



**Ежемесячный  
научный журнал  
Том 1 №78 / 2022**

**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

## АРХИТЕКТУРА

*Кирюшина А.Н.*

ДЕФЕКТЫ И ПОВРЕЖДЕНИЯ СЖАТЫХ  
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОЛОНН.....7

*Соломинов Д.А.*

ДЕФЕКТЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ  
ПЕРЕКРЫТИЯ/ПОКРЫТИЯ.....12

## ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

*Веревкина М.Н.*

РАЗВИТИЕ ОВЦЕВОДСТВА В СТРАНЕ - БЕЗ  
АНАЭРОБНЫХ ИНФЕКЦИЙ .....18

*Сущих В.Ю., Юсупов М.Р.,*

*Канатов Б., Дюсенов С.*  
ИММУНОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС У ЖИВОТНЫХ,  
ПОСЛЕ ПРИМЕНЕНИЯ СИБИРЕЯЗВЕННОЙ ВАКЦИНЫ  
.....20

## МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

*Бычкова А.С.*

ВЛИЯНИЕ ОБУЧЕНИЯ ВРАЧЕЙ  
КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ НА  
КАЧЕСТВО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПАЦИЕНТАМИ... 24

## НАУКИ О ЗЕМЛЕ

*Жариков И.Ф.*

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЗРЫВНОГО  
РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД .....26

## СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

*Ларина О.В.*

ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ  
ОЦЕНИВАЕМЫХ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ .....31

*Маркин В.Н., Чернобровкин Н.Н.*

ОЦЕНКА ОРОСИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ РЕКИ  
МАЛЫЙ УЗЕНЬ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....33

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Котлованов А.И.*

ОБЗОР СОВЕРМЕННЫХ ПРИБОРОВ И  
АППАРАТУРНО-ПРОГРАМНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ  
ИЗМЕРЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ  
МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ 39

*Турсунов Х.К., Хакимов Ш.Ш., Жураев Ж.Б.*

ИЗНОС КРОМКИ КОЛОСНИКОВ  
ВОЛОКНООЧИСТИТЕЛЯ В ПРОЦЕССЕ ОЧИСТКИ  
ВОЛОКНА ОТ СОРНЫХ ПРИМЕСЕЙ .....50

*Левин С.М., Батрышина Е.А.*

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ В ХОЗЯЙСТВЕННОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ КАК ЭЛЕМЕНТ  
ТРАНСФЕРА ТЕХНОЛОГИЙ.....42

*Юрчак В.А., Логинова Л.Н.*

РЕШЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ВНЕДРЕНИЯ  
АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В СФЕРЕ  
КРЕДИТОВАНИЯ КЛИЕНТОВ .....52

*Глушанков Е.И., Лялина А.Ж.*

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ  
ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДОВ ПРОСТРАНСТВЕННО-  
ВРЕМЕННОГО КОДИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ  
РАЗЛИЧНЫХ ЗАМИРАНИЙ.....45

*Якунина В.А., Кузнецов Д.В.*

БЕТОННЫЕ СМЕСИ ДЛЯ ЭКСТРУЗИИ В ОТРАСЛИ  
АДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ...56

## ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Тулегенова Г.А., Сагинбазарова А.Б.,*

*Уразгалиев К.Ш., Жалимова З.О.*  
ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОЙ ЛЕКАРСТВЕННОЙ ФОРМЫ  
МЕТФОРМИНА.....61

## ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Зимин Б.А., Хитрина А.В.*

КИНЕТИКА ЭЛЕКТРОН-ФОНОННЫХ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ  
МАТЕРИАЛАХ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ  
УЛЬТРАКОРОТКИХ ЛАЗЕРНЫХ ИМПУЛЬСОВ. ....66

*Саранчин А.И., Линейцева А.А.*

НЕПРЕДСКАЗУЕМОСТЬ НЕКОТОРЫХ ГАРМОНИК  
ВРАЩЕНИЯ ЗЕМЛИ .....70

# АРХИТЕКТУРА

УДК 69.059

## ДЕФЕКТЫ И ПОВРЕЖДЕНИЯ СЖАТЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОЛОНН.

*Кiryushina Anastasia Nikolaevna**г. Москва, 127238, АО «ЦНИИПромзданий», инженер*

## DEFECTS AND DAMAGES OF COMPRESSED REINFORCED CONCRETE COLUMNS.

*Kiryushina Anastasia Nikolaevna**Moscow, 127238, JSC "Tsniipromzdaniy", engineer*DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2022.1.78.585

### АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются типовые дефекты и повреждения сборных и монолитных железобетонных сжатых колонн. Приведены возможные причины образования типовых дефектов, последствия к которым может привести их развитие. Даны количественные значения показателей оценки технического состояния несущих железобетонных колонн.

### ABSTRACT

The article discusses typical defects and damages of prefabricated and monolithic reinforced concrete compressed columns. The possible causes of the formation of typical defects, the consequences of which may lead to their development, are given. Quantitative values of indicators for assessing the technical condition of load-bearing reinforced concrete columns are given.

**Ключевые слова:** железобетонные колонны, отклонение оси колонны, трещины в теле железобетонной колонны, выпучивание сжатой продольной арматуры, ослабление сечения элемента.

**Keywords:** reinforced concrete columns, deviation of the column axis, cracks in the body of the reinforced concrete column, buckling of compressed longitudinal reinforcement, weakening of the element section.

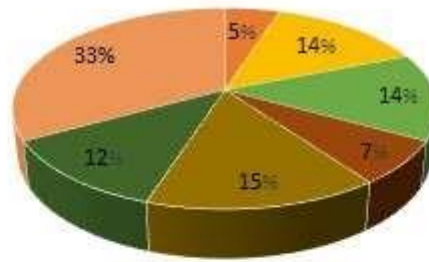
Введение. Железобетонные монолитные и сборные колонны являются одними из основных несущих элементов каркаса здания, воспринимающие вертикальную нагрузку от других элементов (фермы, балки, своды и т.д.). Необходимо своевременно оценивать техническое состояние этих конструкций, так как от них зависит и состояние всего здания в целом. Аварии, связанные с потерей несущей способности колонн, приводят не только к экономическим потерям, но и к существенному нанесению ущерба здоровью и жизни людей, окружающей среде.

Основными показателями ограниченно-работоспособного и аварийного состояния несущих строительных конструкций считаются

определенного типа дефекты и повреждения, к которым относятся:

- деформации (прогибы и выгибы, сквозные трещины и т. п.) конструкций;
- изменение проектного положения конструкций (отклонение от вертикали осей, смещение с опор и т. п.);
- уменьшение площади сечения элементов конструкций (смятие, раздробление бетона, ослабление сечения арматуры).

По результатам обследований, проведенных АО «ЦНИИПромзданий», можно выявить следующее распределение накопленных дефектов железобетонных колонн:



- Разрушения защитного слоя бетона
- Отклонение от вертикального положения
- Замачивание, высолы и шелушение отделочного слоя
- Отсутствие антикоррозионного покрытия металлической обоймы в верхней части колонны с поверхностной коррозией
- Скол бетона
- Трещины
- Прочие дефекты

*Рис. 1. Распределение дефектов в железобетонных колоннах  
Ниже рассмотрены отдельные дефекты колонн.*

Крен. Отклонение с проектных осей железобетонных колонн в плане по вертикали, образовывается в следствии некачественного монтажа опалубки в процессе производства бетонных работ, смещением фундаментов из проектного положения или применением конструкций перекрытий/покрытия непроектной

длины (рис. 2). При дальнейшем увеличении смещения фундаментов, основание колонны уже не может быть размещено в проектном положении, следовательно, для возможности нормального опирания элементов конструкции, колонны на стадии изготовления наклоняются, подобное



*Рис. 2 Отклонение оси колонны происходит чаще всего при возведениях от вертикали (крен) конструкций перекрытий/покрытий (ригелей, фермы и плиты) непроектных размеров.*



Смещение колонн от вертикального положения создает дополнительные эксцентриситеты в приложении продольных сил, инициирует косоое внецентренное сжатие (при отклонении колонн из плоскости поперечной рамы), что уменьшает несущую способность всего каркаса. В результате этого появляются

дополнительные изгибающие моменты, которые, если не превышают отклонения по допуску, установленному по СТО 70238424.27.010.011-2008 [1].

Отклонение осей колонн от вертикали в верхнем сечении, приведены в таблице 1:

Таблица 1.

Параметр, м	Количественное и качественное значение показателя	
	Ограниченноработоспособное (допускаемое)	Неработоспособное (аварийное)
до 8	30	40
$< 8 \leq 16$	40	50
$< 16 \leq 25$	50	60
$< 25$	60	70

Трещины. В железобетонных и бетонных конструкциях трещины представляются нормальным явлением, встречающимся при оценке технического состояния строительных конструкций. Исключительно в редких случаях трещины могут привести к потере устойчивости, невозможности последующей эксплуатации или к разрушению конструкции. Трещины в растянутой зоне бетона в сборных и монолитных колоннах, работающих на сжатие, могут возникнуть в следствии перегрузки при больших эксцентриситетах, уменьшении прочности бетона, диаметра растянутой и сжатой арматуры вследствие коррозии. Именно повышенная

влажность и процесс коррозии арматуры являются основными факторами их появления. Влага, попадая в бетон через мелкие трещинки, вызывает процесс коррозии арматуры. С течением времени, продукты коррозии арматуры увеличиваются в объеме и создают в защитном слое бетона напряжения, способные разорвать бетон. Если подобные процессы длятся на протяжении нескольких лет, то может образоваться трещина на всю высоту колонны значительной ширины раскрытия. Техническое состояние железобетонных колонн с такими повреждениями надлежит оценивать как аварийное.



Рис. 3. Трещины в теле бетона:  
а – поперечные трещины; б – продольные трещины

Увеличение ширины раскрытия нормальных и наклонных трещин в колонне будет свидетельствовать о чрезмерном отклонении или кривизне колонн. Оценка технического состояния данного дефекта должна состоять в определении их

габаритов и в дальнейшем сравнении этих показателей с граничными.

Предельная величина раскрытия трещин по СТО 70238424.27.010.0112008 [1] приведена в таблице 2.

Таблица 2.

Параметр	Количественное и качественное значение показателя	
	Ограниченноработоспособное (допускаемое)	Неработоспособное (аварийное)
Раскрытие трещин, нормальных к продольной оси элемента в условиях неагрессивной среды, мм	0,5	1,0
Раскрытие трещин, наклонных к продольной оси элемента в условиях неагрессивной среды, мм	0,3	0,5

Погнутость (выпучивание) сжатой продольной арматуры с отслоением от ядра сечения арматуры. Одной из основных характерных черт разрушения зданий и сооружений с железобетонным каркасом является раздробление бетона колонны с потерей устойчивости продольной арматуры — выпучивание арматурных стержней в разных направлениях, в следствии чего возможна полная потеря несущей способности колонны, что ведет за собой обрушение здания в целом. Именно из-за поперечных деформаций и происходит разрушение сжатого слоя бетона. Под их воздействием продольная арматура стремится выпучиться наружу в разных направлениях с смятием

защитного слоя бетона (рисунок 4), т.е. потерять устойчивость. Техническое состояние такой колонны является аварийным, требуется незамедлительное проведение страховочных мероприятий и разгрузки колонны. В данном случае, важнейшую роль в армировании колонны играют поперечные «удерживающие» стержни арматуры, именно они не позволяют продольным стержням арматуры выпучиваться свыше нормативных значений. В колоннах обязательно должны быть закрытые хомуты, т.е. заканчиваться на том же пруте продольной арматуры, на котором начались. Такая «диафрагма



Рис. 4. Выпучивание сжатой жесткости», обеспечивает местную арматуры устойчивость продольных стержней арматуры колонн.

Предельная величина выпучивания сжатой продольной арматуры по СТО

70238424.27.010.011-2008 в таблице 3.

[1]

приведена

Таблица 3.

Параметр	Количественное и качественное значение показателя	
	Ограниченноработоспособное (допускаемое)	Неработоспособное (аварийное)
Выпучивание сжатой продольной арматуры, мм	3	5

Уменьшение высоты сечение колонны. Наиболее опасное повреждение колонны, так как приводит к обнажению арматурного каркаса колонны и его коррозии. Подобные дефекты образуются в результате длительного воздействия атмосферных осадков, постоянного механического

воздействия, воздействия агрессивной среды (кислотных растворов) или нарушения технологии изготовления колонны. При дальнейшем развитии повреждения, может произойти разрушение колонны в результате потери несущей способности.



а)

Рис. 5. Ослабление сечения элемента по бетону:

а - уменьшение высоты/ширины сечения двустороннее; б – то же одностороннее

Предельная величина ослабления сечения элемента по бетону по СТО 70238424.27.010.011-2008 [1] приведена в таблице 4.

Таблица 4.

Параметр	Количественное и качественное значение показателя	
	Ограниченноработоспособное (допускаемое)	Неработоспособное (аварийное)
Уменьшение высоты сечения одностороннее, %	5	10
Параметр	Количественное и качественное значение показателя	
	Ограниченноработоспособное (допускаемое)	Неработоспособное (аварийное)
То же двустороннее, %	8	15
Уменьшение ширины сечения одностороннее, %	8	10

То же двустороннее, %	10	15
-----------------------	----	----

### Литература

1. СТО 70238424.27.010.011-2008 «Здания и сооружения объектов энергетики. Методика оценки технического состояния» 2008 г.
2. СП 454.1325800.2019 «Здания жилые многоквартирные. Правила оценки аварийного и ограничено-работоспособного технического состояния» 2019 г. 3. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» 2014 г.
4. Евтушенко С.И. Информационные технологии при обследовании промышленных зданий [Текст] / С.И. Евтушенко, Т.А. Крахмальний, М.П. Крахмальная, И.А. Чутченко // Строительство и архитектура. — 2017. — Т. 5. — № 1. — С. 65–71.
5. Волосухин В.А. Дефекты и повреждения строительных конструкций мостов на мелиоративных каналах Ростовской области [Текст]: монография / В.А. Волосухин, С.И. Евтушенко, Т.А. Крахмальний, М.П. Крахмальная // Юж.Рос. гос. политехн. ун-т (НПИ) им. М.И. Платова. — Новочеркасск: Изд-во ЮРГПУ (НПИ), 2013. — 126 с.

УДК 69.059.4

### ДЕФЕКТЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ/ПОКРЫТИЯ

*Соломинов Денис Александрович*

*Российский Университет Транспорта «РУТ (МИИТ)»*

### DEFECTS OF REINFORCED CONCRETE FLOOR SLABS / COATINGS

*Solominov Denis Alexandrovich*

*Russian University of Transport "RUT (MIIT)"*

[DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2022.1.78.589](https://doi.org/10.31618/nas.2413-5291.2022.1.78.589)

Статья посвящена описанию основных дефектов железобетонных плит перекрытия/покрытия с описанием возможных причин их возникновения. Приведены количественные показатели оценки каждого дефекта плит в соответствие с действующей нормативной строительной документацией.

The article is devoted to the description of the main defects of reinforced concrete floor slabs / coatings with a description of the possible causes of their occurrence. Quantitative indicators of the evaluation of each defect of the plates are given in accordance with the current regulatory construction documentation.

**Ключевые слова:** железобетонные плиты перекрытия/покрытия, прогибы плит железобетонных плит перекрытия/покрытия, трещины в железобетонных плитах перекрытия/покрытия; уменьшение площади арматуры, разрушение защитного слоя.

**Keywords:** reinforced concrete slabs/coatings, deflections of slabs of reinforced concrete slabs/coatings, cracks in reinforced concrete slabs/coatings; reduction of the reinforcement area, destruction of the protective layer.

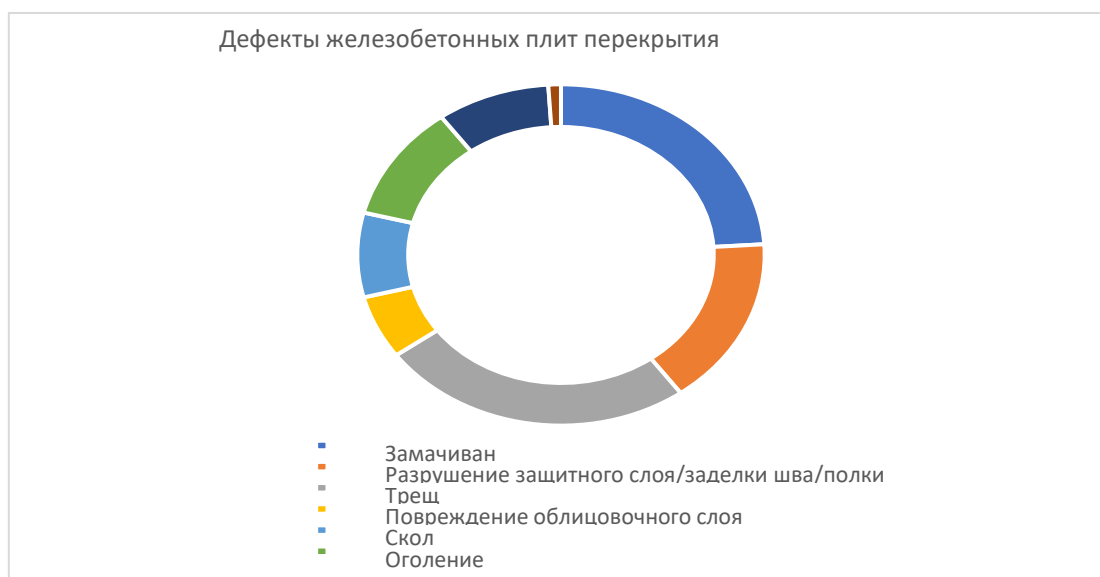
Еще с начала XX века для строительства огромную популярность получил железобетон, как строительный материал. Его считали «неограниченно долговечным», так как прочность бетона со временем только нарастает, а, следовательно, вместе с этим должна была и расти долговечность конструкций. Но полученный опыт длительной эксплуатации зданий и сооружений из железобетона показал, что данный материал имеет

конечный срок службы. Насчитывается большое количество случаев преждевременного выхода из строя железобетонных конструкций. Это связано с постепенным накоплением дефектов и повреждений материалов конструкций из-за внешних силовых и средовых факторов. На сегодняшний день насчитывается огромное количество зданий и сооружений, срок службы которых приближается к нормативному или

вообще превышает его. Поэтому для рационального использования и предотвращения разрушения зданий и сооружений актуальным является прогнозирование остаточного ресурса.

На основе накопленного опыта по обследованию несущих железобетонных

конструкций зданий было выявлено, что одними из наиболее часто поврежденными являются конструкции перекрытия. Самыми распространенными дефектами для таких плит являются:



*Прогиб.*



*Рисунок 1 Прогиб плит перекрытия*

Для железобетонных плит допустимые значения прогиба по строительным нормам могут доходить до 6см. Это может произойти в результате производственных процессов, эксплуатации или на стадии монтажа конструкции

Если же прогиб образовался не в следствие вышеперечисленных факторов, то причинами его возникновения могут оказаться:

- Низкий показатель жесткости конструкции;
- смещение арматуры в плане;
- перегрузы плит;

- уменьшение прочности плит в сжатой зоне;
- не соблюдение пропорций при приготовлении бетонной смеси.

При возникновении прогиба плиты в процессе эксплуатации следует принимать решения по-возможному усилению конструкции.

Предельная величина прогиба для плит перекрытия/покрытия по [1] приведены в таблице 1:

Таблица 1

Наименование критерия	Значение критерия	
	Ограниченно работоспособное	Аварийное
Прогиб	1/120-1/80 длины конструкции	Более 1/80 длины конструкции

Предельная величина прогиба для плит перекрытия/покрытия по [3] приведены в таблице 2:

Таблица 2

Элементы конструкций	Предельные прогибы
Плиты перекрытий/покрытий, при пролете $l$ , м:	
$l \leq 1$	$1/120 * l$
$l = 3$	$1/150 * l$
$l = 6$	$1/200 * l$
$l = 24$ (12)	$1/250 * l$
$l \geq 36$ (24)	$1/300 * l$
покрытий и перекрытий при наличии тельферов (галеи), подвесных кранов, управляемых:	
с пола	$1/300 * l$ или $1/150 * a$ (меньшее из двух)
из кабины	$1/400 * l$ или $1/200 * a$ (меньшее из двух)
перекрытий, подверженных действию:	
перемещаемых грузов, материалов, узлов и элементов оборудования и других подвижных нагрузок (в том числе при безрельсовом напольном транспорте)	
нагрузок от рельсового транспорта:	
узкоколейного	$1/400 * l$
ширококолейного	$1/500 * l$
д) покрытий и перекрытий автостоянок в зданиях, при пролете $l$ , м:	
$l = 6$	$1/200 * l$
$l = 12$	$1/250 * l$
$l \geq 24$	$1/300 * l$

Раскрытие трещин.



Рисунок 2 Трещины в плитах перекрытия

Окончание срока службы железобетонных плит может наступить из-за раскрытия трещин. Они могут появиться по разным причинам:

- усадка здания;
- перегрузка конструкции;
- нарушение адгезии арматуры с бетоном;
- коррозия арматуры;
- нарушения при производстве арматурных работ;
- многократные циклы «замораживания – оттаивания»;

динамические воздействия; - агрессивность среды.

Трещины, в железобетонных плитах, можно разделить на возникающие:

в процессе изготовления; при неправильной транспортировке и от эксплуатационных нагрузок и воздействия окружающей среды.

Силовые трещины, как правило, располагаются перпендикулярно действию главных растягивающих напряжений. Основные виды силовых трещин представлены в таблице 3.

Усадочные трещины в плитах распределяются хаотично по всему объему.

Таблица 3

Вид трещин	Форма трещин
Сквозная клиновидная	
Сквозная внахлестку	
Несквозная клиновидная	
Замкнутая наклонная	
Несквозная продольная	

Возникающие от коррозии трещины проходят вдоль арматурных стержней.

Для изгибаемых конструкций, к которым относятся плиты перекрытия и покрытия, относятся трещины:

нормальные к продольной оси;

- от появления растягивающих напряжений в зоне действия максимальных изгибающих моментов; - наклонные к продольной оси.



Рисунок 3 – Характерные трещины в изгибаемых железобетонных элементах:

1 – нормальные трещины в зоне максимального изгибающего момента, 2 – наклонные трещины в зоне максимальной поперечной силы, 3 – трещины и раздробление бетона в сжатой зоне элемента

Для нормальных трещин максимальная ширина раскрытия достигается в крайних растянутых волокнах сечения элемента.

Для наклонных трещин раскрытие начинается в средней части боковых граней элемента, т.е. в зоне действия максимальных касательных

напряжений. Развиваются они в сторону растянутой грани.

Разрушение бетона сжатой зоны указывает на истощение несущей способности плит.

Предельная величина раскрытия трещин для плит перекрытия/покрытия по [1] приведены в таблице 4:

Таблица 4

Наименование критерия	Значение критерия	
	Ограниченно-работоспособное	Аварийное
Нормальные, наклонные трещины в бетоне растянутой зоны по всей длине конструкции	1,4-2,0 мм ширины раскрытия	Более 2,0 мм ширины раскрытия
Трещины в бетоне опорной части конструкции	1,0-1,5 мм ширины раскрытия	Более 1,5 мм ширины раскрытия

Предельная величина раскрытия трещин по [2] представлены в таблице 5

Таблица 5

Из условия обеспечения сохранности арматуры классов	При продолжительном раскрытии трещин (из условия ограничения проницаемости конструкций)	При непродолжительном раскрытии трещин (из условия ограничения проницаемости конструкций)
A240...A600, B500	0,3	0,4
A800, A1000, Bp1200 – 1400, K1400...K1650 $d > 12$	0,2	0,3
Bp1500, Bp1600, K1500...K1900 $d < 12$	0,1 (0,2)	0,2 (0,3)

Разрушение защитного слоя бетона.

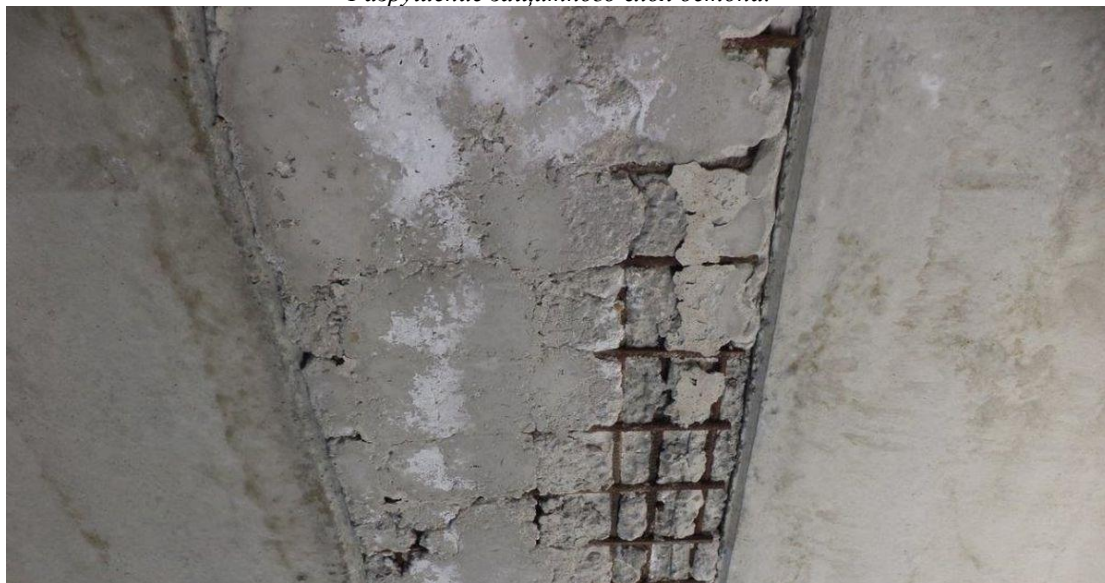


Рисунок 4 Разрушение защитного слоя

Железобетонные плиты перекрытий и покрытий постоянно подвержены различным нагрузкам. Из-за этого, со временем, возникает необходимость в производстве ремонта бетона и арматуры. Разрушение бетона плит перекрытия и покрытия, как правило, происходит со временем. В зависимости от глубины разрушения бетона можно выделить следующие степени разрушения:

- поверхностные - до 20 мм;
- средней степени - 20-40 мм;
- высокой степени - 40-100 мм;

очень высокой степени - более 100 мм.

Поверхностные разрушения, как правило, не затрагивают арматуру. Они проявляются сразу или в течение короткого времени. Это связано с нарушением технологии заливки бетона или плохим качеством исходных материалов. Дефекты бетона средней степени разрушения и выше диагностируют участки оголения металлической арматуры.

Предельная величина отслоения бетона для плит перекрытия/покрытия по [1] приведены в таблице 6:



Таблица 6

Наименование критерия	Значение критерия	
	Ограниченно-работоспособное	Аварийное
Отслоение защитного слоя бетона и механические повреждения в растянутой зоне, с оголением арматуры	До 30% длины растянутой зоны	Более 30% длины растянутой зоны

### Уменьшение площади арматуры из-за коррозии.

В процессе изготовления железобетонных конструкций часто применяются добавки (химические, минеральные, органоминеральные и т.д.). Их применение осуществляют не учитывая влияние на возможность коррозии арматуры, которая является неотъемлемой частью при изготовлении железобетонных конструкций. Помимо этого железобетонные конструкции нередко используются и эксплуатируются в условиях агрессивных сред: паров, газов,

повышенной влажности и т.д., в которых процессы коррозии арматуры значительно усиливаются.

Как известно при расчетах железобетонных конструкций на огнестойкость учитываются как толщина защитного слоя бетона, так и площадь поперечного сечения рабочей арматуры. Эти параметры могут изменяться в связи с процессами коррозии арматуры, что по итогу отрицательно скажется на огнестойкости этих конструкций, а так же на устойчивости при пожаре.

Предельная величина уменьшения площади сечения арматуры для плит перекрытия/покрытия по [1] приведены в таблице 7:

Таблица 7

Наименование критерия	Значение критерия	
	Ограниченно-работоспособное	Аварийное
Уменьшение площади сечения арматуры из-за коррозии при разрушении защитного бетонного слоя	До 15% площади сечения	Более 15% площади сечения

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- СП 454.1325800.2019 Здания жилые многоквартирные. Правила оценки аварийного и ограниченно-работоспособного технического состояния. (Утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 24 декабря 2019г. №853/пр)
- СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. (Утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 19 декабря 2018г. №832/пр)
- СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия (Утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 3 декабря 2016г. №891/пр)
- А.А.Леденев «Влияние процессов коррозии арматурной стали на долговечность и огнестойкость железобетонных конструкций»/ А.А.Леденев, В.Т.Перцев// Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. Выпуск 2(15), 2015
- Г.А.Слояго Современные подходы к расчету остаточного ресурса изгибаемых железобетонных элементов с коррозионными повреждениями/ Г.А.Смоляго, Н.В.Фролов// Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21 №6.С.88-100. -DOI: 10.31675/1607-1859-2019-21-6-88-100

### REFERENCE

- SP 454.1325800.2019 Zdaniya jilije mnogokvartirnie. Pravila ocenki avariinogo i ogranichenno\_rabotosposobnogo tehniceskogo sostoyaniya. (Utverjden prikazom Ministerstva stroitelstva i jilischno\_komunalnogo hozyaistva Rossiiskoi Federacii ot 24 dekabrya 2019g. №853/pr)
- SP 63.13330.2018 Betonnie i jelezobetonnie konstrukcii. Osnovnie polojeniya. (Utverjden prikazom Ministerstva stroitelstva i jilischno - komunalnogo hozyaistva Rossiiskoi Federacii ot 19 dekabrya 2018g. №832/pr)
- SP 20.13330.2016 Nagruzki i vozdeistviya (Utverjden prikazom Ministerstva stroitelstva i jilischno\_komunalnogo hozyaistva Rossiiskoi Federacii ot 3 dekabrya 2016g. №891/pr)
- A.A.Ledenev «Vliyanie processov korrozii armaturnoi stali na dolgovechnost i ognestoikost jelezobetonnih konstrukcii»/ A.A.Ledenev V.T.Percev// Vestnik Voronejskogo instituta GPS MChS Rossii. Vipusk 2(15).2015
- G.A.Sloyago Sovremennie podhodi k raschetu ostatochnogo resursa izgibaemih jelezobetonnih lementov s korrozionnimi povrejdieniyami/ G.A.Smolyago N.V.Frolov// Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta.2019.T.21 №6.S.88-100. - DOI:10.31675/1607-1859-2019-21-6-88-100

# ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

## РАЗВИТИЕ ОВЦЕВОДСТВА В СТРАНЕ - БЕЗ АНАЭРОБНЫХ ИНФЕКЦИЙ

*Веревкина М.Н.*

*ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет, доцент, канд.биол.наук, (доцент кафедры эпизоотологии и микробиологии)*

### DEVELOPMENT OF SHEEP BREEDING IN THE COUNTRY - WITHOUT ANAEROBIC INFECTIONS

*Verevkina M.N.*

*Stavropol State Agrarian University, Associate Professor, Candidate of Biology. (Associate Professor of the Department of Epizootology and Microbiology)*

*DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2022.1.78.584*

#### АННОТАЦИЯ

Разведение овец, коз – традиционный и социально значимый вид деятельности во многих регионах страны. Селекционно-племенная работа в овцеводстве направлена на создание новых пород овец. Овцеводство в нашей стране наиболее развито в тех регионах, где оно является отраслью традиционной, а значит, наиболее приспособленной к местным климатическим условиям, как правило, очень непростым и суровым.

#### ANNOTATION

Sheep and goat breeding is a traditional and socially significant activity in many regions of the country. Breeding and breeding work in sheep breeding is aimed at creating new breeds of sheep. Sheep breeding in our country is most developed in those regions where it is a traditional industry, which means that it is the most adapted to local climatic conditions, as a rule, very difficult and harsh.

**Ключевые слова:** овцеводство, шерсть, баранина, анаэробная инфекция, браззот.

**Keywords:** sheep breeding, wool, mutton, anaerobic infection, brazzot.

Лидерами по численности овец являются две республики – Калмыкия и Дагестан, оба региона – в Дагестане – 5 млн. 306 тыс. голов, в Калмыкии – 2 млн. 413 тыс. Калмыки – кочевой народ, их степи и полупустыни настолько бедны кормом, что содержать поголовье на одном месте долгое время невозможно. Только овцы да крупный рогатый скот аборигенной калмыцкой породы способны прокормиться здесь в засушливый летний период. Баранина – это основной вид мяса, который употребляет местное население.

В Дагестане своя специфика. Горы, с их прекрасными альпийскими пастбищами, доступны лишь в летний период, зимой же овец можно пасти на равнине, ну разве что за исключением нескольких недель. Здесь же заготавливают сено на зиму. Все это привело к тому, что в Дагестане сложилась отгонная система овцеводства, была создана дагестанская горная порода овец, отличающаяся выносливостью, крепким копытным рогом, что крайне важно при больших переходах по скалистой местности. И так в каждом регионе, где развита отрасль.

Овцеводство там не только занятие для местного населения, это образ жизни многих поколений, его уклад и традиции. В 2000 г. во всех хозяйствах страны насчитывалось менее 15 млн. голов овец и коз. В 2022 году эта цифра составляет 25 млн. голов. На сегодняшний день в сельхозпредприятиях разводят 42 породы овец: 15 тонкорунных, 13 полутонкорунных, 2 полугрубошерстных и 12 грубошерстных. В прошлом году в стране было произведено 55,5 тыс.

тонн шерсти и 205 тыс. тонн овец и коз на убой в убойном весе. Для сравнения, в 2000 году производство шерсти составляло 41 тыс. тонн, животных на убой – 140 тыс. тонн. Конечно, россияне значительно увеличили потребление мяса птицы, но баранина была и остается востребована на нашем рынке. И подтверждение тому – цена на данный вид мяса. Она выше, чем на свинину и говядину, то есть это мясо для горожан, скорее не для повседневного потребления, а мясо «выходного дня» - для шашлыка, разнообразных блюд кавказской кухни, которые готовят на даче, на пикнике и т.д. Для большинства регионов Южного, Северо-Кавказского и Сибирского федеральных округов баранина является одним из основных видов мяса.

Что касается продукции отрасли, то именно эта технология и позволяет получать экологически чистое мясо, поскольку в рационе животных нет антибиотиков, гормональных добавок и прочих компонентов, применяемых в специализированных кормах для других видов животных и птицы, содержащихся по интенсивной технологии. Более того, вкус баранины во многом зависит от набора трав. Например, по данным ученых, в ставропольской степи произрастает около 140 видов трав, благодаря эфирным маслам которых мясо овец и приобретает свой уникальный вкус. При промышленном содержании, никакого различия во вкусовых качествах мяса не будет.

Исследователями (М.Д. Польшковский, Я.Р. Коваленко, А.А. Волкова, Ф.И. Каган, В.И. Леньков, А.В. Ляшкин, К.Р. Ургуев, Л.В.

Кириллов, Л.И. Сторожев и др.) изучено и наглядно представлено, что споровые анаэробные микроорганизмы многие годы сохраняют жизнеспособность и представляют опасность для заражения животных и человека. Был создан ряд препаратов для специфической профилактики клостридиозов. Однако, не было разработано и внедрено в практику ни одного ассоциированного препарата для профилактики клостридиозов у крупного рогатого скота, а вакцины против клостридиозов овец отличались достаточно узким спектром антигенного состава, из-за чего животных приходилось вакцинировать в течение каждого сезона по шесть–восемь раз моновакцинами. Важнейшими возбудителями анаэробных клостридиозов являются: *Clostridium botulinum*, *Cl. perfringens*, *Cl. tetani*, *Cl. chauvoei*, *Cl. septicum*, *Cl. novyi*, *Cl. histolyticum*, *Cl. sordellii*.

Брадат овец был давно известен в северных странах (Исландия, Дания, Норвегия, Шотландия), где он появлялся в виде энзоотии. Это заболевание поражает овец преимущественно в возрасте до двух лет, реже в более старшем возрасте, наблюдается осенью и зимой, но иногда и летом, в период пастбищного содержания. В северных странах брадат вызывал значительные опустошения среди овец. Вначале его диагностировали как сибирскую язву. В 1875 г. Краббе опубликовал обстоятельный обзор всего того, что было известно относительно брадзота из исландской и датской литературы. По описанию Краббе, брадат появляется главным образом зимой, в особенности с октября по январь, и в виде редкого, исключения - летом. Заболевают в большинстве случаев хорошо упитанные животные 1-2-летнего возраста. Заболевшие сразу отказываются от корма, падают, из ротовой полости у них появляется значительное количество пены и в течение нескольких минут (в редких случаях по прошествии 2-5 часов) они гибнут. Разложение трупа наступает чрезвычайно быстро. Мышцы подвергаются столь сильному гнилостному разложению, что мясо павших животных не едят ни собаки, ни вороны. Если убить животное в начале болезни, в сычуге можно заметить темное сине-красное пятно. У овец, павшей от брадзота, такое окрашивание распространяется на значительную часть сычуга. Патология болезни впервые была научно описана в 1888 г. ветеринарным врачом И. Нильсеном, открывшим возбудителя брадзота. Брадат овец наблюдается в различных европейских и неевропейских странах, не только северных, но и южных, независимо от географической зоны. Так, он был описан в Австралии, Тасмании, Греции, Турции, Германии и в других странах. По данным К. П. Андреева, К-Ф. Ламихова, М. М. Фаргалиева и А. А. Волковой, брадат овец наблюдается в нашей стране в различных географических зонах с разнообразными климатическими условиями. В мазках из геморрагических очагов слизистых оболочек, из крови и органов животных, павших от брадзота, обнаруживают спорообразующие палочки 2-6 мкм в длину и 1 мкм в ширину,

расположенные поодиночке, парами или цепочками. При исследовании свежих трупов бактерии чаще обнаруживают в пораженных участках печени. Морфология возбудителя в отпечатках или в мазках и поверхности печени (нити) весьма характерна. Картина поражений выражается в некрозе и геморрагическом воспалении слизистой оболочки с воспалительным отеком подслизистой. В печени иногда отмечалось наличие геморрагических очагов. При гистологическом исследовании находили большое количество беспоровых палочек вокруг некротических участков печени. Культуральные свойства. *Cl. septicum* является сильно патогенным микроорганизмом для всех видов лабораторных животных при искусственном заражении даже чрезвычайно малыми дозами культуры. При многократных пересевах культур вирулентность этого микроорганизма стойко сохраняется. Рост его на искусственных питательных средах весьма обильный. Введение незначительных доз культуры парентерально вызывает у подопытных животных весьма сильное местное поражение и общий сепсис. Сезонность брадзота не является строго ограниченной. Так, в скандинавских странах брадат начинается в сентябре и прекращается в марте. Однако брадат овец возникает и в летние месяцы. В Германии брадат обычно наблюдался в летне-осенний период, начиная с мая до января. Вспышки брадзота овец иногда отмечаются в зимние месяцы — в декабре —январе. Таким образом, брадат овец появляется в различных, времена года, независимо от географической зоны. Ряд исследователей обращает внимание на то, что ежегодные вспышки брадзота встречаются обычно в очагах, расположенных на заливных лугах и в низинах рек; объясняется это тем, что овцы поедают траву, загрязненную илом и землей, содержащими возбудителя болезни. Отмечены факты, указывающие, что в некоторых случаях вспышки брадзота связаны с использованием для водопоя стоячей воды из естественных водоемов брадат поражает овец независимо от породы.

Некоторые авторы различают две формы брадзота - пастбищную и стойлового содержания. При пастбищной форме заболевания наиболее часто отмечаются среди взрослого поголовья, в период стойлового содержания, брадат поражает главным образом молодняк в возрасте 3—7 месяцев. Общий отход овец от брадзота может достигнуть 23%. Факторы, понижающие резистентность организма и отдельных органов, в особенности желудка и кишечника, играют важную роль в появлении брадзота в естественных условиях. По наблюдениям ряда авторов, брадат овец протекает в значительной части случаев в молниеносной форме. Животных, бывших накануне вечером здоровыми, находят на утро павшими. В некоторых случаях при выгоне из овчарни или по дороге на пастбище одна из овец внезапно падает на землю и гибнет на глазах в течение 10—15 минут с явлениями судорог, резкого покраснения конъюнктивы, иногда легкого

тимпанита. При затяжном течении браздот наблюдаются следующие симптомы: повышение температуры тела, гиперемия конъюнктивы, выделение из ротовой полости пенистой слюны с примесью крови, скрежетание зубами, истечение кровянистой жидкости из носовой полости, иногда кровавый понос и тимпанит. Иногда при браздоте наблюдают нервные явления: беспокойство, возбуждение, скачкообразные движения, повышенную чувствительность и пр. Диагноз может быть установлен бактериологическим исследованием при учете клинических, патологоанатомических и эпизоотологических данных. Для лабораторного исследования рекомендуется использовать отечный инфильтрат подкожной клетчатки, слизистую оболочку и подслизистую ткань сычуга и двенадцатиперстной кишки, некротические участки печени и трубчатую кость.

При гистологическом исследовании обнаруживают резкую гиперемию и зернистое перерождение паренхимы печени, почек и сердечной мышцы. В мезентериальных железах находят резкую гиперемию, отек и катар синусов. Слизистая и подслизистая оболочки желудка и кишечника гиперемированы с многочисленными кровоизлияниями, инфильтрированы в области ворсинок клеточными элементами типа больших лимфоцитов и лейкоцитов. Убой больных браздотом овец на мясо запрещен. Если диагноз установлен после убоя животных, то тушу, внутренние органы, шкуру и все обезличенные

продукты убоя уничтожают. Туши мяса, относящиеся к ним внутренние органы и кожу направляют в техническую утилизацию или уничтожают. Помещение, инвентарь и инструменты дезинфицируют.

#### Список литературы

1. Ерохин, С. А. Состояние, динамика и тенденции в развитии овцеводства в мире и в России / С. А. Ерохин, Е. А. Карасев, С. А. Ерохин. Текст непосредственный // Овцы, козы, шерстяное дело. 2019. № 3. – С. 3-6.
2. Пирожков, М.К. Диагностика, специфическая профилактика и лечение и бактериальных болезней животных / М.К. Пирожков, С.В. Ленев, Е.В. Викторова и др. // Ветеринария. – 2011. – №1. – С. 24-28.
3. Салимов, В.А. Патологоанатомическая и дифференциальная диагностика эшерихиозов, сальмонеллезов, пастереллезов, анаэробных энтеротоксемий, кандидамикоза, их ассоциаций и осложнений у молодняка сельскохозяйственных животных / В.А. Салимов – М.: Колос, 2001. – 75 с.
4. Узаков, Я.М. Технологические свойства и биологическая ценность баранины / Я.М. Узаков, Б.А. Рскелдиев, Г.С. Бейсембай // Мясная индустрия, 2007. – № 2. – С. 21-28.
5. Щупакова, Ю.И. Ветеринарно-санитарная экспертиза баранины / Ю.И. Щупакова, А.А. Сенина, Ю.В. Петрова // Academy, 2017. – № 7 (22). – 116 с.

УДК 616.981.51:576.809.7

### ИММУНОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС У ЖИВОТНЫХ, ПОСЛЕ ПРИМЕНЕНИЯ СИБИРЕЯЗВЕННОЙ ВАКЦИНЫ

*Сущих В.Ю., Юсупов М.Р., Канатов Б., Дюсенов С.  
Республика Казахстан, 050016, г. Алматы, проспект Райымбека 223*

### IMMUNOLOGICAL STATUS IN ANIMALS AFTER APPLICATION OF ANTHRAX VACCINE

*V.Y. Suchshikh, M.R. Yusupov, B. Kanatov, S. Dyusenov  
Kazakh Scientific Research Veterinary Institute Almaty, Republic of Kazakhstan  
Republic of Kazakhstan, 050016, Almaty, Raiymbek avenue 223*

#### АННОТАЦИЯ

Сибирская язва на территории Казахстана регистрируется на протяжении многих лет. Основным методом профилактики при данной инфекции является специфическая вакцинация. От качества препаратов и проведения вакцинации животных зависит эпизоотологическая и эпидемиологическая ситуации по сибирской язве в стране в целом.

Целью исследований являлось изучение иммунологического статуса у вакцинированных, против сибирской язвы животных, в различных регионах республики.

Для оценки иммунологического статуса у иммунизированных сибирезвеной вакциной животных отобраны и изучены образцы сывороток крови. Пробы сывороток крови отбирали в стационарно неблагополучных по сибирской язве пунктах в различных регионах республики. Полученные сыворотки крови исследовали в реакции непрямой гемагглютинации, макрометодом.

Проведенные исследования показали, что у 95% иммунизированных сибирезвеной вакциной животных через 5 и 6 месяцев после вакцинации отмечается наличие антител к сибирезвеному антигену. При этом, у 5% от общего числа исследованных антитела полностью отсутствовали, а у 13,3% животных поствакцинальные антитела обнаруживаются в низких титрах.

**ABSTRACT**

Anthrax has been registered on the territory of Kazakhstan for many years. The main method of prevention for this infection is specific vaccination. The epidemiological and epizootological situation of anthrax in the country as a whole depends on the quality of the vaccine and the conscientiousness of its implementation.

For assessing the immunological status of animals immunized with anthrax vaccine, blood serum samples were selected and studied. Samples of blood sera were taken at inpatient sites with anthrax problems in various regions of the republic. The obtained blood serums were examined in the reaction of indirect hemagglutination, micromethod.

Of the conducted studies have shown that 95% of animals immunized with the anthrax vaccine have antibodies to the anthrax antigen 5 and 6 months after vaccination. At the same time, 5% of the total number of studied antibodies were completely absent, and in 13.3% of animals postvaccinal antibodies are found in low titers.

**Ключевые слова:** вакцинация; сибирская язва; антитела; иммунитет; животные; сыворотка крови; исследование.

**Keywords:** vaccination; anthrax; antibodies; immunity; animals; blood serum; research.

**Введение** Сибирская язва на протяжении столетий регистрировалась не менее чем в 200 странах мира, с заболеваемостью людей до 100 тысяч случаев в год. По данным ProMED в XXI веке сибирская язва сохраняет глобальный нозоареал. Регистрируемая в настоящее время заболеваемость животных и людей на уровне 900–1000 случаев выявляется в десятках стран не только афро-азиатского региона, но и на территориях Европы, Америки, Австралии, и в наиболее развитых странах – США, Канаде, Франции, Финляндии. В Казахстане официально сибирскую язву регистрируют с 1935 г., в прошлом болезнь имела почти повсеместное распространение [1].

В настоящее время болезнь не имеет широкого эпидемического и эпизоотического распространения, но риск возникновения вспышек сохраняется [2].

Одной из главных причин такой сложной ситуации можно считать наличие многочисленных почвенных очагов сибирской язвы. При этом, на сегодняшний день во всех областях республики зарегистрировано значительное количество стационарно неблагополучных по сибирской язве пунктов и почвенных очагов [3,4].

Дополнительной угрозой возникновения вспышки заболевания сибирской язвой являются особенности климата: обильные осадки, размывание почвы, повышение уровня воды и розлив водоемов [5].

Возбудитель инфекции *B. anthracis* существует в двух формах – вегетативных клетках и в споровой форме [6]. В почве, *B. anthracis* обычно находится в эндоспоровой форме, оставаясь жизнеспособной в течение многих десятилетий [7]. Из-за высоко патогенного характера и возможности спорообразования, *B. anthracis* считается особо опасной инфекционной болезнью и относится к IV группе патогенности [8,9].

В настоящее время благополучие по сибирской язве в стране обеспечивается проводимыми ежегодно специфическими профилактическими мероприятиями, а именно иммунизацией животных. Для вакцинации животных в странах применяются различные препараты. Так, профилактика сибирской язвы на территории Российской Федерации проводится с использованием живой вакцины на основе

аттенуированного штамма *B. anthracis* СТИ-1 [10]. За рубежом лицензированы и применяются химические вакцины – AVA (Anthrax vaccine ad sorbed, синоним BioThrax, США) и AVP (Anthrax vaccine precipitated, Великобритания) [11].

В Казахстане также проводится комплекс плановых мероприятий по предупреждению заболеваний сибирской язвой, основным звеном которых для сельскохозяйственных животных является специфическая профилактика. Для иммунизации сельскохозяйственных животных применяют вакцину против сибирской язвы, изготовленную из штамма 55-ВНИИВВиМ. Проводившаяся в течение многих десятилетий массовая вакцинация животных уменьшила число вспышек сибирской язвы [12].

При этом, в 2021 году в ряде областей республики было зарегистрировано несколько вспышек сибирской язвы, а именно: в Восточно - Казахстанской, Туркестанской, Костанайской, Северо-Казахстанской и Жамбылской областях.

Предполагается, что заражение сельскохозяйственных животных связано с наличием многочисленных сибирской язвы захоронений, являющихся источниками инфекции, а также нарушения в проведении специфических профилактических мероприятий. Ранее исследования по контролю эффективности вакцинации против сибирской язвы на территории Республики Казахстан не проводились.

**Цель исследований** определить эффективность одного из главных составляющих комплекса профилактических мероприятий при сибирской язве, а именно - вакцинации.

**Материалы и методы исследований** Для определения иммунного статуса животных в различных регионах республики выборочно были взяты пробы крови от животных иммунизированных сибирской язвой вакциной. Для эксперимента пробы крови были отобраны от различных половозрастных групп крупного и мелкого рогатого скота Акмолинской области (северный регион), Кызылординской (центральный регион) и Туркестанской области (южный регион). Пробы для исследований отбирали от животных тех населенных пунктах, в которых последние пять

лет были зарегистрированы случаи вспышек сибиреязвенной инфекции.

От животных поселка Ольгинка, и соседнего села Николаевка Михайловского с/о Аршалынского района Акмолинской области для исследований отобрано 120 образцов крови, т.е. по 60 из каждого населенного пункта, в том числе по 30 проб от крупного и по 30 проб от мелкого рогатого скота.

В Кызылординской области из села Енбекши Шиелинского района отобрано 60 проб крови (по 30 от крс и мрс).

В Туркестанской области в 2 районах из 3 эпизоотологических единиц получено 179 образцов, в том числе 89 от крупного и 90 от мелкого рогатого скота (село Шубар Ордабасинский р-н; с. Кемекалган и с. 1 мамыр Толембиский район).

Из всех проб крови получена сыворотка, которая исследовалась на наличие противосибиреязвенных антител серологическим методом в реакции непрямой гемагглютинации (РНГА).

Для эксперимента использовали диагностикум эритроцитарный сибиреязвенный антигенный, сухой (регистрационный № РК-ИМН-5№008938), производства РГП на ПХВ «КНЦКЗИ им. Айкимбаева», Республика Казахстан. Серологическую реакцию ставили с цельной сывороткой крови вакцинированных животных, макрометодом, согласно утвержденной инструкции производителя диагностикума.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Населенные пункты Ольгинка и Николаевка Михайловского с/о В условиях лаборатории бактериологии проведено исследование сывороток крови, отобранные у животных (КРС и МРС), принадлежащих частному сектору с. *Ольгинка и с. Николаевка Михайловского с/о Аршалынского района Акмолинской области* – всего 120 проб (по 60 из каждого пункта). Согласно представленным актам иммунизация животных в данных поселках проводилась с использованием препарата «Вакцина живая жидкая против сибирской язвы животных из штамма 55-ВНИИВВИМ», Серия 10, Контроль 10, изготовлена 08.2020 г., производства НПП «Антиген», Республика Казахстан.

При этом установлено, что у большинства иммунизированных животных частного сектора с. Николаевка через 6 месяцев после вакцинации (КРС и МРС 05.03.2021 г.) и с. Ольгинка (КРС 05.03.2021 г., МРС 17.04.2021 г.) через 5 месяцев после иммунизации отмечено наличие поствакцинальных антител.

Проведенные исследования показали, что у большинства исследованных животных – у 114 из 120 животных или у 95% (крупный и мелкий рогатый скот) через 6 и 5 месяцев после иммунизации сибиреязвенной вакциной отмечаются поствакцинальные титры антител. Так, у крупного и мелкого рогатого скота села Николаевка они составляют  $24,2 \pm 3,2$  и  $24,9 \pm 4,6$ , соответственно. У животных с. Ольгинка, где в

2019 году была зарегистрирована вспышка сибирской язвы, средние титры антител обнаруживаются у КРС в пределах  $43,6 \pm 4,6$ , а МРС  $29,6 \pm 3,7$ . Однако, у 6 животных (5% от всех исследованных) были получены отрицательные результаты, причем в обоих населенных пунктах это отмечено у крупного рогатого скота. Кроме того, низкие показатели (1:8 и ниже) выявлены у 16 животных (13,3%), в т.ч.: у 14 голов в с. Николаевка и у 2 в с. Ольгинка.

Расчеты *средних коллективных* поствакцинальных титров антител *по данной области* (Акмолинской) показали, что у крупного рогатого скота они составляли  $33,9 \pm 3,9$ , а у мелкого рогатого скота  $27,25 \pm 4,15$ .

Аналогичные исследования проведены с образцами сывороток крови животных, полученными, из Туркестанской и Кызылординской областей. Иммунизация в данных областях была проведена позже, чем в Акмолинской, а именно: в Кызылординской в июне, а в Туркестанской в августе месяцах с использованием препарата «Вакцина живая жидкая против сибирской язвы из штамма 55-ВНИИВВИМ для сельскохозяйственных животных», производства "BIOTRON GROUP", Серия 26, Контроль 26, дата изг. 02.2021 г., РК; т.е. забор проб крови проведен через 5 и 2 месяца, соответственно.

Проведенные исследования показали, что у 6 животных (3,4%) из 179 обследованных поствакцинальные титры антител не обнаружены. Наибольшее количество отрицательных результатов, т.е. 5 из 6 отмечено у мелкого рогатого скота, и только в одной пробе, полученной от крупного рогатого скота. Низкие показатели антител (1:8 и ниже) установлены у 4 животных, что составляет 2,23%.

В целом в процессе исследований установлено, что в *Ордабасинском (с. Шубар) и Толембиском районах (с. Кемекалган, с. 1 мамыр) Туркестанской области* поствакцинальные титры у КРС были различными и соответствовали показателям:  $30,4 \pm 3,6$ ;  $37,8 \pm 4,1$  и  $28,6 \pm 3,2$ , а у МРС они были в пределах:  $23,4 \pm 3,2$ ;  $35,3 \pm 4,8$  и  $26,0 \pm 2,1$ . Причем, во всех 3 районах показатель титров у КРС был выше, чем у МРС.

Расчеты *средних коллективных* поствакцинальных титров *по данной области* (Туркестанская) показали, что у крупного рогатого скота они в пределах  $32,3 \pm 3,6$ , а у мелкого рогатого скота соответствуют  $28,2 \pm 3,4$ .

Более высокие показатели поствакцинального иммунитета установлено у животных с. Енбекши Шиелинского района Кызылординской области. Причем, у крупного рогатого скота титры были ниже, чем у мелкого рогатого скота, а в двух образцах вообще отсутствовали.

Анализ полученных данных показывает, что и у крупного, и у мелкого рогатого скота данного поселка в Кызылординской области поствакцинальные титры были в высоких концентрациях, а именно у крс  $44,8 \pm 4,6$  и у мрс  $47,2 \pm 3,9$ .

Проведенные серологические исследования сывороток крови показывают, что из обследованных 359 иммунизированных сибиреязвенной вакциной животных Акмолинской Туркестанской и Кызылординской областей, коллективные поствакцинальные антитела в высоких концентрациях отмечаются у 325 голов или у 90,5%. Полученные данные свидетельствуют о наличии иммунитета у данных животных против сибирской язвы.

При этом, низкие титры антител, (1:8 и ниже) обнаружены в 20 пробах (16 голов в Акмолинской и 4 головы в Туркестанской области), что составляет 5,6%, в том числе в 8 образцах, полученных от КРС и в 12 от МРС.

Также, следует отметить полное отсутствие антител у 14 животных или у 3,9%, большинство из которых составляет крупный рогатый скот – 9 голов и 5 мелкий рогатый скот, в т.ч.: по 6 голов в Акмолинской и Туркестанской и 2 головы в Кызылординской областях.

В целом у 34 животных или 9,5% отсутствует иммунная защита против сибиреязвенной инфекции, что может являться или пропуском вакцинации, или индивидуальной толерантностью данных особей. Полученные отрицательные результаты требуют повторного отбора сыворотки крови для дополнительных исследований.

Следует отметить, что у исследованных животных Акмолинской и Туркестанской областей титры поствакцинальных антител не имеют значительных отличий, при этом, наиболее высокие показатели отмечены у животных в Кызылординской области.

**Заключение** Данные исследования, подтверждают наличие иммунитета у восприимчивых животных Акмолинской, Кызылординской и Туркестанской областей, иммунизированных противосибиреязвенной вакциной.

#### Список литературы

1 Лухнова Л.Ю., Избанова У.А., Сансызбаев Е.Б., Мека-Меченко Т.В. Обзор эпидемической, эпизоотической ситуации по сибирской язве в Казахстане, ближнем и дальнем зарубежье // Медицина.- Алматы.- 6 (192).-2018.- С. - 40-47.  
2 Лухнова Л.Ю., Ерубасев Т.К., Избанова У.А., Мека-Меченко Т.В., Сансызбаев Е.Б. Илюбаев Х.Ж., Сущих В.Ю., Садовская В.П., Шевцов А.Б. Сибирская язва в Восточно-Казахстанской области

// ACTA BIOMEDICA SCIENTIFICA, 2019, Том 4, N 5 С. 127-134.

3 Кадастр стационарно неблагополучных по сибирской язве пунктов Республики Казахстан. 1948-2002 гг.- Астана. - 2002.- 349 с.

4 Кадастр почвенных очагов сибирской язвы на территории Республики Казахстан – Алматы.- 2017. - 263 с.

5 Бровач М.П., Чхенкели В.А. Значение и эффективность вакцины "55- ВНИИВВИМ" при вакцинации лошадей против сибирской язвы"//Актуальные проблемы биотехнологии и ветеринарной медицины.- Иркутск.- 2017. – С.106-111.

6 Santelli E., Bankston L.A., Leppla S.H., Liddington R.C. Crystal structure of a complex between anthrax toxin and its host cell receptor // Nature 2004; 430: 905-908 [PMID: 15243628 DOI: 10.1038/nature02763]

7 Jernigan J.A., Stephens D.S., Ashford D.A., Omenaca C., Topiel M.S., Galbraith M., Tapper M., Fisk T.L., Zaki S., Popovic T., Meyer R.F., Quinn C.P., Harper S.A., Fridkin S.K., Sejvar J.J., Shepard C.W., McConnell M., Guarner J., Shieh W.J., Malecki J.M., Gerberding J.L., Hughes J.M., Perkins B.A. Bioterrorism-related inhalational anthrax: the first 10 cases reported in the United States. // Emerg Infect Dis.- 2001.- 7.- P. 933-944 [PMID: 11747719 DOI: 10.3201/eid0706.010604]

8 Kamboj D.V., Goel A.K., Singh L. Biological Warfare Agents. // Defence Sci J.- 2006.- 56. P. 495-506

9 Atlas R.M. Bioterrorism: from threat to reality. // Annu Rev Microbiol 2002; 56: 167-185 [PMID: 12142472 DOI: 10.1146/annurev.micro.56.012302.160616]

10 Онищенко Г.Г., Кожухов В.В., Васильев Н.Т. Сибирская язва: актуальные проблемы разработки и внедрения медицинских средств защиты//Медицина – М. – 2010. – 5. –424 с.

11 Chitlaru T., Altboum Z., Reuveny S. et al. Progress and novel strategies in vaccine development and treatment of anthrax// Immunol. Rev., 2011.- 239. - 221–236. doi: 10.1111/j.1600-065X.2010.00969.x

12 Лухнова Л.Ю., Дерябин П.Н., Атшабар Б.Б., Мека-Меченко Т.В., Некрасова Л.Е., Избанова У.А. История создания и основные направления совершенствования специфической профилактики сибирской язвы //Медицина.- Алматы.-2016.- 2 (164) - С. 34-45.

# МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

## ВЛИЯНИЕ ОБУЧЕНИЯ ВРАЧЕЙ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ НА КАЧЕСТВО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПАЦИЕНТАМИ

*Бычкова А.С.*

*Кафедра психиатрии, наркологии и психотерапии  
Академии Постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА РОССИИ*

### **Актуальность исследования.**

Темп развития медицины в современном мире привел к тому, что опытные руководители медицинских центров и клиник начали задумываться над вопросами обучения своего медицинского персонала. Врачи - это та целевая аудитория, которая обучается довольно регулярно. Каждый доктор независимо от специальности обязан каждые пять лет проходить сертификационный цикл. Но в современных условиях медицинского рынка есть необходимость в обучении врачей не столько медицине, сколько коммуникации с пациентами. Навык взаимодействия с пациентами, убеждения, влияния, установления доверительных отношений с пациентом стал особенно цениться в современной медицине [3].

### **Цель исследования**

Обнаружение влияния обучения врачей коммуникативным техникам на уровень их удовлетворенности качеством взаимодействия с пациентами и на процент возврата пациентов к врачу на повторные приемы.

### **Материалы и методы**

В исследовании участвовали 47 врачей различных специальностей (стоматологи 36%, неврологи 21 %, гинекологи 30%, терапевты 13%). Стаж работы врачей варьировал от 2 до 27 лет, составляя в среднем 11 лет.

В процессе исследования врачи проходили обучающие курсы, направленные на развитие коммуникативных навыков. Из данной группы 25 врачей проходили обучение на онлайн-курсе по коммуникативным техникам в работе с пациентами, 22 врача - очное обучение на тренинговых занятиях.

Проводимое обучение было направлено на развитие следующих навыков врачей:

Навык установления доверительных отношений с пациентом. Умение вызывать доверие на бессознательном уровне - это хорошо тренируемый навык, врачей психотерапевтов этому обязательно обучают при профессиональной подготовке. Но этот навык необходим врачам любой специальности.

Навыки влияния и убеждения. Помочь пациенту прийти к принятию правильного решения относительно своего здоровья, убедить в необходимости применения того или иного метода лечения, проведения лабораторного или инструментального обследования, консультации другого специалиста. Влияние врача на пациента в сочетании с доверием пациента к врачу - один из

основополагающих принципов эффективного лечения [4].

Умение находить контакт со сложными пациентами, разрешать конфликтные ситуации с агрессивно настроенными пациентами. Пациент часто приходит к врачу в тревожном, эмоционально нестабильном, депрессивном или агрессивном состоянии [1]. Врачу любой специальности нужны особые навыки взаимодействия с такими пациентами, умение работать с эмоциями пациента, снижать уровень тревоги, предотвращать развитие конфликта с агрессивно настроенным пациентом.

Навыки эмоциональной саморегуляции. Работа врача - это один из наиболее сложных видов деятельности, врачи как никто другой подвержены влиянию негативных стрессовых факторов [5], что может привести к развитию синдрома эмоционального выгорания врача [2]. Именно поэтому навыки психологической саморегуляции позволяют доктору долго и успешно помогать своим пациентам, одновременно сохраняя собственное психическое здоровье и работоспособность.

### **Результаты и обсуждение**

До начала обучения и после было проведено интервьюирование врачей для диагностики уровня удовлетворенности врачей качеством коммуникации с пациентами. Уровень удовлетворенности оценивался по 10-бальной шкале, где 1 - совсем не удовлетворен контактом с пациентом и качеством общения, а 10 - абсолютно удовлетворен качеством контакта и коммуникации с пациентом. После обучения уровень удовлетворенности врачей качеством коммуникации с пациентами увеличился с 4,7 до 7,2 баллов.

Кроме того, исследовался процент возврата пациентов на повторный прием после первичного. Процент возврата считался по формуле:  $(\text{количество повторных пациентов} / \text{количество первичных пациентов}) * 100$ . По данным исследования, процент возвращения пациентов к врачу возрос в среднем на 21,3 % (с 45,6 % до 66,9 %) в данной группе. Это говорит о высоком уровне влияния степени удовлетворенности пациента на повторное посещение пациентом врача.

Таким образом, подводя итог, можно сказать следующее: обучение коммуникативной компетентности является необходимостью успешной работы врача с пациентами в реалиях современного мира..



**Библиографический список.**

1. Н.Н. Васильев. Тренинг профессиональных коммуникаций в психологической практике. - СПб., Речь, 2005. - 282 с.
2. Щербатых Ю.В. Психология стресса. - Москва.: Эксмо, 2008. - 301 с.
3. Ю.Чертков, Г.Загорий. Чему не научат в медицинском вузе.- Доктор-медиа, 2009.- 251 с.
4. Сидоренко Е. В. Тренинг влияния и противостояния влиянию. - СПб., Речь, 2004. — 256 с
5. Н.В. Говорин, Е.А. Бодагова. Психическое здоровье и качество жизни врачей. - Томск, "Иван Федоров", 2013. - 124.

# НАУКИ О ЗЕМЛЕ

## ENERGY EFFICIENCY OF EXPLOSIVE DESTRUCTION OF ROCKS

*Zharikov I.F*

*Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources Russian Academy of Sciences  
IPCON RAS, (Moscow, Russia)*

## ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЗРЫВНОГО РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

*Жариков И.Ф.*

*ИПКОН РАН, (г. Москва, Россия)*

### ABSTRACT

The results of experimental studies on the assessment of energy costs and their distribution to various processes associated with the destruction of rocks during dynamic shock destruction are presented. The results of studies of the energy characteristics of the mechanical destruction of rocks under dynamic loads are presented. Based on the conducted studies, quantitative estimates of the maximum and minimum values of the energy absorbed by the samples and a comparison with the work of destruction of similar samples under standard, static loading were made. The percentages between the amount of energy absorbed by the sample and the amount of energy directed to the sample are also estimated.

### АННОТАЦИЯ

Изложены результаты экспериментальных исследований по оценке энергозатрат и их распределения на различные процессы, связанные с разрушением горных пород при динамическом ударном разрушении. Представлены результаты исследований энергетических характеристик механического разрушения пород при динамических нагрузках. На основании проведенных исследований выполнены количественные оценки максимальных и минимальных значений энергии, поглощенной образцами и сравнение с работой разрушения аналогичных образцов при стандартном, статическом нагружении. Оценены также процентные соотношения между величиной поглощенной образцом энергии и количеством энергии, направленной в образец.

**Key words:** rocks, destruction, stress waves, energy, dynamic loads, samples, newly formed surface.

**Ключевые слова:** горные породы, разрушение, волны напряжений, энергия, динамические нагрузки, образцы, вновь образуемая поверхность.

Взрывное и механическое разрушение горных пород ударными нагрузками носит динамический характер, проявляющийся в виде волновых процессов в разрушаемом массиве. Это позволяет путем анализа параметров волн напряжений выполнять определенные количественные оценки показателей разрушаемости среды. Для проведения экспериментов была усовершенствована методика с использованием составного стержня Б. Гопкинсона, широко применяемая при изучении влияния скорости нагружения на деформационное поведение различных твердых материалов [1]. Сущность методики заключается в том, что

испытываемый образец цилиндрической формы размещается между двумя стальными стержнями - динамометрами, по свободному торцу одного из которых наносится удар бойком со скоростью до 50 м/с. Амплитудно-временные характеристики импульса нагрузки, распространяющегося в стержнях и образце, регистрируются тензодатчиками. По этим характеристикам рассчитываются необходимые информативные параметры для анализа процесса разрушения испытываемого образца. В частности, значения энергии волн напряжений в стержнях вычислялись по формуле:

$$W_1 = \frac{S_c a_c}{E_c} \int_0^t \sigma_1^2(t) dt = \frac{S_c a_c}{E_c} \sum_{n=0} [\sigma_1^2_n + \sigma_1^2_{n+1}] \frac{\Delta t}{2},$$

где  $S_c, a_c, E_c$  – сечение стержня, скорость упругих волн и модуль упругости материала стержней;  $\tau_n$  – длительность импульса нагрузки;  $\sigma_1 = \varepsilon E_c$  – амплитуды волн напряжений, рассчитанные по осциллограммам, регистрируемым тензодатчиками деформаций с интервалом  $\Delta t = 1 - 2$  мкс. В эксперименте рассчитывалось количество энергии  $W'_T$ , направленной в образец, и энергии  $W_T$ , прошедшей через него. Величина поглощенной образцом энергии составит  $\Delta W =$

$W'_T - W_T$  при этом  $W_T$  – энергия импульса в выходном стержне-динамометра. Потери энергии на границах раздела образец - стержни не учитывались, поскольку были незначительными.

Испытаниям подвергались две разновидности песчаников ( $R_{сж} = 135$  МПа,  $R_{сж} = 180$  МПа), габбро ( $R_{сж} = 155$  МПа), известняк ( $R_{сж} = 15$  МПа), аргиллит ( $R_{сж} = 55$  МПа) и антрацит ( $R_{сж} = 28$  МПа). На графике, представленном на рис. 1 зависимости  $W_T = f(W'_T)$ , можно выделить несколько участков.

при низких значениях  $W_T'$ , т.е. передача энергии волн напряжений в породах незначительно отличается от идеальной, когда  $W_T = W_T'$ , но и

разрушение образцов является неустойчивым, а на их боковой поверхности только очень тонкие трещины.

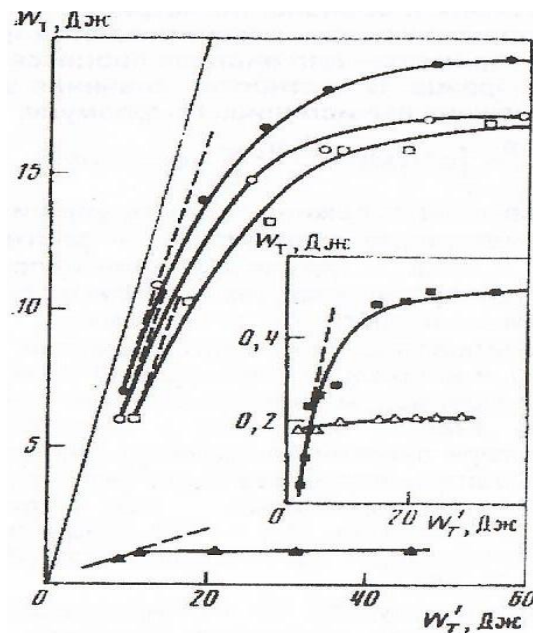


Рис. 1 Зависимость энергии, переданной образцом, от энергии нагружения

В тех опытах, когда образцы не доводились до разрушения, равенство  $W_T = W_T'$  выполнялось в пределах точности эксперимента. Это подтверждает несущественность потерь энергии на поверхности раздела образец – стержни и энергии, поглощенной образцом, не претерпевшим разрушения. Исключение составил только известняк, очевидно в силу высокой пористости (8,5%) способствующей существенному поглощению упругих волн, даже при отсутствии разрушения. Увеличение энергии  $W_T'$  сопровождается отклонением от линейной зависимости  $W_T = f(W_T')$  и ростом  $\Delta W$  (рис. 2), что является естественным результатом поглощения энергии в процессах деформирования и трещинообразования в образце. В итоге при

достаточно больших значениях  $W_T'$  наблюдается своеобразное «насыщение» и отсутствие роста энергии  $W_T$ , передаваемой образцом. Для каждой разновидности испытанных пород могут быть определены указанные предельные значения  $W_T$ , характеризующие, по-видимому, их поведение при интенсивных динамических нагрузках.

На основании проведенных исследований выполнены количественные оценки максимальных  $\Delta W_{max}$  и минимальных  $\nabla W_{min}$  значений энергии, поглощенной образцами и сравнение с работой разрушения  $\Delta W_{ст}$  аналогичных образцов при стандартном (статическом) нагружении. Кроме того, оценены процентные соотношения между  $\Delta W$  и  $W_T'$  в исследуемом диапазоне изменения  $W_T'$ . результаты расчетов сведены в табл. 1.

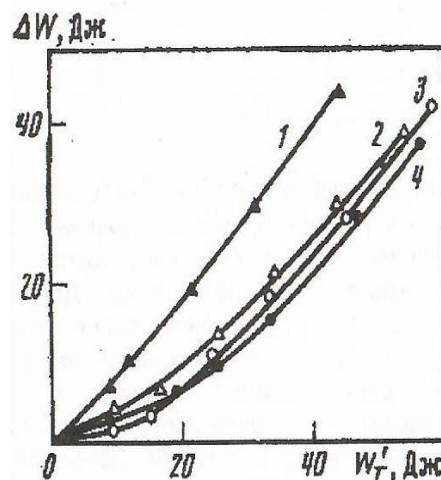


Рис. 2. Изменение энергии, поглощенной образцом, от энергии нагружения. 1-аргилит; 2-песчаник 11; 3-песчаник 1; 4-габбро.

Таблица 1.

Горная порода	$\Delta W_{ст}$ , Дж	$\Delta W_{min}/\Delta W_{ст}$	$\Delta W_{max}/\Delta W_{ст}$	$\Delta W/W'_T$
Габбро	2,15	1,1	13,3	20 ÷ 66
Песчаник 1	2,16	1,1	14,8	25 ÷ 71
Песчаник 11	2,65	1,2	15,0	30 ÷ 70
Антрацит	0,4	1,05	86,1	75 ÷ 98
Аргиллит	0,4	-2	113,7	25 ÷ 97
Известняк	0,16	13,2	113,7	90 ÷ 98

Сравнение показывает, что минимальная поглощенная энергия  $\Delta W_{min}$ , при которой происходит видимое разделение образца трещинами, для сравнительно крепких и хрупких пород незначительно превышает  $\Delta W_{ст}$ . Для слабых и пластичных пород это превышение более значительное. Однако, необходимо учитывать, что отношение  $\Delta W_{max}/\Delta W_{ст}$  указывает на возможность существенного расходования энергии в процессах динамического разрушения горных пород. Особенно это видно на примерах слабых пород, к которым подводилась энергия импульсов, на два порядка превышающая ее достаточный уровень. Можно указать на несколько причин такого увеличения потерь энергии. Прежде всего это рост сопротивляемости разрушению пород  $R_{сж}^d$  при динамическом нагружении, который влечет за собой увеличение энергоемкости разрушения. По оценкам, представленным в работе [1], энергоемкость может увеличиваться на порядок и

более. Однако, из зависимости  $\Delta W = f(R_{сж}^d/R_{сж}^{ст})$ , представленной на рис. 3 видно, что при незначительном росте динамической прочности на сжатие  $R_{сж}^d$ , по сравнению со стандартной  $R_{сж}^{ст}$ , общие энергозатраты увеличиваются в 2-3 раза.

В качестве второй причины следует отметить увеличение степени измельчения разрушаемых образцов, что является прямым подтверждением роста энергозатрат. Проведенный анализ гранулометрического состава продуктов разрушения испытанных образцов показал, что в исследованном диапазоне изменения  $W'_T$  величина вновь образованной поверхности при разрушении возросла в 20 раз для песчаников, в 30-для антрацита и только для вязко пластичного аргиллита до 8 раз. Определенные энергозатраты сопряжены также с потерями на кинетическую энергию разлетающихся продуктов разрушения и преодоление сил трения между кусками разрушаемого образца в процессе его нагружения.

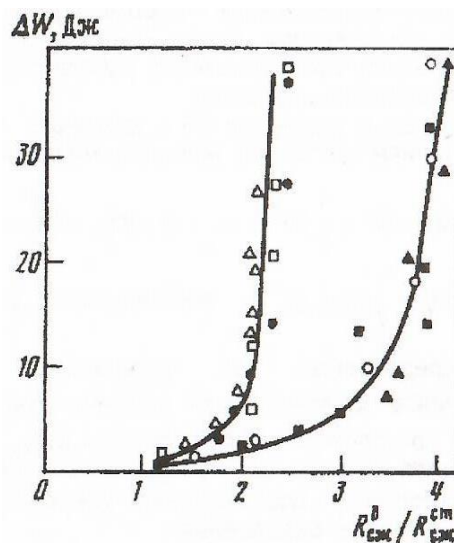


Рис. 3 Зависимость величины поглощенной энергии от изменения прочно

С учетом указанных факторов уравнение энергетического баланса (без звуковых, тепловых и

диссипативных потерь) при разрушении образца горной породы принимает вид:

$$\Delta W = A_y + A_s + A_k + A_T,$$

где  $A_y$  – энергия упругопластических деформаций;  $A_s$  – энергия, расходуемая на трещинообразование и создание новых поверхностей, т.е. на измельчение;  $A_k$  – кинетическая энергия продуктов разрушения;  $A_T$  – работа сил трения.

Согласно обобщенному закону П.А. Ребиндера, сумма  $A_y + A_s = A_p$  соответствует собственно работе разрушения и определяет энергоемкость процесса.

При переходе в уравнении энергетического баланса к удельным, по объему образца  $V$  значениям входящих в него величин получим:

$$\frac{\Delta W}{V} = Q_0 = Q^A + \frac{1}{2}\rho v^2 + Q_T = q + \gamma S_v + \frac{\rho v^2}{2} + Q_T,$$

где  $Q^A = \frac{A_p}{V} = \int_0^{\epsilon_0} \sigma(\epsilon, \epsilon') d\epsilon$  – энергоемкость разрушения образца, определяемая по диаграмме  $\sigma(\epsilon, \epsilon')$  его деформирования в зависимости от скорости относительной деформации  $\epsilon'$ ;  $\rho$  – плотность горной породы,  $v, S_v$  – скорость разлета продуктов разрушения и их удельная вновь образованная поверхность;  $q, \gamma$  – соответственно удельные объемная и поверхностная энергия разрушения.

Непосредственно по экспериментальным данным с достаточной точностью и достоверностью могут быть определены только величины  $\Delta W$  и  $Q^A$ , а по  $Q^A$  и результатам гранулометрического анализа –  $q$  и  $\gamma S_v$ . Однако поскольку в опытах регистрировалась скорость относительной деформации  $\epsilon'$ , то из соотношения  $\epsilon' = \frac{v}{l}$ , где  $l$  – длина образца, можно определить среднюю массовую скорость частиц при разрушении образца. Так как  $\epsilon'$  в основном изменялась от 100 до 850 с<sup>-1</sup>, то при  $l = 40$  мм (диаметр – 20 мм) скорость частиц могла достигать 5-35 м/с. Соответственно удельные энергозатраты на разлет частиц  $\frac{\rho v^2}{2}$  будут составлять ь для

различных по плотности пород от  $3 \cdot 10^4$  до  $16 \cdot 10^5$  Дж/м<sup>3</sup>.

Таким образом, с учетом сделанных допущений по полученному уравнению можно оценить и удельные энергозатраты на преодоление сил трения. Если подходить более строго, то в этой составляющей энергозатрат следует подразумевать и составляющие, трудно поддающиеся количественному учету.

Следует также сделать замечание относительно точности количественных значений поверхностной энергоемкости разрушения  $\gamma S_v$ , так как достоверное определение вновь образуемой поверхности сопряжено с рядом методических и технических затруднений. В свою очередь это снижает и точность значений удельной объемной энергии упругопластических деформаций  $q$ , поскольку  $\gamma S_v$  и  $q$  определяются по уравнению обобщенного закона П.А. Ребиндера.

С учетом всех приведенных предположений и допущений выполнены соответствующие оценки изменения энергозатрат, в единицах  $10^5$  Дж/м<sup>3</sup>, на разрушение образцов горных пород при динамическом нагружении (табл. 2).

Таблица 2.

**Распределение удельных энергозатрат при динамическом нагружении горных пород**

Порода	$Q_0$	$Q^A$	$\gamma S_v$	$q$	$Q_k$	$Q_T$
Габбро	3,2 - 30,3	2,2 – 10,6	0,8 – 9,2	1,4	0,5 – 16	0,5 – 3,7
Песчаник 1	4,8 - 46,8	4,0 – 25,6	0,4 – 22	3,6	0,5 – 16	0,3 – 5,2
Песчаник 11	4,5 - 30,5	3,8 – 13,3	0,6 – 10,1	3,2	0,5 – 16	0,2 – 1,2
Аргиллит	10,8 - 63	3,5 – 10,2	0,8 – 7,5	2,7	0,5 – 16	7,2 – 36,8
Антрацит	1,5 – 50	1 – 3,3	0,65 – 2,95	0,35	0,3 – 9	0,2 – 37,7
Известняк	1,7 – 21,7	0,5 – 1,0	-	-	0,4 - 12	0,8 – 8,7

В таблице 3 представлены отношения (в процентах) полученных составляющих энергозатрат к общему количеству энергии, поглощенной разрушаемым образцом. Отдельно показано также распределение энергоемкости

разрушения  $Q^A$  на упругопластические деформации  $q/Q^A$  и образование новых поверхностей  $\gamma S_v/Q^A$ , т.е. измельчение образца.

Таблица 3.

Порода	$Q^A/Q_0$	$Q_k/Q_0$	$Q_T/Q_0$	$q/Q^A$	$\gamma S_v/Q^A$
Габбро	68,8 – 35	15,6 – 52,8	15,6 – 12,2	63,7 – 13,2	36,3 – 86,8
Песчаник 1	83,3 – 54,7	10,4 – 34,2	6,2 – 11,1	90 – 14	10 – 86
Песчаник 11	84,4 – 43,6	11,1 – 52,5	4,4 – 3,9	84,2 – 24	15,8 – 76
Аргиллит	32,4 – 16,2	4,6 – 25,4	56,7 – 58,4	77,2 – 26,5	22,6 – 73,6
Антрацит	66,7 – 6,6	20 – 18	13,3 – 75,4	35 – 10,6	65 – 89,4
Известняк	29,4 – 4,6	23,5 – 55,3	47 – 40,6	-	-

Остановимся на анализе каждой составляющей общих удельных энергозатрат  $Q_0$ . Так энергозатраты  $Q^A$ , собственно на разрушение, с ростом  $Q_0$  снижаются в 2 раза и более для крепких пород и аргиллита, а для известняка и антрацита в 5 и 10 раз соответственно. Одновременно от 3 до 5 раз увеличиваются удельные энергозатраты на разлет продуктов разрушения. Удельная работа сил трения изменяется незначительно. Вместе с тем достаточно высокие значения этого показателя для

более слабых пород позволяют предполагать о наличии значительных диссипативных потерь, которые нами условно отнесены к этой составляющей энергозатрат.

Обратимся снова к анализу составляющей  $Q^A$ , т.е. к удельной энергии разрушения образца, рассчитанной по диаграммам его деформирования. В соответствии с обобщенным законом разрушения имеем равенство  $Q^A = q + \gamma S_v$ , которое показывает, что энергия, поглощаемая образцом, расходуется

на его упругопластическое деформирование и трещинообразование, т.е. на образование новых поверхностей. Данные таблицы 3 указывают на то, что увеличение энергии, направляемой в образец и поглощаемой им сопровождается главным образом ростом энергозатрат  $\gamma S_v$  на его переизмельчение.

Таким образом, существует некоторый рациональный уровень энергонасыщения процесса динамического разрушения пород, превышение которого не всегда оправдано. Большая часть избыточной энергии будет израсходована на переизмельчение, разлет продуктов разрушения и может превращаться в другие виды энергозатрат, приводя в итоге к снижению эффективности процесса.

#### Библиографический список

1. Белл Дж. Экспериментальная проверка квазистатической гипотезы в опыте на составном стержне Гопкинсона // Механика, 1988, с. 138-156
2. Джасмен В. Проверка применимости методики Кольского при исследовании динамических характеристик материалов // Прикладная механика, 1971, № 1, с. 72-81.
3. Мохначев М.П., Присташ В.В. Динамическая прочность горных пород // м., Наука, 1982, с. 141.
4. Жариков И.Ф. Рациональные конструкции зарядов при дроблении горных пород на больших глубинах // Инженерная физика, 2021, № 21, с. 27-34.

#### Bibliography

1. Bell J. Experimental testing of the quasi-static hypothesis in the experiment on the compound rod of Hopkinson // Mechanics, 1988, pp. 138-156
2. Jasmen V. Verification of the applicability of kolsky's method in the study of dynamic characteristics of materials // Applied Mechanics, 1971, No 1, pp. 72-81.
3. Mokhnachev M.P., Pristash V.V. Dynamic strength of rocks // m., Nauka, 1982, p. 141.
4. Zharikov I.F. Rational constructions of charges in the crushing of rocks at great depths // Engineering Physics, 2021, No 21, pp. 27-34.

# СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 363.2.034

## ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ОЦЕНИВАЕМЫХ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

*Ларина О.В.,  
к. с.-х. наук, доцент*

## EVALUATION OF THE REPRODUCTIVE CAPACITY OF BULLS-PRODUCERS OF THE VORONEZH REGION

*Larina O.V.  
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor*

### АННОТАЦИЯ

Основой улучшения сельскохозяйственных животных является отбор (селекция), проводимый с целью изменить генетический состав данной популяции.

Отбор – это мероприятие, которое в разведении сельскохозяйственных животных обеспечивает целенаправленный выбор племенных животных для воспроизводства. Таким образом, вести отбор – это значит решать, какие именно животные будут оставлять максимально возможное количество потомства.

Установлено, что генетический прогресс определяется на 40-50% за счет отбора отцов быков, на 20-30 – за счет матерей быков, на 20-30 – за счет отцов коров и на 5-10% – за счет матерей коров. Следовательно, наибольшее влияние на генетическое улучшение стада оказывает бык-производитель. Но реализуется это влияние только через отбор в молочном стаде.

### ABSTRACT

The basis for the improvement of farm animals is selection (selection), carried out in order to change the genetic composition of this population. Selection is an event that in the breeding of farm animals provides a purposeful selection of breeding animals for reproduction. Thus, to conduct selection means to decide which animals will leave the maximum possible number of offspring. It has been established that genetic progress is determined by 40-50% due to the selection of bull fathers, 20-30% due to bull mothers, 20-30% due to cow fathers and 5-10% due to cow mothers. Consequently, the greatest influence on the genetic improvement of the herd is exerted by the producer bull. But this influence is realized only through selection in the dairy herd.

**Ключевые слова:** быки-производители, воспроизводство, спермопродукция.

**Keywords:** breeding bulls, reproduction, sperm production.

Исследования проводились на АО «Племпредприятие «Воронежское» на быках-производителях трех пород: красно-пестрая порода (Атом 17337), голштинская черно-пестрая порода (Казей 75197) и симментальская порода (Рекорд 36101).

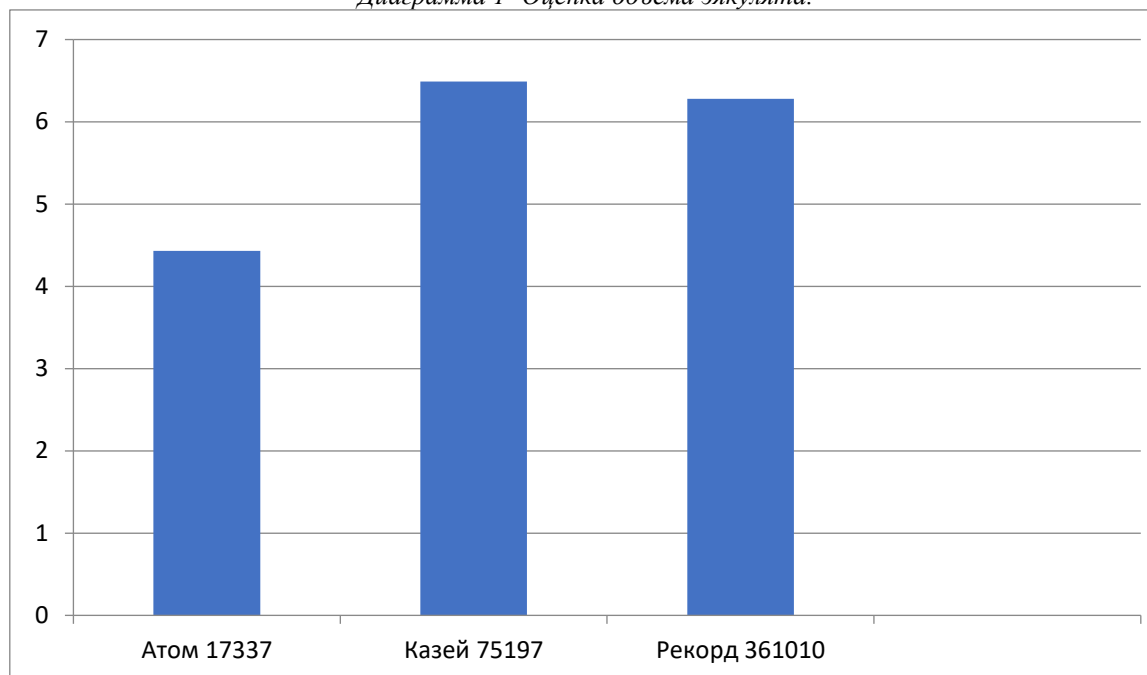
Проверка спермопродукции быков-производителей играет важную роль в комплексе мероприятий племенного дела [1]. Производитель с высоким качеством спермопродукции играет важную роль в воспроизводстве стада.

### Общая оценка воспроизводительной способности быков.

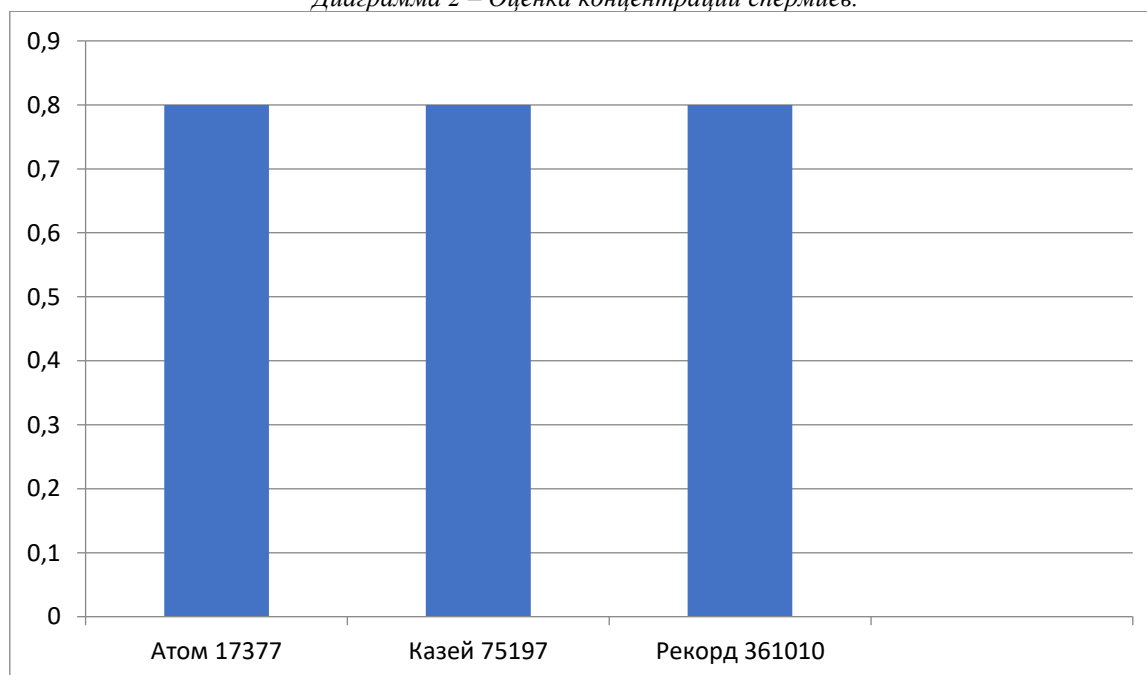
Кличка, Кличка, N быка	Кол - во эяку лят.	Получ. спер мы мл	Объем эякулята, мл	Концен- трация спер- миев, млрд	Актив ность спермиев, %	Осеменено маток всего, голов	Оплодотворено в т.ч. от 1 осеменения	
							голов	%
Атом 17337	53	235	4,43	0,80	80,0	543	343	76
Казей 75197	65	422	6,49	0.80	80,0	222	145	76
Рекорд 361010	76	477	6,28	0,80	80,0	296	185	74

Анализируя полученные данные, можно увидеть, что по объему получаемого эякулята самый высокий показатель принадлежит быку Казей 75197 и составляет 6,49 мл. Средний

показатель равен 6,28 мл и принадлежит Рекорд 361010. Наименьшее значение у быка Атом 17337 и составляет 4,43 мл.

*Диаграмма 1- Оценка объема эякулята.*

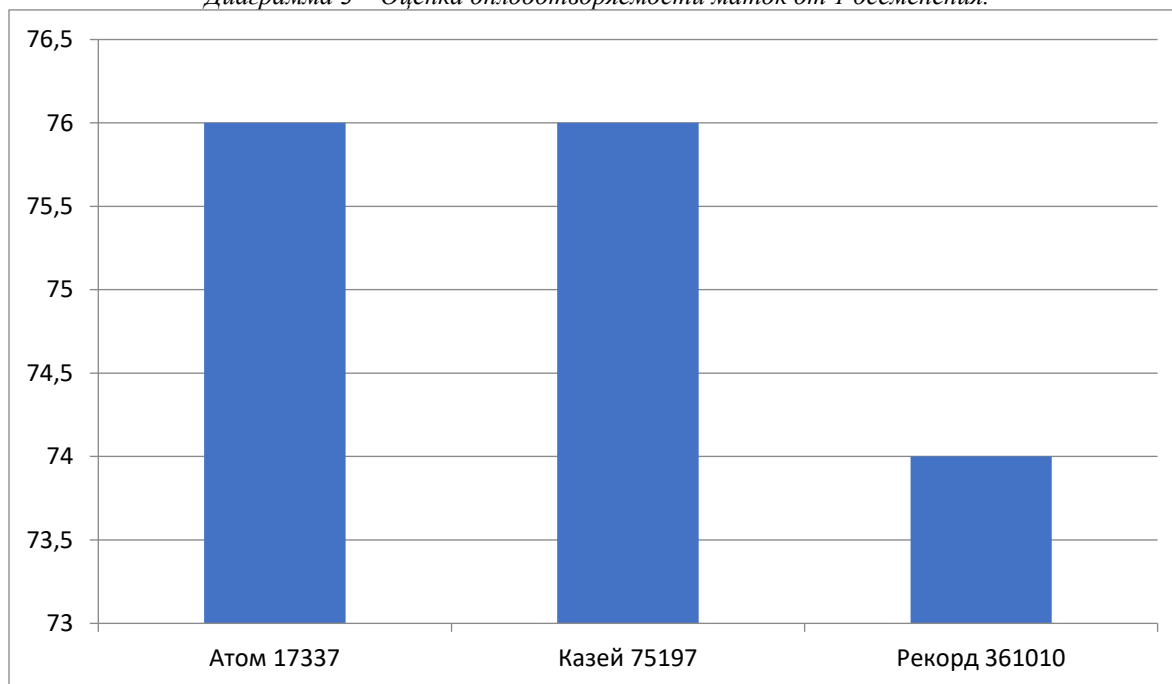
По объему полученного эякулята самый высокий показатель принадлежит Казей 75197 и составляет 6,49. Средний показатель принадлежит Рекорд 361010 и составляет 6,28. Самый наименьший показатель у быка Атом 17337 и составляет 4,43.

*Диаграмма 2 – Оценка концентрации спермиев.*

Концентрация спермиев у всех быков-производителей одинакова. Составляет она 0,80 млрд на мл.



Диаграмма 3 – Оценка оплодотворяемости маток от 1 осеменения.



По проценту оплодотворяемости маток от первого осеменения наилучшее значение имеют Атом 17337 (76%) и Казей 75197 (76%).

Наименьшее значение имеет Рекорд 361010 (74%).

Рекомендуется вести селекцию по показателям воспроизводительной способности быков-производителей на АО «Племпредприятие «Воронежское», так как данный показатель является важным в ведении скотоводства и племенного дела.

#### Список литературы

1. Оценка воспроизводительных способностей быков разных пород/ Алифанов С.В., Машкаренко С.В. В сборнике: ВЕТЕРИНАРНО-

САНИТАРНЫЕ АСПЕКТЫ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ. материалы III-й международной конференции по ветеринарно-санитарной экспертизе. 2019. С. 12-13.

2. Использование индексов племенной ценности в оценке быков-производителей ЗАО АФ Благодаренская Рыльского района курской области/Алифанов С.В., Машкаренко С.В. В сборнике: Актуальные вопросы ветеринарной медицины и технологии животноводства. Материалы научной и учебно-методической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов факультета ветеринарной медицины и технологии животноводства. 2017. С. 3-7.

УДК 631.6:626.80

### ОЦЕНКА ОРОСИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ РЕКИ МАЛЫЙ УЗЕНЬ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Маркин В.Н.*

*Чернобровкин Н.Н.*

*Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства  
им. А.Н. Костякова, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева*

### ASTIMATION OF IRRIGATION CAPACITY OF THE MALY UZEN RIVER

*V.N. Markin*

*N.N. Chernobrovkin*

*Institute of Amelioration, water management and construction named after A.N. Kostyakov,  
Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy*

*DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2022.1.78.587*

## АННОТАЦИЯ

Природные условия Саратовской области благоприятны для развития растениеводства. Низкие почвенные влагозапасы корнеобитаемого стоя почвы лимитируют урожайности растений. В восточной части области встречаются пересыхающие реки. Орошение позволяет получать гарантированные высокие урожаи, что связано с потреблением большого количества углекислого газа, регулируя тем самым углеродный след. Но орошение требует больших объемов воды. Основным источником водоснабжения служит Волга, которая обеспечивает достаточно высокую водообеспеченность территории, но водообеспеченность территории местным стоком низкая, что затрудняет развитие растениеводства. В работе рассмотрена трансграничная река Малый Узень, которая протекает по территории России и Республики Казахстан. Определены объемы экологически допустимого стока и оросительная способность. Последняя определена с учетом полного годовичного регулирования стока для целей орошения. При этом оросительная норма определена с учетом требования растений и почв, что позволяет не только получать высокие урожайности, но и сохранять почвенное плодородие. Объем экологического стока определен с учетом сохранения «Хорошего» состояние речной системы, составляет 69% естественного стока. При этом оросительная способность, при достижении высокой биопродуктивности системы «растение-почва», составляет 66га/млн.м<sup>3</sup> нормы стока, что обеспечивает снижение углеродного следа в объеме 28,61т/га.

## ABSTRACT

The natural and climatic conditions of the Saratov region are favorable for growing crop variety. Yields are limited by the water factor, so irrigation development is required. The Volga is the main source of water supply, but there are drying rivers in remote areas, where the water availability of the territory decreases. This reduces a development of crop production. In the paper the questions of using Chertanla river is considered. The volumes of ecologically flow and irrigation capacity are determined. The ecological flow is estimated on the level 69%. The irrigation capacity to achieve a high bio-productivity of the "plant-soil" system is 66ha/million m<sup>3</sup> of the flow rate. This will reduce a carbon footprint for 28,61 t/ha.

**Ключевые слова:** экологический сток, допустимое изъятие воды, оросительная способность, требование растений и почв, углеродный след

**Keywords:** ecological flow, permissible water withdrawal, irrigation capacity, plant and soil requirements, carbon footprint

**Введение.** Температуры и влагообеспеченность Самарской области соответствует «Умеренно теплой, засушливой» агроклиматической зоне (сумма активных температур  $\sum(t \geq 10^\circ\text{C}) = 2400 \dots 3100^\circ\text{C}$ , коэффициент увлажнения 0,55...0,7). Здесь возможно получение высоких урожаев, однако, частые засушливые периоды приводят к значительной вариации урожайности по годам. Лимитирующим фактором являются почвенные влагозапасы, что говорит о важности орошения. Вероятность необходимости орошения для разных культур оценивается в 35...75% [10].

Биологически оптимальные оросительные нормы для овощных культур и многолетних трав соответствуют 3400...4900м<sup>3</sup>/га. Водообеспеченность территории местным стоком составляет 1800м<sup>3</sup>/км<sup>2</sup> (или 18м<sup>3</sup>/га). Значит, используя собственные водные ресурсы рек, чтобы оросить 1 га требуется сток с водосборной площади в 190...270 га. Учитывая необходимость сохранения в реке объемов экологического стока, данная площадь увеличивается до 380...540га. Таким образом, потенциальная оросительная способность местного стока оценивается в 0,29...0,19% площади области, а с учетом использования объемов переброски волжской воды – 1...0,7%.

Вопросы наиболее полного использования имеющихся источников водоснабжения, в первую очередь рек, являются достаточно актуальными [9]. Река Малый Узень является трансграничной рекой, в верхнем и среднем течении формирующейся в России и уходящей в Республику Казахстан.

Формируется сток реки (территория России) на Прикаспийской низменности. Основная часть годового стока приходится на половодье. Река пересыхает и в маловодные годы сток проходит только весной (апрель). Водообеспеченность населения низкая 350...550 м<sup>3</sup>/чел. (критический уровень 1700 м<sup>3</sup>/чел.). Вода используется, главным образом, для орошения, водоснабжения населения (в пределах рассматриваемого створа для сельского населения) и рыбозаведения. Для покрытия потребности в воде в верховье реки М. Узень подается волжская вода через Сулакское водохранилище по большому магистральному каналу (БМК-1) в объеме 179 млн.м<sup>3</sup> (5,67 м<sup>3</sup>/с, что составляет ~2 естественных стока для рассматриваемого участка [6]).

Свободный ресурс воды для орошения, во многом определяется:

объемами экологического стока (его определение представляет практический интерес); оросительной нормой, которая должна позволять получать высокие урожайности и сохранять почвенное плодородие (определение которой имеет научный интерес).

Цель исследований - определить оросительную способность естественного стока реки Малый Узень с учетом экологически допустимого изъятия воды и почвоохранной оросительной нормы.

**Материал и методы исследований.** Река Малый Узень протекает по территории сухой степи и имеет длину 638 км и площадь водосбора 13200 км<sup>2</sup>. В пределах рассматриваемого створа подвешенная площадь составляет 1910 км<sup>2</sup>, норма

стока  $2,82\text{ м}^3/\text{с}$  ( $88\text{ млн. м}^3$ ). Коэффициенты вариации и асимметрии, соответственно равны  $Cv=0,68$ ,  $Cs=1,5$  (рис.1) [5].

Река протекает по равнинной местности. Преобладающие почвы (рассматриваемого

участка) – каштановые, формирующиеся на тяжелых суглинках (табл.1). Река используется в интересах сельского хозяйства, для чего сделано несколько запруд.

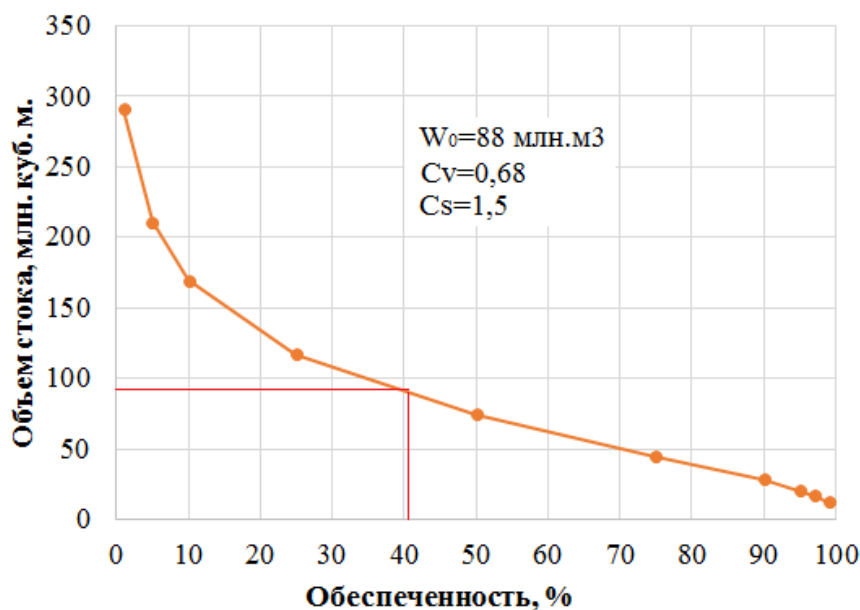


Рисунок 1 - Кривая обеспеченности стока реки М.Узень для створа у с.Алексашино (повешенная площадь водосбора  $1910\text{ км}^2$ )

Оросительная способность реки определена с помощью водобалансовой модели. Уравнение водохозяйственного баланса использовано в виде (без переброски стока):

$$MBXB_i = w_{pi} + \sum w_{vbi} - \sum w_i - w_{эки}$$

где  $w_{pi}$  - объем речного стока в  $i$ -ый месяц;  $w_{vbi}$  - объем возвратных вод, в том числе ирригационных в  $i$ -ый месяц;  $w_i$  - объем водопотребления для орошения и сельскохозяйственного водоснабжения в  $i$ -ый месяц;  $w_{эки}$  - объем экологически допустимого стока в  $i$ -ый месяц.

Объем воды доступный для орошения определяется как свободный ресурс из уравнения водохозяйственного баланса. Учитывается его аккумуляция в виде полезного объема ирригационного водохранилища ( $V_{плз}$ ). Это позволяет определить оросительную способность водоисточника ( $F_{ор}$ ). Коэффициент полезного действия оросительной системы принят  $\eta=0,85$ .

$$F_{ор} = \frac{V_{плз} \cdot \eta \cdot 1000}{M}, \text{ т.га}$$

Объемы экологически допустимого стока определены с помощью «Универсального метода» [1]. Метод пригоден для любых экосистем, при любом антропогенном воздействии (поэтому назван универсальным). Основан на сопоставлении кривых распределения естественного и фактического стоков. Площадь пересечения кривых распределения представляет степень

сохранности экосистемы ( $\Delta P$ ). Задаваясь разными объемами безвозвратного водопотребления для орошения ( $W$ ) перестраиваются кривые распределения фактического стока и пересчитываются величины степени сохранности. Полученные данные используются для построения зависимости  $\Delta P = f(W)$ , по которой определяется допустимый объем водозабора  $W^{доп}$  при заданном целевом уровне степени сохранности экосистемы. Расчеты проведены для двух целевых уровней, которые соответствуют экологическому состоянию реки: «хорошему»  $\Delta P_x > 80\%$ ; «удовлетворительному»  $80\% \geq \Delta P_y > 60\%$ . Объем экологического стока составит:

$$W_{эк} = W_p - W_{доп}$$

коэффициент экологического стока

$$K_{эк} = W_{эк} / W_p$$

В расчетах рассматривается орошение для оптимизации условий выращивания растений и формирования почв. Для этого учитываются требования и растений и почв к почвенным влагозапасам в слое  $0...50\text{ см}$ . Это позволяет получать приемлемые урожаи и сохранять почвенное плодородие [8]. Требования растений (на примере многолетнего злакового травостоя) представляют зависимость продуктивности от почвенных влагозапасов [7]. Требования почв учитываются зависимостью реакции микроорганизмов, как индикаторов почвенного плодородия, от влагозапасов (табл.2). Функции продуктивностей описываются зависимостями [7]:

$$S_w = \left(\frac{w}{w_{opt}}\right)^{\gamma w_{opt}} \times \left(\frac{1-w}{1-w_{opt}}\right)^{\gamma(1-w_{opt})}$$

где,  $S_w$  - относительная урожайность (продуктивность) сельскохозяйственных растений (отношение фактической урожайности к максимально возможной в конкретных условиях);  $w$  - относительное значение фактора;  $w_{opt}$  - оптимальное относительное значение фактора;  $\gamma$  - коэффициент, характеризующий степень

$$= \left(\frac{(w_{opt} - w_0) \frac{M}{M_{opt}} + w}{w_{opt}}\right)^{\gamma w_{opt}} \times \left(\frac{1 - \left[(w_{opt} - w_0) \frac{M}{M_{opt}} + w_0\right]}{1 - w_{opt}}\right)^{\gamma(1-w_{opt})}$$

где  $w_0$  - равновесная относительная влажность почвы;  $M_{opt}$  - биологически оптимальная оросительная норма.

саморегулирования растений к водному режиму почв (табл.2).

Оросительная норма ( $M$ ), позволяющая получать приемлемые урожайности растений и сохранять высокую биопродуктивность почвенных микроорганизмов (как индикаторов почвенного плодородия), определяется при относительной биопродуктивности  $S \geq 0,8$  (рис. 2) в пределах Парето оптимальной области. Кривая зависимости продуктивности от оросительной нормы [7] имеет вид:

$$S_w$$

Таблица 1

**Среднегодовое продуктивные влагозапасы ( $w_{cp}$ )  
в слое 0...50 см и их среднеквадратическое отклонение ( $\sigma$ ).  
Полная влагоемкость (ПВ) и влажность завядания (ВЗ)**

Почва по механическому составу	$w_{cp}$ , мм	$\sigma$ , мм	ПВ, %	ВЗ, %
Тяжелый суглинок	73	30	50	24

Таблица 2.

**Параметры функции требований злаковой травосмеси  
и почвенных микроорганизмов [4]**

Параметры	Мн. травы	Микроорганизмы
$w_{opt}$	0,57	0,50
$\gamma$	6,2	3,0
$M^{opt}$ , м <sup>3</sup> /га*	3640	1500

\*Биологически оптимальная оросительная норма

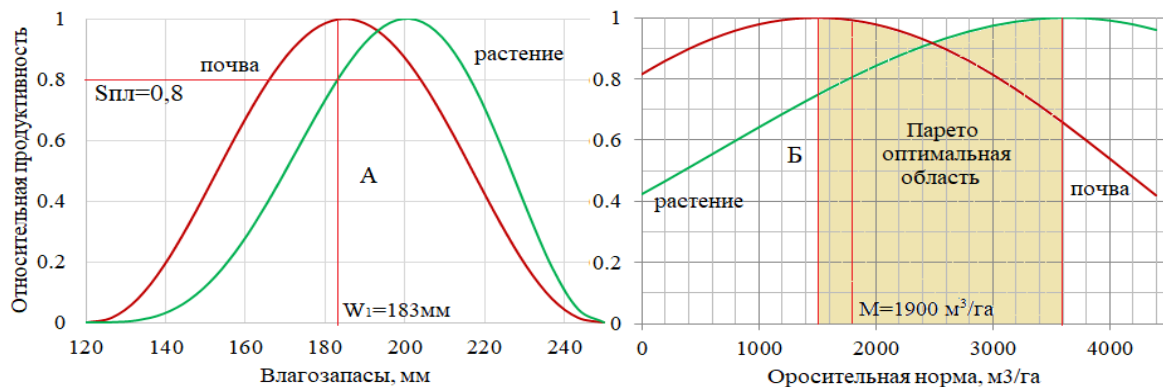


Рисунок 2 – Кривые требований многолетних трав  
(злаковая травосмесь) и почв (микроорганизмы) к влагозапасам

в слое 0...50 см почвы (А) и зависимости относительной биопродуктивности от оросительной нормы (Б)

**Результаты исследования и их обсуждение.** Объем экологически допустимого изъятия воды, позволяющего сохранить «хорошее» состояние экосистемы, определен на уровне 31% от нормы стока. Целевому уровню «удовлетворительному»

состоянию речной экосистемы допустимое изъятие оценивается в 66% (рис. 3). При этом, объем экологического стока, соответственно, составит 69% и 34%.

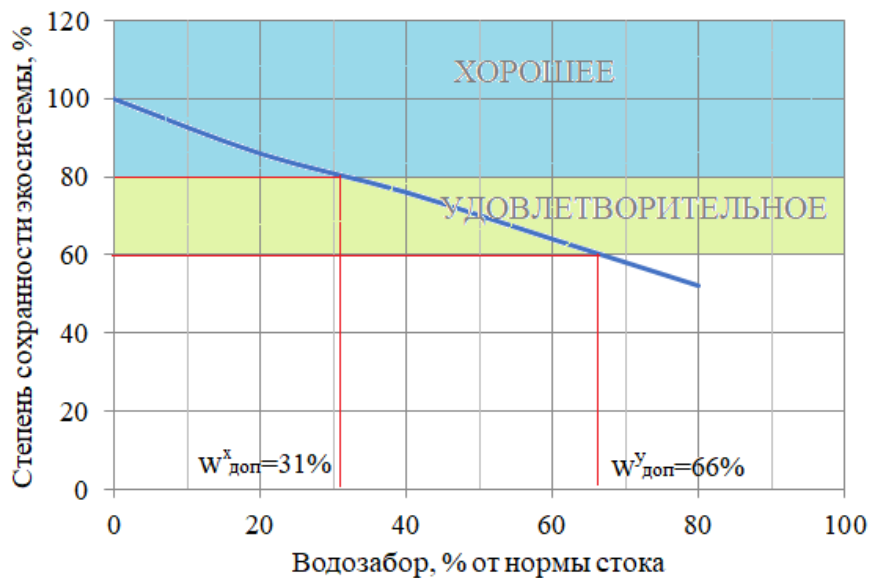


Рисунок 3 - Изменение степени сохранности водной экосистемы реки М.Узень в зависимости от объемов изъятия стока

Свободный ресурс воды (без учета переброски стока) для года 75% обеспеченности с учетом полного годовичного регулирования стока и сохранения экологического состояния реки на уровне «хорошем» составляет 13,57 млн.м<sup>3</sup>. Полезный объем водохранилища составит 13,12 млн.м<sup>3</sup>. Коэффициент зарегулированности стока равен 0,15. Оросительная способность для оросительной нормы 1900 м<sup>3</sup>/га составляет 5870 га, что соответствует: 3% от площади рассматриваемого участка бассейна реки или 66 га/млн. м<sup>3</sup> нормы стока.

При сохранении экологического состояния реки на уровне «удовлетворительном» свободный ресурс увеличивается до 29,14 млн.м<sup>3</sup>. Полезный объем водохранилища составит 28,06 млн.м<sup>3</sup>. Коэффициент зарегулированности стока равен 0,32. Оросительная способность составляет 12553 га, что соответствует: 7% от площади бассейна реки или 141 га/млн. м<sup>3</sup> нормы стока.

Орошение позволяет управлять системой «растение-почва», что важно для повышения суммарной продуктивности данной системы. Это позволит снизить углеродный след. На примере многолетних злаковых трав показана возможность снижения оросительной нормы и повышения биопродуктивности (рис. 2), что соответствует оросительным почвоохранным нормам, рекомендованным для степной части Саратовской области [3]. Относительная продуктивность растений и почв составит, соответственно: Sp=0,8 и Sp=0,98. Принимая максимальную урожайность мн. трав Урмах=170ц/га, соотношение надземной и подземной биомассы 1:3 и содержание углерода в растении 45%, получим что поглощение углерода (ПС) при орошении составит:

$$PS_{ор} = (Sp * Uр max * 0,45 + Sp * Uр max * 3 * 0,45) / 10 = 28,61 \text{ т/га}$$

Без орошения (в богарных условиях) ПС<sub>бог</sub>=12,55т/га

В настоящее время дефицит воды покрывается за счет переброски стока в объеме 179 млн.м<sup>3</sup>. При сохранении «хорошего» экологического состояния реки, это увеличивает свободный ресурс воды до 138,87 млн.м<sup>3</sup>, и при условии полного годовичного регулирования стока повышает оросительную способность до 36325 га (19% от площади бассейна реки или 408 га/млн. м<sup>3</sup> нормы стока) при полезном объеме водохранилища 81,2 млн.м<sup>3</sup>. Сохранение «удовлетворительного» экологического состояния реки, свободный ресурс воды составляет 154,44 млн.м<sup>3</sup>, при условии полного годовичного регулирования стока оросительная способность возрастает до 43010 га (33% от площади бассейна реки или 484 га/млн. м<sup>3</sup> нормы стока) при полезном объеме водохранилища 96,14 млн.м<sup>3</sup>.

**Выводы**

Объем экологически допустимого стока реки Малый Узень составляет 69% естественного стока реки в год соответствующей обеспеченности (сохранение экологического состояния водного объекта на уровне «хорошем») и 34% (сохранение экологического состояния водного объекта на уровне «удовлетворительном»).

Оросительная способность реки (без дотаций волжской воды), с учетом полного годовичного регулирования стока, в зависимости от применяемых оросительных норм, составляет 66...141га/ млн. м<sup>3</sup> нормы стока.

Полное годовичное регулирование позволяет создать полезную емкость ирригационного водохранилища 13,12...28,06 млн.м<sup>3</sup> при коэффициенте зарегулированности 0,15...0,32, в зависимости от принимаемого коэффициента экологического стока (0, 69...0,34).

Предложен подход к определению оросительной нормы для системы «растение-почва». На примере злакового многолетнего травостоя оросительная норма 1900м<sup>3</sup>/га позволяет

получать урожаи трав не ниже 0,8 от максимально возможной в конкретных условиях и биопродуктивность почв не менее 0,98.

Углеродный след при орошении, по сравнению с богарными условиями, снижается на 16,06 т/га.

#### Список литературы

Маркин В.Н. Универсальный метод. Определение экологического стока путем оценки по степени сохранности экосистемы//ВОДА MAGAZINE, 2012. №1. С. 30...33Нагорный В. А. Научное обоснование оросительных норм и режимов орошения зерно-кормовых культур в Саратовской области/ Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности: 06.01.02 - сельскохозяйственная мелиорация. – Саратов: Государственное предприятие специализированного научного центра «Госэкомелиовод», 2000. С. 26

Почвенная биота // Сельское хозяйство|UniversityAgro.ru [Электронный ресурс] URL: <https://universityagro.ru/> (дата обращения 17.04.2022)

Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 12. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Выпуск 2. Урало-Эмбинский район / Под ред. И.Б.Вольфуна, К.И. Смирнова. – Л: Гидрометеорологическое издательство, 1970. С.512

Селезнева А.В., Рахуба А.В., Беспалова К.В., Селезнев В.А. Оценка состояния и использования водных ресурсов рек Большая Узень и Малая Узень // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т.18, 2016. №5. С. 102-111

Шабанов В.В. Влагообеспеченность яровой пшеницы и ее расчет. – Л: Гидрометеиздат, 1981. С.147

Шабанов В.В., Маркин В.Н., Солошенко А.Д. Вопросы обоснования необходимости точного мелиоративного регулирования комплекса факторов жизни растений и почвенной биоты //В сборнике: Проблемы развития сельскохозяйственных мелиораций и водохозяйственного комплекса на базе цифровых технологий. Материалы международной юбилейной научно-практической конференции. 2019. С. 71-76.

Markin, V.N., Glazunova, I.V., Markova, E.N. Ecological status estimation for the Kalous river in the Stavropolskii region IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021, 817(1), 01206

Markin, V.N., Glazunova, I.V., Matveeva, T.I., Sokolova, S.A. Issues on soil moisture management substantiation for the steppe conditions in the European part of Russia, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2022, 1010(1), 012024.

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

## ОБЗОР СОВЕРМЕННЫХ ПРИБОРОВ И АППАРАТУРНО-ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Котлованов Андрей Игоревич*

*Бакалавр*

*Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова  
г. Архангельск*

## REVIEW OF ADVANCED DEVICES AND HARDWARE AND SOFTWARE COMPLEXES FOR MEASURING THE GEOMETRIC ACCURACY OF METALWORKING EQUIPMENT

*Kotlovanov Andrey Igorevich*

*Bachelor*

*Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov  
g. Arkhangelsk*

### АННОТАЦИЯ

В современное время очень широко используются станки с числовым программным управлением. Такое оборудование является многофункциональным и при его помощи можно изготавливать высокотехнологичные детали и агрегаты. Однако каждый станок имеет ряд параметров, которые объединяются в понятие геометрической точности. К таким параметрам относятся: точность позиционирования, повторяемость, люфты, отклонение от округлости, отклонение от перпендикулярности и так далее. На все эти параметры существуют соответствующие ГОСТ требования, а отклонение от их нормы может стать результатом неточности изготовления деталей и сборки станка, а также износом его деталей и узлов.

### ABSTRACT

Nowadays, numerically controlled machine tools are very widely used. Such equipment is multifunctional and can be used to produce high-tech parts and assemblies. However, each machine tool has a number of parameters that are combined in the concept of geometric accuracy. Such parameters include: positioning accuracy, repeatability, backlash, deviation from roundness, deviation from perpendicularity and so on. There are corresponding GOST requirements for all these parameters, and deviation from their norms can be the result of inaccuracy of machine parts and assembly, as well as wear and tear of its parts and components.

**Ключевые слова:** Геометрическая точность, деталь, станки, погрешность, оборудование, программа, инструмент, отклонение, параметры.

**Keywords:** Geometric accuracy, part, machines, error, equipment, program, tool, deviation, parameters.

Геометрическая точность металлообрабатывающего оборудования определяется при помощи специальных методик, для проведения проверок по тем или иным параметрам, которые описаны в международном стандарте ISO 230-2005. Соответственно для проведения этих проверок необходимо иметь измерительные приспособления и приборы, а также возможные программные комплексы и функционал. Для того чтобы комплексно оценить геометрическую точность, необходимы те измерительные приборы, которые позволяют измерить достаточно большую разнovidность

параметров. Например, для перемещения одной оси станок использует только один двигатель, а если возникает потребность в отработке кривой траектории, то тут уже необходимо две оси. Поэтому возникает сложность для станка в измерении траектории окружности. Для решения такой проблемы была придумана беспроводная система QC20-W ballbar. Линейный датчик 2 предназначен для измерения изменений значений радиуса при вращении системы 4 вокруг неподвижной точки. На рисунке 1 изображена система. 1-магнитная опора; 3-держатель.



Рисунок 1–Беспроводная система QC20-W ballbar

Таблица 1

**Технические характеристики системы**

Характеристика	Размерные параметры
1.Разрешение датчика	0,1мкм.
2.Точность датчика ballbar при 20°C	± 0,5 мкм.
3.Точность измерений при 20°C	± 1,25 мкм.
4.Диапазон измерений датчика	± 1,0 мм.
5.Максимальная частота считывания	1000 Гц.
6.Передача данных при обычных условиях	10 м.
7.Температура эксплуатации	0–40°C

Данное устройство нашло свое применение, в основном, в выявлении погрешности в станках с ЧПУ при контроле отработки системой привода подач. Данные используются для расчета показателей, которые характеризуют качество контурной обработки (круглость, отклонение от окружности). Обработка сигналов происходит внутри системы, после чего передается по каналу Bluetooth на компьютер.

Основные достоинства:

1. Обработка данных в реальном времени.
2. Сравнение и анализ (после передачи в ПО на компьютере) результатов тестов с требованиями всех основных стандартов.

3. Расчет допуска на точность позиционирования.

4. Готовые отчеты с результатами анализа данных исследуемого объекта.

Следующий прибор Автоколлиматор цифровой двухкоординатный ОПТРО-АК-014(Dual Axis Digital Autocollimator). Данное устройство имеет предназначение для измерения малых углов в цеховых, заводских, а так же учебных лабораториях широкого профиля. Дает высокоточные показания в двухкоординатных измерениях.

Таблица 2

**Технические характеристики**

Характеристика	Размерность
1.Дискретность выхода данных	0,1"-0,01"
2.Диапазон измерения угла	±40'
3.Средняя квадратическая случайная погрешность измерения угла по каждой из осей в пределах диапазона измерений	Не более ±0,05" при цикле накопления не более 10с.
4.Полная погрешность измерений в нормальных условиях в диапазоне измерений угла ±20' по горизонтальной и вертикальной осям и ±20" и по вертикальной оси	Не более ±1 "
5.Полная погрешность измерений в диапазонах измерений более 20'	Не более±2 "
6.Фокусное расстояние объектива – 100мм, световой диаметр объектива	30мм.

Автоколлиматор изображен на рисунке 2.





Рисунок 2–ОПТРО-АК-014

Измерения на данном приборе нашли свое применения во многих критических технологиях, высокоточных промышленных производствах, машиностроении, приборостроении, оптическом производстве.

Следующее устройство кинематомер «Диакин-3». Устройство предназначено для измерения кинематической погрешности и ее анализа. Нашел свое применение в определении дефектных звеньев передаточных механизмов. Например, погрешность изготовления и монтажа

зубчатых колес. Состав устройства «Диакин-3» представляет собой:

1. Два датчика угловых перемещений – энкодера типа ЛИР-1170 (погрешность  $\pm 1,5''$ ) или ЛИР-190 (погрешность  $\pm 5''$ )
2. Измерительный блок на базе платы NI6210 фирмы National Instruments.
3. Персональный компьютер или ноутбук
4. ПО.

Состав представлен на рисунке 3

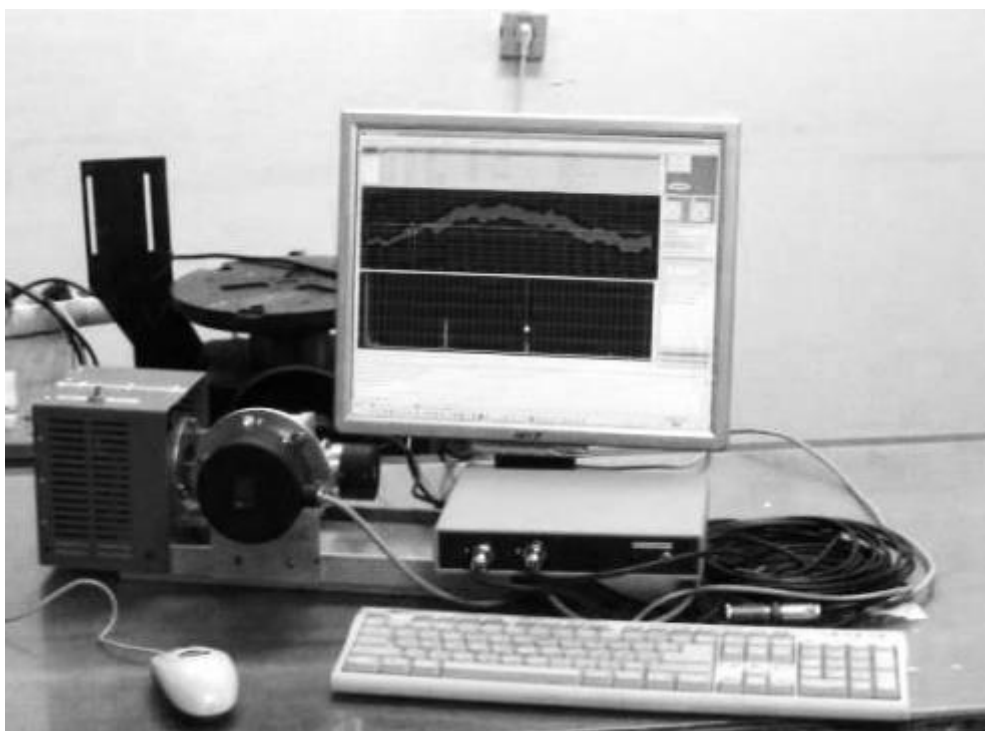


Рисунок 3–«Диакин-3»

Устройство позволяет осуществлять следующий ряд функций:

1. При помощи CCD-камеры можно измерять линейные и угловые измерения.
2. При помощи камеры можно исследовать точность позиционирования изображения

3. Устройство позволяет формировать распечатку протокола проверки исследуемого протокола.

4. Измерение кинематической погрешности или погрешности координатных перемещений.

5. Позволяет обрабатывать результаты с получением временной функции и спектра кинематической погрешности.

6. Позволяет составить спектральный анализ временной функции кинематической погрешности.

Следующее устройство лазерная измерительная информационная система (ЛИИС). Данное устройство предназначено для измерения геометрических параметров, контроля точности, аттестации, испытания, сертификации и диагностики металлорежущих станков, а также станочных комплексов и их узлов, например, редуктора, винтовых передач и т.д. Устройство включает в себя:

1. Оптико-электронные круговые и линейные измерительные преобразователи (ИП).

2. Блок системы обработки измерительной информации

3. Программно-математическое обеспечение. Трехканальный IBM PC-совместимый интерфейс.

Также устройство ЛИИС может работать в режиме «кинематомера», когда координаты могут быть линейными или круговыми.

Основной особенностью устройства является ее универсальность. Устройство позволяет решать широкий круг измерительных задач, а именно:

- Контроль точности и диагностика металлорежущих станков разных классов точности;

- Контроль геометрических параметров деталей различной формы (кулачков, резьб, червяков, шестерен);

- Позволяет аттестовать, калибровать, сертифицировать и диагностировать средства измерения.

Исходя из рассмотренных устройств и оборудования можно сделать вывод, что оно позволяет измерить геометрическую точность на высоком уровне, а так же отвечает всем действующим технологическим требованиям в машиностроительной отрасли. Устройства являются универсальными и многофункциональными.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Дедков, В.К. Обеспечение надёжности технических объектов по стадиям их жизненного цикла / В. К. Дедков, А. И. Татуев. - М.: Машиностроение: Машиностроение-Полёт, 2010. - 215с.

2. Техническая документация фирмы «Renishaw plc», Великобритания.

3. Лоскутов, А.А. Новейшее оборудование для линейных измерений / А. А. Лоскутов, А.В. Золотов // Мир измерений. - 2010. - № 6. - С. 40-41.

4. Болотнов С.А., Вереникина Н.М. Лазерные информационноизмерительные системы: Учеб. пособие. Ч. 1. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004.

5. Лысенко, В.Г. Методы и средства измерений в нанотехнологиях / В.Г. Лысенко, С.С. Голубев, А.В. Пошивалов // Мир измерений. - 2005. - № 8. - С. 10-15.

### АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ В ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ КАК ЭЛЕМЕНТ ТРАНСФЕРА ТЕХНОЛОГИЙ

*Левин С.М.*

*г.Томск,*

*Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники*

*Батрышина Е.А.*

*г.Томск,*

*Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники*

### AUTOMATION OF PROCESSES IN ECONOMIC ACTIVITIES OF ENTERPRISES AS AN ELEMENT OF TECHNOLOGY TRANSFER

DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2022.1.78.586

#### АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматривается автоматизация вспомогательного процесса хозяйственной деятельности организаций как частный случай трансфера технологий. Для этой цели применяется одно из определений трансфера, используемое в современной научной литературе. В процессе исследований авторами изучены вопросы хозяйствования ряда торговых центров, описана проблематика ручного обеспечения документооборота на предприятии. В качестве методов применены эмпирические наблюдение и исследование. В процессе исследований также подтверждён факт принадлежности автоматизации ручного труда к процессу трансфера технологий, поскольку последний представляет собой, помимо прочего, внедрение современных технологий в плоскости их практического применения. Обобщающим выводом исследований является подтверждение гипотезы о необходимости максимальной автоматизации хозяйственных процессов для высвобождения ресурсов в целях повышения интенсивности развития организаций.

#### ABSTRACT

This article reviews the auxiliary process automation of organisations' economic activity as a particular case of technology transfer. For this purpose, one of the definitions of transfer used in the modern scientific literature applies. In the investigation process, the authors analysed the management of several shopping centres and described the problem of manual support of document flow at the enterprise. Empirical observation and research were used as methods. The research process confirmed that the automation of manual labour belongs to the

operation of technology transfer since the latter is, among other things, the introduction of modern technologies in the plane of their practical application. The general conclusion of the research is the confirmation of the hypothesis about the need for maximum automation of business processes to free up resources to increase the intensity of the development of organisations.

**Ключевые слова:** автоматизация, трансфер технологий, учёт документов

**Keywords:** automation, technology transfer, document accounting

За последние десятилетия страны с развивающейся экономикой стимулировали глобальный экономический рост. На долю таких стран как Индия, Россия и Бразилия (*Siqing, 2018*), приходилась всё большая доля мирового экспорта, включая экспорт технологий. Следует отметить, что более эффективное использование инноваций и современных технологий повышает конкурентоспособность и может привести к развитию продуктов и услуг (*Badzińska и др., 2016*). В последние годы ученые обратились к новым технологическим направлениям предпринимательства, таким как интернет, большие данные, облачные технологии. Ряд из них способствует развитию предпринимательства малых и средних предприятий, снижая альтернативные издержки. В современном мире трудно представить свою жизнь без применения инновационных технологий, которые позволяют более эффективно и оперативно вести любую деятельность. Одним из способов достижения упомянутой эффективности является трансфер технологий. Данный термин имеет ряд определений, но ни одно из них не закреплено законодательно. Для целей данной статьи под трансфером технологий понимается «распространение технологических знаний прикладного характера и опыта относительно процессов, методов производства и инновационных продуктов» (*Ермакова, 2011*). Процесс трансфера может иметь различную степень охвата – от распространения в рамках одного предприятия до межотраслевого или межгосударственного. Безусловно, последнее звучит значительней всего, однако, крупные результаты начинаются с малых.

Ситуация, когда в рамках одного предприятия отдельные хозяйственные процессы обладают существенно различной степенью автоматизации, достаточно часто встречается в практике российских организаций. В большинстве случаев в цепочке процесса присутствует звено с неоправданно повышенным использованием ручного труда, что снижает общую результативность и увеличивает вероятность ошибки. Автоматизацию функционирования подобных участков можно смело отнести к распространению технологических знаний прикладного характера, т.е. к трансферу технологий (*Pack, Todaro, 1969*). Масштаб невелик, но массовость рынка потребителей обеспечивается такими, на первый взгляд, незначительными элементами.

В век гиперподключённости потребителей (*Carré, Vidal, 2018*), увеличения числа связей между участниками хозяйственной деятельности и

частоты возникновения этих связей, а также лавинообразного увеличения объёма обрабатываемой информации, требуется максимальная автоматизация процессов (*Исакова, 2010*). Необходимо заменить ручной труд на автоматический или с поддержкой автоматизированных систем управления.

Одним из таких процессов является обработка и учёт документов, сопровождающих деятельность организации (*Левин, 2010*). Этот вспомогательный сегмент для основной деятельности находится в области генерации проблем для организации – ручное обслуживание документооборота чрезмерно затратно, не предоставляет возможности мониторинга в режиме реального времени; помимо этого, во всем потоке документации часть документов может быть утеряна. Из-за своей кажущейся незначительности его автоматизация, как правило, не входит в список приоритетов предприятий. Вместо того, чтобы положиться на надёжность технологических решений, ожидаемая эффективность основана на опыте сотрудников. Такая ситуация демонстрирует неявное знание (*Nonaka, 1994*), означающее, что вся информация находится в умах исполнителей.

Рассмотрим проблему на примере функционирования крупных торговых центров (ТЦ), хозяйственная деятельность которых была исследована авторами. Основное направление этой деятельности заключается в управлении объектами коммерческой недвижимости, т.е. передачи торговых помещений в аренду на договорной основе. Поскольку для заключения договора аренды необходимо быстро и эффективно обрабатывать большой объём информации, то автоматизация документооборота позволяет ускорить поиск подходящего под запрос арендатора помещения, согласовывать договор, а также предоставить в дальнейшем отчетность о ходе выполнения обязательств по договору. В ручном режиме подобная процедура, включающая внутреннее согласование, может занимать от двух до шести недель, в автоматическом – менее одной недели.

При ручном сопровождении процесса возникают следующие проблемы и риски:

невозможность отследить движение документов на этапе внутреннего согласования ответственными лицами;

риск утраты документов в связи с большим документопотоком и сложной структурой организации;

отсутствие возможности параллельного согласования всеми заинтересованными лицами;

низкая скорость внесения изменений ad hoc, повторное согласование документов.

В связи с этим возникает необходимость использования в деятельности ТЦ автоматизированных решений, которые позволят надежно хранить и обрабатывать информацию, а также повысят достоверность и оперативность получения результатной информации.

К основным задокументированным процессам относятся:

- оформление заявки на аренду помещения;
- оформление договора аренды помещения;
- формирование списка арендаторов;
- формирование списка помещений;
- оформление фактов оплаты и отслеживание дебиторской задолженности;
- формирование отчетов. Необходимо формировать отчет по сборам (один раз в месяц), по конкурентам (один раз в неделю), по дебиторской задолженности (от 15 числа каждого месяца), по рекламным конструкциям (один раз в месяц), по потенциальным арендаторам (один раз в неделю).

Внедрение электронного документооборота позволяет сократить время обработки заявки и согласования договора аренды, осуществлять оперативный поиск нужной информации, получать актуальную информацию в режиме реального времени, обеспечить контроль и снизить

вероятность появления возможных ошибок (Полемаева, Валиева и Измайлова, 2019).

На рисунке 1 представлена модель системы автоматизации документооборота ТЦ. Стрелки входа обозначают данные, которые изменяются в процессе выполнения работы. Стрелки выхода обозначают данные, которые появляются в результате выполнения работы. Стрелки управления обозначают правила и ограничения, согласно которым выполняется работа. Стрелки механизма обозначают ресурсы, которые необходимы для выполнения работы, но не изменяются в ходе работы.

Входные документы и сообщения:

- информация по заявке на аренду;
- информация о помещениях;
- информация об арендаторах;
- информация об оплате;
- договоры аренды.
- Выходные документы и сообщения:
- отчет по заявкам;
- отчет о полученной прибыли и задолженности;
- информация о свободных помещениях;
- информация по договорам аренды.



Рис.1. Схема модели системы автоматизации документооборота торгового центра

Благодаря автоматизации документооборота в деятельности торгового центра сократится время на обработку заявок и согласование договоров аренды. Вся документация может храниться в одном месте, что позволит при необходимости оперативно вносить изменения, а также осуществлять поиск необходимой информации; помимо этого, потеря документации сведется к минимуму. Путем разграничения прав доступа вносить изменения в документы смогут только уполномоченные лица, что позволит избежать возникновения ошибок и защитит от нежелательных скачиваний и удалений.

Автоматизация подобного процесса является частным примером трансфера технологий – как с использованием сторонних, так и путём создания

собственных (Костин и Хомченко, 2021). Трансфер направлен не только на формирование новых отраслей и направлений деятельности, но и на качественную и количественную модернизацию существующих. Снижение объёма ручного труда приводит к мобильности сотрудников, изменению соотношения числа квалифицированных специалистов основного направления деятельности к общему числу сотрудников предприятий, а также росту показателей эффективности. Сокращая затраты на обеспечение ручных процессов на любом предприятии, последнее высвобождает ресурсы, которые могут быть направлены на развитие организации.

**Библиографический список**

1. ЕРМАКОВА Н. С. Центр трансфера технологий как элемент инфраструктуры развития предпринимательства. Современные научные исследования: теория, методология, практика, 2011. – Т. 1. – № 1. – С. 38-43.
2. ИСАКОВА А. И. Информационные системы: Учебное пособие [Электронный ресурс] / А. И. Исакова. – Томск: ТУСУР, 2010. – 132 с. – Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/4831>.
3. КОСТИН К. Б., ХОМЧЕНКО Е. А. Современное состояние международного трансфера технологий в мировой экономике. Экономические отношения, 2021. – Т. 11. – №. 2. – С. 411-424.
4. ЛЕВИН, С.М. Автоматизация учета и контроля договоров в ООО «ЛЕМА ГРУПП» г. Москвы. Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР, Томск, 13–30 мая 2020 г.: в 2 частях. – Томск: В-Спектр, 2020. – Ч. 2. – С.200-203.
5. ПОЛЕТАЕВА М. А., ВАЛИЕВА Д. Д., ИЗМАЙЛОВА А. Р. Автоматизация учёта документов. Академия педагогических идей. Новация. Серия: Студенческий научный вестник, 2019. – №. 11. – С. 3-5.
6. BADZIŃSKA E. et al. The concept of technological entrepreneurship: the example of business implementation. Entrepreneurial Business and Economics Review, 2016. – Т. 4. – Vol. 3. – P. 57-72.
7. CARRÉ D., VIDAL G. Hyperconnectivity: Economical, Social and Environmental Challenges. – John Wiley & Sons, 2018. – P.173
8. NONAKA I. A dynamic theory of organizational knowledge creation. Organization science, 1994. – Т. 5. – Vol. 1. – P. 14-37.
9. PACK H., TODARO M. Technological transfer, labour absorption, and economic development. Oxford Economic Papers, 1969. – Т. 21. – Vol. 3. – P. 395-403.
10. SIQING S., YINGWEI J., XIANRONG Z., XIAOBO X. Assessing relationship and contribution of China's technological entrepreneurship to socio-economic development. Technological Forecasting and Social Change, 2018. – Vol. 135. – P. 83-90.

**Об авторах**

*Левин Семён Михайлович* – к.ю.н., PhD, профессор кафедры автоматизированных систем управления Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, Россия,

*Батрышина Екатерина Алексеевна* – студент Томского государственного университета систем

**About the authors**

*Levin S.M* – Cand.Sc., PhD, Professor of the Automated Control Systems Chair, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia

*Batryshina E.A.* – student of Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Russia

УДК 621.396.13

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДОВ  
ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО КОДИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНЫХ  
ЗАМИРАНИЙ**

*Глушанков Е.И.*

*Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций  
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича  
Россия, 193232, Санкт-Петербург, пр. Большевиков д.22, к. 1*

*Лялина А.Ж.*

*Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций  
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича  
Россия, 193232, Санкт-Петербург, пр. Большевиков д.22, к. 1*

**DEVELOPMENT OF A SET OF PROGRAMS FOR THE STUDY OF SPACE-TIME CODING  
METHODS UNDER VARIOUS FADING CONDITIONS**

*Glushankov Evgeny*

*Federal State Budget-Financed Educational Institution of Higher Education The Bonch-Bruevich Saint  
Petersburg State University of Telecommunication  
Russia, 193232, St. Petersburg, Bol'shevnikov, 22*

*Lyalina Anna*

*Federal State Budget-Financed Educational Institution of Higher Education The Bonch-Bruevich Saint  
Petersburg State University of Telecommunication  
Russia, 193232, St. Petersburg, Bol'shevnikov, 22*

## АННОТАЦИЯ

Данная работа описывает результат разработки программного комплекса для исследования ММО-систем. По результатам работы программы могут быть определены оптимальные конфигурации для ММО-систем на основе сравнения различных методов пространственно-временного кодирования в каналах с замираниями.

## ABSTRACT

The paper describes the result of developing a software package for the study of MIMO systems. Based on the results of the program, optimal configurations for MIMO systems can be determined based on a comparison of various methods of space-time coding as well as detecting methods in channels with fading.

**Ключевые слова:** MIMO, STC, STBC, STTC

**Keywords:** MIMO, STC, STBC, STTC

### 1. Введение

В настоящее время одним из наиболее перспективных и широко используемых способов повышения спектральной эффективности в области беспроводной связи является применение ММО-систем. ММО-каналы в условиях замираний позволяют резко повысить пропускную способность и спектральную эффективность до уровней, которые не могут быть достигнуты при использовании других технологий [1].

Модель канала со  $N_T$  передающими и  $N_R$  приемными антеннами приведена на рис. 1. Сигнал на выходе  $y = [y_1, y_2, \dots, y_{N_R}]^T$  может быть выражен также:

$$Y = Hs + n$$

где вектор передаваемого сигнала и вектор шума представлены в виде векторов аддитивного

белого гауссовского шума (AWGN) и обозначаются как  $s = [s_1, s_2, \dots, s_{N_R}]^T$  и  $n = [n_1, n_2, \dots, n_{N_R}]^T$  соответственно. Такой канал с многими передающими и многими приемными антеннами описывается случайной прямоугольной матрицей  $N$  комплексных коэффициентов передачи

$$H = \begin{bmatrix} h_{11} & \dots & h_{1N_T} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{NR1} & \dots & h_{NRN_T} \end{bmatrix}$$

Здесь  $h_{ij}$  – комплексный коэффициент передачи пути от  $i$ -й передающей до  $j$ -й приемной антенны. Статистические характеристики матрицы  $H$  определяются свойствами моделируемого канала.

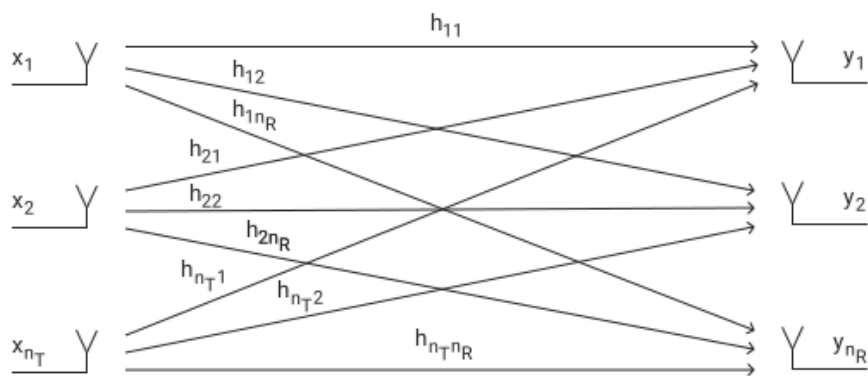


Рисунок 1. Модель канала с  $N_T$  передающими и  $N_R$  приемными антеннами

### 2. Моделирование канала с пространственно-временным кодированием

Для повышения помехоустойчивости и скорости передачи информации в многоантенных системах используют пространственно-временную обработку сигналов. В настоящей работе будут рассмотрены два типа пространственно-временных кодов: пространственно-временные блочные коды (STBC), и пространственно-временные решетчатые коды (STTC).

Пространственно-временные блочные коды имеют быстрый алгоритм декодирования. Кроме того, существуют различные типы пространственно-временных блочных кодов,

которые могут использоваться с любым числом передающих антенн. Разработка хороших пространственно-временных решетчатых кодов, в свою очередь, является очень сложной задачей. Кроме того, сложным является и декодирование STTC. Выигрыш разнесения, полученный от использования пространственно-временных блочных кодов, равен выигрышу разнесения от пространственно-временных решетчатых кодов для одинаковых чисел передающих и приемных антенн. Однако пространственно-временные решетчатые коды могут также обеспечить кодовый выигрыш, который пространственно-временные блочные коды обеспечить не могут. Этот

дополнительный кодовый выигрыш получен ценой возросшей сложности декодирования в приемнике, причем сложность декодера возрастает с числом состояний в решетке кода и с числом передающих антенн.

**3. Моделирование канала с замиранием**

Распределения замираний можно разделить на два вида[2]:

- классические распределения замираний
- обобщенные распределения замираний

К классическим замираниям относят обширно используемые: рэлеевское, райсовское распределение и распределение Накагами.

Существует три обобщенных распределения замираний

- $k$ - $\mu$ ,

- $\alpha$ - $\mu$
- $\eta$ - $\mu$

Они включают классические распределения замираний как частные случаи.

В данной работе замирания были реализованы с использованием алгоритмов, описанных в [3].

**4. Результаты**

В ходе данной работы был создан набор программ для моделирования канала связи ММО. На вход основной программы поступают необходимые для конкретного исследования параметры: MODCOD или тип модуляции, тип пространственно-временного кодирования, количество передающих и приемных антенн, тип замираний в канале и его параметры, метод обнаружения на выходе .

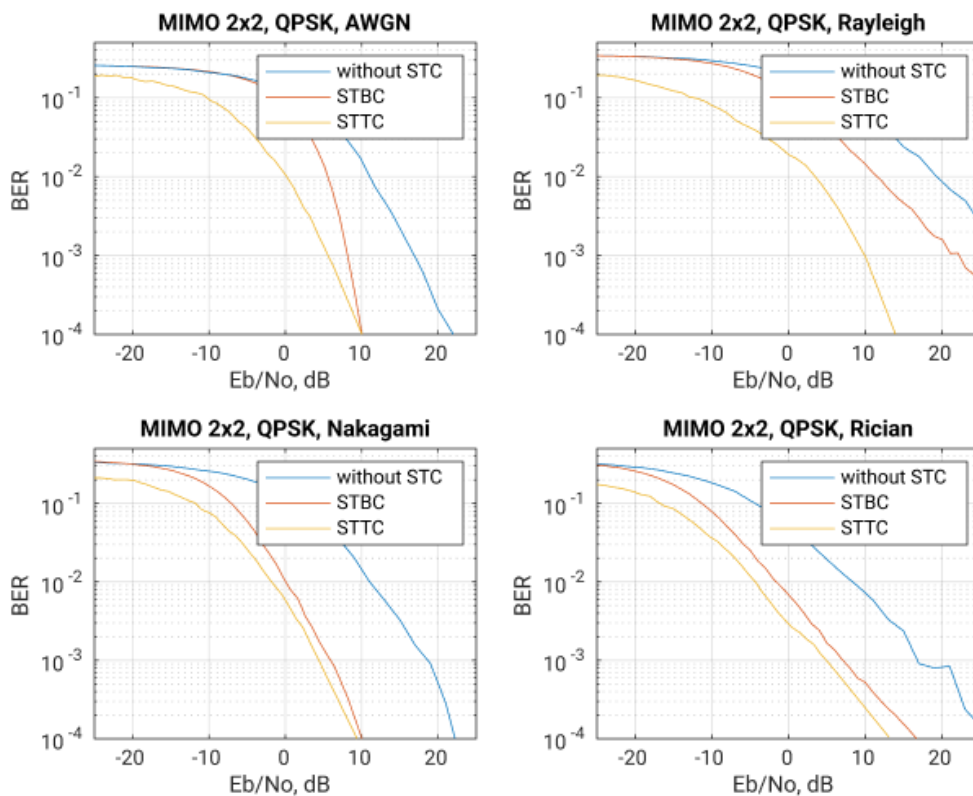


Рисунок 2. Результаты моделирования канала ММО с разными методами ПВК в условиях различных замираний.

Для проведения различных исследований были написаны сопутствующие программы, позволяющие настроить основную программу и получить на выходе результат в удобном виде. Так, например, на рис. 2 приведены результаты моделирования канала ММО с разными методами пространственно-временного кодирования в условиях различных замираний. Таким образом, можно изучить влияние замираний на передачу и

найти наиболее оптимальную конфигурацию параметров в заданных условиях.

На данный момент при конфигурировании решетчатого кодирования программа может принимать на вход различные формирующие матрицы, а также количество приемных антенн от 1 до 4. Результаты исследования можно увидеть на рис. 3.

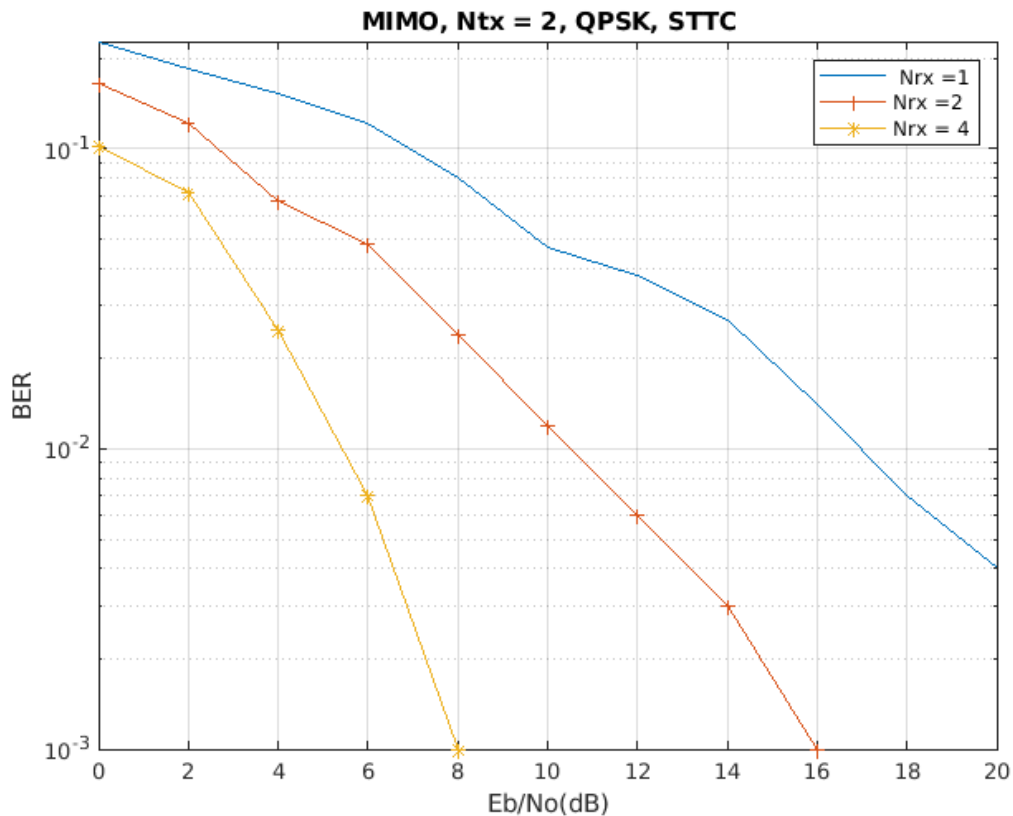


Рисунок 3. Результаты исследования решетчатого пространственно-временного кодирования с различным числом принимающих антенн

Для блочного пространственно-временного кодирования реализован выбор метода детектирования. Можно проводить исследования с использованием когерентного детектирования методом минимальной среднеквадратической ошибки (MMSE), методом Zero Forcing (ZF) или методом максимального правдоподобия (ML), реализованного через метод сферического детектирования. Результаты представлены на рис. 4.

Из результатов видно, что при одинаковом количестве передающих и приемных антенн выигрыш разнесения при пространственно-временном решетчатом кодировании примерно равен выигрышу разнесения при пространственно-

временном блочном кодировании. Однако также заметно, что пространственно-временные решетчатые коды обеспечивают дополнительный кодовый выигрыш в отличие от пространственно-временных блочных кодов. Это обеспечивается за счет усложнения декодирования в приемнике.

При анализе методов детектирования легко заметить, что использование когерентных методов детектирования в блочном кодировании позволяет приблизить помехоустойчивость при ZF и MMSE к оптимальным значениям ML. Это значит, что можно использовать наиболее простой метод детектирования ZF вместо более сложного ML, получая при этом сравнительно такие же результаты.



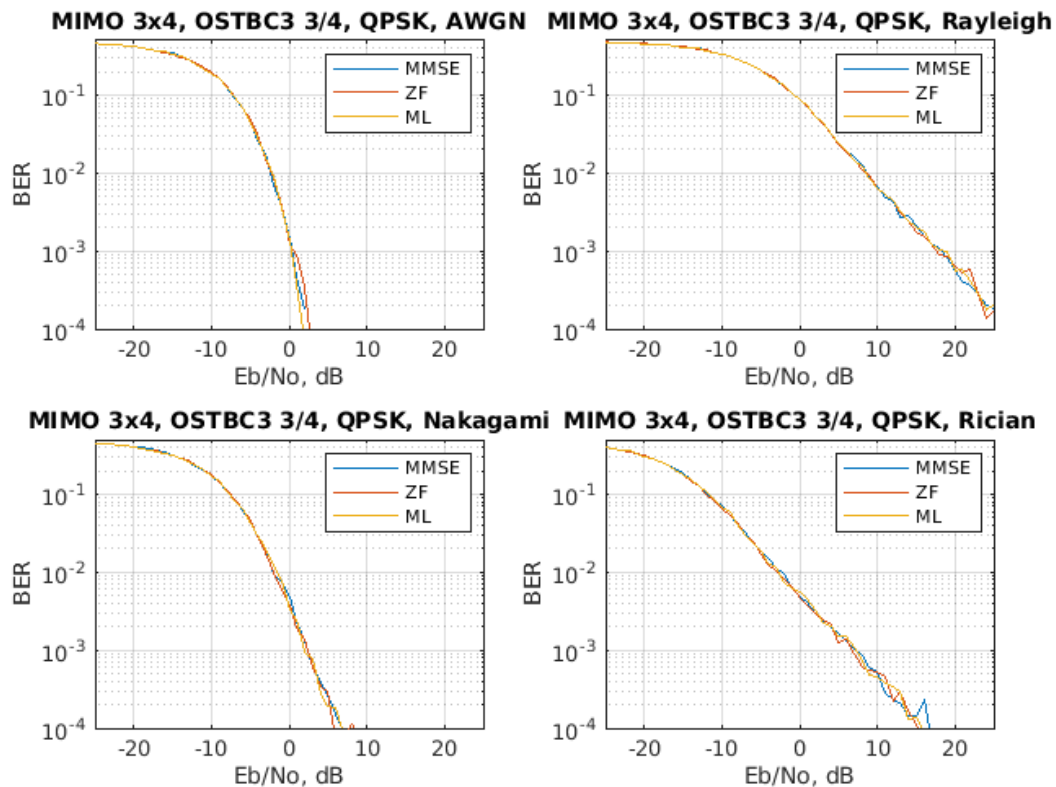


Рисунок 4. Результаты моделирования различных методов обнаружения в каналах с пространственно-временным кодированием при различных замираниях

**5. Дальнейшие исследования**

В ходе исследования была реализована программа построения системы MIMO с пространственно-временным кодированием. На данный момент программа реализует пространственно-временное решетчатое кодирование и пространственно-временное блочное кодирование. Метод ML используется в качестве метода обнаружения в решетчатом кодировании. Для блочного кодирования реализованы методы декодирования ML, MSSE и ZF. В качестве улучшения было бы хорошо расширить методы обнаружения, используемые для решетчатого кодирования, на ZF и MMSE, поскольку они могут упростить реализацию приемника. Также для обоих методов пространственно-временного кодирования в будущем имеет смысл реализовать алгоритм сферического декодирования, который имеет сходную с алгоритмом ML производительность, но с меньшей сложностью.

В качестве улучшения также стоит внедрить усовершенствованные методы обнаружения MIMO: пространственно мультиплексированный MIMO (V-BLAST и D-BLAST), обнаружение SIC, обнаружение OSIC и детектор на основе LR.

Кроме того, в исследовании были представлены только классические распределения замираний. В связи с этим было бы интересно их расширить и рассмотреть обобщенные распределения замираний:  $k$ - $\mu$ ,  $\alpha$ - $\mu$  и  $\eta$ - $\mu$  замирания.

**6. Выводы**

Разработанный программный комплекс позволяет:

- Сравнить различные методы пространственно-временного кодирования
- Сравнить различные методы обнаружения
- Оценить влияние различных замираний на передачу
- Сравнить различные типы блочного пространственно-временного кодирования.
- Оценить эффективность различных комбинаций сигнально-кодовых конструкций и пространственно-временного кодирования.
- Получать наглядное представление в виде графиков

Программа может быть полезна при разработке оптимальной системы MIMO, а также при проверке работоспособности разрабатываемой системы в различных условиях.

**Литература**

1. Шлома, А. М., Бакулин, М. Г., Крейнделин, В. Б., Шумов, А. П Новые алгоритмы формирования и обработки сигналов в системах подвижной связи. - М.: Горячая Линия – Телеком, 2008. - 344 с.
2. Kshetrimayum, Rakesh Singh Fundamentals of MIMO wireless communications. - Cambridge University Press, 2017
3. Mesleh, Raed, Abdelhamid Alhasssi Space modulation techniques. - John Wiley & Sons, 2018

УДК 677.05

**ИЗНОС КРОМКИ КОЛОСНИКОВ ВОЛОКНООЧИСТИТЕЛЯ  
В ПРОЦЕССЕ ОЧИСТКИ ВОЛОКНА ОТ СОРНЫХ ПРИМЕСЕЙ****Турсунов Хамидулла Кучкарович***док. техн. наук, Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности**100100, г.Ташкент, ул.Ш.Жахон, №5,***Хакимов Шеркул Шергазиевич***док. техн. наук, Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности**100100, г.Ташкент, ул.Ш.Жахон, №5,***Жураев Жасурбек Бегматович***исследователь, Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности**100100, г.Ташкент, ул.Ш.Жахон, №5***WEAR OF THE GRATE GRATE IN THE PROCESS OF CLEANING THE FIBER FROM WEAST****Khamidulla Tursunov***doctor of Technical Sciences, Tashkent institute textile and light industry, Uzbekistan 100100, Tashkent, Sh. Zhahon str.№5***Sherkul Khakimov***doctor of Technical Sciences, Tashkent institute textile and light industry, Uzbekistan 100100, Tashkent, Sh. Zhahon str.№5***Jasurbek Juraev***researcher, Tashkent institute textile and light industry,**Uzbekistan 100100, Tashkent, Sh. Zhahon str.№5*DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2022.1.78.590**АННОТАЦИЯ**

Широкое внедрение машинной уборки урожая поставило перед работниками хлопкоочистительной промышленности новые задачи: обеспечить своевременную приёмку, сохранность и качественную переработку хлопка-сырца машинного сбора, отличающегося повышенной влажностью и засоренностью.

Одним из основных факторов, влияющих на степень очистки волокна от сорных примесей, является конструкция волокоочистительных машин.

В статье рассмотрен процесс взаимодействия прядки волокон хлопка с колосниками волокоочистительных машин. Определены пути дальнейших исследований по выявлению влияния формы кромки колосника на процесс очистки хлопковых волокон.

**ABSTRACT**

The widespread introduction of machine harvesting has set new tasks for workers in the cotton ginning industry: to ensure the timely acceptance, preservation and high-quality processing of machine-harvested raw cotton, which is characterized by high humidity and contamination.

One of the main factors influencing the degree of fiber cleaning from trash is the design of fiber cleaning machines.

The article considers the process of interaction of a strand of cotton fibers with the grate of fiber cleaning machines. The ways of further research to identify the influence of the shape of the grate edge on the process of cleaning cotton fibers are determined.

**Ключевые слова:** волокно, колосник, волокоочиститель, износ, пучка волокон.

**Keywords:** fiber, grate, fiber cleaner, wear, fiber bundle.

**Введение.** Сороудаляющие поверхности волокоочистительных машин, при их совместной работе с пильным цилиндром, выделяют из волокна сорные примеси и пороки. Выделение сора и пороков должно быть наибольшим при наименьших потерях прядомого волокна. Наиболее широкое распространение в новых конструкциях волокоочистительных машин, ввиду простоты изготовления, удобства крепления и регулирования, получают колосниковые решетки с колосниками ножевого типа.

Колосниковые решетки состоят из нескольких рядов планчатых колосников, имеющих острую

кромку, а поперечное сечение может иметь разную форму.

Одним из основных параметров колосников является острота и форма ее кромки, непосредственно контактирующая с очищаемым волокном. Используемые в промышленности нашей страны кромки колосников закруглены радиусом 0,5 мм. Известно, что чем острее кромка колосника, тем чище волокно и тем выше степень отделения сорных примесей, не отделенных на всех предыдущих стадиях переработки хлопка. От показателей работы волокоочистительных машин, являющейся замыкающей на всей цепочке переработки хлопка, зависит показатель работы

хлопкозавода. Чем острее кромка стального колосника, тем выше степень очистки волокон от сорных примесей, но одновременно повышается их повреждаемость от ударного воздействия на них. Защита хлопковых волокон от механических повреждений, путем увеличения значения радиуса кромки колосника, приведет к резкому снижению очистительного эффекта машины. Кроме этого, по исследованиям В.В.Пазухина [1] известно, что взаимодействие с кромкой колосника, имеющей форму заточенной по радиусу, приводит к распушению пучка волокон. Этот факт является положительным т.к. распушение приведет к снижению связей сорных примесей с хлопковым волокном, а также к постепенному выводу сорных примесей, находящихся внутри пучка волокон. Поэтому в волокноочистительных машинах на хлопкозаводах имеется от 4 до 12 колосников [2].

**Экспериментальная часть.** Проведенные нами исследования на хлопкоочистительных заводах показали, что недостатки питающих органов машин и неравномерность питания по длине машин приводит к неодинаковости износа кромок колосников, что является причиной нестабильности степени очистки, от сорных примесей, по длине машины. Также выявлена неодинаковость износа кромок колосников по рядам, что связано с траекторией движения прядок волокон, захваченных зубьями пильного диска. Кроме этого, величина радиуса закругления кромки приводит к смещению слоев прядки относительно друг друга. Завершение смещения слоев не приводит к одновременному их возвращению в исходное состояние. Причиной этому служит скорость процесса, механика движения прядки волокон и ее свойства. Кроме этого, аэродинамический процесс, участвующий в движении прядки, приводит к увлечению части прядки в межпильное пространство пильного цилиндра. Лабораторные исследования с помощью замедленной съёмки на видеокамере показали, что из-за малости центробежной силы прядка не успевает подойти к очередному колоснику и, в основном, проскальзывает по кромке следующего колосника. Ударная сила по второму колоснику не успевает развиться и эффективность ее не достаточная. Причиной этому является короткое расстояние между колосниками (шаг колосников). Но к третьему колоснику прядка подходит уже достаточно отклоненной от поверхности пильного цилиндра и удар получается полноценный.

Изложенное подтверждается расчетами и проведенными экспериментами. Большая скорость очистки (25 м/с) при стальных колосниках приводит к механическим повреждениям волокон хлопка, укорочению ее штапельной длины, уходу части волокон в отходы и тем самым повышает волокнистость отходов.

Расчет контактного напряжения можно произвести [3] по формуле:

$$P_o = \sqrt{\frac{1}{\pi} \cdot \frac{\Sigma K}{\eta} \cdot \frac{P}{\alpha \cdot \chi_m}} \quad (1)$$

где:  $P_o$  – наибольшее контактное давление кромки на волокно;

$P$  – нагрузка, сжимающая волокна;

$K$  – кривизна главных нормальных сечений в точках контакта;

$\eta$  – комплексная характеристика соприкасающихся тел;

$\alpha$  – угол обхвата волокнами кромки колосника;

$\chi_m$  – кривизна переходной поверхности (радиус скругления кромки колосника).

Расчеты показывают, что при применении на рабочих поверхностях колосников насадок из полимерного материала,  $P_o$  между прядкой и пластмассой снижается на 22 кг/см<sup>2</sup>, что уменьшает волокнистость отходов. При этом аэродинамические показатели сохраняются. Конечно износ кромок интенсифицируется, но производственные испытания показали, что при добавке мраморной пыли в отливаемый полиамид, срок службы насадки достигает одного года, т.е. на сезон их работы, а время замены насадок на линию волокноочистительных машин однобатарейного завода 40-60 мин.

**Заключение.** Результаты исследований показали, что поверхность кромки изнашивается неравномерно, причиной этому является сложная траектория взаимодействия прядки с колосником. Кроме этого, износ кромок колосников выше в четных рядах на решетке, а как изложено выше, на нечетных рядах износ меньше, но обратная картина проявилась на третьей колосниковой решетке, т.к. на третью колосниковую решетку поступает не больше 15% перерабатываемого волокна.

Кроме этого, при изучении износа на теневом профилометре, были замерены ординаты точек кривых теней. Далее, в наших исследованиях предстоит определить формулу этих теней, что позволит дополнительно сделать шаг в изучении факторов, влияющих на взаимодействие прядки волокон с колосниками.

#### Список литературы:

1. В.В.Пазухин. Анализ силового взаимодействия продукта прядения с поверхностью цилиндра. Изв. ВУЗов. ТТП №2, 1986 г., стр.42
2. Х.К.Турсунов. Теоретические основы очистки хлопкового волокна и совершенствование рабочих органов волокноочистительных машин. Дисс. д.т.н., Ташкент 1997 г.
3. Р.Г.Махкамов, Р.З.Бурнашев. Исследование контактных давлений при взаимодействии хлопкового волокна с переходными поверхностями рабочих органов машин. Инф. Сообщение АН РУз №154, Ташкент 1976г.
4. Ш.Ш. Хакимов, М.Ю.Ходжаева, Ж. Юлдашев. Исследования конструкций снимающих барабанов очистителей хлопка-сырца от крупного сора. Высшая школа: научные исследования. Материалы Межвузовский международный конгресс (г. Москва, 4 февраля 2021 г.). – Москва: Издательство Инфинити.

5. SH.SH Khakimov, B. M. Mardonov. Modeling of movement of foreign impurities soft along the chopping drum during cleaning of raw cotton from small litter. Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. Scientific journal. № 9–10 2015 (September–October)

6. Ш.Ш. Хакимов, З.О. Махаммадиев, М.Ю. Ходжаева. Валичный джидин с усовершенствованным узлом регенерации проджинированных семян. Universum: технические науки, 50-53.

7. Ш.Ш. Хакимов, З.О. Махаммадиев, М.Ю.

Ходжаева. Исследование долговечности уличных канавок рабочего барабана валичного джина. Universum: технические науки, 2022 г., С.18-22.

8. З.О. Махаммадиев, Ш.Ш. Хакимов. Влияние соотношения скоростного режима рабочего и отбойного барабанов валичного джина на процесс джинирования. Юность и знания-гарантия успеха-2021, С. 376-379.

9. Z. Makhmadiyev, Sh. Khakimov. The Productivity of The Roller Gin and Ways to Improve It. Texas Journal of Multidisciplinary Studies 3, 126-129

УДК 004.02

## РЕШЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ВНЕДРЕНИЯ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В СФЕРЕ КРЕДИТОВАНИЯ КЛИЕНТОВ

**Юрчак В.А.**

*студент, магистрант;*

*кафедры «Информационных систем цифровой экономики», ИСЦЭ; ИЭФ ФГАОУ ВО РУТ(МИИТ), 127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9.*

**Логина Л.Н.**

*научный руководитель, доцент, кафедры «Управление и защита информации» ФГАОУ ВО РУТ(МИИТ), 127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9.*

## SOLVING THE ETHICAL PROBLEMS OF THE IMPLEMENTATION OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS IN THE SPHERE OF CUSTOMER LENDING

**V.A. Yurchak**

*student, Master's student;*

*Department of "Information Systems of Digital Economy", ISCE; IEF FSAOU VO RUT(MIIT), 127994, Moscow, Obraztsova str. 9.*

**L.N. Loginova**

*Scientific supervisor, Associate Professor, Department of "Information Management and Protection" FSAOU VO RUT(MIIT), 127994, Moscow, Obraztsova str. 9.*  
DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2022.1.78.591

### АННОТАЦИЯ

В работе рассматривается решение этических проблем внедрения алгоритмов машинного обучения в сфере кредитования клиентов. Приведено описание основных проблем этики использования данных клиентов банка и пути их решения, а также применение алгоритма поточного шифрования с использованием логической функции «исключающее или» для защиты данных. Актуальность работы состоит в том, чтобы учитывать этическую составляющую при анализе алгоритмами машинного обучения данных клиентов банковских организаций.

### ABSTRACT

The paper deals with the solution of ethical problems of introducing machine learning algorithms in the field of customer lending. A description of the main problems of ethics in the use of bank customer data and ways to solve them, as well as the use of a stream encryption algorithm using the XOR logic function to protect data is given. The relevance of the work is to take into account the ethical component when analyzing customer data of banking organizations with machine learning algorithms.

**Ключевые слова:** этические проблемы, прозрачность, предвзятость, техническая безопасность, IEEE, поточное шифрование.

**Keywords:** ethical issues, transparency, bias, technical security, IEEE, stream encryption.

Алгоритмы машинного обучения меняют наше общество, заставляя его задумываться над этическими проблемами использования данных физических лиц при решении задач анализа и прогнозирования. Под этическими проблемами (или вопросами) будем понимать моральные

проблемы, возникающие в процессе развития и применения информационных технологий (ИТ) [1], которые затрагивают фундаментальные права человека, в том числе защиты авторских прав, интеллектуальной свободы, ответственности и безопасности. Информационная этика (или

машинная этика) рассматривает проблемы собственности, доступа, неприкосновенности частной жизни, безопасности и общности информации [1].

В сфере кредитования клиентов в процессе анализа данных заемщиков вопросы этики играют особую роль. Банковские и микрофинансовые организации придают важное значение проблемам этики использования данных клиентов, выделяя среди них следующие проблемы:

— предвзятость алгоритмов машинного обучения при оценке данных заемщиков;

— непрозрачность в расчетах социальных кредитных баллов и последствий от ошибок в расчетах по данным заемщиков;

— техническая безопасность работы алгоритмов машинного обучения при анализе данных заемщиков.

Рассмотрим подробнее перечисленные проблемы. Предвзятость алгоритмов машинного обучения при оценке данных заемщиков выражается в систематических и повторяющихся ошибках алгоритмов машинного обучения, которые приводят к неточным результатам прогнозирования посредством оценки алгоритмом ограниченного количества показателей заемщика.

Следующей этической проблемой становится проблема прозрачности в расчетах социальных кредитных баллов и последствий от ошибок в расчетах по данным заемщиков. В силу того, что модели и переменные, используемые для расчета балла заемщика, являются в значительной степени «непрозрачными», проведение аудита в таких системах становится практически невозможным. Следует учитывать, что без базовой прозрачности в расчетах социальных кредитных баллов заемщиков банка создаются прецеденты неравенства между клиентами с высокими и низкими баллами.

Техническая безопасность работы алгоритмов машинного обучения при анализе данных заемщиков включает в себя проблему сохранения конфиденциальности в процессе обработки данных заемщиков банковской организации, а также проблему манипулирования данными клиентов банков в сети и вне ее таким образом, который подрывает автономный рациональный выбор.

В данной работе авторы ставят своей целью провести обзор этических стандартов решения проблем внедрения алгоритмов машинного обучения в сфере кредитования клиентов.

#### **Материал и методы исследования**

В связи с вышеописанными проблемами в процессе разработки алгоритмов машинного обучения в сфере кредитования клиентов банка задействуются следующие этические стандарты [2]:

- Стандарт обеспечения конфиденциальности данных (P7002) [2];

- Стандарт учета предвзятости алгоритма (P7003) [2];

- Стандарт прозрачного управления данными работодателя (P7005) [2].

Вышеперечисленные стандарты в области этики машинного обучения были разработаны крупной международной организацией — Институтом инженеров в области электротехники и электроники (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE), создающей стандарты на электронные и электротехнические устройства [3].

Рассмотрим каждый из вышеперечисленных этических стандартов работы алгоритмов машинного обучения в сфере кредитования клиентов.

Этический стандарт обеспечения конфиденциальности данных (P7002) необходим для формирования единого общего подхода, который определяет методы управления вопросами конфиденциальности в процессах жизненного цикла информационных систем (программ)[2]. Стандарт ориентирован на защиту приватности граждан и касается использования персональных данных граждан рекламными сетями при помощи ИС. Когда система анализирует метаданные и выдает новую информацию (косвенную, которая в данных пользователя напрямую оставлена не была), по умолчанию она принимает решение выдать всю найденную информацию [2]. Данный этический стандарт регламентирует не сбор и обработку данных, а то, как сами ИС обрабатывают и выдают данные, насколько глубоко можно проводить анализ данных, где граница, которую ИС не должна переходить в извлечении данных [2]. Также стандарт устанавливает «фильтр», который определяет, какие категории данных не выдавать, как соотносить результат анализа метаданных и категории. Для стандартизации в настоящее время выделены несколько групп людей: участники взаимоотношений «работник—работодатель», дети (несовершеннолетние), студенты [2].

Стандарт учета предвзятости алгоритма (P7003) служит для обеспечения разработчикам алгоритмов информационных систем (ИС) отчетности и ясности в отношении целей работы алгоритмов, а также оценки их влияния на пользователей [2]. Стандарт обязывает разработчиков (в первую очередь, информационных систем машинного обучения) ответственно подходить к данным, используемым для обучения, к их разметке, к тестированию и валидации систем. В частности, стандарт позволяет отлаживать алгоритмы машинного обучения, выявляющие статистические корреляции, которые социально неприемлемы или незаконны [2]. Например, модель ипотечного кредитования обнаруживает, что у пожилых людей выше вероятность не соблюсти график платежей, на этом основании сокращает объем кредитования в зависимости от возраста. Общество и правовые институты могут считать это незаконной дискриминацией по возрасту.

Стандарт для прозрачного управления данными работодателя (P7005) необходим для предоставления организациям набора четких рекомендаций и сертификатов, гарантирующих, что они хранят, защищают и используют данные

сотрудников этически и прозрачно. К данному пункту в рамках статьи авторы предлагают отнести и прозрачность в расчетах социальных кредитных баллов [2]. Стандарт Р7005 гарантирует, что работники, сталкивающиеся с широко распространенными проблемами автоматизации, которые связаны с потенциальной потерей рабочих мест, сохраняют контроль и управление своими персональными данными, которые напрямую являются базовым активом их идентичности и жизни, вне зависимости от того, получена ли она в результате мониторинга производственного процесса или из хранилища персональных данных.

Каждый из описанных выше стандартов реализует ряд математических методов (ММ), позволяющих формализовать этические понятия. Формализация этических норм включает в себя две основные задачи — создание форм представлений этических норм (критериев, признаков и т. п.) и выбор соответствующего математического аппарата для работы с ними: сопоставления, измерения и анализа. По этой причине становится актуальным рассмотрение и использование различных неклассических логик (например, многозначных), механизма многокритериальной классификации и вероятностных подходов (см. таблицу 1) [3].

Таблица 1.

**Математические методы решения этических проблем функционирования информационных систем**

Математический метод	Описание метода
1	2
Булева алгебра	Высказывания могут быть только истинными или ложными, то есть используется двоичная логика.
Кольцевая шкала Д.А. Поспелова	Двухосновные оценки объектов отражают динамику экспертных знаний, их зависимость от онтологических соображений.
Многозначная логика	Тип формальной логики, в которой допускается более двух истинностных значений для высказываний.
Нечеткая логика	Обобщение многозначной логики.
Теории решеток, в частности этических решеток	В рамках теории решеток исследуются частично упорядоченные множества.
Методы вербального анализа решений (ВАР)	Группа методов ВАР опирается на достижения различных научных дисциплин: когнитивной психологии; прикладной математики; теории организаций и т.д.

ММ решения этических проблем функционирования информационных систем (ИС), представленные в таблице 1, позволяют заложить базовые условия для решения этических проблем функционирования ИС, к которым, несомненно, относятся системы, использующиеся в сфере кредитования клиентов, в том числе системы скоринга [4].

В рамках данной работы рассмотрен алгоритм шифрования данных XOR посредством соответствующей булевой функции, которая принимает значения 0 или 1 в результате логических операций [5].

**Результаты исследования и их обсуждение**

В современных ИС, использующихся в сфере кредитования клиентов, внедрение математических методов булевой алгебры позволяет реализовать поточный принцип шифрования данных клиентов (рис. 1). Данный принцип шифрования достигается

за счет алгоритма XOR, в основе которого лежат методы булевой алгебры. На рис. 1 показана схема поточного шифрования данных алгоритмом XOR, где поточный шифр обрабатывает информацию побитно и способен, получив порцию из произвольного количества бит, зашифровать/дешифровать ее. В процессе шифрования данных, в шифрованный текст, состоящий из битов  $c_1, c_2, \dots, c_n$  генератор гаммы создает ключевой поток  $k_1, k_2, \dots, k_n$ , который затем при помощи операции XOR (исключающее ИЛИ) побитово складывается с открытым текстом  $m_1, m_2, \dots, m_n$  [6]. Полученная последовательность и будет являться зашифрованным текстом  $c_1, c_2, \dots, c_n$   $c_i = m_i + k_i$ , где  $i = 1..n$ . Расшифровка текста производится аналогичным образом: зашифрованный текст побитово складывается при помощи операции XOR с ключевым потоком  $m_i = c_i + k_i$ , где  $i = 1..n$  [6].

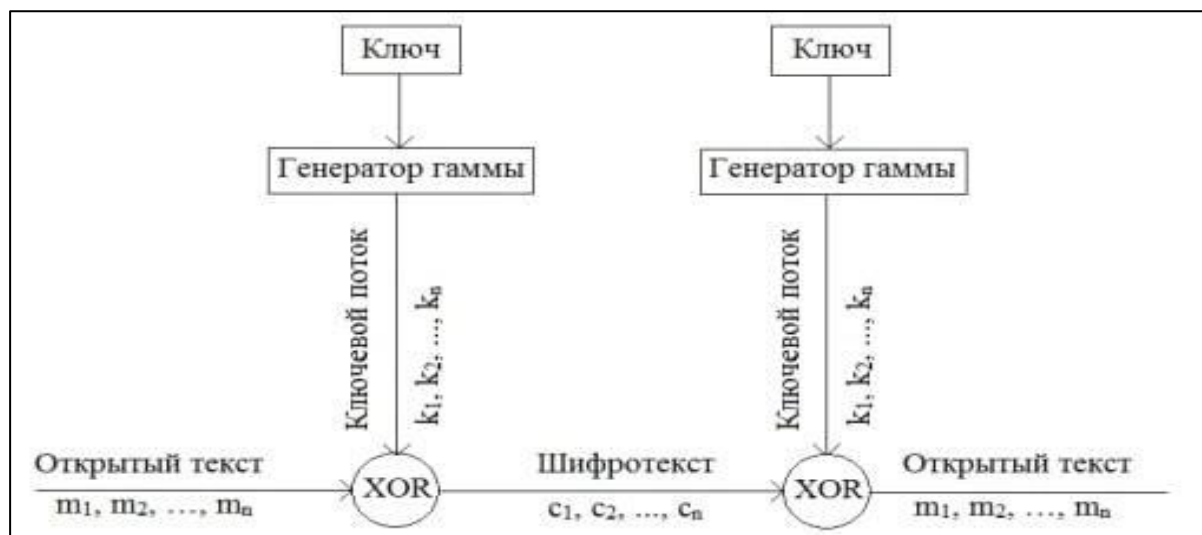


Рис. 1. Схема поточного шифрования

Алгоритм шифрования данных XOR использует в своей основе одноименную логическую функцию, так называемое «исключающее ИЛИ». Главным отличием алгоритма шифрования данных XOR является неустойчивость к прямому перебору шифра, так как будут получены все возможные последовательности букв, включая осознанные тексты, а следовательно злоумышленники никогда не смогут использовать данные пользователей в своих целях. Таким образом, применение указанного алгоритма в информационных системах по кредитованию заемщиков для шифрования ключа через побитовое исключающее ИЛИ к исходным данным, позволяет без труда быстро и качественно реализовывать защиту данных клиентов банковских организаций [5].

#### Выводы

В рамках данной статьи было дано определение этическим проблемам, возникающим в ИС, были приведены основные виды этических проблем, возникающих в ИС кредитных организаций: предвзятость алгоритмов машинного обучения при оценке данных заемщиков, непрозрачность в расчетах социальных кредитных баллов и последствия от ошибок в расчетах по данным заемщиков, техническая безопасность работы алгоритмов машинного обучения при анализе данных заемщиков.

В рамках данного исследования рассмотрен известный алгоритм шифрования данных XOR, который с помощью соответствующей булевой функции производит шифрование данных клиентов банковских организаций. Главным достоинством вышеупомянутого алгоритма является неустойчивость к прямому перебору шифра, что является важным при работе с данными в ИС банковских организаций по кредитованию клиентов. Использование рассмотренного алгоритма позволяет качественно решить вопрос сохранения персональных данных в банковских ИС.

#### Список литературы

1. Информационная этика // Kartaslov.ru [Электронный ресурс]. URL: <https://kartaslov.ru/%D0%BA%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%B0%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9/%D0%98%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F%20%D1%8D%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0> (дата обращения: 12.04.2022). – Текст: электронный.
2. Готовцев П.М., Ройзенсон Г.В., Характеристика проектов стандартов на этический искусственный интеллект IEEE // 390 Этика и «цифра». 2020. URL: <https://ethics.cdto.center/ieec> (дата обращения: 12.04.2022). – Текст: электронный.
3. 390 Этика и «цифра» — кратко о главном. Робот-врач, робот-учитель, робот-полицейский: социальные риски и отраслевые этические вызовы: аналитическая записка к тому 2 доклада «Этика и цифра»: этические проблемы цифровых технологий». — М.: РАНХиГС, 2020. — 45 с.
4. Готовцев П.М., Карпов В.Э., Ройзенсон Г.В. Машинная этика. // 390 Этика и «цифра». 2020. URL: [https://ethics.cdto.center/3\\_4](https://ethics.cdto.center/3_4) (дата обращения: 23.04.2022).
5. Булева алгебра и логические элементы: Методические указания по дисциплине «Дискретная математика» для студентов заочной формы обучения специальностей 230201 «Информационные системы и технологии» и 230102 «Автоматизированные системы обработки информации и управления» / Составители: Никищенков С.А., Смышляев В.А., Припутников А.П. – Самара: СамГАПС, 2004. – 20 с.
6. Кубрак, К. Г. Методология сравнения потоковых шифров / К. Г. Кубрак, А. Ю. Шалашова. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 20 (124). — С. 163–167. — URL: <https://moluch.ru/archive/124/34133/> (дата обращения: 06.05.2022).

УДК 691.32

**БЕТОННЫЕ СМЕСИ ДЛЯ ЭКСТРУЗИИ В ОТРАСЛИ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ****Якунина В.А.***Череповецкий государственный университет,  
Российская Федерация, 162600, г. Череповец, пр-т Луначарского, 5***Кузнецов Д.В.***Череповецкий государственный университет,  
Российская Федерация, 162600, г. Череповец, пр-т Луначарского, 5***CONCRETE MIXES FOR EXTRUSION IN THE FIELD OF ADDITIVE TECHNOLOGIES  
IN CONSTRUCTION****V.A. Yakunina***Cherepovets State University,  
Russian Federation, 162600, Cherepovets, Lunacharskogo Avenue, 5***D.V. Kuznetsov***Cherepovets State University,  
Russian Federation, 162600, Cherepovets, Lunacharskogo Avenue, 5*DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2022.1.78.592**АННОТАЦИЯ**

Одним из перспективных и современных направлений в строительной отрасли является внедрение аддитивных технологий при производстве как отдельных конструкций, так и целых зданий и сооружений. Статья посвящена определению минимальных требований к составу бетонной смеси для аддитивных технологий в строительстве на основе требований, предъявляемых нормативной документацией, с учетом особенностей 3D-печати, а также определения их влияния на физико-механические свойства готовых конструкций, полученных методом послойной экструзии бетонных смесей.

**ABSTRACT**

One of the promising and modern trends in the construction industry is the introduction of additive technologies in the production of both individual structures and entire buildings and structures. The article is devoted to determining the minimum requirements for the composition of a concrete mixture for additive technologies in construction based on the requirements of regulatory documentation, taking into account the features of 3D printing, as well as determining their effect on the physical and mechanical properties of finished structures obtained by layer-by-layer extrusion of concrete mixtures.

**Ключевые слова:** аддитивные технологии, метод экструзии бетонных смесей, 3D-печать, пескобетон, строительные конструкции.

**Keywords:** additive technologies, concrete mixture extrusion method, 3D printing, sand concrete, building structures.

**Введение.** Активное внедрение аддитивных технологий в области строительства ограничивается целым рядом проблем, одной из которых является разработка состава смеси для строительного 3D-принтера, так как многие составы находятся на стадии исследования. Применение классических цементных смесей для 3D-печати затруднительно, в виду того, что они не адаптированы к особенностям самой технологии, например, не обладают пластичностью, которая необходима для экструзии и не могут обеспечивать адгезионное взаимодействие между всеми слоями конструкции в её затвердевшем состоянии. Для производства эффективных строительных конструкций и элементов с использованием аддитивных технологий необходимо учитывать требования по всем видам предельных состояний, с учетом достаточной трещиностойкости и долговечности при различных эксплуатационных режимах уже на этапе проектирования бетонных смесей. Поэтому подбор и изучение смесей является важной задачей, которая на данный

момент времени затрудняет использование аддитивных технологий в строительной области.

С другой стороны, для оценки фактической работы конструкции при расчете на прочность необходимо учитывать скорректированные данные механической прочности бетона, поскольку сам процесс производства таких изделий носит ранее неисследованный характер.

**Определение физико-механических характеристик, предъявляемых к подвижным смесям и к затвердевшему бетону при 3D-печати.** Контроль свойств смеси и затвердевшего состава является неотъемлемой частью строительного процесса. Методики оценки таких свойств с применением технологии 3D-печати должны иметь свои особенности. В ГОСТ Р 59096-2020 [1] установлены методы определения основных показателей качества материалов для аддитивного строительного производства в форме бетонных смесей, а также затвердевшего бетона. Важно отметить, что стандарт носит общий характер основных положений, большая часть



методов испытаний проводится по давно существующим национальным стандартам для бетонов.

В таблице 1 представлен перечень определяемых характеристик, а также стандарты на методы испытаний.

Таблица 1

### Характеристики и стандарты на методы испытаний

Наименование характеристики	Обозначение стандарта на метод испытаний	Требования к характеристике
1. Подвижность	ГОСТ 10181-2014 [2]	Требования к качеству готовых к применению подвижных смесей
2. Сроки начала и окончания схватывания	ГОСТ 310.3-76 [3]	
3. Водоудерживающая способность	ГОСТ Р 58277-2018 [4]	
4. Прочность на сжатие	ГОСТ 23789-2018 [5]	Требования к качеству затвердевшего раствора (бетона)
5. Морозостойкость	ГОСТ 10060-2012 [6]	
6. Прочность сцепления слоев	ГОСТ Р 59096-2020 [1]	
7. Средняя плотность	ГОСТ 12730.1-2020 [7]	

С точки зрения рассматриваемых показателей для реализации основных принципов бетонные смеси для 3D-принтеров должны иметь свойства, обеспечивающие технологичность в процессе изготовления и надлежащую эксплуатационную надежность [8–10]. При необходимости представленный перечень может быть дополнен другими характеристиками исходя из требований заказчика, а также с учетом особенностей эксплуатации строительных объектов, изделий и конструкций, выполненных с использованием технологии строительной печати. Например, дополнительно может определяться водопоглощение, так как напечатанные малые архитектурные формы или фрагменты ограждающих конструкций чаще всего располагают на открытом воздухе, погодные условия будут оказывать довольно сильное влияние на их долговечность, сильное водопоглощение может привести к трещинам и разрушению конструкции.

**Определение физико-механических характеристик пескобетона.** Так как производители строительных 3D-принтеров

рекомендуют использовать для печати стандартный пескобетон М300 (В22,5) на основе портландцемента марки 500, было решено провести стандартные испытания с этим материалом. В лаборатории кафедры строительства имени почетного профессора Череповецкого государственного университета, доктора технических наук В.С. Грызлова Череповецкого государственного университета были проведены исследования основных характеристик пескобетона М300 (В22,5). На основании этих исследований были определены минимальные требования к свойствам и характеристикам смесей для изготовления строительных конструкций с помощью метода аддитивных технологий.

Пропорции на состав пескобетона М300 (В22,5) составлены следующим образом – 1/3 цемент (выступает в качестве вяжущего) + 2/3 песок (наполнитель, фракцией 0,63 мм). Водоцементное отношение 0,37.

Были проведены испытания, в ходе которых определены физико-механические характеристики пескобетона (рисунок 1, 2), которые представлены в таблице 2.



Рис. 1. Определение прочности на растяжение при изгибе.



Рис. 2. Определение прочности при сжатии.

Таблица 2

**Физико-механические характеристики пескобетона М300**

Наименование характеристики	Значение	Единица измерения
Подвижность по погружению конуса, см	5,75	см
Сроки начала и окончания схватывания	3.15 4.20	ч. мин
Нормальная густота по прибору Вика	17	мм, от низа
Водоудерживающая способность	91,5	%
Прочность на сжатие через 28 суток	31,2	МПа
Прочность при изгибе на 28 сутки	3,89	МПа
Морозостойкость	75	цикл
Средняя плотность	1980	кг/м <sup>3</sup>
Водопоглощение	4,8	%

Исходя из полученных данных можно сформулировать некоторые минимальные требования к составам, применяемым для 3D-печати: марка по прочности на сжатие — не менее М300 (В22,5), марка по морозостойкости — не менее F200, марка по водонепроницаемости — не менее W4, марка по средней плотности — не ниже D2000. Если говорить о нормальной густоте, подвижности и сроках схватывания, то в лабораторных условиях сложно определить нижнюю границу данных характеристик. Но при анализе ряда имеющихся разработок по строительным смесям для аддитивных технологий можно утверждать, что подвижность по погружению конуса должна находиться в пределах 5-8 мм., а нормальная густота – 10-25 мм, в противном случае состав будет не пригоден для экструзии.

Оптимальные срок начала схватывания 2 часа 30 минут, окончания схватывания – не позднее 5 часов, так как слишком долгое твердение не позволит возводить конструкции послойно.

**Учет влияния особенностей технологии на конечную прочность изделий.** В целом интерес к исследованиям в области технологий 3D-печати в строительстве базируется на ряде преимуществ с точки зрения технико-экономических показателей [11, 12]. По итогу главной особенностью данной технологии является изготовление бетонных и железобетонных конструкций в сочетании принципов безопалубочного и монолитного строительства [13–15]. Однако устройство бетонных слоев методом экструзии на строительной площадке сопряжено с возникновением открытой площади поверхности готового изделия. Отсутствие внешнего ухода в таких условиях создает неблагоприятные предпосылки для гидратации портландцемента. Интенсивная потеря воды вследствие испарения приводит к ее недостатку для структурообразования и последующему снижению плотности бетона, усадке, трещинообразованию и потере прочности. То есть важной способностью для строительных «чернил» и бетонов, твердеющих

в естественных условиях, является сохранение воды в смеси на протяжении всего периода твердения, который, очевидно, может быть сокращен за счет использования ускорителей твердения [16].

С другой стороны, для определения значений прочности тяжелых бетонов на сжатие регламентирована и традиционно применяется методика по государственным стандартам [17], по которой образцы изготавливают в поверенных (калиброванных) формах, соответствующих требованиям ГОСТ 22685. Укладку бетонной смеси в форму и ее уплотнение осуществляют в формах для изготовления образцов в виде куба 100x100x100 мм или 150x150x150 мм. При изготовлении образцов с минимальным размером 70x70x70 мм максимальная крупность заполнителя не должна превышать 20 мм. В случае применения технологии 3D-печати указанный метод не обеспечивает достоверности результатов испытаний, т. к. не учитывает особенности формирования стандартных образцов для испытаний методом послойной укладки с определенным интервалом времени. Проблема отсутствия нормативной документации для определения прочностных характеристик для 3D-печати является актуальной, т. к. требования к бетону для 3D-печати имеют свои особенности. Для оценки прочности могут использоваться различные способы формования образцов и методы исследования, например, такие как заполнение металлоформ экструдером или выпиливание кубов из фрагмента конструкции, напечатанной 3D-принтером [18].

Еще одним аспектом определения фактической работы конструкции является то, что в результате экструзии бетонных смесей получается конструкция имеющая горизонтальные швы с шагом равным толщине одиночного пласта, выдавливаемого из сопла 3D-принтера. Главная проблема заключается в том, что данный шов не вписывается в действующие нормативно-технические документы, поскольку имеющееся понятие в СП 70.13330.2012 [19] «рабочий шов» не может быть применимо к таким швам, поскольку в нём имеется явная адгезия между слоями в конструкции. С другой стороны, материал не может характеризоваться однородным, поскольку имеется явное снижение прочности в данных швах. Это вытекает из анализа результатов испытаний фрагментов отпечатанных конструкций, причем зависимость адгезионной прочности «по шву» к прочности материала носит нелинейный характер для каждой отдельно испытанной смеси для 3D-печати.

**Заключение.** Таким образом, одним из перспективных и современных направлений в строительной отрасли является внедрение аддитивных технологий при производстве как отдельных конструкций, так и целых зданий, и сооружений. Разработка составов для метода экструзии бетонных смесей на данном этапе реализуемо, но в дальнейшем, при

распространении данной технологии потребует корректировки в рамках кластера нормативно-технической документации, регламентирующей аддитивные технологии. Выявленные особенности технологии требуют дальнейшей научной оценки их влияния на физико-механические свойства готовых конструкций, полученных методом послойной экструзии бетонных смесей.

#### Список литературы

1. ГОСТ Р 59096-2020 "Материалы для аддитивного строительного производства. Методы испытаний" от 09 октября 2020.
2. ГОСТ 10181-2014 "Смеси бетонные. Методы испытаний (с Поправкой)" от 11 декабря 2014.
3. ГОСТ 310.3-76 "Цементы. Методы определения нормальной плотности, сроков схватывания и равномерности изменения объема (с Изменением N 1)" от 14 октября 1976.
4. ГОСТ Р 58277-2018 "Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Методы испытаний" от 28 декабря 2018.
5. ГОСТ 23789-2018 "ГОСТ 23789-2018 Вяжущие гипсовые. Методы испытаний (с Поправками)" от 25 сентября 2018.
6. ГОСТ 10060-2012 "Бетоны. Методы определения морозостойкости (с Поправками)" от 27 декабря 2012.
7. ГОСТ 12730.1-2020 "ГОСТ 12730.1-2020 Бетоны. Методы определения плотности (с Поправкой)" от 22 декабря 2020.
8. Panda B., Singh B.GVP, Unluer C., Tan M.J. Synthesis and characterization of one-part geopolymers for extrusion based 3D concrete printing // *Journal of Cleaner Production*. 2019. Vol. 220. Pp. 610–619. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.02.185.
9. Marchment T., Sanjayan J. Mesh reinforcing method for 3D concrete printing // *Automation in Construction*. 2020. Vol. 109. P. 102992. DOI: 10.1016/j.autcon.2019.102992.
10. Inozemtcev A.S., Duong T.Q. Technical and economic efficiency of materials using 3D-printing in construction on the example of high-strength lightweight fiber-reinforced concrete // *E3S Web of Conferences*. 2019. Vol. 97. P. 02010. DOI: 10.1051/e3sconf/20199702010.
11. Mechtcherin V., Nerella V.N., Will F., Näther M., Otto J., Krause M. Large-scale digital concrete construction — CONPrint3D concept for on-site, monolithic 3D-printing // *Automation in Construction*. 2019. Vol. 107. P. 102933. DOI: 10.1016/j.autcon.2019.102933.
12. Nerella V.N., Mechtcherine V. Studying the printability of fresh concrete for formwork-free concrete onsite 3D printing technology (CONPrint3D) // *3D Concrete Printing Technology*. 2019. Pp. 333–347. DOI: 10.1016/b978-0-12-815481-6.00016-6.
13. Buswell R.A., Leal de Silva W.R., Jones S.Z., Dirrenberger J. 3D printing using concrete extrusion: A roadmap for research // *Cement and Concrete Research*. 2018. Vol. 112. Pp. 37–49. DOI: 10.1016/j.cemconres.2018.05.006

14. Пустовгар А.П., Адамцевич А.О., Волков А.А. Технология и организация аддитивного строительства // Промышленное и гражданское строительство. 2018. № 9. С. 12–20.

15. Inozemtcev A.S., Korolev E.V., Duong T.Q. Physical and mechanical properties of cement stone with superabsorbent polyacrylate solutions // Инженерно-строительный журнал. 2019. № 5 (89). С. 179–186. DOI: 10.18720/MCE.89.15.

16. Королёв Е.В., Тхань Куй Зыонг, Иноземцев А.С. Способ обеспечения внутреннего ухода за гидратацией цемента в составах для 3D-печати // Вестник МГСУ. 2020. № 6. С. 834–846. DOI:10.22227/1997-0935.2020.6.834-846.

17. ГОСТ 10180-2012 "Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам" от 27 декабря 2012.

18. Сорокина Е.А., Копаница Н.О. Анализ и оценка методов определения прочности бетона для аддитивной технологии // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2021. Т. 23. № 2. С. 87–95. DOI: 10.31675/1607-1859-2021-23-2-87-95.

19. СП 70.13330.2012 "Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 (с Изменениями N 1, 3, 4)" от 25 декабря 2012.

# ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 6.15.03:616.379-008.6-07(075.8)

## ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОЙ ЛЕКАРСТВЕННОЙ ФОРМЫ МЕТФОРМИНА.

*Тулегенова Г.А., Сагинбазарова А.Б., Уразгалиев К.Ш., Жалимова З.О.  
Кафедра фармацевтических дисциплин НАО «ЗКМУ им. Марата Оспанова»,  
г. Актобе, Республика Казахстан*

## RESEARCH OF A NEW DOSAGE FORM OF THE DRUG METFORMIN.

*Tulegenova G.A., Saginbazarova A.B., Urazgaliev K.SH., Zhalimova Z.O.  
West Kazakhstan Medical University named after Marat Ospanov,  
Aktobe, Kazakhstan Department of Pharmaceutical Disciplines*

### АННОТАЦИЯ

В статье представлен обзор литературы по применению метформина при сахарном диабете 2 типа. Количество сахароснижающих препаратов увеличивается с каждым годом, и уже сегодня на практике применяются 8 классов сахароснижающих препаратов, однако, несмотря на это, адекватного гликемического контроля удается достичь только у 30–40% пациентов. Тактика лечения больных определена международными и национальными алгоритмами по инициации и стратификации терапии. Однако очевидно, что пациенты по-разному реагируют на одну и ту же терапию.

На сегодняшний день заболеваемость сахарным диабетом катастрофически растет во всех странах мира. Наиболее известным, давно используемым в клинической практике для лечения сахарного диабета 2 типа является метформин, устраняющий инсулинрезистентность и относящийся к группе бигуанидов. Метформин стал доступен в Британском национальном формуляре в 1958 году и начал впервые продаваться в Великобритании.

Широкий интерес к метформину возродился только после вывода из лекарственного оборота других бигуанидов в 1970-х годах. Метформин был одобрен в Канаде в 1972 году, а в США он был одобрен FDA для лечения сахарного диабета 2 типа только в 1994 году. Произведённый по лицензии компанией Bristol-Myers Squibb Глюкофаг был первым торговым названием метформина для продажи в США, начиная с 3 марта 1995 года. Дженерики теперь доступны в нескольких странах, и метформин, как полагают, стал наиболее часто выписываемым антидиабетическим препаратом в мире [1].

### ABSTRACT

The article provides a review of the literature on the use of metformin in type 2 diabetes mellitus. The number of antihyperglycemic drugs is increasing every year, and today 8 classes of antihyperglycemic drugs are used in practice, however, despite this, adequate glycemic control can be achieved only in 30–40% of patients. The tactics of treating patients is determined by international and national algorithms for the initiation and stratification of therapy. However, it is clear that patients respond differently to the same therapy. Today, the incidence of diabetes mellitus is growing catastrophically in all countries of the world.

The most famous, long used in clinical practice for the treatment of type 2 diabetes mellitus, is metformin, which eliminates insulin resistance and belongs to the biguanide group.

Metformin became available on the British National Formulary in 1958 and was marketed for the first time in the UK.

It was only after the withdrawal of other biguanides from drug use in the 1970s that widespread interest in metformin was revived. Metformin was approved in Canada in 1972, and it was only in 1994 that it was approved by the FDA for the treatment of type 2 diabetes in the United States. Manufactured under license from Bristol-Myers Squibb, Glucophage was the first trade name for metformin to be sold in the United States on March 3, 1995. Generic drugs are now available in several countries, and metformin is believed to be the most commonly prescribed antidiabetic drug in the world [1].

**Ключевые слова:** Сахарный диабет, метформин, сахароснижающие препараты, лечение сахарного диабета 2 типа.

**Key words:** Diabetes mellitus, metformin, antihyperglycemic drugs, treatment of type 2 diabetes mellitus.

### Актуальность:

Метаболизм метформина имеет индивидуальные особенности. Так, в проспективном клиническом исследовании было показано, что достигнутая концентрация метформина при приеме 1 г препарата в сутки значительно различалась среди пациентов [2].

Различия в сахароснижающей эффективности препарата были продемонстрированы в шотландском исследовании с участием 290 пациентов с СД2 (в среднем снижение составило 1,315%; SD=1,05189. Существует значительная вариабельность сахароснижающего действия

метформина, и нет четких клинических признаков, которые позволили бы это предвидеть [3].

Абсорбция, распределение, метаболизм и экскреция метформина достаточно хорошо изучены в последние годы. Эти процессы включают: всасывание препарата через апикальную мембрану клеток кишечника с помощью плазматического мембранного моноаминного транспортера (PMAT, кодируемого геном SLC2A4) и катионного транспортера OCT3 (кодируемого геном SLC22A3). Через базолатеральную мембрану энтероцита с помощью катионного транспортера OCT1 (ген SLC22A1) метформин попадает в кровотока. Через портальную вену препарат проникает в печень, где с помощью тех же транспортеров OCT1 и, возможно, OCT3 поступает в гепатоцит. Здесь он и оказывает свое основное действие – уменьшает глюконеогенез и выводится в неизменном виде с помощью транспортеров MATE1 (multidrug and toxin extrusion protein 1, ген SLC47A1). Циркулирующий в крови метформин также захватывается почками (ренальными эпителиальными клетками) с помощью транспортеров OCT2 (ген SLC22A2). После фильтрации часть препарата реабсорбируется в проксимальных и дистальных почечных канальцах с помощью транспортеров OCT1 (ген SLC22A1) и PMAT, кодируемого геном SLC2A4. Транспортеры MATE1 и MATE2-K участвуют в элиминации препарата с мочой. Наличие генетических вариантов генов, кодирующих эти транспортеры, и может объяснять индивидуальные особенности фармакогенетики и фармакодинамики метформина [4]

Одними из наиболее изучаемых транспортеров и, следовательно, генами-кандидатами, определяющими терапевтический эффект метформина, являются гены органических катионных транспортеров (OCT). С целью изучения наличия ассоциации различных вариантов генов OCT SLC22A1, SLC22A и SLC47A1 с сахароснижающим эффектом метформина было проведено клиническое исследование с участием 148 больных СД2, ранее не получавших метформин. Средний возраст составил  $57,5 \pm 0,9$  лет, ИМТ –  $31,5 \pm 0,4$  кг/м<sup>2</sup>, HbA<sub>1c</sub> – 7–12%. Исследование однонуклеотидных полиморфных маркеров данных генов проводили с помощью полимеразной цепной реакции в реальном времени. Пациенты 6 мес принимали метформин. Результаты исследования показали более значимое снижение уровня HbA<sub>1c</sub> у пациентов, гомозиготных по А-аллелю гена SLC47A1rs2289669, в сравнении с носителями G-аллеля данного гена ( $p=0,059$ ). Пациенты, гомозиготные по А-аллелю гена SLC47A1rs2289669, составили 20% от всех обследованных и имели, таким образом, почти в 2 раза большее снижение HbA<sub>1c</sub>, чем остальные [5].

Фармакокинетика. Абсолютная биодоступность (натошак) составляет 50–60 %, приём с пищей снижает  $C_{max}$  на 40 % и замедляет её достижение на 35 мин. Пик концентрации в плазме

( $C_{max}$ ) достигается в течение одного-трёх часов (1,81–2,69 ч) с немедленным высвобождением метформина и от четырёх до восьми часов с формой замедленного высвобождения. Связывание метформина с белками плазмы незначительно, о чём свидетельствует очень высокий объём распределения ( $654 \pm 358$  л после однократной дозы 850 мг). Стабильный эффект обычно достигается через один или два дня.

Метформин не метаболизируется. Он выводится из организма с мочой в неизменном виде путём канальцевой секреции; метформин не обнаруживается в плазме крови в течение 24 часов после однократного приёма. Средний период полувыведения в плазме крови составляет 6,2 часа (начальный  $T_{1/2}$  — от 1,7 до 3 ч, окончательный — от 9 до 17 ч). Метформин распределяется (и возможно накапливается) в эритроцитах с гораздо большим периодом полувыведения: 17,6 ч (сообщается о значениях в пределах 18,5-31,5 часов при однократном изучении лиц, не страдающих сахарным диабетом).

Абсорбция-48-52%. Быстро всасывается в желудочно-кишечном тракте. Концентрация в плазме не превышает 1 мкг/мл (в течение 24–48 ч).

Лечение сахарного диабета.

Основное назначение метформина- лечение сахарного диабета 2 типа, особенно людей с избыточным весом. В этой группе более 10 лет лечения, метформин снижал риск осложнений сахарного диабета и смертность в целом примерно на 30% по сравнению с инсулином и препаратами сульфонилмочевины (глибенкламид и хлорпропамид) и примерно на 40% по сравнению с группой, получавшей только рекомендации по диете. Эти различия сохраняются у пациентов, которые наблюдались в течение 5-10 лет после исследования.

Так как интенсивный контроль глюкозы в крови с применением метформина уменьшает риск диабет-связанных конечных точек у больных сахарным диабетом с избыточной массой тела и это связано с меньшим набором веса и меньшими гипогликемическими приступами, чем в группе, получавшей инсулин и препараты сульфонилмочевины, метформин может быть препаратом выбора у таких пациентов.

Метформин имеет более низкий риск гипогликемии, чем препараты сульфонилмочевины, хотя она иногда возникает во время интенсивных физических нагрузок, дефицита калорий или при использовании с другими сахароснижающими препаратами. Метформин также не связан с увеличением веса и умеренно уменьшает уровень ЛПНП и триглицеридов.

Кроме того, может применяться в комплексной терапии с другими препаратами при лечении ожирения.

Метформин все чаще используют при лечении синдрома поликистозных яичников, неалкогольных жировых болезней печени и

преждевременном половом созревании, при других заболеваниях, которые проявляются резистентностью к инсулину. Эти показания еще считаются экспериментальными. Преимуществом метформина при неалкогольных жировых болезнях печени не было широко изучено, хотя некоторые рандомизированные контролируемые испытания обнаружили значительное улучшение при его использовании, доказательств по-прежнему недостаточно [6].

Лечение метформином людей, имеющих риск развития сахарного диабета 2 типа, может уменьшить вероятность развития болезни, хотя интенсивные физические упражнения и коррекция диеты значительно лучше подходят для этой цели.

В крупном исследовании США, известном как Программа по профилактике сахарного диабета, участники были разделены на группы. Одна группа получала плацебо, другая – метформин, а третья – рекомендации по изменению образа жизни; все три наблюдались в среднем в течение трех лет. Интенсивная программа по изменению образа жизни включала 16 уроков по диете и физическая активность не менее 150 минут в неделю.

Заболеемость сахарным диабетом была на 58% ниже в группе с модификацией образа жизни и на 31% в группе, получавшей метформин. Среди молодых людей с более высоким индексом массы тела изменение образа жизни не было более эффективным, чем применение метформина, а для пожилых людей с низким индексом массы тела метформин был не лучше, чем плацебо в профилактике сахарного диабета. После десяти лет заболеемость сахарным диабетом была на 34% ниже в группе с модификацией образа жизни и на 18% ниже в группе, получавшей метформин.

Неясно, замедлял ли метформин прогрессирование предиабета в сахарный диабет (истинный профилактический эффект) или снижение риска развития сахарного диабета было просто из-за его сахароснижающего действия (лечебный эффект) [7].

**Противопоказания.** Метформин противопоказан людям с любыми состояниями, которые могут увеличить риск развития лактатацидоза, включая заболевания почек, легких и печени, алкоголизм. По информации производителей, сердечная недостаточность, в частности, нестабильная или острая застойная сердечная недостаточность, в частности, нестабильная или острая застойная сердечная недостаточность увеличивает риск лактатацидоза при использовании метформина. Однако систематический обзор контролируемых клинических исследований в 2007 году показал, что метформин-единственный антидиабетический препарат, безвредный для людей с сердечной недостаточностью, и что он может уменьшить смертность по сравнению с другими антидиабетическими средствами.

Рекомендуется временно отменять метформин за двое суток перед любым радиографическим исследованием с введением йодированного

контраста (например при КТ или ангиографии с контрастным усилением) так как контрастное вещество может временно снижать функцию почек, опосредованно приводя к лактатацидозу и вызывая задержку метформина в организме. Рекомендуют возобновлять прием метформина только через двое суток, когда происходит восстановление функции почек.

**Также противопоказания:** гиперчувствительность, гипергликемическая кома, кетацидоз, острый инфаркт миокарда, дегидратация, гипокалорийная диета (менее 1000 ккал/сут), лактатацидоз (в том, числе в анамнезе), беременность, период лактации.

**С осторожностью:** Возраст 60 лет, выполнение физической работы (повышенная опасность развития лактатацидоза).

**Побочные эффекты.** Желудочно-кишечные.

Наиболее распространенные побочные эффекты метформина-желудочно-кишечные расстройства, в том числе «металлический» привкус во рту, снижение аппетита, диарея, кишечные колики, тошнота, рвота и метеоризм; метформин чаще ассоциируется с желудочно-кишечными побочными эффектами, чем большинство других антидиабетических препаратов.

В клиническом исследовании, в котором приняло участие 286 пациентов, 53,2% из 141 участника, которые получали метформин, немедленного высвобождения, сообщали о возникновении диареи, по сравнению с 11,7% в группе, получавшей плацебо, и 25,5% сообщали о возникновении тошноты, рвоты, по сравнению с 8,3% в группе с плацебо.

Желудочно-кишечное расстройство может вызвать сильный дискомфорт для пациента; оно возникает чаще при первом назначении метформина или при увеличении дозы. Дискомфорт часто может избежать, начиная с низкой дозы (1-1,7 г в сутки) и постепенно увеличивая дозу. Желудочно-кишечные расстройства после длительного, постоянного использования возникают реже.

Длительное применение метформина было связано с повышением уровня гомоцистеина и нарушением всасывания витамина В12. Высокие дозы и длительное применение связаны с повышением заболеемости недостаточностью витамина В12, и некоторые исследователи рекомендуют ранее выявление и профилактику таких состояний.

Лактатацидоз - наиболее тяжелый побочный эффект при применении бигуанидов.

Фенформин, другой бигуанид, был отозван с фармакологического рынка из-за высокого риска развития лактатацидоза (40-64 случая на миллион человеко-лет). Однако метформин безопаснее, чем фенформин. Данное осложнение при применении метформина встречается очень редко, и подавляющее большинство таких случаев связано с сопутствующими состояниями, такими как нарушения функции печени или почек.

Поглощение лактата печенью уменьшается при применении метформина, потому что лактат является субстратом для печеночного глюконеогенеза- процесс, который ингибирует метформин. У здоровых лиц этот небольшой избыток просто удаляется с помощью других механизмов (в том числе поглощение почками, когда их функция не нарушена), и происходит незначительное повышение уровня лактата в крови. Однако при нарушенной функции почек удаление метформина и лактата снижается, что приводит к повышению их уровня в крови и в итоге вызывает лактатацидоз за счет накопления молочной кислоты. Поскольку метформин снижает поглощение печенью лактата, любое состояние, которое может вызывать лактатацидоз, является противопоказанием к его использованию.

Наиболее частые причины повышенного образования молочной кислоты: алкоголизм (из-за истощения запасов НАД), сердечная недостаточность и заболевания дыхательных путей (из-за недостаточной оксигенации тканей); заболевания почек-наиболее частая причина нарушения экскреции молочной кислоты.

Кроме того, предполагают, что метформин увеличивает образование лактата в тонкой кишке; потенциально это может способствовать развитию лактатацидоза у больных с факторами риска. Однако клиническое значение этого явления неизвестно, и риск развития метформин-связанного лактатацидоза чаще всего объясняется снижением печеночной поглощения, а не увеличением образования в тонкой кишке.

Другие побочные эффекты. Также обнаружено, что метформин снижает уровень тиреотропного гормона в крови у больных с гипотиреозом, а у мужчин снижает уровень тестостерона. Клиническое значение этих изменений до сих пор неизвестно. При аллергии на препарат возможна кожная сыпь. В единичных случаях развивается мегалобластная анемия. В случаях возникновения побочных эффектов дозу следует уменьшить или отменить прием препарата [8].

Взаимодействие.

Блокатор H<sub>2</sub>-гистаминовых рецепторов циметидин приводит к увеличению в плазме концентрации метформина за счет сокращения выведения его из организма почками, так как метформин и циметидин выводятся из организма путем канальцевой секреции, то, в частности, катионная (положительно заряженная) форма циметидина может конкурировать с метформином за один и тот же механизм транспорта. Небольшое двойное слепое рандомизированное исследование показало, что цефалексин также увеличивает концентрацию метформина по такому же механизму. Теоретически, любой другой катионный препарат (амилорид, дигоксин, морфин, прокаинамид, хинидин, хинин, ранитидин, триамтерен и ванкомицин) может привести к подобному эффекту. Несовместим с этанолом (лактатацидоз). С осторожностью назначают в

сочетании с непрямыми антикоагулянтами. Производные сульфаниламочевина, инсулин, акарбоза, ингибиторы МАО, окситетрацилин, ингибиторы АПФ, клофибрат, циклофосамид и салицилаты усиливают действие. При одновременном применении с ГКС, гормональными контрацептивами для приема внутрь, эpineфрином, глюкагоном, гормонами щитовидными железы, производными фенотиазина, тиазидными диуретиками, производными никотиновой кислоты возможно уменьшение гипогликемического действия метформина. Нифедипин повышает абсорбцию, замедляет выведение.

Внутрь, во время или непосредственно после еды, пациентам, не получающим инсулин, по 1 г (2 таблетки) 2 раза в день в первые 3 дня или по 500 мг 3 раза в день, в последующем с 4 по 14 день- по 1 г 3 раза в день; через 15 дней дозировку можно уменьшить с учетом содержания глюкозы в крови и моче.

Поддерживающая суточная доза- 1-2 г. Таблетки ретард (850 мг) принимают по 1 утром и вечером. Максимальная суточная доза-3 г. При одновременном применении инсулина в дозе менее 40 ЕД/сут, режим дозирования метформина тот же, при этом дозу инсулина можно постепенно снижать (на 4-8 ЕД/сут через день). При дозе инсулина более 40 ЕД/сут применение метформина и снижение дозы инсулина требуют большой осторожности и проводятся в стационаре [9].

Передозировка. Обзор сообщений в течение пяти лет об умышленных и случайных передозировках метформином показал, что случаи побочных явлений были редки, хотя у пожилых пациентов риск был выше.

Аналогичное исследование, где зарегистрированные случаи передозировки анализировались в центре контроля за ядами Техаса в период с 2000 по 2006 год, установило, что прием дозы более 5 г часто вызывало серьезные медицинские исходы у взрослых. В медицинской литературе зарегистрированы случаи выживаемости после преднамеренной передозировки до 63 г метформина. Смертельные исходы передозировки редки, но случаются. У здоровых детей дозы менее 1,700 мг не вызывают значительные токсические эффекты.

Наиболее распространенные симптомы передозировки: тошнота, рвота, диарея, боли в животе, тахикардия, сонливость и редко гипогликемия или гипергликемия.

Главное потенциально опасное для жизни осложнение передозировки метформином-лактатацидоз, который приводит к накоплению лактата в организме.

Пациенты с признаками лактатацидоза требуют немедленной госпитализации.

Специфического антидота при передозировке метформином нет. Вначале при лактатацидозе возможно применение раствора бикарбоната натрия, хотя большие дозы не рекомендуются,



поскольку это может увеличить внутриклеточный ацидоз.

Ацидоз, который не реагирует на введение бикарбоната натрия, требует применения стандартного гемодиализа или непрерывной вено-венозной гемофильтрации. Кроме того, из-за низкомолекулярности метформина и отсутствия связывания его с белками плазмы, эти методы весьма эффективны при удалении метформина из плазмы крови, предотвращая дальнейшее накопление лактата.

Определение уровня метформина в плазме или сыворотке крови возможно для контроля лечения, для подтверждения диагноза передозировки у госпитализированных пациентов или при судебно-экспертной оценке для установления причины смерти. Концентрация метформина в крови или плазме, как правило, составляет 1-4 мг/л у лиц, получивших препарат в терапевтических целях, 40-120 мг/л у лиц с передозировкой и 80-200 мг/л при смертельном исходе. Обычно применяют хроматографические методы.

При дозе 85 г метформина гипогликемия не развивалась, даже если в этих же условиях развивался лактатацидоз, который также может быть вызван передозировкой метформина гидрохлорида или сопутствующими факторами риска. Ранними симптомами молочнокислотного ацидоза являются повышение температуры тела, боль в животе, миалгия, в дальнейшем могут отмечаться тахипное, головокружение, нарушение сознания и развитие комы [10].

**Заключение:** Таким образом, можно сделать вывод, что изучение и получение новых лекарственных форм с метформином для эффективной терапии сахарного диабета 2 типа в данное время является актуальным.

#### Список литературы:

1. Кононенко И.В., Майоров А.Ю., Кокшарова Е.О., Шестакова М.В. Фармакогенетика сахароснижающих препаратов. // Ежеквартальный научно-практический медицинский

рецензируемый журнал "Сахарный диабет". - 2015, том 18, №4 .

2. Zhou K, Donnelly LA, Kimber CH, et al. Reduced-function SLC22A1 polymorphisms encoding organic cation transporter 1 and glycemic response to metformin: a GoDARTS study. *Diabetes*. 2009;58(6):1434-1439

3. Christensen MM, Brasch-Andersen C, Green H, et al. The pharmacogenetics of metformin and its impact on plasma metformin steady-state levels and glycosylated hemoglobin A1c. *Pharmacogenet Genomics*. 2011;21(12):837-850

4. Hirst JA, Farmer AJ, Ali R, et al. Quantifying the effect of metformin treatment and dose on glycemic control. *Diabetes Care*. 2012;35(2):446-454.

5. Gloyn AL, McCarthy MI. Genetics in Diabetes. Type 2 Diabetes and Related Traits. *Front Diabetes*. Basel: Karger; 2014.

6. DeGorter MK, Xia CQ, Yang JJ, Kim RB. Drug transporters in drug efficacy and toxicity. *Annu Rev Pharmacol Toxicol*. 2012;52:249-273.

7. GLUCOPHAGE Label and Approval History. U.S. Food and Drug Administration. Retrieved on 8 January 2007. Data available for download on FDA website. 10. Patel D. S., Bharatam P. V. Novel N(L)2 species with two lone pairs on nitrogen: systems isoelectronic to carbodicarbenes (англ.) // *Chem Commun (англ.)рус.* : journal. — 2009. — No. 8. — P. 1064—1066. — doi:10.1039/b816595e.

8. Saeedi R., Parsons H. L., Wambolt R. B., et al. Metabolic actions of metformin in the heart can occur by AMPK-independent mechanisms (англ.) // *American Physiological Society (англ.)рус.* : journal. — 2008. — Vol. 294, no. 6. — P. H2497—506. — doi:10.1152/ajpheart.00873.2007. — PMID 18375721.

9. Bristol-Myers Squibb. Glucophage® (metformin hydrochloride tablets) Label Information. U.S. Food and Drug Administration (August 27, 2008).

10. Suchard J. R., Grotsky T. A. Fatal metformin overdose presenting with progressive hyperglycemia (англ.) // *West J Emerg Med* : journal. — 2008. — August (vol. 9, no. 3). — P. 160—164. — PMID 19561734.

# ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

## КИНЕТИКА ЭЛЕКТРОН-ФОНОННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ МАТЕРИАЛАХ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ УЛЬТРАКОРОТКИХ ЛАЗЕРНЫХ ИМПУЛЬСОВ.

*Зимин Борис Александрович*

*Доцент Балтийского Государственного  
технического университета «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова,  
кандидат физико-математических наук*

*Хитрина Александра Вячеславовна*

*студент Балтийского Государственного технического  
университета «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.*

## KINETICS OF ELECTRON-PHONON INTERACTIONS IN ELECTRICALLY CONDUCTIVE MATERIALS UNDER THE INFLUENCE OF ULTRASHORT LASER PULSES.

*Zimin Boris Alexandrovich*

*Associate Professor of the Baltic State  
Technical University "VOENMEH" named after D.F. Ustinov,  
Candidate of Physical and Mathematical Sciences*

*Khitrina Alexandra Vyacheslavovna*

*Student of the Baltic State Technical  
University "VOENMEH" named after D.F. Ustinov.*

### АННОТАЦИЯ

В электропроводящих материалах при температурах ниже температуры Дебая необходимо учитывать электронный вклад в силы упругости. Релаксационные процессы в электронном газе превращают теорию упругости в кинетическую (неравновесную) теорию. Функция распределения электронов и фононов описывается с помощью уравнения Больцмана. В уравнениях теории упругости включены силы, порождённые неравновесным распределением электронов, которые в свою очередь вызваны воздействием ультракороткого лазерного импульса. Упругая деформация решётки оценивается по повышению электронной температуры в материале  $T_e$ .

### ABSTRACT

In electrically conductive materials at temperatures below the Debye temperature, it is necessary to take into account the electronic contribution to the elastic forces. Relaxation processes in an electron gas transform the theory of elasticity into a kinetic (no equilibrium) theory. The distribution function of electrons and phonons is described using the Boltzmann equation. The equations of elasticity theory include forces generated by the no equilibrium distribution of electrons, which in turn are caused by the action of an ultrashort laser pulse. The elastic deformation of the lattice is estimated by increasing the electron temperature in the material  $T_e$ .

**Ключевые слова:** Неравновесность, электрон-фононное взаимодействие, электронный газ, динамическая теория упругости.

**Keywords:** No equilibrium, electron-phonon interaction, electron gas, dynamic theory of elasticity.

### Введение

Первые предсказание появления феномена неравновесные электронные температуры в проводящих материалах были сделаны в конце шестидесятых годов. [1]

Было показано, что сверхкороткие лазерные импульсы ( $\sim 10^{-13} \div 10^{-12}$ ) вызывают неравновесное состояние электронного газа вблизи поверхности металла. [2]

Кратко коснёмся физического процесса.

Ультракороткий лазерный импульс ( $\Delta t \sim 10^{-14} \div 10^{-13}$  с), поглощаясь, вызывает на поверхностном слое металла повышение электронной температуры  $T_e$ , значительно превышающей температуру решетки  $T_i$ , вследствие значительного различия в теплоёмкостях электронного газа  $C_e$  и решетки  $C_i$  ( $C_e \ll C_i$ ). Известно широкое применение фемтосекундных лазеров (fs,  $10^{-15}$  с) в химической

промышленности, биологии и медицине. При операции коррекции зрения используется фемтосекундный лазер, который «разрывает» электропроводящие мягкие ткани. Очевидно, что этот процесс не связан с классической термоупругостью. ( $\sigma \sim \alpha ET$ )

### Основные уравнения теории

В электропроводящих материалах отклонения распределения электронов проводимости от локально равновесного в том числе и за счет деформации может приводить к возникновению значительных сил действующих со стороны электронов на решетку. Для описания деформации материал используют динамическую теорию упругости в металлах. [3]

$$\rho \frac{\partial^2 u_i}{\partial t^2} - \lambda_{ijem} \frac{\partial^2 u_e}{\partial x_j \partial x_m} = G_i \quad (1)$$

$\rho$ -плотность материала;  $\lambda_{ijem}$ - тензор упругих модулей;  $G_i$ -плотность деформационной силы.

$$G_i = \frac{\partial}{\partial x_j} \int \frac{2d^3\bar{p}}{(2\pi)^3} \Lambda_{ij} f_p(\bar{r}, t) \quad (2)$$

$\Lambda_{ij}$ -тензор деформационного потенциалов, через который выражается изменение энергии электрона при деформации решетки [4]

$$\delta\varepsilon(\bar{p}, \bar{r}, t) = \Lambda_{ij}(\bar{p}) u_{ij}(\bar{r}, t)$$

Для получения электронной неравновесной функции распределения используют уравнение Больцмана с электрон-фононным интегралом столкновений.  $St f_p$  [5]

Его решение ищем в виде

$$f_p = f_0 \left( \frac{\varepsilon_p - \mu}{T_e} \right) + \chi_p \frac{\partial f_0}{\partial \varepsilon} \quad (3)$$

$$\frac{\partial \chi_p}{\partial t} + v \frac{\partial \chi_p}{\partial \bar{r}} + \frac{\chi_p - \langle \chi_p \rangle}{\tau} = -k\bar{v}E - \Lambda_{ij}(p) \frac{\partial u_{ij}}{\partial t} + \frac{\varepsilon_p - \mu}{T_e} \left( \frac{\partial T_e}{\partial t} + \bar{v} \frac{\partial T_e}{\partial \bar{r}} \right) + St f_0 / \frac{\partial f_0}{\partial \varepsilon} \quad (5)$$

Скобки означает интегрирование по Ферми-поверхности [6]

$$\langle \dots \rangle = \int \frac{2dS_F}{(2\pi)^3} (\dots) \quad (6)$$

Умножим (5) на  $(\varepsilon_p - \mu) \frac{\partial f_0}{\partial \varepsilon}$  и проинтегрируем по импульсному пространству  $\bar{p}$ :

Учитывая (4) и (4') получим

$$C_e(t) \frac{\partial T_e}{\partial t} + \text{div } \bar{g} = Q - \alpha(T_e - T_e) \quad (7)$$

$C_e(t) = \beta T_e$ -теплоемкость электронов;

$$\bar{g} = \int \frac{d^3p}{(2\pi)^3} \bar{v}(\varepsilon_p - \mu) \chi_p \frac{\partial f_0}{\partial \varepsilon} \quad (8) -$$

тепловой поток электронов

Последний член в (7) найдем, используя интеграл столкновений для электронов и фононов  $St(el-ph)$  [6]

$\alpha$  – константа  $el-ph$  взаимодействия [6]

Величина  $Q$ - энергия лазера, поглощенная электронами может быть записана в форме.

$f_0$ -равновесная функция Ферми-Дирака;  $\chi_p$ - неравновесная часть;  $\varepsilon_p$ -энергия;  $\mu$  -химический потенциал.

Неравновесная часть функции распределения электронов  $\chi_p$  удовлетворяют закону сохранения электронов проводимости. [5]

$$\int \frac{d^3\bar{p}}{(2\pi)^3} \chi_p \frac{\partial f_0}{\partial \varepsilon} = 0 \quad (4)$$

Следующее условия на  $\chi_p$  дает возможность определить понятие температуры в неравновесном газе. [5]

$$\int \frac{d^3\bar{p}}{(2\pi)^3} (\varepsilon_p - \mu) \chi_p \frac{\partial f_0}{\partial \varepsilon} = 0 \quad (4')$$

Тогда, уравнения Больцмана запишем в виде

$$Q(\bar{r}, t) = I(t)(1 - R)\alpha e^{-\alpha z} \quad (9)$$

$R$ -коэффициент отражения;  $I(t)$ - поглощенная часть лазерного импульса, описывает форму импульса;  $\alpha$ - коэффициент поглощения.

Для (1) и (7) можно записать граничные условия. Рассмотрим полупространство  $z < 0$

$$\left. \frac{\partial T_e}{\partial z} \right|_{\text{при } z = 0} = 0$$

$$\left. \frac{\partial u_z}{\partial z} \right|_{\text{при } z = 0} = 0 \quad (10)$$

Необходимо также подставить граничные условия для кинетического уравнения (5) на поверхности. Эти условия зависят от типа отражающей поверхности. Для простоты считают, что имеется зеркальное отражение.

Электронная температура и деформация решетки.

Рассмотрим времена короче электрон-фотонного взаимодействия  $\tau_{e-l} \sim C_e(T_e)/\alpha$ .

В этом случае последними членами в (5) и (7) можно пренебречь.

Решение для (5)

$$\chi_p(\bar{r}, t) = \int_{-\infty}^t dt' X_p(\bar{r} - \bar{v}(t - t'), t') \exp\left(-\frac{t-t'}{\tau}\right) \quad (11)$$

Где

$$X_p = -\Lambda_{ij}(p) \frac{\partial u_{ij}}{\partial t} + \frac{\varepsilon_p - \mu}{T_e} \left( \frac{\partial T_e}{\partial t} + \bar{v} \frac{\partial T_e}{\partial \bar{r}} \right) \quad (12)$$

Подставляя (11) и (12) в (8) и интегрируя по  $d^3\bar{p} = d(\varepsilon_p - \mu) dS_f/v$ , получим

$$\bar{g}(\bar{r}, t) = -\frac{\pi^2}{6} \left\langle \int_{-\infty}^t dt' \exp\left(-\frac{t-t'}{\tau}\right) \bar{v} \left( \frac{\partial}{\partial t'} + \bar{v} \frac{\partial}{\partial \bar{r}} \right) T_e^2(\bar{r} - \bar{v}(t - t'), t') \right\rangle \quad (13)$$

Выражение для потока (13) линейно относительно  $T_e^2$ . Введем функцию  $\Phi(\bar{r}, t) = T_e^2(\bar{r}, t)$  и сделаем Фурье преобразование (13)

$$q(\bar{k}, \bar{\omega}) = \frac{i\pi^2}{6} \left\langle \frac{(\omega - \bar{k}\bar{v})\bar{v}k}{\omega - \bar{k}\bar{v} + i/\tau} \right\rangle \Phi(\bar{k}, \omega) \quad (14)$$

Подставляя (14) в (7) получим

$$-\frac{i\pi^2}{3} \left( \omega + \frac{(\omega - \bar{k}\bar{v})\bar{v}k}{\omega - \bar{k}\bar{v} + i/\tau} \right) \tilde{\Phi}(k, \bar{\omega}) = 2\alpha(1 - R)I(\omega)\bar{v}(\bar{k}) \quad (15)$$

Где  $I(\omega)$ -Фурье преобразование формы импульса  $I(t)$

Уравнение (15) описывает динамику электронной температуры. Деформированная сила  $G_i(\bar{r}, t)$  может быть оценена из уравнений (16) и (17). Локально-равновесные и неравновесная части распределений (3) входит в интеграл (2). Раскладывая интегралы по степени  $T_e/\varepsilon_F$  не выше второго порядка.

$$G_i(\bar{\omega}, \bar{k}) \sim -\frac{\pi^2}{6} \frac{\partial}{\partial \varepsilon_F} \left\langle \frac{\tau^{-1} A_{ij}(\bar{v})k_j}{\omega - \bar{k}\bar{v} + i\tau^{-1}} \right\rangle \tilde{\Phi}(\bar{k}, \bar{\omega}) \quad (16)$$

Простое объяснение (16) можно получить, учитывая, что для данных времён взаимодействия [7]

$$G_i \sim \frac{\partial P_e}{\partial x_i}$$

Где  $P_e$ - кинетическая давление электронного газа и может быть аппроксимировано [6]

$$P_e \sim nk_B T_e$$

$k_B$ - постоянная Больцмана;  $n$ -плотность электронов.

Допуская что один атом дает один Электрон при формировании электронного газа можно считать что плотность электронов пропорционально плотности атомов  $N$  и для  $T_e < T_F$  [7]

$$\Phi(z, t) = \Phi_0(z, t) + \int_{-\infty}^t dt' \int_{-\infty}^{\infty} dz' \frac{(|z'|, t')}{\beta \sqrt{\pi(t-t')D}} \exp\left(-\frac{(z-z')^2}{4(-t')D}\right) \quad (20)$$

Где коэффициент диффузии  $D \sim \tau V_z^2$ ;  $\Phi_0 = T_0^2$ - соответствует решению однородного уравнения.

$$T_0^2(0, t) = T_0^2 + \frac{4}{\pi\beta} \int_0^t dt' Q(0, t-t') \exp(\alpha^2 Dt') \operatorname{erfc}(\sqrt{\alpha^2 Dt'})$$

Максимум электронный температуры после действия лазерного импульса на поверхности можно оценить

$$T_{max}^2 \sim \frac{I t_0(1-R)}{\beta} \min(\alpha, (Dt_0))^{-\frac{1}{2}} \quad (21)$$

или  $P_e \sim N \left( \frac{\pi^2 k_B}{3T_F} \right) T_e^2$  и  $G_i \sim N \left( \frac{\pi^2 k_B}{3T_F} \right) \frac{\partial T_e^2}{\partial x_i}$  деформационная сила (17)

Сделаем Фурье преобразования (1), учитывая особенности при  $z=0$  (10) для функции  $u_z$

$$-\rho(\omega^2 - s^2 k^2) u_z(\bar{k}, \omega) = G_z(k, \omega) + kC(\omega) \quad (18)$$

Где  $s = \lambda_z/\rho$ - скорость звука по  $z$ ;

$C(\omega)$  определяется из пограничных условий (10)

$$C(\omega) = -2i\omega \int \frac{dk G_z(k, \omega)}{2\pi(\omega^2 - s^2 k^2)} \quad (19)$$

Уравнение (15) описывает распространение тепла при ультракоротком лазерном нагреве металлов (электропроводящих материалов).

Пусть волновой вектор  $k$  больше чем коэффициент поглощения  $\alpha (\sim 10^5 \text{ см}^{-1})$ , а длина диффузии электронов  $v\sqrt{\tau t_0}$  при действии лазерного импульса  $t_0$ . Обычно  $\tau^{-1} \sim 10^{14} \text{ с}$ ,  $\alpha v \sim 10^{13} \text{ с}^{-1}$  для таких оценок возможен режим гидродинамики,  $\alpha v \ll \tau^{-1}$ . Тогда в (15) можно не учитывать  $\bar{k}\bar{v}$ . Главный вклад вносит Диффузионный полюс  $\omega \sim \tau v^2 k^2 \ll r^{-1}$ . И мы можем пренебречь  $\omega$  везде по сравнению с  $r^{-1}$  или  $k v$ .

Обратное преобразование Фурье для (15) приводит

Функция (20) удовлетворяет граничным условиям в (10) при  $z=0$ .

Рассмотрим теперь (18) с (16) и (17) Заметим, что при  $\alpha v \ll \tau^{-1}$  основной вклад в силу  $G_i$  дает равновесная часть функции распределения, то есть первый член в (3), если время  $t$  больше чем время релаксации.  $t \gg \tau$

В этом случае

$$G_z(\bar{z}, t) \sim \Lambda_{zz} \frac{\partial T_e^2}{\partial z}$$

$$\Lambda_{zz} \sim g\beta, g \sim \lambda/\varepsilon_F$$

Постоянная  $\Lambda$  пропорциональна плотности состояний

Из (18) с учётом (19) запишем упругую деформацию.

$$\frac{\partial u_z}{\partial z} = \frac{i\Lambda_{zz}\alpha(1-R)}{\rho\beta} \int \frac{d\omega dk}{(2\pi)^2} \frac{k^2 v(k)I(\omega)}{(\omega+ik^2)(\omega^2-s^2k^2)} [e^{-ikz} - e^{i\omega|z|/s}] e^{i\omega t} \quad (22)$$

Второй член в скобках соответствует общему решению однородного уравнения (1) с граничным условием. Интеграл (25) содержит плюса, связанные с диффузией и распространением звука.

распределением электронов при воздействии ультракоротких лазерных импульсах на металл.

Оценка упругих деформаций при ультракоротких лазерных импульсах в металлах (электропроводящих средах)

Для  $z \neq 0$  Второй член в скобках (22) представляет собой волну деформации, распространяющуюся от поверхности вглубь металла. Это дает ненулевой вклад для достаточно малых глубин  $z < st \sim 10^{-7}$  см. Для (22) пик деформации  $z \sim 10^{-7}$  см  $\ll \alpha^{-1}$ . Чтобы оценить порядок деформации пренебрегаем вторым членом скобках (22). Тогда

Уравнение (22) описывает упругую деформации решетки, вызванную неравномерным

$$\frac{\partial u_z}{\partial z} \sim \frac{i\Lambda_{zz}\alpha(1-R)}{\rho\beta} \int_0^t dt' I(t') \int \frac{dk}{2\pi} v(k) \left[ \frac{\exp[iks(t-t')]}{s(s+ikD)} - \frac{\exp[-k^2D(t-t')]}{k^2D^2+s^2} \right] \cdot e^{ikz} \quad (23)$$

Считаю время больше действия импульса ( $t > t_0$ ), но меньше, чем характеристическое время электронные диффузии глубин  $t < (\alpha^2 D)^{-1} \sim 10^{-12}$  с и время эффективного возбуждения звука  $\ll (\alpha s)^{-1} \sim 10^{-11}$  с. При этом случае раскладываем экспоненты в (23) по времени до второго порядка.

Таким образом ультракороткий лазерный импульс может деформировать (то есть разрушать) металл (электропроводящие материалы), при этом решетка остается холодной, так как фононная температура не успевает развиваться.

$$\frac{\partial u_z}{\partial z} \sim \frac{\Lambda t_0 \alpha (1-R)}{2\rho\beta} t^2 \int_{-\infty}^{\infty} \frac{dk}{2\pi} v(k) k^2 e^{ikz} \quad (24)$$

Используя  $\lambda/\rho \sim g s^2/\varepsilon_F^2$  и  $T_{max}$

Экстраполируем (24) на время электронной диффузии  $t \sim (\alpha^2 D)^{-1}$

$$\frac{\partial u_z}{\partial z} \sim g(1-R) \frac{t_0}{\alpha\beta} \left( \frac{s}{\tau v^2 \varepsilon_F} \right)^2 \sim g \left( \frac{s T_{max}}{\tau \alpha v^2 \varepsilon_F} \right)^2 \quad (25)$$

Выбирая  $s/v \sim 10^{-2}$ ;  $\alpha \sim 10^5 \text{ см}^{-1}$ , получим оценку  $\frac{\partial u_z}{\partial z} \sim 10^{-2} \left( \frac{T_e}{\varepsilon_F} \right)^2 g^5$

**Выводы**

Деформация пропорциональна  $\frac{T_e^2}{\varepsilon_F^2}$ . Это означает, что лазерный нагрев важен, когда электронная температура больше, чем энергии Ферми. Обычно  $T_e < \varepsilon_F$ , но грубо можно полагать что,  $T_e \sim \varepsilon_F$ . Тогда деформация может быть оценена при таком лазерном нагреве  $\frac{\partial u}{\partial z} \sim 10^{-2} \div 10^{-4}$ .

**Литература**

1. С. И. Анисимов, А. М. Бонч-Бруевич, М. А. Ельяшевич и др., Журнал технической физики, 11, 945(1967 г.); С. И. Анисимов, Б. Л. Карелевич и Т. Л. Перельман, Журнал экспериментальной и технической физики, 66, 776 (1974 г.)
2. Falkovsky L. A., Mishchenko E. G. Surface excitations in metals: Brillouin and Raman light scattering //Physical Review B. – 1995. – Т. 51. – №. 11. – С. 7239.
3. Конторович В. М. Успехи физических наук. – 1984. – Т. 142. – №. 2.
4. АИ Ахизер, МИ Каганов. ГЯ Любарский. ЖЭТФ. – 1957. – Т. 32. – С. 837.
5. Лифшиц Е. М., Питаевский Л. П. Физическая кинетика. – 1979.
6. Абрикосов А. А. Основы теории металлов/АА Абрикосов. – 2009.
7. Tzou D. Y., Chen J. K., Beraun J. E. Recent development of ultrafast thermoelasticity //Journal of Thermal Stresses. – 2005. – Т. 28. – №. 6-7. – С. 563-594.

## НЕПРЕДСКАЗУЕМОСТЬ НЕКОТОРЫХ ГАРМОНИК ВРАЩЕНИЯ ЗЕМЛИ

*Саранчин А.И.*

*доцент МГУ им. адм. Г.И. Невельского;*

*Линейцева А.А.*

*начальник отдела ДВТУ*

DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2022.1.78.588

### АННОТАЦИЯ

Представлено объяснение физического смысла наибольших нутаций вращения Земли на основе выбора системы отсчета Земля – Луна, а также благодаря устранению некоторых некорректностей в теории гироскопа.

### ANNOTATION

An explanation of the physical meaning of the largest nutations of the Earth's rotation is presented based on the choice of the Earth – Moon reference system, as well as due to the elimination of some incorrectness in the theory of the gyroscope.

**Ключевые слова:** кинетический момент, система отсчета, плоскость эклиптики, прецессия, нутация, момент центробежных сил, нутация Чендлера.

**Key words:** angular momentum, frame of reference, ecliptic plane, precession, nutation, moment of centrifugal forces, Chandler's nutation.

### 1. Историческая справка

Современная теория нутации Земли, принятая Международным астрономическим союзом (МАС) в 2000 году, описывает около 1500 гармоник нутационного движения с периодом от 2 сут до 18,6 года и амплитудами в секундах от  $10^{-5}''$  до  $9,2''$ .

Хронологически (1737 г.) первой была открыта английским астрономом Дж. Бредли нутация с наибольшей амплитудой  $9,2''$ . Ее происхождение справедливо объясняется действием Луны и Солнца, однако до настоящего времени в этих объяснениях много не корректных допущений.

Из классической теории гироскопа следует, что в движении Земли должна присутствовать свободная нутация. В конце 19 века Чендлером при наблюдениях изменения широты была обнаружена нутация (ее иногда называют почти суточной) с амплитудой приблизительно  $0,1''$ . Решение Эйлера для такой нутации

$$p = \frac{J_0 - J_3}{J_3} \omega_{\otimes}, \quad (1)$$

где  $\omega_{\otimes}$  – угловая скорости собственного вращения

$J_3$  и  $J_0$  – экваториальный и угловой моменты инерции соответственно.

Наблюдения, проведенные между 1890 и 1895 годами, показали, что величина периода, по определению Чендлера, была равна около 428 дням (подтверждается современными наблюдениями).

Однако теоретические расчеты, основанные на решении Эйлера, указывают, поскольку моменты инерции Земли имеют соотношение

$$\frac{J_0 - J_3}{J_3} \approx \frac{1}{304}, \quad (2)$$

то отсюда следует, что один период должен занимать только 304 дня.

Попытку найти это расхождение между теорией и наблюдениями предпринял Ньюкомб, предположив, что оно является следствием

пренебрежения упругостью Земли. Дальнейшие исследования часто опровергали это предположение, однако ничего физически обоснованного взамен не предлагалось.

В статье [Runcorn et al., 1988], посвященной 100-летию опубликования С. Чендлером эмпирического описания процесса изменчивости широт, ведущие астрометристы Европы и Америки, занимающиеся исследованиями процесса изменчивости широт, констатируют отсутствие какого-либо прогресса в понимании механизма возбуждения и демпфирования изменения положения оси вращения. Естественен вопрос, а почему вообще возник разговор о возбуждении и демпфировании. Если посмотреть на график изменения координат полюса, построенный по материалам службы широт, то никаких признаков импульсного возбуждения и последующего затухания в них не обнаруживается. Более того, дискуссия о затухании не имеет смысла, если изменение амплитуды является сложением нескольких гармоник, имеющих разную периодичность [2].

Основной причиной непредсказуемости названных колебаний являются некоторые некорректности теории гироскопа. Многие из них рассмотрены и устранены в работе [3]. Там же показан подход для объяснения физического смысла названных нутаций. Воспользуемся этим подходом.

### 2. Происхождение нутации

Земля и Луна вращаются вокруг общего центра масс ЦМ, расположенного на линии  $L - O$  под поверхностью Земли (рис. 1). Данное вращение обусловлено вращением Луны вокруг Земли. Вектор угловой скорости  $\omega_c$  вращения системы направлен по линии  $X$ , близкой к оси  $X_0$  эклиптики. Кроме того каждое из тел имеет собственное вращение. Земля вращается вокруг собственной оси  $x$  с угловой скоростью  $\omega_{\otimes}$  – суточное вращение, а также годовое вращение относительно оси  $X_0$  эклиптики. Для симметричного гироскопа появление новой оси  $X_0$  вращения приводит к

возникновению относительно нее центробежных сил.

Луна, будучи повернутой одной стороной к Земле, имеет мгновенную угловую скорость вращения вокруг собственной оси также близкую к

угловой скорости  $\omega_c$  системы. Силы  $F$  гравитационного взаимодействия между Землей и Луной направлены по линии  $L - O$ . Точка ЦМ является центром подвеса системы Земля – Луна.

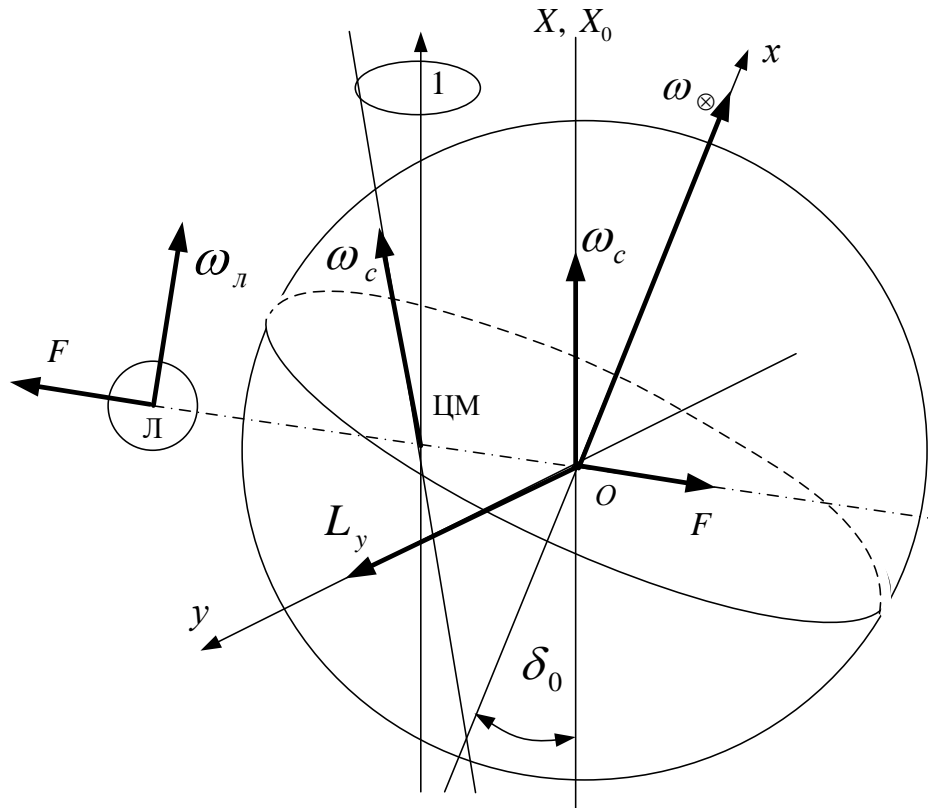


Рис.1

Масса Земли многократно превосходит массу Луны, поэтому во вращении всей системы играет определяющую роль. Благодаря этому вращение системы происходит вокруг  $X_0$  эклиптики. В то же время Луна своим притяжением отклоняет мгновенную ось в положение  $X$ . В результате мгновенная ось описывает в пространстве

некоторую траекторию 1. Это и есть траектория девятисекундной нутации.

Ось Земли наклонена к плоскости эклиптики на угол, равный максимальному склонению Солнца  $\delta_0 = 23^{\circ}27'$ . Следовательно, возникающий относительно новой оси  $X$  вращения момент центробежных сил будет

$$L_y = \left(\frac{J_0 - J_3}{J_0}\right) \omega_{\otimes} \sin 2\delta_0 = \left(\frac{J_0 - J_3}{J_0}\right) \omega_{\otimes} \sin 46^{\circ}54' \tag{3}$$

Данный момент является моментом внешних сил. Это и есть ответ на вопрос о генерации девятисекундной нутации, нутации Чендлера, а также прецессии оси Земли. Рассматриваемые нутации не являются свободными, что и подтверждается наблюдениями.

$$p = \left(\frac{J_0 - J_3}{J_0}\right) \omega_{\otimes} \sin 2\delta_0 = \frac{\sin 46^{\circ}54'}{304} \approx \frac{1}{418} \tag{4}$$

Момент действует по линии пересечения плоскостей эклиптики и экватора, перпендикулярно плоскости осей  $xOX_0$ . Угол  $\alpha$  – перемещение оси  $x$  в этом направлении. Перемещение оси Земли по меридиану в плоскости осей  $xOX_0$  обозначим  $\beta$ .

То есть расчетный период почти суточной нутации составляет величину около 418 суток. Очевидно, что полученное значение периода почти суточной нутации примерно составляет среднее значение от реально наблюдаемого.

### 3. Расчетные значения нутаций

Действие момента  $L_y$  создает аксоид вращения, угловым радиусом

С учетом значения момента  $L_y$  центробежных сил, играющих роль внешних, формула (1) преобразуется и даст следующий результат

$$r_1 = \frac{L_y}{H} t = t \left(\frac{J_0 - J_3}{J_0}\right) \omega_{\otimes} \sin 2\delta_0 = \frac{360^{\circ} \cdot 3600''}{418 \cdot 365} \approx 8,5'' \tag{5}$$

Близкая по величине гармоника, равная приблизительно  $9''$ , во вращении Земли присутствует. Значение данного угла в наклоне составляет  $9,26''$ , по долготе – около  $18''$ . Для повышения точности в формуле (5) необходимо учесть неупругие составляющие, особенно атмосферы и воды Мирового океана.

$$\begin{aligned} J_3 \ddot{\alpha} - 2(J_0 - J_3)\Omega^2 \sin 2\alpha &= 0 \\ J_3 \ddot{\beta} - 2(J_0 - J_3)\beta\Omega^2 \sin 2\beta &= -(J_0 - J_3)\Omega^2 \sin 2\delta_0. \end{aligned} \quad (6)$$

Это движение представляет собой качение полудии, радиусом (5), по поверхности герполодии, радиусом почти суточной нутации. Полудия это движение всей системы Земля – Луна, а герполодия относится только к Земле.

Известно, что один период нутации соответствует одному шагу прецессии. Полный шаг прецессии согласно расчетам (4) происходит за 418 суток и составляет

$$\omega_{px0} t = 2\pi r_1 \approx 54'' \quad (7)$$

или  $46,3''$  в год. Наиболее точная в настоящее время теория нутации Земли МАС-2000 определяет годовое значение прецессии в  $50,3''$ . Напомним, что такое значение – результат действия рассматриваемого момента и моментов от действия Луны и Солнца. При совместном действии этих моментов и влияния атмосферы, океана и других факторов, объединенных понятием неупругости Земли, интегрированная величина наибольшей гармоники составляет  $9,2''$ . В расчете на среднее значение почти суточной нутации в 420 суток, получим

$$2\pi r_1 \approx \frac{9,2 \cdot 6,28 \cdot 365}{420} \approx 50,3 ["/\text{год}]. \quad (11)$$

Полный расчетный цикл (период) прецессии системы Земля-Луна, то есть время, за которое точка весеннего равноденствия совершит полный оборот в инерциальном пространстве, составляет

$$t_p = \frac{360 \cdot 60 \cdot 60}{50,3} \approx 25600 \text{ лет}. \quad (12)$$

Таким образом, найдены причины возникновения названных нутаций. Причем они оказываются взаимосвязанным. Расчет амплитуды почти суточной нутации также дает близкие к наблюдаемым значения [3].

#### 4. Прецессия

Под действием момента  $L_y$  возникает движение оси Земли

Алгоритм рассмотренного прецессионного движения.

1. Наибольшая, то есть 9-ти секундная, гармоника в системе создает Луна. Это является условием для возникновения прецессии системы Земля-Луна.

2. Земля, доминирующая гироскопическими свойствами, вызывает прецессию всей системы. При этом конус названной гармоники является полудией. Герполодией является орбита системы.

3. Прецессия, это качение полудии по герполодии [5]. Качение совершает вся система. Главная ось Земли отклонена от оси прецессии на 9 секунд и удерживается в этом положении действием Луны.

#### Литература

1. Арнольд Р.Н., Мондер М. Гиродинамика и ее техническое применение. – М.: Машиностроение, 1964. – 468 с.
2. Жаров В.Е. Нутация неупругой Земли. <http://www.astronet.ru/db/forums/1195760/tree/annot>.
3. Саранчин А.И. Гироскоп от волчка до Вселенной. Монография. – Владивосток: МГУ им. адм. Г.И. Невельского, 2019. – 446 с. eLIBRARY ID: 41107757 <https://elibrary.ru/item.asp?id=41107757>.



## Ежемесячный научный журнал

### Том 1 №78 / 2022

#### 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.