала; т.е. это угли, представленные липоидо-гелитами, гелито-липоидотитами и гелито-липоидитами [6];

- показателем, определяющим, прежде всего, пригодность углей 1Б для экстрагирования, является *общий выход битумов*, который в настоящее время определяется по ГОСТ 10969-91 (ИСО 975-85, ИСО 1017-85) экстракцией при температуре кипения толуола;

- *угли должны отличаться высоким выходом летучих веществ и теплотой сгорания*, причем на Семеновском заводе Украины в соответствии с техническими условиями использовали угли для получения воска с зольностью не выше 22%.

С целью выявления значимости показателей качества углей на выход битумов была исследована

связь между ними с помощью парной корреляции. По коэффициентам корреляции ряд зависимости  $V^d$  от показателей качества углей России может быть представлен таким образом:  $V^d \leftrightarrow V^{daf} > W_t^r > (HA)_t^{daf} > A^d > Q_s^{daf}$ , т.е.  $V^d$ ,  $V^{daf}$ ,  $W_t^r$ ,  $(HA)_t^{daf}$  являются оптимальными углехимическими показателями для оценки углей в качестве сырья для получения воска с предпочтительными значениями  $V^d > 6\%$ ;  $V_t^d \leq 25\%$ ;  $W_t^r > 50\%$ ;  $V^{daf} 60\%$ ;  $(HA)_t^{daf} > 60\%$ .

Несмотря на наличие необходимых и достаточных показателей, характеризующих угли в качестве сырья для производства воска, не приняты регламенты на их величины, а следовательно, отсутствуют стандартные методы оценки и требования промышленности к качеству перспективных на битуминозность (восконозность) углей России. Последнее в свою очередь тормозит выявление и оценку сырьевой базы битумсодержащих углей для производства воска в условиях его дефицита в России и импорта.

#### **Препараты и реагенты на основе гуминовых кислот**

Глубокоокисленные в естественных условиях залегания или при хранении каменные (обычно марок Д, Г) и бурые (2Б, 3Б) характеризуются низкими значениями теплоты сгорания, высокими - влажности, низким содержанием углерода и водорода, высоким - кислорода и гуминовых кислот. Практически эти бросовые угли представляют большую ценность для химической переработки и производства различных препаратов и реагентов на основе гуминовых кислот: *гуматов - стимуляторов роста и развития растений; препаратов для рекультивации отвалов; углещелочных реагентов - добавок в бурые растворы и др. ценных реагентов [4].*

Благодаря многолетним исследованиям, выполненным в ИГИ, ВНИГРИугле, в геологических организациях и научных учреждениях Украины, Сибири и Дальнего Востока, выявлены особенности углей, используемых для получения углегуминовых препаратов различного назначения.

При прогнозировании пригодности углей в качестве сырья для получения углегуминовых препаратов различного назначения *профилирующим показателем является выход (содержание) гуминовых кислот.* При этом нижний предел количества гуминовых кислот в угле зависит от вида получаемых препаратов. Также важно учитывать количество как общих, так и свободных гуминовых кислот и особенности их функционального состава.

#### **Углегуминовые препараты (УГП)**

В настоящее время накоплен обширный материал, свидетельствующий о положительном влиянии гуминовых кислот на урожайность сельскохозяйственных культур.

До настоящего времени отсутствуют регламентированные требования к качеству сырья для производства углегуминовых препаратов.

Опыт практического применения гуматов из углей позволяет отнести к основным оценочным

критериям таких углей, используемых в качестве удобрения, стимулирующего рост растений, улучшающих структуру почв, принадлежность к технологическим группам – 1Б, 2Б; окисленным всех групп бурых, а также окисленным каменным (Д, ДГ, Г) углям; принадлежность их по петрографическому составу к гумолитам с общей влажностью  $>50\%$ ; выходом летучих веществ  $>50\%$ ; серой общей  $<2\%$ ; выходом гуминовых кислот  $<30\%$  и содержанием биофильных элементов (Mn, P, Co, Ni и др., %) выше кларка, но ниже порога токсичности. Зольность углей не лимитируется.

#### **Углещелочные реагенты (УЩР)**

Эффективность действия УЩР определяется содержанием водорастворимых солей гуминовых кислот, способных образовывать защитные адсорбционные слои на глинистых частицах и снижать отделение дисперсионной среды и фильтрации. Содержание гуматов Na в УЩР связано прямой зависимостью с содержанием гуминовых кислот в буром угле [2].

В России порошкообразные реагенты получены из углей Канско-Ачинского (месторождения Березовское, Бородинское, Урюпинское), Южно-Уральского (месторождения Тюльганское, Бабаевское, Хабаровское) и Подмосквовного (разрез Грызловский, шахта Бельковская) бассейнов на типовом оборудовании, используемом, в частности, на Жилевской опытно-обогащительной фабрике и Опытном заводе СТ-5 АО «Тулауголь» (Б.М. Гаврилов и др., 1999).

Лучшими технологическими свойствами для производства УЩР как стабилизаторов буровых растворов обладают бурые угли КАБ (Березовское и Бородинское месторождения) и Южно-Уральского бассейна (Тюльганское месторождение).

Окисленные бурые угли Канско-Ачинского бассейна пригодны при получении гуматных реагентов – разжижителей буровых растворов, а бурые угли Подмосквовного угольного бассейна целесообразно использовать для получения модифицированных гуматных реагентов.

При оценке пригодности углей для производства УЩР – разжижителей буровых растворов – необходимо учитывать стадию метаморфизма углей, степень окисленности, генетический тип угля, его зольность, содержание летучих веществ и гуминовых кислот. Профилирующими показателями для данной продукции являются  $(HA)_t^d > 50\%$ ;  $A^d < 25\%$ ;  $V^{daf} < 58\%$ . Предпочтительны землистые, сажистые бурые угли и окисленные марки Д, Г, относящиеся к гелитам и гелититам ( $V_t > 50\%$ ).

**Термоантрациты** (углеродистые наполнители) — основной компонент (наполнитель) специальных шихт для получения различных угольных и углеграфитовых изделий (электродов, футеровочных изделий и др.). Для получения всех видов электродных изделий на основе термоантрацита применяется, в основном, один и тот же наполнитель – *витринитовые*

антрациты высокой стадии метаморфизма (ГОСТ 28986-91). Сырьевая база производства термоантрацита может быть расширена за счет различных как по степени метаморфизма, так и по петрографическому составу антрацитов и высокометаморфизованных (тощих) углей (ГОСТ 25543-88).

Согласно требованиям ГОСТа, для получения термоантрацита необходимо использовать низкозольные ( $A^d$  менее 5 %) углеродистые материалы. Исходя из этого, сырьевая база производства термоантрацита может быть расширена за счет привлечения для этих целей углей и антрацитов, дающих при их обогащении концентрат с зольностью не более 5%.

Показателями, обеспечивающими пригодность углей для производства углеродистых наполнителей являются (В.А. Косинский и др., 2004): показатель отражения витринита (при  $\sum OK > 35 R_o$  - более 1,50 %); (при  $\sum OK \leq 35 R_o$  - более 2,20 %); анизотропия показателя отражения (при  $R_o$  2,20-3,50 %  $A_R$  - 40-60 %; при  $R_o$  3,50-4,50 %  $A_R$  - 40-60 %; при  $R_o > 4,50$  %  $A_R$  - 50-70 %); техническая группа (1АВ-3АВ; 1 АФ-3АФ; 2 ТФ);  $A^d$  (обогащенного угля)  $\leq 5$  %;  $S_i^d \leq 2$  %; механическая прочность  $\geq 32$  %; термическая стойкость  $\geq 60$  %;

#### **Углеродные адсорбенты**

Углеродные адсорбенты и активные угли можно получать из углей от бурых до антрацитов, применяя в зависимости от их свойств различные технологии [3]. Технология получения адсорбентов включает две основные стадии – карбонизация и собственно активация различными окислителями (перегретым водяным паром, диоксидом углерода, кислородом, смесью пара с продуктами горения газообразного топлива). Исходя из целевого назначения адсорбентов и свойств исходного сырья, их производят в виде порошков, зерен и гранул.

Исследованиями, проведенными во ВНИГРИУголь, доказана и обоснована возможность получения, а также разработана технологическая схема производства адсорбентов из углей низкого и высокого рангов без предварительной карбонизации, что значительно снижает трудо- и энергоемкость процесса и удешевляет себестоимость конечного продукта. (В.А. Косинский и др. 1996, 1997, 1999, 2000 гг.).

На основе отечественного и зарубежного опыта по разработке технологий производства углеродных адсорбентов установлено значительное влияние *стадии метаморфизма, петрографического состава и степени восстановленности* ископаемых углей на особенности их активации в кипящем слое и некоторые показатели качества получаемых адсорбентов (*адсорбционная активность по йоду F, механическая пористость, механическая прочность и т.д.*) (В.А. Косинский).

Адсорбционная способность по йоду активированных углей в определенной мере зависит от содержания в исходных углях

мацералов группы инертинита ( $\sum OK$  32 % -  $F$  составляет 38,74 %,  $\sum OK$  4 % -  $F$  равна 25,4%), а также количества и состава минеральной части исходного сырья (кварц, некоторые силикаты и др. снижают адсорбционную способность; карбонатные минералы являются активирующим агентом).

Роль глинистых минералов в процессах активации недостаточно определена.

Важным условием пригодности высокометаморфизованных углей и антрацитов для получения адсорбентов является их *термостойкость*. Термостойкость антрацитов - способность сохранять форму куска в процессе воздействия на него высокой температуры.

По данным М.А. Передерий термостойкость исходных углей должна быть не менее 72 %. В соответствии с ГОСТ 7714-75, термическая стойкость определяется для класса 25-50 мм, в то время как активации подвергаются антрациты класса менее 3 мм. По экспериментальным данным термостойкость углей и антрацитов класса менее 3 мм на 5-7 % выше в сравнении с классом 25-50 мм.

К показателям оценки углей для получения углеродных адсорбентов отнесены: *показатель отражения витринита* [ $R_o$  0,24-0,50 % (марка Б) и  $R_o$  1,50-5,70 (марки ОС, Т, А) с адсорбционной активностью по йоду, равной  $F > 30$  %;  $R_o$  2,70-5,60 при  $F > 50$  % и  $R_o$  3,00-5,40 % при  $F > 55$  %]; *зольность* не более 8 %; *содержание общей серы* не более 1,5 %; *термическая стойкость* не менее 65 %; *содержание отощающих компонентов*  $\sum OK > 20$  %.

Предпочтительнее использование *маловосстановленных углей и антрацитов* с относительно невысоким содержанием в минеральной части кварца, силикатов при повышенном содержании карбонатов.

В соответствие с ГОСТ 25543-88 для получения адсорбентов с предварительной грануляцией и карбонизацией пригодны угли с  $R_o$  0,60-0,80 %;  $\sum OK$  не более 30 %; «у» не менее 12 мм;  $A^d$  не более 10 %;  $S_i^d$  не более 1,0 %.

#### **Карбид кремния (карборунд SiC)**

Нормативной документацией, регламентирующей качество углеродного сырья для производства карбида кремния не имеется. Это относится не только к антрацитам, но и к традиционному сырью - нефтяному коксу. Качество этих материалов, определяется техническими условиями и нормами стандартов предприятий, производящих карбид кремния (И.В. Еремин, Т.М. Броновец, 1994; М. Саидов, 1977; Методические рекомендации, 1978; М.С. Федорова, 1996).

На основании многолетних экспериментальных исследований антрацитов Восточного Донбасса, Горловского бассейна и углей марки Т Кузнецкого бассейна, изучения характера связи между показателями качества антрацитов и характеристиками опытных образцов карбида кремния во ВНИГРИУголь (В. А. Косинский и др., 2000 г.) разработаны *оценочные*

критерии для углей (антрацитов), пригодных для получения SiC. Для производства карбида кремния наиболее пригодны антрациты с Ro 3,75-5,50 %. По ГОСТ 25543-88 антрациты с Ro 3,75-5,50 % относятся к группам 2А и 3А.

Определенной зависимости показателей качества карборунда от зольности не выявлено (во ВНИГРИУголь эксперименты проводились на пробах антрацитов с зольностью от 2,6 % до 7,8 %). Допустимое значение Ad при оценке антрацитов как сырья для производства карбида кремния принято равным 8 %. Максимальное значение Vdaf принято от 3,5 % до 18 %. В качестве оценочного параметра верхний предел содержания серы принят равным 1,5 %. Изучено влияние минеральных примесей на процессе производства карбида кремния. По экспериментам установлено, что суммарное содержание оксидов Al и Ca должно быть не более 30 %, а оксидов железа (FeO + Fe2O3) не более 27 %. Не установлено определенной связи между содержанием SiO2 в золе испытуемых антрацитов и качеством получаемого карбида кремния. Петрографический состав и тип метаморфизма антрацитов (региональный, термальный, контактовый) определяющего влияния на получении карбида кремния из них не оказывают.

**Фильтрующие материалы** (механические фильтры-МФ)

В связи с ограниченными ресурсами кварцевых песков существенно возрастает роль антрацитов в расширении минерально-сырьевой базы производства фильтрующих материалов.

Используемые для очистки воды фильтрующие материалы должны обладать определенными свойствами: высокими механической прочностью и химической стойкостью, а также отвечать ряду технологических требований, в число которых входят структурные показатели, плотность, гранулометрический состав.

Какого-либо единого документа, регламентирующего требования к зернистым фильтрующим материалам, не существует. Действующие требования к их механической прочности и химической стойкости были разработаны на основе широко применяющихся для этой цели кварцевых песков.

Основные требования к качеству применяющихся для очистки воды антрацитов определены в нормативном документе Главного технического управления по эксплуатации энергосистем (1978), регламентирующем фракционный состав фильтрующей загрузки и поддерживающих слоев, форму частиц, механическую прочность и химическую стойкость, обеспечивающих достаточную устойчивость антрацитов по отношению к фильтруемой и разрыхляющей воде, а также регенерирующим реагентам.

Исходным материалом для получения фильтрантов, как правило, служит кусковой антрацит с плотностью 1,6-1,7 г/см<sup>3</sup> и объемной

насыпной массой 700-900 кг/м<sup>3</sup>. Зольность его не должна превышать 5 % при очистке питьевой воды и 10 %-промышленной, а содержание общей серы-2 %. При дроблении антрацита должны получаться зерна кубической или шаровидной формы.

Как следует из вышеизложенного, к качеству антрацитов, используемых при водоочистке, предъявляются довольно жесткие требования, существенно ограничивающие их сырьевую базу, пригодную для этих целей (И.Д. Дроздник и др., 1995).

Выполненные во ВНИГРИУголь исследования некоторых антрацитов Восточного Донбасса, представляющих собой продукцию ряда обогатительных фабрик, показали, что большинство из них удовлетворяют нормативным требованиям по зольности, содержанию серы и механической прочности фракций 5,0-1,6 мм и 1,6-0,6 мм, обычно используемых для загрузки фильтров.

#### **Термографиты**

Для производства термографита, получаемого путем высокотемпературной обработки антрацита, лучшим сырьем являются *витринитовые антрациты* подгруппы 1 АВ, 2 АВ, отличающиеся слабой восстановленностью.

Требования к антрацитам Донбасса, для производства термографита, устанавливаются по зольности ( $Ad < 5\%$ ), сернистости ( $S_{td} < 2,5\%$ ), объемному выходу летучих веществ ( $V_{v,dat} 65-130$  см<sup>3</sup>/г), фрикционным свойствам (В.И. Вялов и др., 1998), т.е. способности сохранять коэффициент трения и износостойчивость в широком диапазоне температур, низкую способность к адгезии, обладать высокой теплопроводностью и теплоемкостью, хорошей устойчивостью против теплового удара.

#### **Пигменты**

К пигментам относятся тонкодисперсные порошкообразные вещества, вводимые в состав лакокрасочных пленок для придания определенного цвета, укрывистости (непрозрачности) и повышения световой, коррозионной, эрозийной, термической стойкости и механической прочности пленки [1].

На внутреннем и мировом рынках особым и устойчивым спросом пользуется *черный пигмент*, который играет роль светофильтра и способствует своим перемещением из слоя в слой приспособлению глаза к различным уровням освещения.

Работами ВНИГРИУголь создана технология получения черного пигмента универсального назначения на базе антрацитов Восточного Донбасса (Патент РФ № 2201426).

В качестве объекта исследований использовались антрациты ЦОФ «Обуховская», по показателю отражения ( $R_{cp} 5,4\%$ ) относящиеся к классу высокометаморфизованных.

Для получения пигмента рекомендуются антрациты с  $A^d < 5\%$ ,  $S_{td} < 1\%$ ,  $C_{o,dat} = 91,5-93,7\%$ .

*Термообработка антрацита осуществлялась при температуре 1200-1400°C. В качестве*



регламентирующих показателей использовались выход летучих веществ, удельное электросопротивление и укрывистость пигмента.

Анализ экспериментальных данных свидетельствует о снижении значений такого важного показателя пигментов как укрывистость с ростом температуры обработки исходных антрацитов. Термообработка антрацитов при температурах выше 1250°C практически мало влияет на показатель укрывистости пигмента.

Образцы были апробированы в качестве пигмента для получения масляных красок МА-015, а также в качестве клеевых и холодноводных красок.

Пигмент можно использовать в качестве наполнителя поливинилхлорида и гипсового вяжущего.

### **Сульфоугли**

Сульфоуголь – полуфункциональный сильнокислотный катионит, содержащий сульфогруппы. Производят его из каменных углей методом сульфирования олеумом. Используют для очистки воды и растворов в промышленных целях.

Сульфируемость углей в значительной степени зависит от их стадий метаморфизма и петрографического состава. С увеличением стадии метаморфизма сульфируемость углей в ряду Д-Г-Ж, К-ОС-Т снижается.

Наиболее пригодным сырьем для производства сульфоуглей (сульфокислотных катионитов) могут служить каменные угли средних стадий метаморфизма (марки Ж, КЖ, К, ОС). Оптимальными свойствами исходного сырья для этого процесса обладают коксовые угли.

Основным сырьем для производства сульфоуглей в б. СССР длительное время служили угли марок К, ОС Донецкого и КЖ, К Карагандинского бассейнов. В настоящее время в России перспективную сырьевую базу для этих целей могут составлять угли Кизеловского бассейна (марки Г и ГЖ):  $A^d$  14,2-24,2 %;  $S_t^d$  3,9-5,9 %;  $V^{daf}$  39-47 %;  $y$  8-16 мм.

Характерная особенность кизеловских углей - высокое содержание микрокомпонентов группы липтинита (в среднем 28 %). Витринит (в среднем 44 %) представлен главным коллинитом, телинита ~5 %, инертинита в среднем 18 %.

Как показали экспериментальные исследования, не только витринит, но и липтинит кизеловских углей сульфидируется с образованием сильного катионита.

К числу важных характеристик углей, используемых для получения сульфоуглей, относятся рабочая обменная емкость, находящаяся в прямой зависимости от содержания в угле витринита; фракционный состав, насыпная масса, коэффициент набухания и термостойкость.

Таким образом, для каждого вида нетрадиционной продукции обоснован комплекс углехимических и технологических показателей, которые определяются в соответствии с государственными стандартами. Эти показатели являются базовыми для оценки угольного сырья, рассматриваемого в нетрадиционном направлении использования. Непременным условием достоверности оценки является выявление корреляционных зависимостей между показателями свойств углей и качеством получаемых продуктов переработки. Этим была обусловлена необходимость разработки критериев оценки, которая основана на представлении о функциональной связи вещественно-генетических особенностей углей со способностью их к направленной переработке.

Развитие в промышленном масштабе новых нетрадиционных направлений переработки углей может реально отразиться на их конкурентоспособности и значении в экономике России. Однако работы по созданию и проверке в промышленных условиях новых технологий переработки углей не получили достаточного масштаба, они слабо координируются и зачастую не имеют государственных приоритетов.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Беленький Е.Ф., Рискин И.В. // Химия и технология пигментов. Л.: Химия – 1974. – 561 с.
2. Гаврилов Б.М., Коледин Е.Г., Горлов Е.Г. и др. Использование бурых углей России в производстве буровых растворов // Химия твердого топлива. – 1999. – № 2. – С. 75-79.
3. Дроздник И.Д., Улановский М.Л., Гордиенко А.И. Сырьевая база и основные способы получения углеродных адсорбентов // Кокс и химия. – 1995. – № 10. – С. 13-19.
4. Жарова М.Н. Химические исследования бурых углей в связи с направлениями их использования. // Химия твердого топлива. – 1984. – № 6. – С. 12-17.
5. Калечиц И.В., Коробов В.Ю. Состояние и перспективы гидрогенизации углей. // Химия твердого топлива. – 1998. – № 5. – С. 3-8.
6. Серова Н.Б. Условия образования и закономерности распространения воскодержащих бурых углей кайнозоя СССР. // Литология и полезные ископаемые. – 1987. – № 2. – С. 81-94.
7. Цикарев Д.А., Шуляковская Л.В., Еремин И.В. Петролого-генетические признаки пригодности углей для получения синтетического жидкого топлива. // Химия твердого топлива. – 1989. – № 2. – С. 3-8.

# НАУКИ О ЗЕМЛЕ

## ИЗУЧЕНИЕ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ МЕРЗЛОТНЫХ УСЛОВИЙ ТЕРРИТОРИИ ПЛАНИРУЕМОГО МОСТОВОГО ПЕРЕХОДА ЧЕРЕЗ РЕКУ ЛЕНА В РАЙОНЕ ГОРОДА ЯКУТСКА

*Шестакова Алена Алексеевна*

*кандидат географических наук, старший научный сотрудник  
Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова  
Сибирского отделения Российской академии наук  
г. Якутск*

## STUDY AND MAPPING OF PERMAFROST CONDITIONS OF THE PLANNED BRIDGE CROSSING OVER THE LENA RIVER IN THE AREA OF YAKUTSK

*Shestakova Alena*

*Candidate of Science, Senior Researcher  
of Melnikov Permafrost Institute Siberian Branch  
of the Russian Academy of Sciences,  
Yakutsk*

### АННОТАЦИЯ

В статье приведены геокриологические условия района планируемого мостового перехода через р. Лена – распространение средних годовых температур многолетнемерзлых пород, таликов и мерзлотно-геологических процессов, и явлений и мощность деятельного слоя. Проведен количественный анализ закономерностей пространственного распределения мерзлотных характеристик. Составлена карта-схема распространения таликов. Изучение геокриологических условий послужило для дальнейшего составления геокриологической карты мостового перехода через р. Лена в районе г. Якутска масштаба 1:5000.

### ABSTRACT

The article presents the geocryological conditions of the area of the planned bridge crossing over the Lena river - the distribution of average annual temperatures of permafrost, taliks and permafrost-geological processes, and phenomena and the thickness of the active layer. A quantitative analysis of the regularities of the spatial distribution of permafrost characteristics has been carried out. A schematic map of the distribution of taliks has been compiled. The study of geocryological conditions served for the further compilation of a Geocryological map of the bridge over the Lena river in the area of Yakutsk on a scale of 1:5,000.

**Ключевые слова:** мерзлотные условия; температура грунтов; деятельный слой; криогенные процессы; талик; р. Лена.

**Keywords:** geocryological conditions; soil temperature; active layer; cryogenic processes; talik; Lena river.

Территория Республика Саха (Якутия) достаточно хорошо изучена в геокриологическом отношении. Мерзлотные условия – температура грунтов, мощность деятельного слоя и распространение криогенных процессов имеют важное значение для оценки состояния территорий с развитием вечной мерзлоты. Изучение их необходимо для устойчивого социально-экономического развития, оценки экологического состояния территорий в условиях современных изменений климата и усиления антропогенного воздействия на природную среду.

Температура грунтов наиболее важная характеристика для изучения не только современного состояния ландшафтов, но и их динамики. Изменение температуры грунтов приводит к активизации криогенных процессов,

что является основным критерием устойчивости ландшафтов. Так, например, в последние три десятилетия, повышение температуры грунтов на 1°C на безлесных ландшафтах в Центральной Якутии привело к вытаиванию верхних оголовков повторно-жильных льдов, что вызвало массовое развитие термокарста [2]. На территории России, занятой вечной мерзлотой, за период 1965-2005 гг. были характерны значения линейных трендов средней годовой температуры грунтов от 0,01 до 0,04 °C в год [1].

На исследуемой территории выделено 16 интервалов значений температуры грунтов. Следует отметить, что пространственная дифференциация температуры достаточно разнообразная. Температурные данные были объединены в 4 группы (рис. 1).

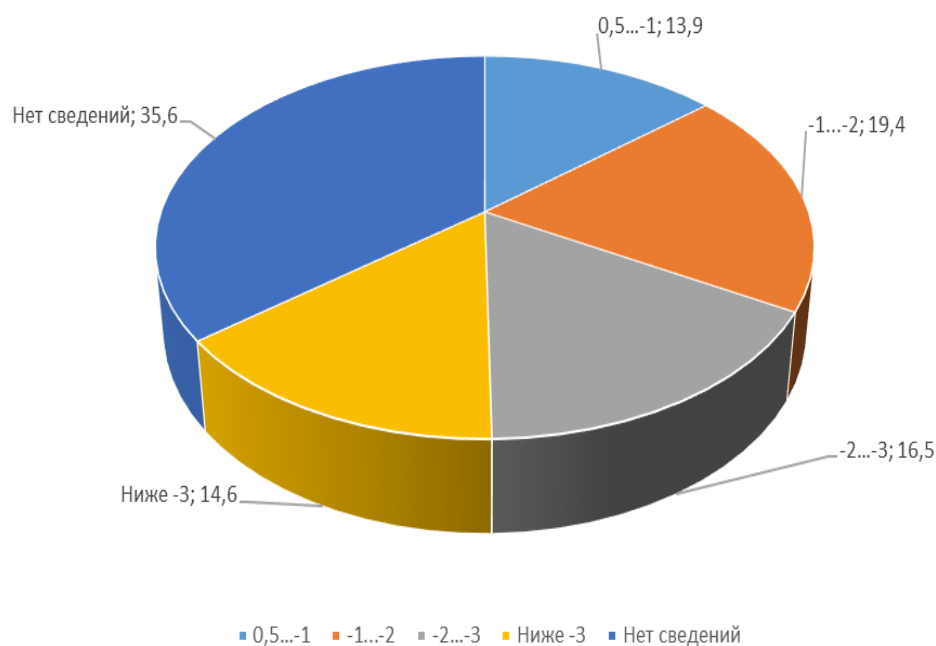


Рисунок 1. Пространственное распределение значений температуры грунтов.

Так, ландшафты с переходными температурами грунтов от 0,5 до -1 °C занимают 13,9 % территории. Наиболее распространены высокотемпературные мерзлотные ландшафты (температура от -1 до -2 °C), которые занимают 19,4 % территории. Среднетемпературные ландшафты (температура грунтов от -2 до -3 °C) составляют 16,5 % и низкотемпературные (температура грунтов ниже -3 °C) занимают 14,6 %. Около 36 % территории мостового перехода не содержит сведений о температуре грунтов.

На рассматриваемой территории подозерные, старичные и сквозные талики под руслом р. Лены занимают 16 % территории. Они составляют 5 таликовых зон: I зона – несквозные талики мощностью менее 10 м; II зона – несквозные талики мощностью более 10 м; III зона – талики несквозные, возможно сквозные мощностью более 10 м; IV зона – несквозные талики мощностью более 10 м, а также с отдельными таликами мощностью до 20 м под руслами и протоками малых рек; V зона – талик сквозной под руслом р. Лены.

В аллювиальных отложениях обнаружены надмерзлотные (интервал глубины залегания 2,6-8,0 м) и межмерзлотные (интервал глубины залегания 10,5-13,2 м) водоносные талики малой мощности. Так, у левого берега р. Лены всеми скважинами вскрыт надмерзлотный водоносный талик с глубины 1,5-2,1 м. Мощность его 1,0-1,7 м. Участок от 7,15-7,80 км (эстакадная опора) занимает среднюю и высокую пойму. В средней пойме с глубины 2,5-3,0 м широко распространены надмерзлотные талики. Температура талых грунтов в слое годовых теплооборотов от 0,0 до 1,4 °C. В аллювиальных отложениях средней поймы широко распространены надмерзлотные водоносные талики. Они обнаружены почти на 50 % площади между руслом р. Лены и Хаптагайской протокой и

вскрыты вблизи стариц р. Тамма. Кровля надмерзлотных таликов залегает на глубине от 2,0 до 5,7 м, мощность изменяется от 2,5 до 8,0 и более метров. Отдельными скважинами вскрыты талые водоносные перезимки в интервале глубин от 2,0-2,5 до 2,5-2,7 м.

Температура грунтов в таликах на глубине 10 м варьирует в пределах 0,0-2,4 °C. В аллювиальных отложениях на участках старичных понижений распространены водонасыщенные талики мощностью около 6 м. Плановые границы таликов не выходят за пределы водной поверхности старичных озер и проток.

Мощность деятельного слоя состоит из сезонно-талого и сезонно-мерзлого слоев и является одной из наиболее динамичных характеристик криолитозоны. Значения мощности деятельного слоя неразрывно связаны с изучением динамики ландшафтов в области вечной мерзлоты. Увеличение и уменьшение ее параметров может привести к большим изменениям в структуре ландшафтов. Запасы влаги, биопродуктивность ландшафтов, активизация криогенных процессов и другие особенности ландшафтов в первую очередь зависят от изменения мощности деятельного слоя. Якутия входит в мировую систему мониторинга за динамикой мощности деятельного слоя CALM [3].

На территории мостового перехода выделено 5 групп значений мощности деятельного слоя. Наиболее распространены ландшафты со значениями мощности деятельного слоя более 2 м, они занимают 43,5 % территории. Ландшафты со значениями глубин СТС 0,5-1,0 м, 1,0-1,5 м, 1,5-2,0 м занимают 1,2 %, 12,5 % и 6,6 % соответственно рассматриваемой территории. Незначительные территории – 0,5 % занимают ландшафты со значениями мощности деятельного слоя менее 1 м. Территории, не имеющие сведения о значениях глубин СТС составляют 19 % (рис. 2).

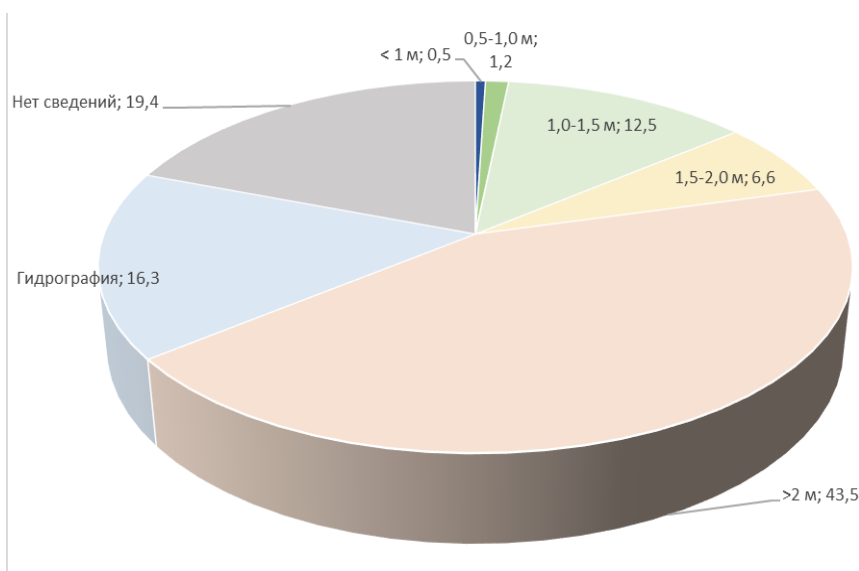


Рисунок 2. Пространственное распределение глубины деятельного слоя.

Интенсивность развития, распространенность и пораженность криогенными процессами является одним из основных показателей оценки состояния многолетнемерзлых пород. Криогенные процессы тесно взаимосвязаны с льдистостью отложений, так же, как и с поверхностными отложениями. Слабая льдистость отложений большинства ландшафтов рассматриваемого района предполагает ограниченное развитие криогенных процессов.

На пойме и высокой пойме мелких рек развиваются боковая эрозия берега, морозобойное растрескивание наряду с эоловыми и русловыми процессами, и заболачиванием. На низкой, средней, высокой поймах крупных рек и низкотеррасовом типе местности также наблюдается боковая эрозия берега, морозобойное растрескивание и отчасти пучение, и термокарст в виде полигональных просадок. На пашнях, просеках, вырубках и гарях, находящихся на средневысотных террасах и древнетеррасовом типе местности, развиты термопросадки на переувлажненных участках. На сырых лугах осоково-вейниковых происходит процесс заболачивания. Достаточно опасен также склоновый на коренных берегах тип местности, где получили развитие термоэрозия, морозобойное растрескивание, солифлюкция на средней и нижней части склона. На юго-западе территории мостового

перехода наблюдается активное морозобойное трещинообразование.

Результаты количественного анализа закономерностей пространственного распределения мерзлотных условий в дальнейшем следует использовать при проектировании мостового перехода через р. Лена в районе г. Якутска.

#### Список литературы:

1. Павлов А. В., Малкова Г. В. Мелкомасштабное картографирование трендов современных изменений температуры грунта на Севере России // Криосфера Земли. – 2009. – Т. 13. – Вып. 4. – С. 32–39.
2. Fedorov, A. N., Ivanova, R. N., Park, H., Hiyama, T., Iijima, Y. Recent air temperature changes in the permafrost landscapes of northeastern Eurasia // Polar science. – 2014. – Vol. 8. – Issue 2. – pp. 114–128. DOI://DX.DOI.ORG/10.1016/J.POLAR.2014.02.001.
3. Nelson, F. E., Shiklomanov, N. I., Christiansen, H. H., Hinkel, K. M. The circumpolar active layer monitoring (CALM) Workshop: Introduction // Permafrost and periglacial processes. – 2004. – Vol. 15. – Issue 2. – pp. 99–101. DOI: 10.1002/ppp.488.

**ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ТЕПЛО –  
И МАССООБМЕНА В ПРИЗЕМНОМ АТМОСФЕРНОМ СЛОЕ.**

**Канцырев Б.Л.**

*Доктор физ.-мат. наук,*

*Институт океанологии РАН им. П.П. Ширшова (Москва)*

**PARAMETRIZATION OF THE HEAT AND MASS EXCHANGE PROCESS IN  
THE SURFACE ATMOSPHERIC LAYER.**

**B.L. Kantsyrev**

*Doctor Phys.-Math. Sci.,*

*Institute of Oceanology RAS P.P. Shirshova (Moscow)*

DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2021.3.72.488

**АННОТАЦИЯ**

При построении численных моделей атмосферы и взаимодействующего с ней приземного атмосферного слоя (ПАС) используется подход «параметризации», то есть представление процессов с масштабами, более мелкими, чем масштаб ячеек расчётной сетки, предназначенной для моделирования процессов более крупных масштабов.

**ANNOTATION**

When constructing numerical models of the atmosphere and the surface atmospheric layer (PAS) interacting with it, the “parametrization” approach is used, that is, the representation of processes with scales smaller than the scale of the cells of the computational grid intended for modeling processes of larger scales.

**Ключевые слова:** параметризация, конвективный теплообмен, теплопроводность, модель Рейнольдса, приземный слой.

**Keywords:** parametrization, convective heat transfer, thermal conductivity, Reynolds model, surface layer.

**Введение.** Подходом «подсеточной параметризации» [1] в физике атмосферы обычно именуют модель представления процессов с масштабами, более мелкими, чем масштаб ячеек расчётной сетки (предназначенной для моделирования процессов более крупного масштаба) – в терминах и переменных этого крупного масштаба. Для численных расчётов (например, в расчётах вертикальных потоков тепла  $q$ ) в пограничных слоях по измерениям метеопараметров часто используется параметризация [3, 267-273] в виде так называемых аэродинамических балк- формул вида;

$$q = \rho c_p u_z C_q [T_S - T(z)], \quad (2)$$

(где  $\rho$  – плотность и теплоёмкость воздуха,  $T_S$ ,  $u_z$  – температура и скорость ветра на поверхности,  $T(z)$ , – температура на высоте « $z$ »,  $C_q$  – безразмерный «коэффициент обмена», определяемый по результатам наблюдений), которые представляют собой интеграл по вертикальной координате от соотношения вида (1). Подобные соотношения имеют ограниченную область применения. Разработка проблем

параметризации не сводится к получению некоторых замыкающих соотношений, например, в связи с необходимостью решения задач параметризации за последние полвека при анализе процессов в ПАС получила широкое распространение концепция «слоя постоянных потоков». При этом пограничный слой земной атмосферы представлен, как две смежные области; непосредственно примыкающий к земной поверхности слой постоянных вертикальных потоков импульса, массы, тепла-и слой постепенного перехода к свободной атмосфере. Приближение «слоя постоянных потоков» позволяет заменить в пределах ПАС численное решение системы дифференциальных уравнений циркуляции атмосферы аналитическими зависимостями, основанными на выводах теории подобия. Вместе с тем, концепция «постоянных потоков» является идеализацией, допустимой лишь в определённых пределах. Например, в монографии Л.Т. Матвеева [4, стр 254] по результатам наблюдений представлена зависимость от высоты  $Z$  над земной поверхностью для вертикального потока тепла  $Q_T$ , обусловленного турбулентной теплопроводностью (Рис.1).

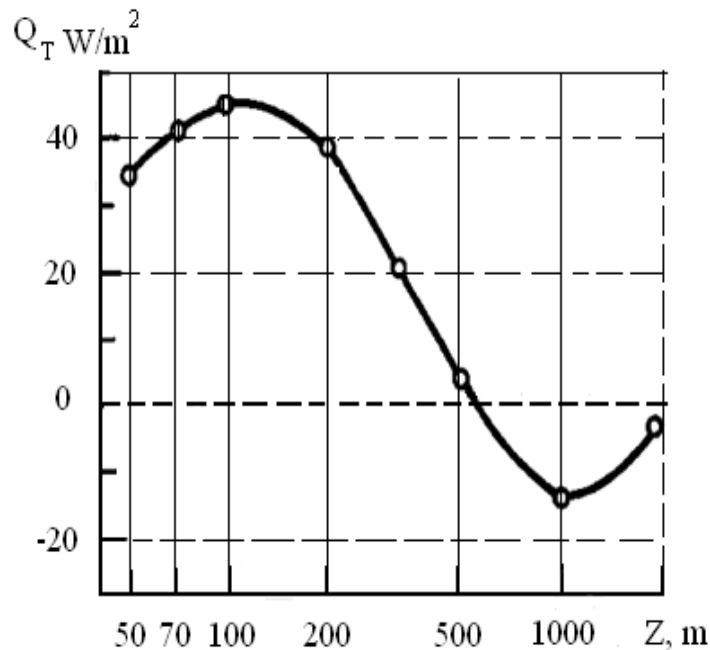


Рис.1

Распределение по высотам вертикального потока тепла, обусловленного турбулентной теплопроводностью.

В связи с этим автор [4] делает вывод о том, что приближение постоянного в пределах ПАС вертикального потока тепла нуждается в модификации.

**Квази-статическая модель для построения параметризации приземного атмосферного слоя.** В работе [5] рассмотрены уравнения циркуляции атмосферы с уравнением движения в приближении, квазистатическом по вертикали, а исходя из нестационарного уравнения неразрывности и баланса тепловой энергии рассмотрено уравнение для вертикальной скорости воздуха  $w$ ;

$$\frac{\partial w}{\partial z} = - \left( \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) - \frac{M}{\gamma M} + \frac{(\gamma-1)Q'}{\gamma g M}, \quad (3)$$

где  $\gamma$ - показатель адиабаты для воздуха,  $g$ - ускорение силы тяжести,

$$M = \int_z^{H(t)} \rho dz, \quad \dot{M} = - \int_z^{H(t)} \left( \frac{\partial \rho u}{\partial x} + \frac{\partial \rho v}{\partial y} \right) dz, \quad (3')$$

где  $Q'$  - полный объёмный приток тепла в атмосферу за счёт излучения, турбулентной теплопроводности, поглощения радиации,  $u, v$ - горизонтальные компоненты скорости ветра.  $H(t)$ - высота постулированной «верхней границы атмосферы», давление на которой соответствует

табличному значению и является граничным условием, обеспечивающим применимость модели сплошной среды.

Покажем, что соотношения для «горизонтальной» части дивергенции скорости и переносимого ветром потока массы  $\dot{M}$  в (3) можно рассматривать в рамках аналогичного допущения о пренебрежимо малых горизонтальных ускорениях  $a$  при моделировании атмосферных явлений на достаточно больших (порядка сотен километров) горизонтальных масштабах.

Для влажного воздуха в пределах высот ПАС (0-100 м) рассмотрена система дифференциальных уравнений неразрывности, баланса импульса, тепло-проводности, диффузии водяного пара в атмосферном воздухе и условия, при которых имеет смысл допущение о стационарности процессов, при котором можно пренебречь инерцией в уравнении баланса импульса и не стационарностью в уравнениях неразрывности, теплопроводности и диффузии.

Введём местную систему координат с осью 'x'- направленной ( $\vec{e}_1$ ) вдоль земной параллели на восток, осью 'y'- направленной ( $\vec{e}_2$ ) вдоль меридиана на север и осью 'z', направленной ( $\vec{e}_3$ ) вверх вдоль местной вертикали.

Запишем, как и в [6], уравнение движения в форме модели Тейлора- Экмана;

$$\Omega_x = 0, \quad \Omega_y = \Omega \cos(\varphi), \quad \Omega_z = \Omega \sin(\varphi), \quad \mathbf{a} = e_1 a_x + e_2 a_y + e_3 a_z, \quad \mathbf{v} = e_1 u + e_2 v + e_3 w$$

$$\mathbf{a} + 2[\Omega \times \mathbf{v}] = -\frac{1}{\rho} \nabla p - \mathbf{g} + \nu e_1 \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \nu e_2 \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \quad (4)$$

Здесь  $\varphi$ -угол географической широты,  $\Omega$ -угловая скорость вращения Земли,  $\mathbf{a}$ - ускорение,  $\mathbf{v}$ - скорость с компонентами  $(u, v, w)$  вдоль координатных осей,  $\rho = \rho(T, p, k_v)$  – соответствует гомогенной смеси совершенных газов; сухого воздуха и водяных паров,  $T$ -температура,  $p$ -давление,  $k_v$  - массовая доля водяных паров.  $v^\tau$  - вертикальный коэффициент турбулентного переноса.

В соответствии с [5] проинтегрируем по координате  $z$  вертикальную компоненту (4) и

$$\frac{\partial p}{\partial t} = g\dot{M} - g \int_z^{H(t)} \frac{\partial \rho w}{\partial z} dz + g \left( \rho \frac{dH}{dt} \right)_{z=H(t)} = g\dot{M} + g[(\rho w) - (\rho w)_{z=H(t)}] + g \left( \rho \frac{dH}{dt} \right)_{z=H(t)},$$

или

$$\frac{\partial p}{\partial t} = g\rho w + g\dot{M} \quad (6)$$

$$\dot{M} = - \int_z^{H(t)} \frac{\partial M}{\partial z} dz.$$

Для конкретизации правой части (7) рассмотрим в приближении модели Монина-

$$V_h(z) = \frac{v_*}{k} \ln \left( \frac{\eta}{\eta_0} \right), \quad \eta = \exp \left( \frac{z}{L_*} \right) + \frac{v^m}{v_* L_*} - 1, \quad \eta_0 = \exp \left( \frac{z_0}{L_*} \right) + \frac{v^m}{v_* L_*} - 1. \quad (8)$$

где  $z_0$  – параметр шероховатости. ( $z_0 \sim 0.1$  от характерного размера неровности поверхности),  $v^m$  – молекулярная вязкость воздуха,

$$L_* = - \frac{v_*^3 c_p \rho}{k \beta q} \quad (9)$$

,  $v_* = \sqrt{\frac{\tau_0}{\rho}}$  – скорость трения ( $\tau_0$  – напряжение трения при  $z=0$ ),  $k$  – число Кармана,  $\beta = g/T$  – параметр плавучести [10],  $q$  – тепловой поток от земной поверхности вверх. Предположим, что  $(\text{rot}(\mathbf{v}))_z$  изменяется с высотой так же, как и скорость ветра;

$$v^\tau(z) = v_\infty^\tau \left[ 1 - (1 - \varepsilon) \exp \left( - \frac{z}{L_*} \right) \right].$$

$$\varepsilon = \frac{v^m}{\kappa v_* L_*}, \quad v_\infty^\tau = \kappa v_* L_*,$$

после подстановок в (7) соотношений для  $V_h$  и  $v^\tau$  получим;

$$\frac{\partial \dot{M}}{\partial z} = v^\tau(z) \frac{\rho}{2\Omega \sin(\varphi)} \left[ \frac{\partial^2 V_h}{\partial z^2} (\nabla \lambda \times \mathbf{n})_z + \frac{\partial^2 \text{rot}(\mathbf{v})_z}{\partial z^2} \right] = \frac{\rho}{2\Omega \sin(\varphi)} \frac{v_* [v_* (\nabla \lambda \times \mathbf{n})_z + \omega_*]}{L_*} \left( \frac{v^m}{v_* L_*} - 1 \right) \frac{1}{\eta(z)} \quad (11a)$$

получим в приближении, безынерционном по вертикали ;

$$p = g \int_z^{H(t)} \rho dz,$$

$$\frac{\partial p}{\partial t} = g \int_z^{H(t)} \frac{\partial \rho}{\partial t} dz + g \left( \rho \frac{dH}{dt} \right)_{z=H(t)}, \quad (5)$$

откуда, учитывая общий вид уравнения неразрывности;

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial \rho u}{\partial x} + \frac{\partial \rho v}{\partial y} + \frac{\partial \rho w}{\partial z} = 0,$$

Для  $\frac{\partial \dot{M}}{\partial z}$ ,  $\dot{M}$  окончательно, аналогично работе [6] получим ;

$$\frac{\partial \dot{M}}{\partial z} \approx v^\tau(z) \frac{\rho}{2\Omega \sin(\varphi)} \left[ \frac{\partial^2 V_h}{\partial z^2} (\nabla \lambda \times \mathbf{n})_z + \frac{\partial^2 (\text{rot}(\mathbf{v}))_z}{\partial z^2} \right], \quad (7)$$

Обухова для приземного слоя в соответствии с [2] соотношения,

моделирующие распределение по высотам для коэффициента турбулентного переноса и скорости ветра. Тогда скорость ветра определяется соотношением;

$$(\text{rot}(\mathbf{v}))_z = \frac{\omega_*}{k} \ln \left( \frac{\eta}{\eta_0} \right). \quad (10)$$

Если на высоте порядка 1 км [7]  $(\text{rot}(\mathbf{v}))_z \approx 410^{-5} \text{ s}^{-1}$ , то  $|\omega_*| \sim 10^{-7} \text{ s}^{-1}$ . Для малых значений завихренности  $|\omega_*| \ll 10^{-7} \text{ s}^{-1}$ , главным слагаемым в квадратных скобках правой части (7) становится первое слагаемое, определяемое неоднородностью распределения температуры и влажности в горизонтальном направлении. Учитывая, что коэффициент турбулентного переноса  $v^\tau$  в соответствии с [8] имеет вид ;

$$\dot{M} = \langle v^r \rangle \frac{\rho [v_* (\nabla \lambda \times \mathbf{n})_z + \omega_*]}{2\Omega \sin(\varphi)} \left( 1 - \frac{v^m}{v_* L_*} \right) \left[ \frac{1}{\eta(z)} - \frac{1}{\eta(H(t))} \right] \quad (11b)$$

(где  $\langle v^r \rangle = v^r(Z_*)$ ,  $z_*$ - значение координаты ( $z < z_* < H(t)$ ), соответствующее теореме о среднем при интегрировании по координате.)

С учётом (3) перепишем уравнение неразрывности в виде;

$$\frac{\partial \rho w}{\partial z} = -\frac{\partial \dot{M}}{\partial z} - \frac{\partial \rho}{\partial t}$$

Поскольку  $\rho = \rho(T, p, k_v)$  и  $\frac{\partial \rho}{\partial p} = \frac{\rho}{p}$ ,  $\frac{\partial \rho}{\partial T} = -\frac{\rho}{T}$ ,  $\frac{\partial \rho}{\partial k_v} \approx \rho \left( \frac{\mu_a}{\mu_v} - 1 \right)$ , получим ;

$$\frac{\partial \rho w}{\partial z} + \frac{\rho w}{L_g} = -\left( \frac{\dot{M}}{L_g} + \frac{\partial \dot{M}}{\partial z} \right) + \rho \left[ \frac{1}{T} \frac{\partial T}{\partial t} - \left( \frac{\mu_a}{\mu_v} - 1 \right) \frac{\partial k_v}{\partial t} \right] \quad (13)$$

Оценка показывает, что в приземном слое

$$\left| \frac{\dot{M}}{L_g} \right| \ll \left| \frac{\partial \dot{M}}{\partial z} \right|, \quad \left| \frac{\rho w}{L_g} \right| \ll \left| \frac{\partial \dot{M}}{\partial z} \right| \quad (13a)$$

Здесь слагаемые  $(\mathbf{v} \nabla T)_h = u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y}$  и  $(\mathbf{v} \nabla k_v)_h = u \frac{\partial k_v}{\partial x} + v \frac{\partial k_v}{\partial y}$  в дальнейшем приняты пренебрежимо малыми, поскольку изменения приземной температуры и массовой доли паров воды наиболее значительны в направлении, перпендикулярном скорости ветра (допущение о переносе температуры воздуха и массовой доли влаги со скоростью ветра). Допущение о стационарном моделировании приземного слоя высотой  $\leq 100$  м. было обосновано в монографии Матвеева Л.Т. [4, стр 226-227, 231] Поэтому запишем уравнение теплопроводности и диффузии в виде, соответствующем [4]. Указанное допущение означает малость времени установления тепловых процессов в приземном атмосферном слое по сравнению с характерным временем изменения интенсивности энерго-обмена вследствие не стационарности излучения. Учитывая это и  $\frac{dp}{dt} = \frac{\partial p}{\partial t} - \rho g w = g \dot{M}$ , заметим также ;

$$\rho w \frac{\partial T}{\partial z} = \frac{\partial \rho w T}{\partial z} - T \frac{\partial \rho w}{\partial z}$$

Учитывая (6) и то, что  $\frac{p}{p} = \frac{\gamma}{C^2}$  (где  $\gamma$ - показатель адиабаты, а  $C^2$  – квадрат скорости звука), получим, для второго слагаемого в правой части (12) ;

$$\frac{\rho \partial p}{p \partial t} = \frac{\rho w}{L_g} + \frac{\dot{M}}{L_g}, \quad \text{где } L_g = \frac{C^2}{g} \approx 10^4 \text{ м.}$$

Тогда для моделирования ПАС уравнение неразрывности (12) примет вид (13) ;

Далее рассмотрим уравнения теплопроводности и диффузии применительно к ПАС. В соответствии с [4], турбулентным потоком тепла и диффузионным потоком массы в горизонтальном направлении можно пренебречь по сравнению с вертикальными, тогда;

$$c_p \rho \left( \frac{\partial T}{\partial t} + (\mathbf{v} \nabla T)_h \right) + w \frac{\partial T}{\partial z} = \frac{\partial (c_p \rho v^r(z) \frac{\partial \theta}{\partial z})}{\partial z} + \frac{dp}{dt}, \quad (14a)$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial z} \approx \frac{\partial T}{\partial z} + \frac{g}{c_p}.$$

$$\rho \left( \frac{\partial k_v}{\partial t} + (\mathbf{v} \nabla k_v)_h \right) + w \frac{\partial k_v}{\partial z} = \frac{\partial (v^r(z) \rho \frac{\partial k_v}{\partial z})}{\partial z} \quad (14b)$$

тогда из (14a) следует ;

$$\frac{\partial}{\partial z} \left[ \xi T - \rho v^r(z) \frac{\partial \theta}{\partial z} \right] = T \frac{\partial \xi}{\partial z} + \frac{g \dot{M}}{c_p}, \quad (15a)$$

аналогично из (14b) следует;

$$\frac{\partial}{\partial z} \left[ \xi k_v - v^r(z) \rho \frac{\partial k_v}{\partial z} \right] = k_v \frac{\partial \xi}{\partial z} \quad (15b)$$

где  $\xi = \rho w$ .

Исходя из стационарности уравнений (15a, 15b), получим из (13,13a) в рамках принятой модели для уравнения неразрывности ;

$$\frac{\partial \xi}{\partial z} = -\left( \frac{\partial \dot{M}}{\partial z} \right) \quad (15c)$$

В (15a) и (15b) соответственно тепловой и массовый поток;

$$q(z) = c_p \left( \xi T - \rho v^r(z) \frac{\partial \theta}{\partial z} \right),$$

$$\xi_v(z) = \xi k_v - v^r(z) \rho \frac{\partial k_v}{\partial z},$$

переменные по высоте. Система уравнений (15,a,b,c) и уравнение состояния  $\rho = \rho(T, p, k_v)$  при  $p = 10^5$  Па - образуют замкнутую систему 4-х уравнений с четырьмя неизвестными;  $\rho, \xi, k_v, T$ .



**Граничные условия.**

В дальнейшем примем, что «подстилаящая поверхность» есть тонкий слой суши или воды, граничащий с атмосферным воздухом. Толщина слоя достаточно мала, чтобы пренебречь его теплоёмкостью. Следовательно, уравнение теплопроводности для слоя сводится к балансу потоков излучения и тепла;

$$\xi L = \phi - G_t - q - q_{oc} . \quad (16)$$

на поверхности  $\xi = \xi_v$ .

$$\phi = G - U,$$

$\phi$  – поток излучения, именуемый в литературе «эффективным потоком».  $L$  - теплота фазового перехода.  $G$  - падающий и  $U$ - восходящий потоки излучения,  $G_t$  – часть падающего излучения  $G$ , пропущенная насквозь подстилаящей поверхностью.  $q$ - поток тепла от подстилаящей поверхности в атмосферу,  $q_{oc}$ -поток тепла в среду, находящуюся ниже подстилаящей поверхности. В

соответствии с [6 ] введём параметр ‘ $q_\Sigma$  ‘- «эффективный приток энергии» для задачи о моделировании ПАС ;  $q_\Sigma \equiv \delta G - q_{oc}$  и окончательно, как и в [ 6 ] получим соотношение баланса потоков на подстилаящей поверхности в виде;

$$q_\Sigma = \xi L + \delta \sigma T_a^4 + q \quad (25)$$

$T_a$  - температура подстилаящей поверхности. На верхней границе приземного слоя толщины  $h_e$  задана температура воздуха  $T_e$  , массовая доля водяного пара  $\kappa_e$  . Кроме указанного, задана скорость трения  $v_* = \sqrt{\frac{\tau_0}{\rho}}$  и характерная завихренность  $\omega_*$ .

**Результаты расчёта.**

На рис. 2 представлена зависимость перепада температуры  $T_a - T_e$  на толщине приземного слоя  $h_e$  от суммарного притока  $q_\Sigma$ . Поскольку данная зависимость монотонна, в дальнейшем все результаты представлены, как функции  $T_a - T_e$

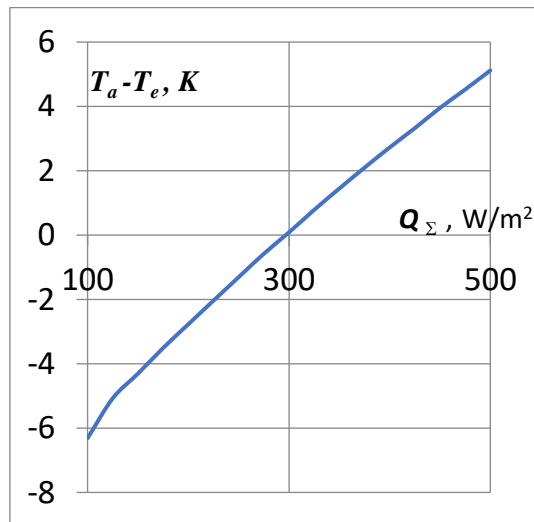


Рис.3

Зависимость от  $(T_a - T_e)$  для теплового потока  $q$ , направленного от подстилаящей поверхности в атмосферу для различных значений завихренности  $\omega_*$  .

Как видно из Рис 3, положительная циклоническая завихренность приводит к увеличению  $q$ , а отрицательная – антициклоническая- к снижению для одинаковых  $(T_a - T_e)$  . Расчёт  $q$ , проведённый для различных  $v_*$  показывает, что тангенс угла наклона кривых 1,2,3

к оси аргументов пропорционален  $v_*$  так же, как в соотношении (2) величина  $q$  пропорциональна  $u_z$ .

На рис.4 представлена зависимость вертикального массового потока  $\xi$  с подстилаящей поверхности ( $z=0$ ) от перепада температуры  $(T_a - T_e)$  для различных значений завихренности  $\omega_*$  .

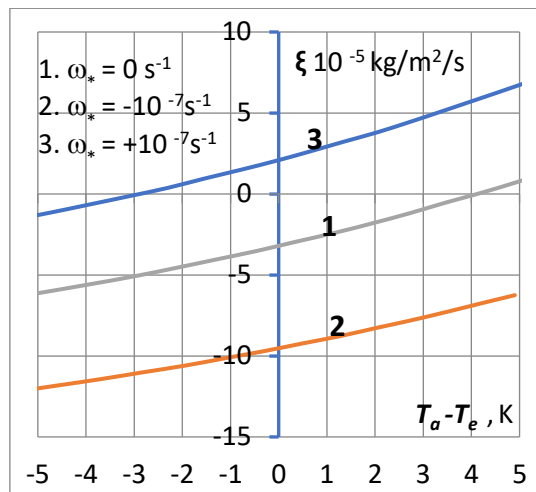


Рис. 4

*Зависимость вертикального потока массы  $\xi$  (для  $z=0$ ) от перепада температур на толщине атмосферного приземного слоя.*

Как видно, при  $\omega_* > 0$  преобладает испарение, а при  $\omega_* < 0$  -  $\xi$  становится конденсационным для одного и того же перепада ( $T_a - T_e$ ).

#### **Заключение**

1. Приведённые в настоящей работе расчётные результаты целесообразно обобщить и аппроксимировать для достаточно малых перепадов температуры на толщине приземного атмосферного слоя. Для этого можно предложить обобщение параметризации вида (2) квазилинейной зависимостью ;

$$q = \rho_{cp} v_* C_1(\omega_*, v_*, Q') [T_S - T(z)] + C_2(\omega_*, v_*, Q')$$

где величины  $C_1$  и  $C_2$  определяются аппроксимацией результатов расчёта, представленного в настоящей работе.

2. Поскольку рассмотренная модель приземного слоя квази - статична по всем трём координатам, соответствующе радиационно-конвективное моделирование атмосферы не потребует ограничений, обусловленных критерием Куранта для временного шага.

#### **Список литературы**

1. Рейнольдс О. Динамическая теория движения несжимаемой вязкой жидкости и определение критерия // Проблемы турбулентности : Сб. переводных статей под ред. М.А.Великанова и Н.Т.Швейковского. — М.—Л.: ОНТИ НКТП СССР, 1936. — С. 185-227
2. А.С. Монин, А.М. Яглом.// Статистическая гидромеханика. Т1,М., Наука, 1963
3. Репина И.А., Артамонов А.Ю., Чечин Д.Г. Взаимодействие атмосферы и океана при различных условиях стратификации атмосферы // В сборнике - Турбулентность, динамика атмосферы и климата, ГЕОС, с. 267-273]
4. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии, Л, 1984
5. Р.И. Нигматулин. Уравнения гидро- и термодинамики атмосферы при малых силах инерции по сравнению с силой тяжести//ПММ, Т 82, вып 4, с 472- 484
6. Б.Л. Канцырев. Оценка изменения с высотой вертикального потока воздуха в поверхностном слое атмосферы для режима, близкого к режиму «чистой конвекции» // Национальная Ассоциация Ученых, Вып. 59, Т. 2, 13-17
7. Л.Т. Матвеев, Ю.Л. Матвеев//Облака и вихри- основа колебаний погоды и климата. Изд. РГГУ, СП-б, 2005, 326 с
8. Л.Т. Матвеев// Физика атмосферы, гл 9, Л. 2000

# СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 504.062.4

## СПОСОБ ВОССТАНОВЛЕНИЯ, ДЕГРАДИРОВАННЫХ ПАСТБИЩ В ПОЛУПУСТЫННОЙ ЗОНЕ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2021.3.72.489

1. *Магомед Мовладиевич Шагаипов д.с.-х.н.,*2. *Хадишат Хамидовна Эсхаджива к.с.-х.н.,*1. *Шагаипов Муса Магомедович н.ст.*1. *ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова*2. *ФГБОУ ВО Чеченский государственный университет, кафедра «Технология производства и переработки с/х продукции»*

С древних времен степные пастбища являются источником сбалансированных и самых дешевых кормов для животных, а так же страховкой в не погоду, круглый год. Тем самым является эколого-экономическим потенциалом, который должен использоваться эффективно поддерживая и укрепляя с целью умеренного употребления биоресурсов для будущего поколения.

В настоящее время на территориях юга страны, а в частности аридных зонах России площади пастбищных земель сбиты и деградированы из за пере нагрузки в 3 и 4 раза допустимой нормы особенно мелким рогатым скотом, уровень гумуса существенно снижен, что в конечном итоге приведет к полному опустыниванию.

Многие ученые, Работнов Т.А. (1974), Нечаева Н.Т. (1954) и др. замечают многостороннее воздействие выпаса животных. В зависимости как используется выпас, если стравливание пастбищ происходит без контроля то, безусловно, приводит к опустыниванию. Либо пастбища контролируются умеренным выпасом, что приводит к улучшению продуктивности и качества корма. Умеренный и регулируемый выпас влияет на качество растительности положительно, воздействуя копытами на почву разрыхляя и откладывая экскременты, внося органическое удобрение.[1,2].

Видные ученые как (А.М. Дмитриев, И.М. Мизиев, Б.А. Винидиктов и др.) предлагают для восстановления естественные природные угодья необходимость вывести овец и дать возможность отдых от нагрузки средне-сильнодеградированным пастбищным угодьям [3,4,5]. Однако профессор Дмитриев А.М. заявляет о необходимости дать возможность отдыха пастбищным угодьям два года для полного восстановления урожайности и биоразнообразия.

**Цель наших исследований** было изучение влияния при заповедном режиме от выпаса овец естественных пастбищных угодий и на продуктивность деградированной степи Северного Прикаспия.

Для получения достоверной информации были поставлены три опытных участка на степных естественных угодьях села Соленого Займище, Астраханской области в зоне полупустынной степи:

№ 1- зона с 10% нагрузкой;

№ 2- зона с 45% нагрузкой;

№ 3- зона с 75% нагрузкой.

Участки ставили схожие между собой по почвенному составу, а также схожестью растительного состава, рельеф равнинный степ на всех трех объектах, лишь не большие микропонижения. Пастбища, содержание овец, на всех фермерских хозяйствах находятся в одинаковых условиях. Нагрузку овец на пастбища распределяли по количеству овец выпасаемых на одном гектаре. По схеме нами были установлены на всех опытных участках по четыре огороженных площадок с учетной площадью 25 м<sup>2</sup>, на площадках исключена хозяйственная или любая другая деятельность.

Каждая площадка считается отдельная повторность.

На этих площадках в течение четырех лет проводились сравнительные исследования урожая динамика роста и развития растений и на соответственных пастбищах. Методика исследования соответственно общепринятая.

Динамика урожайности на огороженных площадках по сравнению с естественными пастбищами показало, что восстановление на огороженном участке активизируется сразу, урожайность повышается при изоляции (табл.1).

Таблица 1.

№ участка (нагрузка)	Режим	Урожайность (среднегодовая), т/га сухой массы			
		Года исследования			
		1	2	3	4
1 (10 %)	Огороженный	1,72	2,02	1,14	1,78
	Естественной	0,52	0,56	0,38	1,04
2 (45 %)	Огороженный	0,71	1,60	0,90	0,66
	Естественной	0,21	0,34	0,22	0,34
3 (75 %)	Огороженный	0,63	1,43	0,95	0,65
	Естественной	0,15	0,26	0,19	0,32

Повышение урожайности на огороженных участках было зарегистрировано на первый год режима изоляции, причем это не зависело от погодных условий. При данной ситуации чем больше нагрузка на естественных участках, тем выше была урожайность на огороженных площадках: на первый год со слабой нагрузкой (10%) урожайность на огороженном участке выше чем на естественных пастбищах в 3,3 раза; при средней нагрузке (45%) в 3,4 раза и при самой высокой нагрузке (75%) в 4,2 раза (см. табл. 1).

Исследуя показатели огороженных участков и естественные угодья в пастбищных условиях было зафиксировано на всех исследуемых участках

вершину урожайности достигло на второй год. Дальнейшие годы на третий и четвертый года эти результаты пошли на спад. (см. табл. 1).

Настоящей причиной выявленных изменений, полагаю, что смена ботанического состава растений в огороженных участках. Нами отмечено на всех огороженных участках с первого года наблюдений началась энергичная вегетация Мятлика луковичного (*Poa bulbosa* L.). Это мелко дерновинный злаковое растение, разрастаясь в отсутствие всякой нагрузки, за период исследования увеличил площадь проективного покрытия в среднем на 15%.

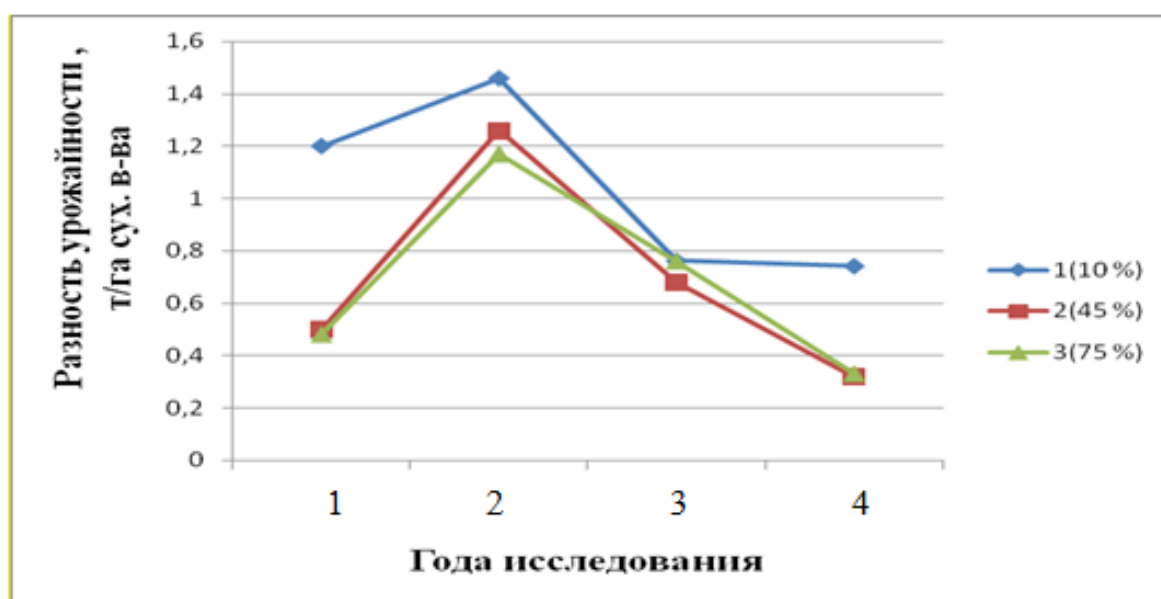


Рис. 1. Динамика урожайности в огороженных и естественных площадках по годам исследования

Огороженные участки оказались не доступными для животных естественно участки заросли мятликовым ковром, что создавало помехи прорастанию другим видам растению.

Спустя четыре года наши наблюдения и исследования показали следующие результаты: при малой нагрузке (10%) урожайность в огороженных участках показало выше, чем на пастбище в 1,7 раза; при средней нагрузке (45%) – в 1,9 раза и при большой нагрузке (75%) – в 2 раза (см. табл.1). Опираясь полученными данными, пришли к

выводу отсутствия нагрузки с третьего года, процесс восстановления прекратился и стал принимать негативную сторону.

По результатам полученными нами при исследовании дает возможность утверждать, что полная изоляция от выпаса животных дает позитивный результат лишь первые два года.

Исследования, полученные нами показали, что при нормированном воздействии или в условиях изоляции на деградированных участках Северного

Прикаспия сукцессии направлены для самовосстановления ее урожайности.

#### Литература

1. Нечаева Н.Т. Влияние выпаса на пастбища Каракумов, как основа пастбищеоборота/ Н.Т. Нечаева// В сб. «Пустыни СССР и их освоение», Изд.АН СССР, 1954. - С.303-369.

2. Работнов Т.А. Луговоедение/ Т.А. Работнов. -М.: Изд-во МГУ, 1974. - 384 с.

3. Дмитриев А.М. Луговоедение с основами луговоедения. ОГИЗ-СЕЛЬХОЗГИЗ-1948. С. 408.

4. Мизиев И.М. Эродированные пастбища вернуть в строй/ И.М.Мизиев, Б.А.Венедиктов,

А.Я.Павловский // Кормовые культуры. 1988. № 5. С. 46-48

5. Гасанов Г.Н. Экологическое состояние и научные основы повышения плодородия засоленных и подверженных опустыниванию почв Западного Прикаспия/ Г.Н. Гасанов, М.М. Абасов, М.Р. Мусаев и др.// Прикаспийский ин-т биол. ресурсов ДНЦ РАН. – М.: Наука, 2006. – 264 с.

6. Шагайпов, М.М. Агроэкологическая оценка земель полупустынной зоны Астраханской области [Текст] /М.М. Шагайпов, В.И. Мухортов // Экологические и социально-экономические аспекты устойчивого развития региона Нижней Волги. - М.: «Современные тетради», 2005. - С. 12-17.

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

## РОЛЬ РОБОТОТЕХНИКИ В РЕАБИЛИТАЦИОННОЙ МЕДИЦИНЕ

*Муртузалиева З.А.*

*Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности*

### АННОТАЦИЯ

Краткое изложение: Медицинская промышленность будет одной из первых сфер, где новые технологии претерпят наибольшие изменения. Эффект от медицинских устройств, которые мы используем ежедневно, очевиден: они позволяют людям регулярно отслеживать информацию о своем здоровье. Таким образом, мы можем своевременно выявлять серьезные заболевания, корректировать свой образ жизни и предотвращать обострение болезни.

**Ключевые слова:** восстановительная медицина, робототехника, микророботы, биопечать органов.

Наука продвигает мир вперед, и инновации необходимы во всех сферах жизни. Примером тому является основная область медицины, а точнее техническая часть медицины. Развивается и медицинская наука, каждый день используются новые методы лечения, новые сложные устройства, поддерживающие новую жизнь человека. Примеры таких устройств - искусственная вентиляция легких или искусственные почки. Кроме того, были разработаны различные устройства для измерения уровня сахара в крови, электронного пульса и артериального давления[1].

Люди начали создавать роботов примерно в конце 20 века, и со временем они претерпели множество изменений и усовершенствований. Сегодня существует много типов роботов. Например: вспомогательные роботы, военные роботы, космические, бытовые и медицинские роботы, широко используемые в космосе [2].

Вспомогательные роботы играют ключевую роль в современном здравоохранении. Поскольку эта часть здравоохранения является новой и находится на ранних стадиях своего развития, несколько изобретений уже успешно разрабатываются во многих странах мира. Эти изобретения неоценимы в помощи профессионалам-медикам. На мой взгляд, основная проблема - это цена таких роботов. Когда медицинские роботы поступят в производство, их сначала приобретут развитые страны, а затем - развивающиеся страны. Сегодня наиболее развитые страны являются слаборазвитыми. К таким странам относятся многие страны африканского континента. Основная причина этого в том, что медицинские роботы очень дороги, и поэтому странам очень дорого покупать таких роботов. Это не соответствует годовому финансовому плану каждой страны. Поэтому считают важным сократить в будущем деньги, необходимые для производства таких роботов [3].

Поскольку медицина - одна из самых обширных областей науки, она относится к области современных нанотехнологий. Нанотехнологии используются, чтобы остановить беспорядочно перемещающиеся бактерии под микроскопом, а затем последовательно их выпрямить. Сильван Мартель, профессор Монреальской

политехнической школы, контролирует движение микробов. Устройство, разработанное канадскими учеными, контролирует перемещение бактерий с помощью магнитных полей с точностью до тысячных долей миллиметра. Ученые недавно продемонстрировали это устройство в действии. Перемещая 5000 бактерий в одной капле воды с определенной регулярностью, бактерии образовывали различные фигуры.

В ближайшем будущем «трудовые ресурсы» могут быть использованы для больших достижений в медицине. Вот уже несколько лет многие лаборатории хотят создать микророботов. Такие микророботы будут выполнять различные операции на теле человека. Пока что инженеры создали только простые прототипы. Но теперь ученые выбрали другой путь. Они предпочитают использовать микроорганизмы вместо сложных и неэффективных устройств. Фигуры, созданные бактериями, можно увидеть только под микроскопом. Эта фигура часто напоминает египетские пирамиды. Аналогия не случайна. По словам Сильвана Мартеля, «пирамиды были одним из первых шагов в создании человеком сложных структур. По этой причине мы решили, что первой фигурой, созданной микроорганизмами, была пирамида. На строительство настоящих пирамид ушло много лет. Бактерии построили эту модель за 15 минут. Микроорганизмы работали вместе. Под микроскопом 5000 бактерий были в форме большого облака. Эти 5000 бактерий движутся по правильному шаблону вместе, образуя форму пирамиды, неся «кирпичи» в ряд, как показано в проекте. Мартель по-прежнему считает, что технология новая и будет успешной в будущем. По мнению канадских ученых, успех технологии микроорганизмов кроется в бактерии *Magnetospirillum magnetotacticum*. По словам С. Мартеля, эти бактерии движутся во много раз быстрее, чем другие, и перемещаются магнитными волнами, потому что они содержат высокие дозы железа [4,5]. Хотя ученые не нашли причину высокого содержания железа в молекуле, они пытаются увеличить его использование. Эти молекулы не только движутся в воде, но один из ученых ввел эти бактерии в лабораторных крыс, заставив их двигаться по венам с помощью

магнитного поля. Было показано, что эти бактерии могут действовать против кровотока. Однако бактерии могли делать это только в небольших капиллярах. Бактерии в большом капилляре не выдерживали скорости потока. Эти микробы не повредили крысам, потому что они не могли размножиться в крови. Через несколько дней микробы в крови погибли и были уничтожены другими бактериями. По словам Владимира Лобаски, физика из Дублинского университета колледжа, «Основная проблема микроботов - это их размер. Сделать двигатель необходимой мощности для устройств такого размера очень сложно. Следовательно, бактерии *S. Martelia* обладают большим потенциалом. У этих бактерий уже есть свои внутренние двигатели. Одно из последних достижений в области микроботов разработано в Швейцарском государственном институте робототехники и интеллектуальных систем. Это похоже на небольшую металлическую спираль, которую можно увидеть только под микроскопом. Когда он попадает в магнитное поле переменной частоты, эта спираль вращается и движется как пропеллер. Траекторию этого устройства можно задавать магнитами. С помощью этого робота инженеры передают необходимые лекарства в разные части человеческого тела. Пока что в этой области не было большого успеха. Это устройство в 10 раз медленнее, чем контролируемые бактерии в Канаде. По словам Мартеля, в этом нет ничего странного, по его словам, было очень сложно создать миллионы лет роста бактерий за такое короткое время на искусственных устройствах. По этой причине студенты Корейского государственного университета Чуннам объединили эти два фактора в своем проекте. В прототипе обнаруженного ими микробота используются синтетические полимеры и клетки сердечной мышцы человека (кардиомиоциты). Ячейки прикрепляются к эластичному каркасу с помощью специально разработанных ножек. По мере сжатия клетки перемещают всю конструкцию, и ножки устройства начинают двигаться. Эти роботы будут использовать клетки сердечной мышцы в качестве двигателя, а растворенный сахар в крови - в качестве топлива. В недавнем эксперименте Сильван Мартел и его коллеги начали вводить микроботов в крыс, больных раком. Затем они сделали томографию этих крыс. Томограф обеспечивает изображение человеческого тела через магнитные поля. Внося некоторые изменения в это устройство, ученым удалось превратить его в блок управления микроботов. Через этот контрольный блок бактерии переместились из сосудистой системы грызунов в область локализации рака. Затем микроорганизмы занесли в область флуоресцентное вещество. В будущих тестах Martel будет включать противораковые препараты от бактерий. Кроме того, нанотехнологии используются при изготовлении новых типов электронной кожи. В первых экспериментах с электронной кожей он был

запрограммирован на прикосновение к бабочке. Таким образом, прикосновение бабочки из рода *Chorinea faunus* фиксируется на электронной коже. Эти электронные оболочки состоят из электродов и устойчивых к давлению резиновых соединений PSR тонких полупроводниковых кабелей. Таким образом, каждый черный квадрат имеет размер небольшого пикселя и реагирует на прикосновение. Создатели очень гордятся чувствительностью этой кожи, говорят, что робот с таким манипулятором легко переносит куриное яйцо, не раздавливая и не роняя. Многие ученые отказались от идеи создания роботизированного аналога кожи, самого большого человеческого органа. Основная часть этой проблемы - способность кожи человека чувствовать все, от прохладного ветра до горячей воды. В последние дни две отдельные исследовательские группы, работающие в Калифорнии, объявили о своем открытии в этой области.

Первая команда из Калифорнийского университета в Беркли использует нанокабели в качестве ключевого элемента для искусственной кожи. Когда команда продемонстрировала свое изобретение, они передали искусственную кожу специальной подушечкой на заранее изготовленной полиимидной ленте, чтобы придать ей функции настоящей кожи. Они добавили во внутреннюю часть подушки германий и силикон. В результате они получили эластичный материал, содержащий нанокабели, которые выполняли роль транзисторов. Вдобавок они добавили изолирующий слой и чувствительную к прикосновению резину (PSR). С помощью фотолитографии компания PSR разместила небольшие перемычки между резиной и нанокабелями, чтобы они не соприкасались друг с другом. Эти перемычки защищают их от соприкосновения друг с другом и увеличивают долговечность материала. Промежутки, создаваемые перемычками, заполнялись тонким слоем алюминия. Электронная кожа с такими эластичными слоями сможет точно показать, где находится давление. Создатели назвали этот скин «электронным скином». Могут использоваться различные материалы, например, кожаная подошва. Например, вы можете использовать пластиковые, резиновые или лотки с разными лекарствами, в зависимости от пациента. Первоначальная версия электронного скина имела матрицу размером 7x7 сантиметров и размером 19x18 пикселей. Внутри каждого пикселя были сотни нанополусов. Такая система могла выдерживать давление от 0 до 15 кПа. Примерно такое давление ощущается, когда кожа человека печатает на клавиатуре или держит небольшой предмет. Ученые утверждают, что их изобретение превосходит другие аналоги. В таких проектах во многих системах используются более гибкие и эластичные натуральные материалы, для работы которых требуется большой ток. Они были первыми учеными, которые использовали монокристаллические полупроводники в качестве

основы для этой технологии искусственной кожи. Монокристаллические полупроводники могут работать только при 5 вольт. Самое интересное, что эксперименты показали, что e-skin 2000 не теряет чувствительности после сгибания. Эта технология в будущем будет использоваться в манипуляторах для работы с чувствительными объектами. Роботизированная рука, которая будет использовать эту кожу, может включать тепловые датчики, различные лекарства и инструменты для других типов операций. Наконец, электронная кожа ощущается почти мгновенно, как человеческая кожа. Это увеличивает безопасность между предметами, на которых обрабатывается кожа, и людьми. По результатам испытаний эта кожа может покрывать весь объем манипулятора или весь объем робота. Вторая команда была из Стэнфордского университета и могла производить искусственную кожу другим способом. Создатели этого скина, изображенного на картинке, использовали изоляционную резину с высокой эластичностью, которую они сделали между двумя электродами. Такой резиновый слой может накапливать электричество в качестве конденсатора. Когда резина подвергается давлению, она изменяет электрические заряды внутри нее, что позволяет определить плотность объекта, контактирующего с искусственной кожей. Ученые экспериментально доказали, что они могут чувствовать даже самое слабое прикосновение своей искусственной кожи. В своих экспериментах они использовали мух. В эксперименте кусок искусственной кожи был толщиной 1 миллиметр с квадратной формой по 7 сантиметров с каждой стороны. Искусственная кожа смогла идентифицировать насекомых весом 20 миллиграммов и реагировать на них. Под микроскопом кожа напоминала поле пирамид с острыми концами. В таком материале количество пирамид на одной площади может варьироваться от нескольких тысяч до 25 миллионов. Это просто зависит от необходимой плотности. Основное отличие этого типа материала от других состоит в том, что в других материалах почти вся искусственная кожа была сделана из монолитного материала. С другой стороны, было показано, что монолитный материал со временем снижает плотность и снижает точность электрических нагрузок. В этом виде искусственной кожи между пирамидами размещены небольшие расстояния. Благодаря этим расстояниям материал легко сгибается и может вернуться в прежнее состояние, не теряя своей плотности. Эта искусственная кожа, созданная учеными из Стэнфорда, намного превосходит другие по эластичности и прочности. Эта кожа не растягивается, но, поскольку ее легко гнуть, ее можно использовать на металлических руках роботов. Создатели этого электронного скина рассказали Nature Materials, что их изобретение недорогое и имеет широкий спектр применения. В будущем планируется использовать эти электронные повязки для обработки кожи. Эти повязки смогут регистрировать тяжесть травмы с

помощью датчиков. Есть даже предположения, что в будущем эти датчики будут использоваться в автомобилях. К рулевому колесу прикреплены датчики, которые предупреждают водителя о необходимости заснуть, когда давление в его руке падает. Обе команды верят, что будут развивать свои изобретения. Результаты экспериментов вселяют уверенность, что в будущем роботы будут покрыты такой кожей. Хотя роботы могут отличаться от людей, эта технология придаст новое значение слову робот-андроид.

Биопсия органов в настоящее время является наиболее развитым и многообещающим направлением в медицине. 3D-печать живых органов дает возможность для многих инноваций: с ее помощью можно создавать искусственную хрящевую, костную и мышечную кожу. В ближайшем будущем на 3D-принтере можно будет печатать более сложные органы человеческого тела. По мнению ученых из Института лазерных проблем и информационных технологий, в будущем в Биопринтере можно будет создать человека за 2 часа 47 минут. Лучшее достижение в этой области - американская компания Organovo, основанная в 2007 году. В 2015 году Organovo запустила искусственную печень человека под названием exVive3D. Кожа ExVive3D изготавливается на 3D-принтере, который можно использовать для проверки действия и эффективности этих лекарств до того, как они поступят в продажу.

Геномика и персонализированная медицина - анализ ДНК (дезоксирибонуклеиновой кислоты) стал стандартной процедурой в развитых странах с тяжелыми заболеваниями. Это позволяет врачам проверить, совместим ли метаболизм человека с какими-либо лекарствами. Более дешевое тестирование ДНК стимулирует развитие персонализированной медицины. Персональное тестирование ДНК теперь стоит 2000 долларов. Снижение этой цены предотвращает наследственные заболевания и любые патологии, которые могут возникнуть у человека. Модификация генома человека, то есть своего рода изменение, также является одним из ключевых направлений в этой области. В 2015 году им впервые удалось вылечить пациента с помощью генетической модификации. Британские врачи выяснили, что генная терапия может остановить развитие рака у детей. Запущенный в конце 2015 года Google Genomics - это сервис, предназначенный для хранения различных геномов. Любой желающий может разместить здесь свой геном за 25 долларов в год. Это позволит людям в будущем заменять больные геномы новыми.

Одним из основных вопросов, обсуждаемых Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), является внедрение интеллектуальных информационных технологий (ИИТ) в медицину и ускорение развития здоровья с помощью искусственного интеллекта. Сегодня под интеллектуальными информационными системами



понимается система, объединяющая электронные архивы пациентов, анализы с медицинских приборов, результаты лабораторных исследований, современный обмен информацией (например, внутренняя система электронной почты больницы, Интернет и т. Д.). Однако, согласно действующим экономическим, социальным и медицинским законам, основная задача - не профилактика заболеваний в медицинских учреждениях, а лечение и реабилитация пациентов после заражения. Охрана здоровья в городской инфраструктуре ведет к развитию новых методов медицины в организациях здравоохранения. Однако основной причиной отсутствия прогресса на этих путях развития является отсутствие финансирования, отсутствие четких стандартов и формирование групп для такой научной работы. По мере увеличения среднего возраста населения будет увеличиваться количество сердечно-сосудистых заболеваний, инсультов и других заболеваний. После любого сердечного приступа, инсульта, травмы спинного мозга важно, чтобы пациент выполнял как можно больше физических упражнений. К сожалению, пациенты обычно проходили физиотерапию в больнице. С помощью следующего поколения медицинских роботов пациенты смогут выполнять эту физиотерапию дома. Робототехника также начинает использоваться для раннего выявления и лечения психических заболеваний, таких как аутизм. Специально разработанные тренировочные роботы используются для укрепления памяти у людей с особым умственным развитием.

В действующих медицинских учреждениях процесс реабилитации разделен на разные последовательные этапы в зависимости от места и времени: стационар - стационарно-курортное лечение - амбулаторное лечение. На первом этапе пациенту разъясняются послеоперационный дискомфорт и возможные осложнения заболевания, начинается стабилизация послеоперационного лечения, проводятся регулярные упражнения для физической и психической адаптации. Вторая очередь - санаторий-курорт. В основном это этап перехода пациента из стационарной лаборатории в простую больницу. На этом этапе, если симптомы пациента остаются стабильными, его переводят на третий этап, то есть в обычную больницу. На

последнем этапе после лечения проводится тщательное обследование организма и уделяется внимание развитию поврежденных органов.

По окончании лечения, в зависимости от организма пациента, назначаются лекарственные препараты, предотвращающие рецидив заболевания. Несмотря на все эти этапы, создание такой системы на практике порой невозможно. Основная проблема - это необходимость больших денежных средств на реабилитацию пациентов, государство не оплачивает санаторно-курортное лечение и, самое главное, отсутствие оборудования в больницах. Совет Европы разработал новую программу развития робототехники. В эту программу вложено 600 миллионов евро для увеличения производства робототехники. Корея намерена вложить 1 миллиард долларов в развитие этого сектора в течение следующих 10 лет. Они подтвердили свою готовность инвестировать в такие страны, как Австралия, Сингапур и Китай. Если развитые страны, такие как США, не распределяют государственные пошлины в сфере робототехники, в ближайшем будущем они потеряют лидирующие позиции в этой сфере.

#### Литература

1. Международный журнал новейших медицинских технологий. [http://www.medgadget.com/archives/2005/07/da\\_vinci\\_robot.html](http://www.medgadget.com/archives/2005/07/da_vinci_robot.html) (последний доступ 27 января 2006 г.).
2. Мелдром, Д. Р. 2000. Автоматизация для геномики: Часть 1, подготовка к секвенированию. *Genome Research* 10 (8): 1081–1092, август.
3. Мелдром, Д. Р. и Л. Е. Кавраки. 2004. Робототехника и вдохновленные робототехникой алгоритмы для молекулярной и клеточной биологии: диагностика, геномика, протеомика. Семинар NSF по статусу робототехники в США, Арлингтон, Вирджиния, 21–22 июля.
4. Нельсон, Б. и Ю. Чжэн. 2004. Состояние робототехники в США: Био / Фармацевтика. Семинар NSF по состоянию робототехники в США, Арлингтон, Вирджиния, 21–22 июля.
5. Тейлор, Р. 2004. Медицинская робототехника и компьютерная интегрированная хирургия. Семинар NSF по состоянию робототехники в США, Арлингтон, Вирджиния, 21–22 июля.

УДК 624.072.2:539.4

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОДОЛЬНОГО ОБЖАТИЯ НА ПРОЧНОСТЬ СТЕНКИ ДВУТАВРОВЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СО ЗНАКОПЕРЕМЕННОЙ ЭПЮРОЙ ИЗГИБАЮЩИХ МОМЕНТОВ В ЗОНЕ ДЕЙСТВИЯ ПОПЕРЕЧНЫХ СИЛ

*Абдуллаев А.Р., Селимханов Д.Н., Ахмедова Р.К.*

*Махачкалинский филиал*

*ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно- дорожный  
государственный технический университет»,*

*г. Махачкала*

DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2021.3.72.491

### АННОТАЦИЯ

Проведены экспериментальные исследования по изучению влияния продольного обжатия на прочность стенки двутавровых железобетонных балок.

Установлено, что при центральном приложении продольной сжимающей силы, прочность стенки двутавровых железобетонных балок имеющих знакопеременную эпюру изгибающих моментов в зоне действия поперечных сил, практически мало зависит от степени продольного обжатия.

Проведен сравнительный анализ полученных результатов с результатами подобных экспериментальных исследований проведенных на двутавровых железобетонных балках с однозначной эпюрой изгибающих моментов в зоне действия поперечных сил.

**Ключевые слова:** экспериментальные исследования, продольное обжатие, двутавровые железобетонные балки, прочность стенки, наклонные трещины, поперечная сила, эпюра изгибающих моментов.

Влияние предварительного обжатия на прочность стенки двутавровых железобетонных элементов остается недостаточно изученным. Результаты имеющихся экспериментальных исследований [1,2,5] свидетельствуют о том, что на прочность стенки железобетонных элементов имеющих высокий процент поперечного армирования ( $\mu_{sw} = 1\div 2\%$ ), предварительное обжатие не оказывает существенного влияния. Ранее проведенными исследованиями [3,4,] на обычных двутавровых железобетонных балках с  $\mu_{sw} = 1,5\%$ , и однозначной эпюрой изгибающих моментов в зоне действия поперечных сил установлено положительное влияние продольного сжимающего усилия на прочность стенки двутавровых железобетонных элементов при внецентренном его приложении в сторону растянутой от изгиба грани.

Учитывая изложенное, с целью уточнения и дополнения результатов имеющихся экспериментальных исследований, были изготовлены 6 двутавровых железобетонных балок, 4 из которых были испытаны на совместное действие продольных сжимающих и поперечных сил, при соотношениях  $N/Q = 2,2$  и  $N/Q = 4,4$ , а 2 балки только на действие поперечных сил.

Все опытные образцы были изготовлены из тяжелого бетона с кубиковой прочностью от 24,1 МПа до 27,9 МПа и имели одинаковые размеры и армирование: продольное армирование нижних полок 4 Ø 16 А-500; верхних 4 Ø 16 А-400; поперечное армирование стенки 2Ø 6 А-300 с шагом 8 см.

Фактические размеры образцов, призменная прочность бетона и опытные значения разрушающих усилий приведены в табл. 1.

После набора прочности, все балки были испытаны на специальной установке, с помощью системы траверс по схеме приведенной на рис.1. Длина зоны среза в средней части балок была принята постоянной и равной  $3h_0 = 96$  см. Продольное сжимающее усилие прикладывали только по центру тяжести приведенного сечения элемента. Для приложения к образцам продольной сжимающей силы на балку устанавливалась силовая рама. Продольные и поперечные усилия на опытные образцы создавались с помощью 100 и 40 - тонных домкратов, и ручного гидравлического насоса. Для замера деформаций продольной и поперечной арматур на опытные образцы устанавливались индикаторы часового типа ИЧ-10 и ИЧ-2. Деформации укорочения бетона стенки измерялись с помощью тензометрических датчиков, а прогибы индикаторами ИЧ-10.

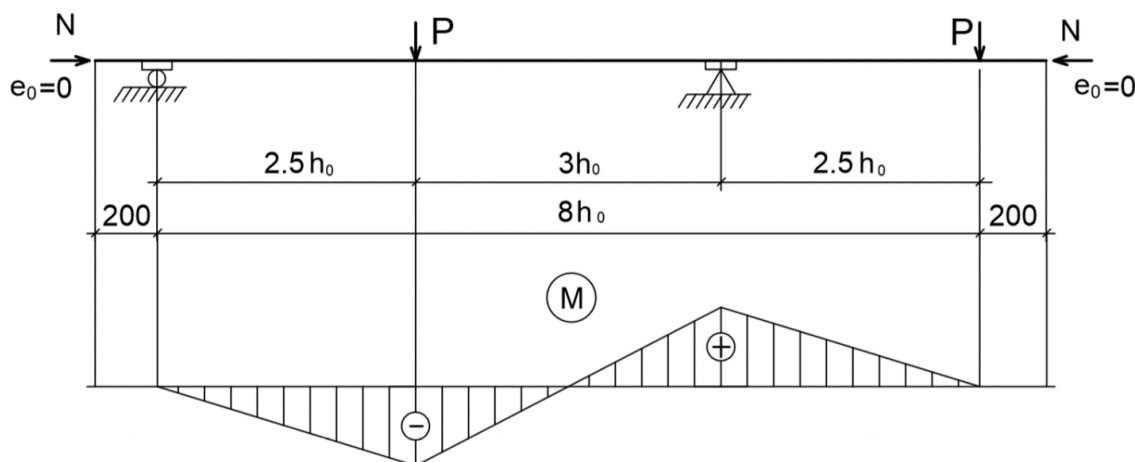


Рисунок 1. Схемы испытания опытных образцов балок и эпюра изгибающих моментов

При испытании, первые трещины в балках без продольного обжатия появились в средней части по высоте стенки в исследуемых зонах среза балок, где действуют максимальные поперечные силы. В дальнейшем при увеличении нагрузки в стенках балок образовалась густая сеть наклонных трещин, угол наклона которых составлял  $42 \div 45^\circ$ . Усилия образования первых наклонных трещин в стенке составляли около  $15 \div 20\%$  от разрушающих нагрузок.

Первые наклонные трещины в балках с соотношением  $N/Q=2,2$  появились при нагрузках  $Q_{тр} = 0,2Q_p^{оп}$ , а в балках с  $N/Q=4,4$  при нагрузках  $Q_{тр}$

$= (0,25 \div 0,3)Q_p^{оп}$ . С увеличением величины продольной силы обжатия от нуля (балки БД-II-3, БД-II-3д) до  $4,4Q$  (балки БД-IIIN-3.3, БД-IIIN-3.4), средний угол наклона трещин уменьшился от  $42^\circ$  до  $34^\circ$ . Нормальные трещины в балках появились позднее при более высоких нагрузках. Так, в образцах с соотношением  $N/Q=2,2$ , нормальные трещины в полках образовались только при нагрузках составляющих  $60\%$  от разрушающих, а в балках с  $N/Q=4,4$  нормальные трещины в полках практически не образовались до самого разрушения.

Таблица 1

**Характеристики и результаты испытания опытных образцов балок**

Шифр балки	Относительная длина зона среза $c/h_0$	Размеры сечения, (см)		Прочность бетона $R_b$ , МПа	Общая нагрузка на балку по манометру $2P$ , кН	Поперечная сила в зоне разрушения $Q$ , (кН)	Относительная прочность $Q/R_b b h_0$	$\sigma/N$
		$b$	$h_0$					
БД-II-3	3	5,3	32,3	19,8	231,8	117,3	0,346	0
БД-II-3д	3	5,0	32,0	20,2	227,2	115,0	0,356	0
БД-IIIN-3.1	3	5,3	32,5	21,3	263,6	133,2	0,363	2,2
БД-IIIN-3.2	3	5,2	32,5	20,5	236,3	119,5	0,345	2,2
БД-IIIN-3.3	3	5,2	32,5	21,8	272,7	132,2	0,361	4,4
БД-IIIN-3.4	3	5,0	32,0	18,8	209,1	105,9	0,352	4,4

Разрушения всех образцов произошло вследствие раздробления бетона стенки, при нагрузках приведенных в табл.1., при этом каких-либо признаков разрушения балок по наклонным сечениям не наблюдалось и полки балок остались неповрежденными (рис2).

По результатам проведенных испытаний, построена опытная зависимость относительной прочности ( $Q/R_b b h_0$ ) от степени продольного обжатия  $\sigma_b/R_b$ , где  $\sigma_b$  напряжения обжатия в бетоне на уровне центра тяжести приведенного сечения

(рис.3). Как видно из рисунка, с увеличением степени продольного обжатия до  $\sigma_b/R_b = 0,5 \div 0,55$ , относительная прочность стенок двутавровых железобетонных элементов повышается незначительно по сравнению с прочностью необжатых балок. Здесь же приведена зависимость относительной прочности стенки балок от степени продольного обжатия в балках с однозначной эпюрой изгибающих моментов полученная на основе экспериментальных исследований проведенных нами ранее [3]. Прочность стенки в

этом случае повышается на 5-6% при увеличении степени продольного обжатия до  $\sigma_b/R_b = 0,3 \div 0,4$ , но дальнейшее увеличение  $\sigma_b/R_b$  вызывает снижение

относительной прочности стенки двутавровых железобетонных элементов .

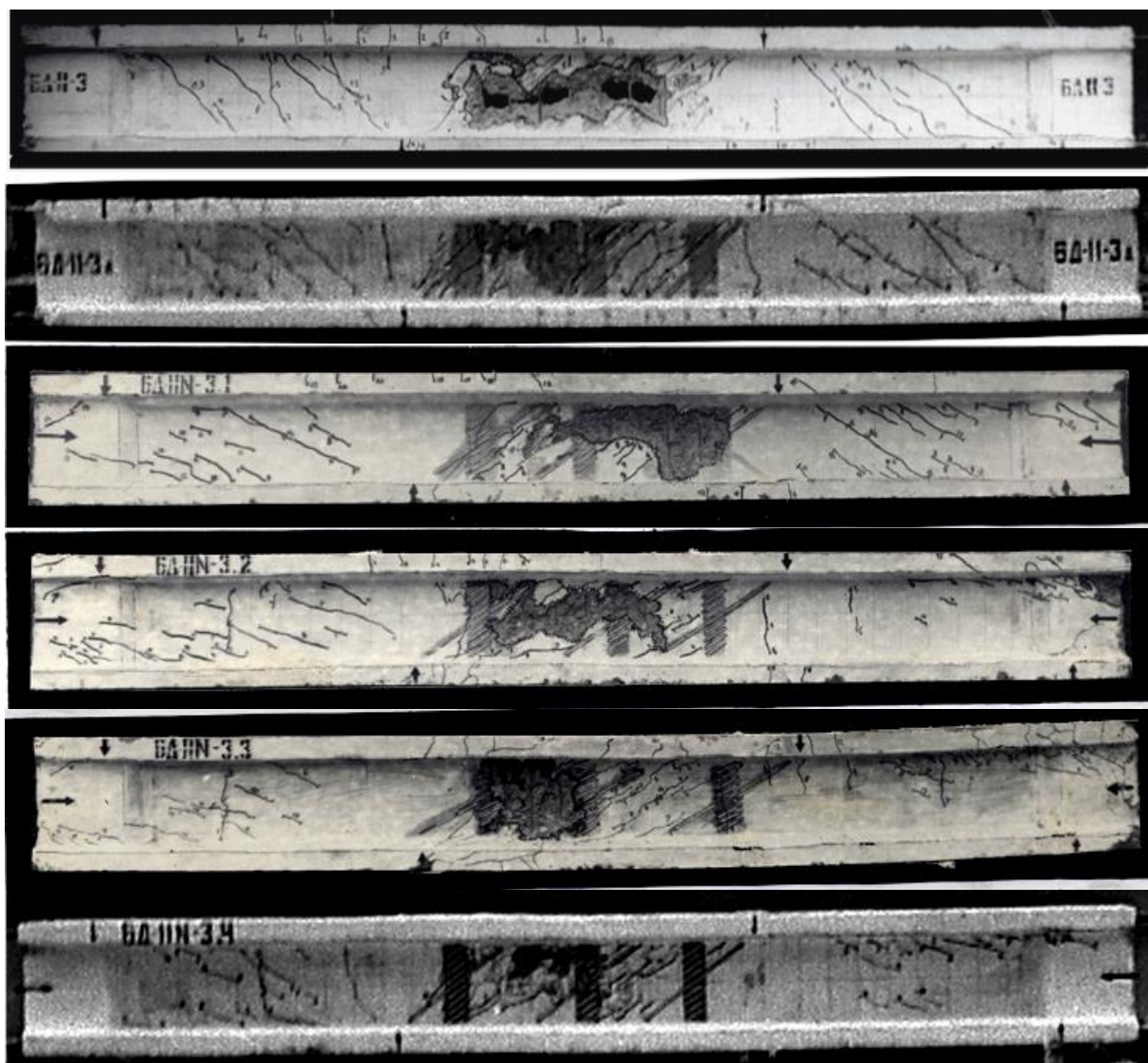


Рисунок 2. Опытные образцы балок после испытания

Полученные результаты с учетом результатов экспериментальных исследований проведенных ранее [3] позволяют сделать вывод о том, что относительная прочность стенки балок имеющих

как однозначную так и знакопеременную эпюру изгибающих моментов в зоне действия поперечных сил, при центральном обжатии, практически мало зависит от степени продольного обжатия.

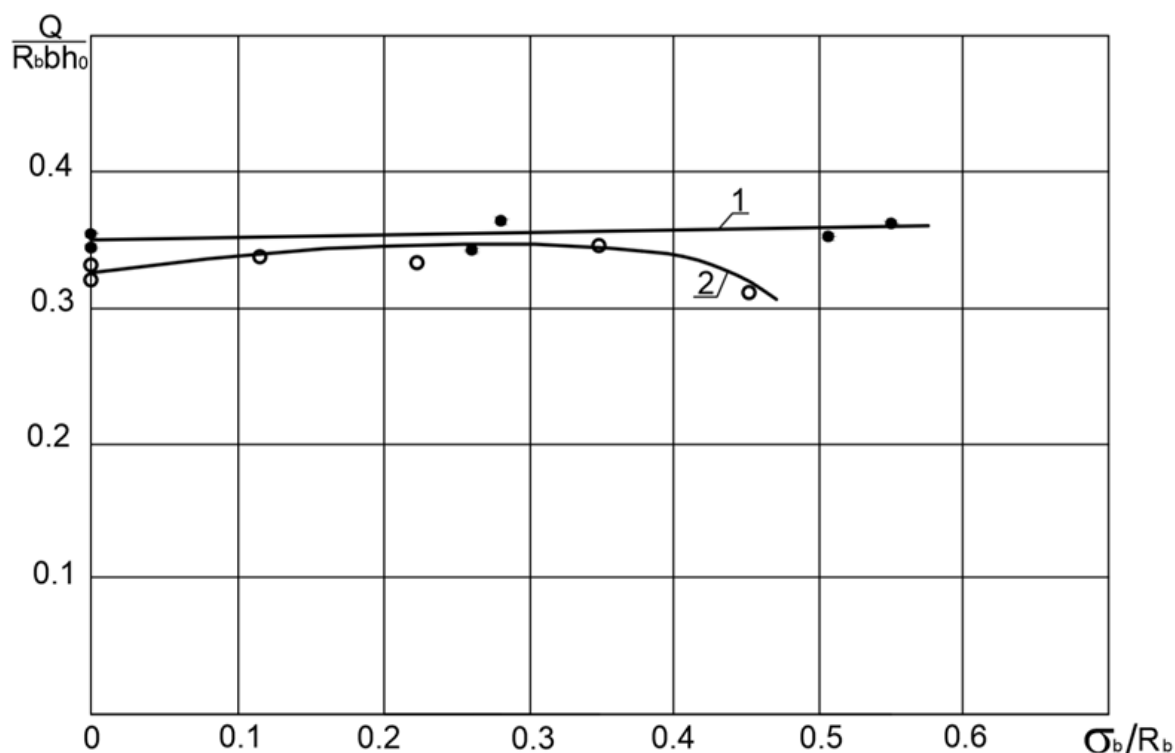


Рисунок 3. Зависимость относительной прочности стенки балок от степени продольного обжатия: 1- балки с двузначной эпюрой изгибающих моментов; 2- балки с однозначной эпюрой изгибающих моментов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Боришанский М. С., Николаев Ю. К. Образование косых трещин в стенках преднапряженных балок и влияние предварительного напряжения на прочность при действии поперечных сил // Сб. НИИЖБ «Прочность и жесткость железобетонных конструкций». – Москва. – 1978.
2. Алиев Г. С. Прочность и трещиностойкость стенок двутавровых железобетонных балок из тяжелого и облегченного бетонов при действии поперечных сил: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Ленинград, 1979.
3. Алиев Г. С., Аваев Н. М., Абдуллаев А. Р. Экспериментальные исследования влияния

продольного обжатия на прочность стенки двутавровых железобетонных элементов при действии поперечных сил // Вестник ДГТУ «Технические науки». – Махачкала. – 2002. – № 4.

4. Абдуллаев А.Р., Алиев Г.С., Батдалов М.М. Исследование влияния продольного обжатия на прочность стенки двутавровых железобетонных элементов при действии поперечных сил // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2007. – №2. – С. 87-89

5. Lyngberg B.S. Ultimate shear resistance of partially prestressed reinforced concrete I – beams. In.: “ACI Journal”. Proceedings. Vol. № 4, 1976

#### РАЗВИТИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА «ГЕНЕРАТОР ИДЕЙ – ЛАБОРАТОРИЯ ЕГО ПОДДЕРЖКИ» У СТУДЕНТОВ ТЕХНИКУМА

*Петрова Светлана Дмитриевна*

*кандидат педагогических наук, преподаватель,  
ГБПОУ Краевой индустриальный техникум,  
г. Пермь*

#### АННОТАЦИЯ

Постоянное развитие и совершенствование производственных технологий, внедрение аддитивных технологий, автоматизированного конструирования, мехатронных систем, композитных материалов, программного управления оборудованием являются одним из приоритетных направлений экономики нашей страны. Профессиональное образование столкнулось с проблемой повышения уровня технической компетентности обучающихся по востребованным профессиям и специальностям «ТОП - 50»: с одной стороны нехватка педагогических кадров техникумов и колледжей, с другой - кадров рабочих и специалистов среднего звена.

Мы отмечаем, что эвристика в последние годы стала признанной методологической основой разработки и совершенствования техники и производственных процессов.

Актуальность обращения к этой проблеме определяется масштабностью подготовки СПО студентов технического профиля (54% от общего количества студентов).

**Ключевые слова:** техническая компетенция, студенты СПО, эвристические задачи, «генератор идей – лаборатория его поддержки», ТРИЗ, техническое мышление.

Для СПО как никогда остро стоит вопрос о повышении уровня сформированности технической компетентности будущих техников, сдачи демозаменов, подготовки и участия студентов в чемпионатах WorldSkills.

Одной из форм развития технического мышления и компетентности студентов технического профиля является участие лучших студентов в чемпионатах Worldskills.

При подготовке к чемпионату со студентами проводятся дополнительные занятия по чемпионатным заданиям. Так как принять участие в чемпионате студентов достаточно много, приходится проводить отборочный тур внутри специальности. Конкуренция среди студентов довольно высокая и на чемпионат попадают лучшие из них.

Студенты, которые принимали участие в чемпионате получили, хороший опыт и знание, в области переработки нефти. В 2020 году на чемпионат попали студенты, которые не проходили производственную практику на предприятии и участие в чемпионате дало им понимание, как работает оператор технологических установок. Какие навыки необходимы для работы на технологической установке, какие качества в характере важны для этой работы, как нужно взаимодействовать в коллективе. В дальнейшем у этих студентов производственная практика прошла достаточно успешно, некоторые были приглашены работодателем для работы на предприятии, где они проходили практику.

С 2021 года в техникуме стал внедряться демонстрационный экзамен по стандартам Worldskills в компетенции «Переработка нефти и газа». Нужно отметить студенты, которые принимали участие в подготовке к чемпионату и в самом чемпионате более лучше дали экзамен, чем другие студенты этой специальности.

Значимость и успех подготовки будущих техников будет определяться систематическим развитием и формированием у них технической компетентности как основы их подготовки.

Вопросами основой интеграции знаний в структуре и развитии профессионально-значимых качеств, способностей и мышления будущих рабочих и специалистов технического профиля в XXI веке занимались такие ученые как С.Я. Батышев, Э.Ф. Зеер, Л.В. Занфирова; эвристические подходы в образовании изучали Г.С. Альтшуллер, А.В. Хуторской, М.М. Зиновкина, Р.Т. Гареев; концепцию проблемного обучения в профессиональной школе рассматривали И.Я. Лернер, М.Н. Скаткин; сущность, принципы и дидактические особенности задачного подхода - Г.А. Балл, Г.Д. Бухарова, Н.Н. Тулькибаева; идеи компетентностного развития, личностно-развивающего образования, креативного развития,

субъектного становления и саморазвития личности в профессиональном образовании - В.Г. Рындак, В.И. Андреев, Т.А. Ольховая.

На сегодняшний день в СПО при подготовке будущих техников мы обращаем особое внимание на средний возраст студентов 15-16 лет, их средний балл аттестата об основном общем образовании (3,7 балла на профессиях, 4,3 балла на специальностях), уровень общеобразовательной и специальной подготовки, практика ориентированность обучения, преобладание учебных и производственных практик (70% от общего объема образовательной программы).

Низкий уровень базовой общеобразовательной подготовки будущих техников необходимо повышать с помощью применения новых педагогических технологий на занятиях: эвристические приемы, командные методы работы со студентами, решение эвристических и проблемных задач, приближенных к будущей профессиональной деятельности, направлены на формирование технических компетенций и развития способностей студентов колледжа.

Доказано, что эвристика как элемент творчества, креативности, инноватики является неотъемлемой частью множества современных профессий и специальностей (Н.И. Куприянчева, Т.А. Марфутенко, В.Н. Михелькевич, В.М. Басов).

Предлагаем среди средств педагогики выделить эвристические задачи, которые могут стать стержневым элементом фондов оценочных средств СПО для компетентностных уровней «уметь» и «владеть», позволят: развить техническое мышление, вовлечь студентов в решение задач актуального профессионально-ориентированного технического содержания; организовать работу «в команде», по принципу «генератор идей – лаборатория поддержки», создать ситуации взаимодействия и состязательности среди студентов.

К внедрению в образовательный процесс педагогических технологий и различных видов задач подвинуло внедрение профессиональных стандартов производственных отраслей, требования ФГОС СПО, ТОП – 50, запросы работодателей региона, оценивались мнения выпускников колледжа, реалии и перспективы их профессионального роста. Определелись ресурсы и дефициты развивающей среды колледжа.

Мы отмечаем, что эвристика в последние годы стала признанной методологической основой разработки и совершенствования техники и производственных процессов. Их продуктивно используют в химической (А.В. Бабенко, А.А. Образцов) и в нефтехимии (Е.Р. Мошев), автомобильном (И.С. Кошечев, А.А. Хорычев) транспорте; в электронике и мехатронике (Ш.Э.

Аберкулов, Л.Г. Львов, В.Л. Крючков); в связи с телемеханике (А.В. Пушнин); в автоматизированном проектировании и управлении технологическими процессами машиностроения (М.А. Смагин, М.А. Цыканова, Д.И. Загороднев).

На первом курсе важно заинтересовать студентов сферой техники и производства, убедить их, что только интуиции и бытового опыта недостаточно для современного специалиста. С этой целью нами применялись экскурсии, знакомство с инновационным региональным производством, презентации, видеоролики в сочетании с тестирующими методиками. Студенты в режиме самостоятельной работы знакомились с интернет – ресурсами, сериями образовательных программ, работой сайтов и порталов. На втором курсе мотивация к обучению стимулировалась техническими играми, соревнованиями, состязаниям, викторинами. На третьем курсе - инженерно-технические игры на основе «мозгового штурма», «мозговой атаки» с использованием ТРИЗ, АРИЗ, на четвертом курсе – анализ конкретных производственных ситуаций, решение эвристических производственных задач.

На всех этапах исследования использовались следующие формы и методы диагностики роста

уровня развития технического мышления студентов: пробные, проверочные и другие контрольные работы, тестовые задания практического характера, экспертиза макетов и стендов, сделанных руками студентов, лабораторно-практические работы по спецпредметам, анализ производственной практики (отчеты, дневники, отзывы), выпускные квалификационные работы итоговой аттестации, а также методик обработки экспериментальных данных.

Эвристические задачи имеют нарастающую сложность в границах будущей профессионально-технической деятельности специалиста среднего звена, вариативный уровень трудности и сложности предлагаемой студентам эвристической задачи соответствует этапу обучения, уровню сформированности технической компетентности - «генератора идей» и общетехнической подготовке его «лаборатории поддержки».

Нами на занятиях в рамках практических занятий были сформированы микрогруппы студентов с учетом особенностей развития технического мышления по принципу «Генератор идей – лаборатория поддержки» рис. 1.



Рисунок 1 – Результаты диагностики

В таком варианте, возможно, было ставить и решать эвристические задачи различного уровня сложности. Идею решения определял «Генератор» (сильный, знающий студент), а помощь в поиске информации, расчетах, моделировании, документировании и решении более простых подзадач выполняли члены группы - «лаборатория поддержки». В такой организации учебной деятельности мы отмечаем и дополнительный эффект формирования устойчивых дружеских и учебных отношений в группах.

Для развития технического мышления, технической компетентности студентов колледжа необходим комплексный образовательный ресурс - междисциплинарные учебные задачи, которые включают в себя задачи на узнавание и воспроизведение; на сопоставление и обобщение; на интерпретацию и верификацию; на креативное решение (инженерная графика, электротехника и электроника, метрология, стандартизация и сертификация, общая и профессиональная психология, теоретическая механика, детали

машин, сопротивление материалов, материаловедение).

Нами в рамках предметно-цикловой комиссии по подготовке преподавателей была организована работа по реализации новаций, проведены семинары и мастер-классы для внедрения позитивных результатов, обмен опытом среди преподавателей других учебных заведений. Было издано учебное пособие «Эвристические задачи как средство формирования технической компетентности студентов колледжа», проводились курсы повышения квалификации преподавателей на базе Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета.

Применение в учебном процессе комплекса эвристических задач позволило обеспечить повышение качества подготовки студентов в цикле общепрофессиональных и специальных дисциплин, и профессионального модуля для будущих техников специальностей «Техническое обслуживание и ремонт радиоэлектронной техники», «Переработка нефти и газа», «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта», обогатить и усилить интерес, мотивацию к технической деятельности, расширить и углубить знания и понимания законов техники, овладеть языком техники, накопить опыт изготовления технических изделий, что способствовало формированию технической компетентности у студентов.

#### Список литературы

1. Абдрашитов, А. Ф. Развитие комбинаторного мышления у будущих учителей технологии в процессе графического образования: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / А. Ф. Абдрашитов. - Уфа, 2010. – 23 с.
2. Абульханова-Славская, К. А. Деятельность и психология личности / К. А. Абульханова-Славская. - М., 1980. - 335 с.
3. Агеева, М. Г. Развитие технического мышления студентов ССУЗОВ в процессе обучения физике: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02/ М. Г. Агеева. – М., 2005. - 24 с.
4. Акбарова, З. Ш. Профессионально-ориентированное обучение будущих специалистов среднего звена технического профиля: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / З. Ш. Акбарова. - Великий Новгород, 2016. - 24 с.
5. Актуальные вопросы развития среднего профессионального образования: практическое пособие / под общ. ред. А. Н. Лейбовича. – М.: Федеральный институт развития образования, 2016. – 256 с.
6. Александров, А. А. Техническое творчество студентов как средство повышения качества их профессиональной подготовки: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 / А. А. Александров. – Магнитогорск, 2006. – 24 с.
7. Алексеев, В. П. Системный анализ и методы научно-технического творчества / В. П. Алексеев, Д. В. Озеркин. – Томск, 2003. – 303 с.
8. Альтшуллер, Г. С. Как стать гением. Жизненная стратегия творческой личности / Г. С. Альтшуллер, И. Л. Верткий. – Минск, 1994. – 480 с.
9. Ананьев, Б. Г. Избранные психологические труды: в 2 т. / Б. Г. Ананьев. - М., 1980. – 286 с.
10. Андреев, В. И. Эвристическое программирование учебно-исследовательской деятельности (в обучении естественным предметам): автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01 / В. И. Андреев. - Казань, 1983. -24 с.
11. Анохин, П. К. Философские аспекты теории функциональной системы / П. К. Анохин. – М., 1978. - 123 с.
12. Арламов, А. А. Проблемы методологии педагогики: постнеклассический период / А. А. Арламов, В. Почтер // Педагогика. – 2008. – № 5. – С. 98–104.



# ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

## ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АСПРЕДЕЛЕНИЯ СРЕДСТВ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ БОРЬБЫ С УЧЕТОМ НАЛОЖЕННЫХ НА НИХ ОГРАНИЧЕНИЙ

**Паршин Анатолий Васильевич**

кандидат физ.-мат. наук, профессор  
ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия  
им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,  
г. Воронеж

**Филатов Евгений Борисович**

курсант  
ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия  
им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,  
г. Воронеж

## OPTIMIZATION MATHEMATICAL MODEL DISTRIBUTION OF RADIO ELECTRONIC COMBAT MEANS SUBJECT TO THEIR LIMITATIONS

**Anatoly Vasilievich Parshin**

candidate of physical and mathematical sciences, professor  
Military Research Center of the Air Force «Air Force Academy named after  
prof. N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin»Voronezh

**Filatov Evgeny Borisovich**

cadet  
Military Research Center of the Air Force «Air Force Academy named after  
prof. N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin»Voronezh

### АННОТАЦИЯ

Предложена математическая модель оптимального распределения средств радиоэлектронной борьбы (РЭБ) с учетом ограничения на расстояния до целей. Приведены результаты расчетов для примера с конкретными числовыми данными. Рассмотрена теоретико-вероятностная интерпретация предложенной математической модели.

### ABSTRACT

A mathematical model of the optimal distribution of electronic warfare means is proposed, taking into account the restrictions on the radio to the targets. The calculation results are given for an example with specific numerical data. The theoretical and probabilistic interpretation of the proposed mathematical model is considered.

**Ключевые слова:** математическая модель; оптимальное распределение; радиоэлектронная борьба; ограничения; средства РЭБ; теоретико-вероятностные интерпретации.

**Keywords:** mathematical model; optimal distribution; electronic warfare; restrictions; electronic warfare means; probabilistic-theoretical interpretations.

Задача оптимального (по определенным параметрам) целераспределения средств РЭБ является весьма актуальной для практики войск радиоэлектронной борьбы. В качестве этих параметров часто рассматривают расстояния от станций помех до целей. Вполне естественным является желание решить такую задачу, привлекая средства математической теории оптимизации.

*Ц е л ь р а б о т ы – п о с т р о и т ь математическую модель оптимального целераспределения станций помех с учетом ограничения на расстояния до целей. Провести расчеты на основе предложенной модели для примера с конкретными числовыми данными. Рассмотреть теоретико-вероятностную интерпретацию предложенной модели.*

Рассмотрим следующую задачу целераспределения.

Имеется  $n$  станций помех (каналов подавления) и  $n$  целей (объектов РЭБ), которые

необходимо подавить. На каждую цель можно назначить только одну станцию помех, и каждая станция помех может быть назначена только одной цели.

Известны расстояния  $c_{ij}$  ( $i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, n$ ) от  $j$ -й цели до  $i$ -й станции помех. Требуется так распределить станции помех по целям, чтобы суммарное расстояние от станций до целей было минимально.

Для решения поставленной задачи введем обозначения:

$x_{ij} = 1$ , если  $i$ -я станция назначена на  $j$ -й объект,  
 $x_{ij} = 0$ , если  $i$ -я станция не назначена на  $j$ -й объект.

Тогда математическая модель задачи будет иметь вид:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \min,$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \quad \text{где } i = 1, \dots, n,$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \quad \text{где } j = 1, \dots, n.$$

Задача по существу сводится к выбору элементов данной матрицы  $(c_{ij})$  по одному в каждой строке и каждом столбце так, чтобы их сумма была минимальной. Простой перебор здесь исключен, так как число возможных вариантов велико:  $k = n!$ , где  $n$  - количество средств и целей. К примеру  $8! = 40320$ ;  $9! = 362880$ ;  $10! = 36288000$  и т.д.

До настоящего момента было предложено два метода решения задачи о назначениях: венгерский метод и метод Мака. Оба метода основаны на том факте, что оптимальный выбор не меняется, если к

каждому элементу некоторой строки и столбца добавить одно и то же число или вычесть его.

Действительно, покажем, что если набор  $\{x_{ij}\}$  минимизирует сумму  $\sum c_{ij} \cdot x_{ij}$  при

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad \text{и} \quad \sum_{i=1}^n x_{ij} = 1,$$

то этот же набор минимизирует и сумму  $\sum c'_{ij} \cdot x_{ij}$  при тех же ограничениях, где  $c'_{ij} = c_{ij} - U_i - V_j$ , где  $U_i, V_j$  - некоторые числа (константы).

Другими словами, если  $c_{ij}$  заменить на  $c'_{ij}$ , то приходим к задаче, эквивалентной исходной.

Значит из строки или столбца матрицы  $(c_{ij})$  можно вычитать любые числа. Для доказательства рассмотрим, как связана новая целевая функция с исходной:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij} &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (c_{ij} - U_i - V_j) \cdot x_{ij} = \\ &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij} - \sum_{i=1}^n U_i \sum_{j=1}^n x_{ij} - \sum_{j=1}^n V_j \sum_{i=1}^n x_{ij} = \\ &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij} - \sum_{i=1}^n U_i - \sum_{j=1}^n V_j. \end{aligned}$$

То есть новая целевая функция отличается от исходной на константу.

Венгерский метод, предложенный венгерским математиком Эгервари, основан на некоторых нетривиальных комбинаторных свойствах матриц. Его довольно трудно программировать, и он широко распространен лишь как «ручной» метод решения задач о назначениях.

Метод Мака имеет преимущество в более простом интуитивном обосновании. Это - логический процесс. Этот метод основан на идее выбора в каждой строке минимального элемента. Вообще говоря, минимальные элементы строк не расположены по всем  $n$  столбцам матрицы. Здесь используется идея сложения (или вычитания) одного и того же значения со всеми элементами строки или столбца, чтобы распределить

минимальные элементы строк по столбцам (тогда они образуют оптимальный набор).

Далее представим программу, позволяющую провести расчеты методом Мака на основе предложенной математической модели для примера с конкретными числовыми данными. Программа написана на языке Бейсик и следует описанному в [1] итерационному процессу. Она написана так, что по желанию можно или минимизировать, или максимизировать целевую функцию. В процессе выполнения программы матрица  $R$  коэффициентов целевой функции сохраняется. Рабочая матрица  $P(=+R, +\min, -\max)$  меняется в процессе вычисления.

Пусть для примера матрица  $R$  исходных данных имеет вид:

```
93 93 91 94 99 99 90 92
96 93 90 94 98 96 97 91
96 90 91 90 92 90 93 96
93 94 95 96 97 10 92 93
94 93 95 91 90 97 96 92
94 93 96 90 93 89 88 91
94 96 91 90 95 93 92 94
93 94 6 95 91 99 91 96
```

Листинг программы:

```
PRINT "РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О НАЗНАЧЕНИЯХ МЕТОДОМ МАКА"
READ N
READ MZ
DIM R (N, N), P (N, N), IC(N, N)
```

```
DIM MA (N), IP (N), MB (N), JV (N), LR (N)
FOR I=1 TO N: FOR J=1 TO N
READ R (I, J)
NEXT J: NEXT I
FOR I=1 TO N: NM (I)=0
FOR J=1 TO N: P (I, J)= - MZ * R (I, J)
NEXT J: NEXT I
M=1E10
FOR I=1 TO N: NM=M
FOR J=1 TO N
IZ=P (I, J)
IF IZ > IM THEN GOTO 310
IM=IZ:L=J
310 NEXT J
NM (L)=NM (L)+1:K=NM(L)
IK (L, K)=I
MA (I)=IM
JR (I)=L
NEXT I
400 J=0
410 J=J+1
IF J >N THEN GOTO 1500
IF NM (J) < 2 THEN GOTO 410
JU=NM (J)
FOR K=1 TO JU
IP (K)=IC (J, K)
NEXT K
NC=1
LR (1)=J
JK (J)=1
MB (J)=0
520 IV=M
FOR K=1 TO JU
I=IP (K)
FOR JD=1 TO N
IF JK (JD)=1 THEN GOTO 630
IZ=P (I, JD) - MA (I)
IF IZ > IV THEN GOTO 630
IV=IZ
JC=JD
IR=I
630 NEXT JD
NEXT K
FOR JX=1 TO NC
MB (LR (JX))=MB (LR (JX))+IV
NEXT JX
FOR K=1 TO JU
MA (IP (K))=MA (IP (K))+IV
NEXT K
MB (JC)=0
JK (JC)=1
NC=NC+1
LR (NC)=JC
IM (JC)=IR
IM (IR)=JC
JY=NM (JC)
IF JY=0 THEN GOTO 840
FOR JX=1 TO JY
JU=JU+1
IP (JU)=IC (JC, JX)
NEXT JX
GOTO 520
840 FOR JX=1 TO NC
```

```

LS=LR (JX)
JK (LS)=0
FOR I=1 TO N
P (I, LS)=P (I, LS)+MB (LS)
NEXT I
NEXT JX
NM (JC)=1
IC (JC, 1)=IR
930 JP=JR (IR)
JR (IR)=JC
IM=0
JQ=NM (JP)
FOR IL=1 TO JQ
IZ=IC (JP, IL)
IF IZ=IR THEN GOTO 1020
IM=IW+1
IC (JP, IM)=IC (JP, IL)
1020 NEXT IL
IF JQ > 1 THEN GOTO 1080
IR=IM (JP)
JC=JP
JC (JP, JQ)=IR
GOTO 930
1080 NM (JP)=JQ-1
GOTO 400
1500 T=0: PRINT "I J R (I, J) "
FOR J=1 TO N
JV (IC (J, 1))=J
NEXT J
FOR I=1 TO N
J=JV (I)
T=T+R (I, J)
PRINT I, J, R (I, J)
NEXT I
IF MZ=1 THEN PRINT "МАКСИМУМ РАВЕН" ;T
IF MZ=-1 THEN PRINT "МИНИМУМ РАВЕН" ;T
END

```

2000 DATA 8, -1 ← В этой строке 8 означает размерность матрицы; -1 означает то, что решается задача минимизации (1 - максимизация)

```

DATA 93 93 91 94 99 99 90 92 ← С данной строки
вводится собственно матрица
DATA 96 93 90 94 98 96 97 91
DATA 96 90 91 90 92 90 93 96
DATA 93 94 95 96 97 10 92 93
DATA 94 93 95 91 90 97 96 92
DATA 94 93 96 90 93 89 88 91
DATA 94 96 91 90 95 93 92 94
DATA 93 94 6 95 91 99 91 96

```

Получаем следующее решение предложенного примера:

```

I J R (I, J)
1 1 93
2 8 91
3 2 90
4 6 10
5 5 90
6 7 88
7 4 90
8 3 6

```

Итак, оптимальным является следующее целераспределение:

$$x_{11} = x_{28} = x_{32} = x_{46} = x_{55} = x_{67} = x_{74} = x_{83} = 1,$$

т.е. первая станция назначается для подавления первого объекта РЭБ, вторая - для восьмого, третья - для второго, четвертая - для шестого, пятая - для пятого, шестая - для седьмого, седьмая - для четвертого, восьмая - для третьего объекта. При этом оптимальное значение целевой функции равно 558.

Рассматриваемая задача может иметь также следующую теоретико-вероятностную интерпретацию.

Если  $c_{ij}$  трактовать как известные вероятности радиоподавления  $i$ -м средством  $j$ -й цели и измерять ущерб, наносимый противнику, математическим ожиданием числа подавленных целей, то математическая модель задачи примет вид:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \max,$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \text{ где } i = 1, \dots, n,$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \text{ где } j = 1, \dots, n,$$

$x_{ij} = 1$ , если  $i$ -я станция назначена на  $j$ -й объект,  
 $x_{ij} = 0$ , если  $i$ -я станция не назначена на  $j$ -й объект.

Решение этой задачи для рассматриваемого примера с использованием приведенной выше программы имеет вид:

I	J	(I, J)
1	5	99
2	1	96
3	8	96
4	4	96
5	7	96
6	3	96
7	2	96
8	6	99

Следовательно, первая станция должна быть назначена на пятый объект РЭБ, вторая - на первый, третья - на восьмой, четвертая - на четвертый, пятая - на седьмой, шестая - на третий, седьмая - на второй, восьмая - на шестой. При этом максимальное значение целевой функции равно 774. Это означает, что математическое ожидание числа подавленных целей, соответствующее полученному оптимальному целераспределению, равно 7,74, т.е. при полученном целераспределении можно ожидать практически полного подавления всех восьми объектов РЭБ.

Таким образом, задача оптимального распределения станций помех с учетом ограничения на расстояния до целей может быть решена с помощью предложенной математической модели. При этом данная модель позволяет также находить максимальное значение математического ожидания числа подавленных целей, соответствующих полученному оптимальному целераспределению. Для проведения числовых расчетов можно использовать программу, листинг которой приведен в данной статье.

#### Литература:

1. Банди Б. Основы линейного программирования. - М.: Радио и связь, 1989. - 176с.

### МЕТОДИКА НАХОЖДЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ КОРРЕЛЯЦИИ ИМПУЛЬСА

**Урсова Байдымат Исхаковна**  
 доктор физико – математических наук, профессор

Карачаево-Черкесский Государственный Университет имени У. Д Алиева  
 г. Карачаевск

**Узденова Фаризат Ахматовна**  
 старший преподаватель

Карачаево-Черкесский Государственный Университет имени У. Д Алиева  
 г. Карачаевск

### THE METHOD OF FINDING THE CORRELATION COEFFICIENTS OF THE PULSE

**Urusova Baidymat Iskhakovna**  
 Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor

Karachay-Cherkess State University named after U. D. Aliyev,  
 Karachayevsk

**Uzdenova Farizat Akhmatovna**  
 senior lecturer

**АННОТАЦИЯ**

В данной работе показано метод нахождения коэффициентов корреляции импульса при помощи численного решения нелинейного уравнения Максвелла-Блоха со стохастическими начальными условиями.

Найдены зависимости коэффициентов корреляции от величины коэффициента отражения, а так же критерий синхронизации в линейном приближении. **Показано, что** для больших значений  $N$  синхронизация достигается при меньших значениях коэффициента отражения и проявляется влияние затухания поляризованности при меньших значениях коэффициента отражения. А так же показано автокорреляция пиковых интенсивностей импульсов.

**ABSTRACT**

This paper shows a method for finding the momentum correlation coefficients using a numerical solution of the nonlinear Maxwell-Bloch equation with stochastic initial conditions.

The dependences of the correlation coefficients on the magnitude of the reflection coefficient, as well as the synchronization criterion in a linear approximation, are found. It is shown that for large values of  $N$ , synchronization is achieved at lower values of the reflection coefficient and the effect of polarization attenuation is manifested at lower values of the reflection coefficient. The autocorrelation of peak pulse intensities is also shown.

**Ключевые слова:** уравнения Максвелла-Блоха; стохастические начальные условия; коэффициентов корреляции; импульс; интенсивность автокорреляция поляризованность.

**Keywords:** Maxwell-Bloch equations; stochastic initial conditions; correlation coefficients; momentum; intensity; autocorrelation; polarization.

Рассмотренное нами ранее в работе [1] влияния корреляционных импульсов, распространяющихся в противоположных направлениях в линейном приближении, имеет качественный характер.

Целью данной работы является показать метод нахождения коэффициентов корреляции импульса при помощи численного решения нелинейного уравнения Максвелла-Блоха со стохастическими начальными условиями:

$$K_{\tau} = \frac{\langle(\tau_R - \bar{\tau})(\tau_L - \bar{\tau})\rangle}{\langle(\tau_{R,L} - \bar{\tau})^2\rangle},$$

$$K_{\tau} = \frac{\langle(I_{R-L} - \bar{I})(I_{L-R} - \bar{I})\rangle}{\langle(I_{R,L} - \bar{I})^2\rangle}, (1)$$

где угловые скобки обозначают усреднение по ансамблю пар импульсов;  $\tau_{R,L}$  - время задержки (т.е. время появления пика импульса);

$I_{R,L}$  - пиковая интенсивность импульса;

$\bar{\tau}$  и  $\bar{I}$  - соответственно средние значения времени задержки и пиковой интенсивности, одинаковые для правого и левого импульсов.

На рис.1 приведены найденные кривые коэффициентов отражения от  $N$  - полного числа атомов в системе.

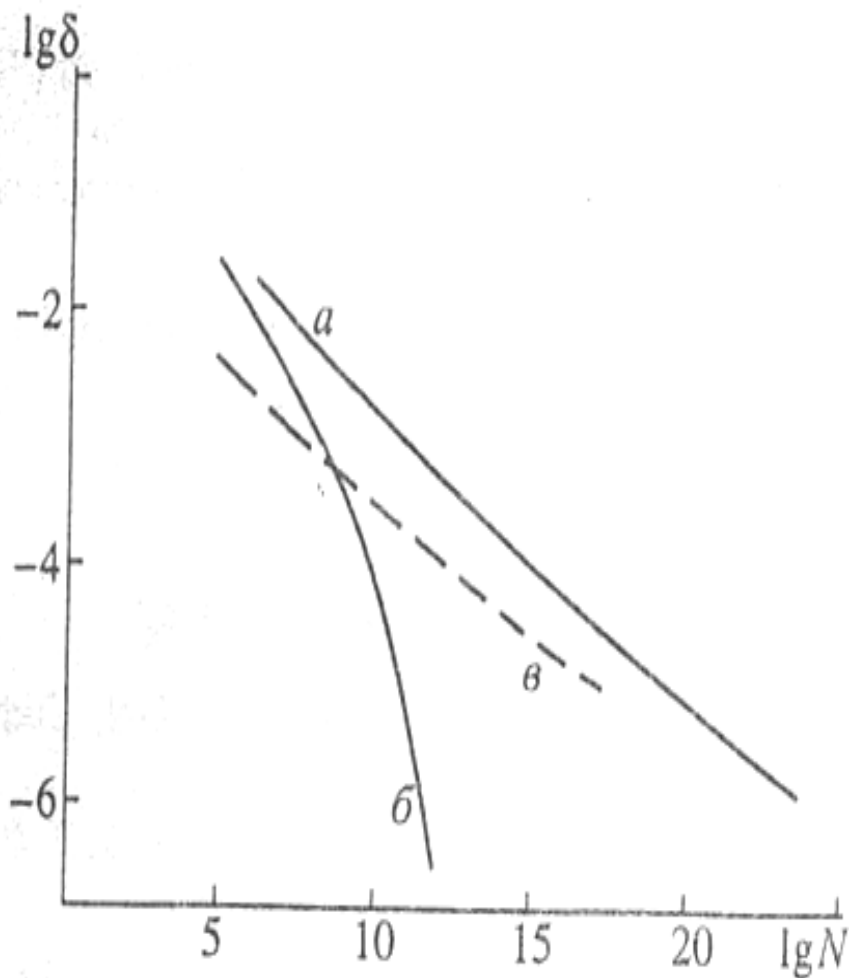


Рис. 1. Зависимость коэффициентов отражения от  $N$ .

Вычисления проводились для двух значений числа атомов в системе;  $N = 4 \times 10^4$  и  $N = 2 \times 10^{11}$ , а также при отсутствии и наличии затухания поляризованности.

Полученная зависимость коэффициентов корреляции от величины коэффициента отражения

изображена на рис. 1. Видно, что корреляция времени задержки подтверждает критерий синхронизации, полученный в линейном приближении (см. рис. 2).

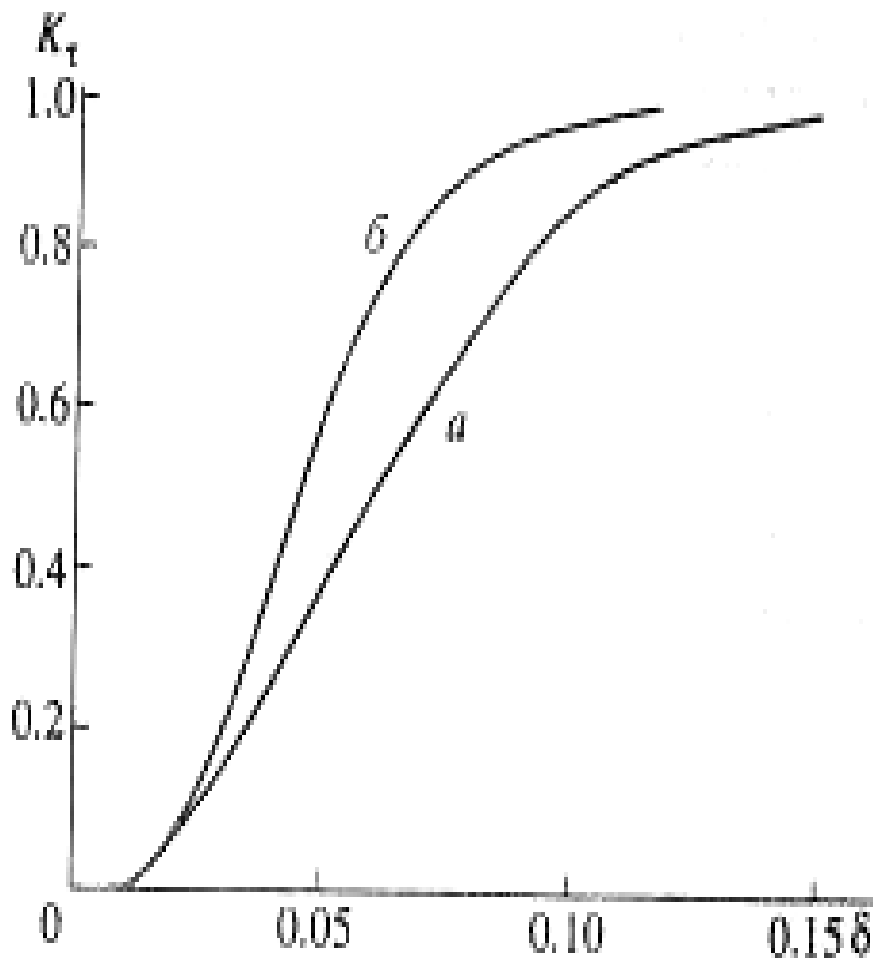


Рис.2. Критерий синхронизации коэффициентов корреляции.

Для больших значений  $N$  синхронизация достигается при меньших значениях коэффициента отражения. Так, при  $N = 4 \times 10^4$  коэффициент корреляции достигает значения  $0.9$  при коэффициенте отражения  $\delta = 0.1$ , в то время как для  $N = 2 \times 10^{11}$  этот эффект имеет место уже при

$\delta = 0.005$ . Заметно проявляется и влияние затухания поляризованности: при наличии затухания синхронизация наступает при меньших значениях коэффициента отражения [2].

Впервые исследования показали, что антикорреляция (см.рис.3) пиковых интенсивностей импульсов ведут себя аномально.



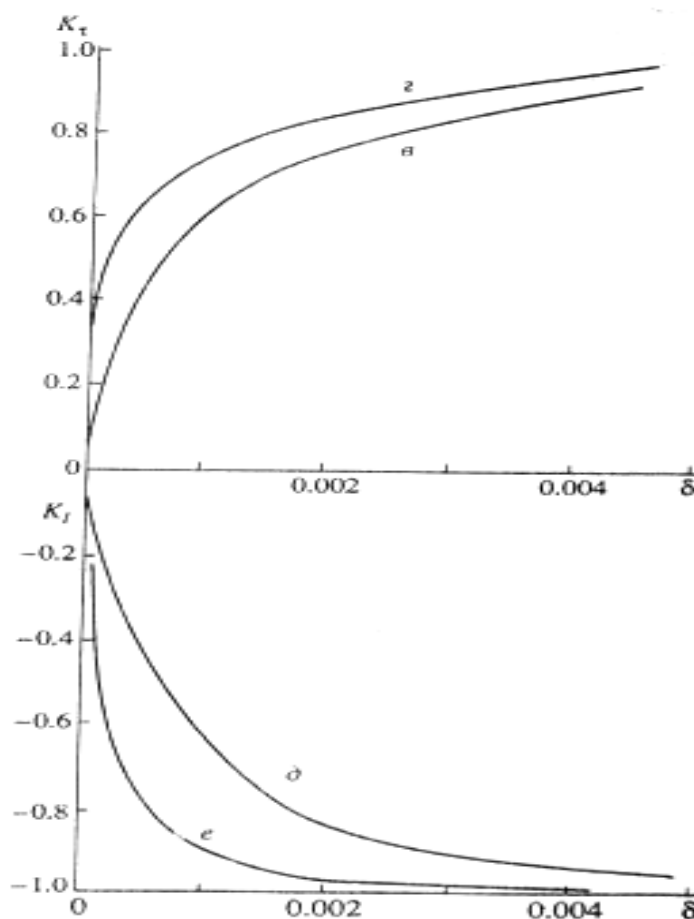


Рис.3. Максимальная автокорреляция пиковых импульсов

Она выражается в стремлении коэффициента корреляции к значению - 1. Это нелинейный эффект, связанный с законом сохранения энергии: чем больше энергии выносит один из импульсов, тем меньше остается на долю другого.

Известно, что дисперсия разности двух случайных величин с одним и тем же законом распределения выражается через коэффициент корреляции следующим образом:

$$\langle (X_1 - X_2)^2 \rangle = 2(1 - K)\langle (X_1 - \bar{X})^2 \rangle \quad (2)$$

Поэтому, равенство коэффициента корреляции **I** приводит к нулевой дисперсии разности случайных величин, тогда как условие  $K = -1$  означает, что максимальную автокорреляцию: дисперсия разности этих величин равна удвоенной дисперсии одной из них (см. рис.3).

Таким образом, применяя методику решения уравнения Максвелла - Блоха [1] можно найти коэффициенты корреляции.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Урусова Б. И., Узденова Ф. А. Методика решения уравнения Максвелла – Блоха и его применение / Урусова Б. И., Узденова Ф. А. Журнал: «INTERNATIONAL SCIENCE PROJECT» . – Турку: INTERNATIONAL SCIENCE PROJECT, 2021. –132с.
2. Erneux T., Glorieux P. Laser dynamics. – Cambridge: Cambridge University Press, 2010. – 361p.

## Ежемесячный научный журнал

### Том 3 №73 / 2021

#### ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

**Макаровский Денис Анатольевич**

AuthorID: 559173

Заведующий кафедрой организационного управления Института прикладного анализа поведения и психолого-социальных технологий, практикующий психолог, специалист в сфере управления образованием.

#### ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

**Чукмаев Александр Иванович**

<https://orcid.org/0000-0002-4271-0305>

Доктор юридических наук, профессор кафедры уголовного права. Астана, Казахстан

#### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

##### **Штерензон Вера Анатольевна**

AuthorID: 660374

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт новых материалов и технологий (Екатеринбург), кандидат технических наук

##### **Синьковский Антон Владимирович**

AuthorID: 806157

Московский государственный технологический университет "Станкин", кафедра информационной безопасности (Москва), кандидат технических наук

##### **Штерензон Владимир Александрович**

AuthorID: 762704

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт фундаментального образования, Кафедра теоретической механики (Екатеринбург), кандидат технических наук

##### **Зыков Сергей Арленович**

AuthorID: 9574

Институт физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН, Отдел теоретической и математической физики, Лаборатория теории нелинейных явлений (Екатеринбург), кандидат физ-мат. наук

##### **Дронсейко Виталий Витальевич**

AuthorID: 1051220

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Кафедра "Организация и безопасность движения" (Москва), кандидат технических наук

##### **Садовская Валентина Степановна**

AuthorID: 427133

Доктор педагогических наук, профессор, Заслуженный работник культуры РФ, академик Международной академии Высшей школы, почетный профессор Европейского Института PR (Париж), член Европейского издательского и экспертного совета IEERP.

##### **Ремизов Вячеслав Александрович**

AuthorID: 560445

Доктор культурологии, кандидат философских наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, академик Международной Академии информатизации, член Союза писателей РФ, лауреат государственной литературной премии им. Мамина-Сибиряка.

##### **Измайлова Марина Алексеевна**

AuthorID: 330964

Доктор экономических наук, профессор Департамента корпоративных финансов и корпоративного управления Финансового университета при Правительстве Российской Федерации.

##### **Гайдар Карина Марленовна**

AuthorID: 293512

Доктор психологических наук, доцент. Член Российского психологического общества.

##### **Слободчиков Илья Михайлович**

AuthorID: 573434

Профессор, доктор психологических наук, кандидат педагогических наук.

Член-корреспондент Российской академии естественных наук.

**Подольская Татьяна Афанасьевна**

AuthorID: 410791

Профессор факультета психологии Гуманитарно-прогностического института. Доктор психологических наук. Профессор.

**Пряжникова Елена Юрьевна**

AuthorID: 416259

Преподаватель, профессор кафедры теории и практика управления факультета государственного и муниципального управления, профессор кафедры психологии и педагогики дистанционного обучения факультета дистанционного обучения ФБОУ ВО МГППУ

**Набойченко Евгения Сергеевна**

AuthorID: 391572

Доктор психологических наук, кандидат педагогических наук, профессор. Главный внештатный специалист по медицинской психологии Министерства здравоохранения Свердловской области.

**Козлова Наталья Владимировна**

AuthorID: 193376

Профессор на кафедре гражданского права юридического факультета МГУ

**Крушельницкая Ольга Борисовна**

AuthorID: 357563

кандидат психологических наук, доцент, заведующая кафедрой теоретических основ социальной психологии. Московский государственный областной университет.

**Артамонова Алла Анатольевна**

AuthorID: 681244

кандидат психологических наук, Российский государственный социальный университет, филиал Российского государственного социального университета в г. Тольятти.

**Таранова Ольга Владимировна**

AuthorID: 1065577

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Уральский гуманитарный институт, Департамент гуманитарного образования студентов инженерно-технических направлений, Кафедра управление персоналом и психологии (Екатеринбург)

**Ряшина Вера Викторовна**

AuthorID: 425693

Институт изучения детства, семьи и воспитания РАО, лаборатория

профессионального развития педагогов (Москва)

**Гусова Альбина Дударбековна**

AuthorID: 596021

Заведующая кафедрой психологии. Доцент кафедры психологии, кандидат психологических наук Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова, психолого-педагогический факультет (Владикавказ).

**Минаев Валерий Владимирович**

AuthorID: 493205

Российский государственный гуманитарный университет, кафедра мировой политики и международных отношений (общеуниверситетская) (Москва), доктор экономических наук

**Попков Сергей Юрьевич**

AuthorID: 750081

Всероссийский научно-исследовательский институт труда, Научно-исследовательский институт труда и социального страхования (Москва), доктор экономических наук

**Тимофеев Станислав Владимирович**

AuthorID: 450767

Российский государственный гуманитарный университет, юридический факультет, кафедра финансового права (Москва), доктор юридических наук

**Васильев Кирилл Андреевич**

AuthorID: 1095059

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Инженерно-строительный институт (Санкт-Петербург), кандидат экономических наук

**Солянкина Любовь Николаевна**

AuthorID: 652471

Российский государственный гуманитарный университет (Москва), кандидат экономических наук

**Карпенко Юрий Дмитриевич**

AuthorID: 338912

Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью ФМБА, Лаборатория экологической оценки отходов (Москва), доктор биологических наук.

**Малаховский Владимир Владимирович**

AuthorID: 666188

Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Факультеты, Факультет послевузовского профессионального образования врачей,

кафедра нелекарственных методов терапии и клинической физиологии (Москва), доктор медицинских наук.

**Ильясов Олег Рашитович**

AuthorID: 331592

Уральский государственный университет путей сообщения, кафедра техносферной безопасности (Екатеринбург), доктор биологических наук

**Косс Виктор Викторович**

AuthorID: 563195

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма, НИИ спортивной медицины (Москва), кандидат медицинских наук.

**Калинина Марина Анатольевна**

AuthorID: 666558

Научный центр психического здоровья, Отдел по изучению психической патологии раннего детского возраста (Москва), кандидат медицинских наук.

**Сырочкина Мария Александровна**

AuthorID: 772151

Пфайзер, вакцины медицинский отдел (Екатеринбург), кандидат медицинских наук

**Шукшина Людмила Викторовна**

AuthorID: 484309

Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Головной вуз: РЭУ им. Г.В. Плеханова, Центр гуманитарной подготовки, Кафедра психологии (Москва), доктор философских наук

**Оленев Святослав Михайлович**

AuthorID: 400037

Московская государственная академия хореографии, кафедра гуманитарных, социально-экономических дисциплин и менеджмента исполнительских искусств (Москва), доктор философских наук.

**Терентий Ливиу Михайлович**

AuthorID: 449829

Московская международная академия, ректорат (Москва), доктор филологических наук

**Шкаренков Павел Петрович**

AuthorID: 482473

Российский государственный гуманитарный университет (Москва), доктор исторических наук

**Шалагина Елена Владимировна**

AuthorID: 476878

Уральский государственный педагогический университет, кафедра теоретической и прикладной социологии (Екатеринбург), кандидат социологических наук

**Франц Светлана Викторовна**

AuthorID: 462855

Московская государственная академия хореографии, научно-методический отдел (Москва), кандидат философских наук

**Франц Валерия Андреевна**

AuthorID: 767545

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт государственного управления и предпринимательства (Екатеринбург), кандидат философских наук

**Глазунов Николай Геннадьевич**

AuthorID: 297931

Самарский государственный социально-педагогический университет, кафедра философии, истории и теории мировой культуры (Москва), кандидат философских наук

**Романова Илона Евгеньевна**

AuthorID: 422218

Гуманитарный университет, факультет социальной психологии (Екатеринбург), кандидат философских наук

**Ответственный редактор**  
Чукмаев Александр Иванович  
Доктор юридических наук, профессор кафедры уголовного права.  
(Астана, Казахстан)

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Адрес редакции:

198320, Санкт-Петербург, Город Красное Село, ул. Геологическая,  
д. 44, к. 1, литера А

**Адрес электронной почты:** [info@national-science.ru](mailto:info@national-science.ru)

**Адрес веб-сайта:** <http://national-science.ru/>

Учредитель и издатель ООО «Логика+»

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии 620144, г. Екатеринбург,  
улица Народной Воли, 2, оф. 44

**Художник:** Венерская Виктория Александровна

**Верстка:** Коржев Арсений Петрович

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи,  
информационных технологий и массовых коммуникаций.