

**Международная Объединенная Академия Наук**

# **НАУКА РОССИИ: ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ**

**Сборник научных трудов**

**по материалам  
XXVI международной научной конференции**

**10 апреля 2021 г.**

**Часть 1**



**Екатеринбург 2021**

УДК 001.1  
ББК 60

НЗ4

**Наука России: Цели и задачи.** Сборник научных трудов по материалам XXVI международной научно-практической конференции 10 апреля 2021 г. Изд. НИЦ «Л-Журнал», Часть 1. 2021. – 152 с.

**DOI 10.18411/sr-10-04-2021-p1**

В сборнике научных трудов собраны материалы из различных областей научных знаний. В данном издании приведены все материалы, которые были присланы на XXVI международную научно-практическую конференцию **Наука России: Цели и задачи**

Сборник предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов.

Все материалы, размещенные в сборнике, опубликованы в авторском варианте. Редакция не вносила коррективы в научные статьи. Ответственность за информацию, размещенную в материалах на всеобщее обозрение, несут их авторы.

Информация об опубликованных статьях будет передана в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)

Электронная версия сборника доступна на сайте научно-издательского центра «Л-Журнал». Сайт центра: [science-russia.ru](http://science-russia.ru)

УДК 001.1  
ББК 60

<http://science-russia.ru>

## Содержание

<b>РАЗДЕЛ I. МЕДИЦИНА</b> .....	6
<b>Агранович Н.В., Пилипович Л.А.</b> Возможности ранней диагностики хронической болезни почек у больных с хронической обструктивной болезнью легких.....	6
<b>Грошева А.А., Вольский В.В.</b> Особенности современных физкультурно оздоровительных программ .....	10
<b>Дударева Ю.А., Сероштанова Д.Н., Калмыкова Т.О., Шишаева Е.А.</b> Сахарный диабет в аспекте акушерских и перинатальных осложнений .....	12
<b>Корсиков Н.А., Лепилов А.В., Бобров И.П., Долгатов А.Ю.</b> Некоторые особенности структурно - морфологической реорганизации миокарда при гипотермических поражениях. Перспективы дальнейшего изучения.....	15
<b>Мамедова А.Э., Гелашвили А.З., Ильина О.В., Азадова Г.Я., Леваков С.А., Шешукова Н.А., Лучин И.А.</b> Биомаркёры эндометриоза: что мы знаем о них сегодня? .....	20
<b>Сидорова Е.И., Гальченко А.В.</b> Потребление холестерина студентами шести различных регионов со всего мира.....	26
<b>Томилов В.О., Лобанова Д.А., Борисова В.А., Грачева А.А., Руина О.В.</b> Медикаментозный аборт на ранних сроках.....	30
<b>Томилов В.О., Лобанова Д.А., Копылова М.В.</b> Актуальные вопросы лечения и профилактики преэклампсии и эклампсии .....	33
<b>Чотчаев Р.М., Ященко С.Г., Авдеева Ю.А.</b> Пищевые отравления. Ботулизм и его предупреждение .....	37
<b>Dylenok A.A.</b> The state of diagnosis of "early" stomach cancer in the Yaroslavl region.....	39
<b>Yatsenko L.A., Dzen N.V., Gabbasova N.V., Mamchik N.P.</b> The adaptive potential of workers in greenhouse farms in the Voronezh region.....	41
<b>РАЗДЕЛ II. БИОЛОГИЯ</b> .....	45
<b>Гришин Е.А.</b> Динамика живой массы и прироста гусей, потреблявших витаминную добавку .....	45
<b>Гришин Е.А.</b> Показатели эффективности выращивания гусят на мясо при использовании добавки Витаммин в рационах .....	47

<b>Ондар С.О., Монгуш Б.С., Ондар У.В., Ховалыг А.О.</b> Биогенная трансформация химических элементов.....	50
<b>Мустафаева С.Э.к.</b> Исследование состава мочи в норме и на фоне гиповолемического шока .....	56
<b>Содаткадамова Т.М.</b> Эколого-биологические особенности местных и интродуцированных сортов абрикоса в условиях высокогорья Памира.....	59
<b>Тарасова А.О.</b> Влияние льняного жмыха в рационах молодняка лошадей на жирнокислотный состав мышечной ткани .....	62
<b>Тарасова А.О.</b> Показатели неспецифической резистентности у лошадей, потреблявших льняной жмых.....	65
<b>Юшкова Л.Я., Донченко Н.А., Донченко А.С.</b> Важные ветеринарно-санитарные мероприятия (профилактическая дезинфекция, дезинсекция и дератизация).....	68
<b>РАЗДЕЛ III. КОСМОС И АВИАЦИЯ</b> .....	73
<b>Дмитриева О.В.</b> Оценка надежности функционирования аэропортовых служб .....	73
<b>Сунденбан А.В.</b> Разработка проекта эксплуатации аэродрома .....	74
<b>РАЗДЕЛ IV. АРХИТЕКТУРА</b> .....	77
<b>Николаева И.П., Яковлева Е.Л.</b> Исследование прочности несущих конструкций Исаакиевского собора.....	77
<b>Николаева И.П., Яковлева Е.Л.</b> О реставрации монумента «Медный всадник».....	81
<b>Попов Н.П.</b> Полифункциональность как концепция развития крупных мегаполисов на примере города Екатеринбурга .....	85
<b>РАЗДЕЛ V. БИОТЕХНОЛОГИИ</b> .....	91
<b>Доценко С.М., Агафонов И.В., Мотовилов О.К., Стаценко Е.С.</b> Биотехнологические аспекты получения и использования белково-витаминных продуктов на основе молочно-морковной композиции .....	91
<b>РАЗДЕЛ VI. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ</b> .....	96
<b>Семенчук О.В.</b> Технологии 3D - печати и перспективы их применения в системе МЧС .....	96

---

<b>РАЗДЕЛ VII. МАШИНОСТРОЕНИЕ</b> .....	99
Гулгазли А.С., Мирзеев Е.В. Обобщение теоремы Мориса-Леви на квазиплоской деформации.....	99
<b>РАЗДЕЛ VIII. ФИЗИКА</b> .....	103
Иванов А.А. Закрепление струны и протекание на ориентированной решетке .....	103
<b>РАЗДЕЛ IX. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	115
Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А. Участок ремонта топливной аппаратуры для предприятия Карасуского района .....	115
<b>РАЗДЕЛ X. РАДИОТЕХНИКА</b> .....	122
Болотнов А.С., Икренников М.С., Прокудин В.Н. Структура жизненного цикла инерциальных навигационных систем.....	122
Крутских В.В., Мирзоян А.Э., Ушков А.С. Устройства поворота на полужанрированных диэлектрических волноводах.....	125
<b>РАЗДЕЛ XI. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ</b> .....	134
Ковалевская Т.А., Неудахина Н.Е. Контактный фазоразностный метод определения повреждения кабеля с пониженной изоляцией .....	134
Патруев Ф.К., Колинко А.В. Методика исследования влияния автоматической регулировки усиления на эффективность использования мощности ретранслятора связи в режиме многостанционного доступа с частотным разделением каналов .....	136
<b>РАЗДЕЛ XII. МЕТАЛЛУРГИЯ</b> .....	143
Довыденков В.А., Кобылина Е.В. Влияние дополнительной термической обработки на свойства композиционного материала, полученного инфильтрацией.....	143
Ноздрин И.В., Шагиев Э.Р., Баротов Ф.Б., Гизатулин Р.А. Термодинамические особенности карботермического восстановления оксида вольфрама(VI) в плазменном потоке азота .....	147

## РАЗДЕЛ I. МЕДИЦИНА

Агранович Н.В., Пилипович Л.А.

### Возможности ранней диагностики хронической болезни почек у больных с хронической обструктивной болезнью легких

ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(Россия, Ставрополь)

doi: 10.18411/sr-10-04-2021-01

#### Аннотация

Изучены основные биохимические маркеры системного воспаления и их влияние на развитие хронической болезни почек (ХБП) у 92 пациентов, страдающих хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ). Впервые хроническая болезнь почек была диагностирована у 48,9% больных ХОБЛ. Фактор некроза опухоли был достоверно выше у курящих больных ХОБЛ. Вероятность развития ХБП выше у пациентов с тяжелым течением ХОБЛ и стажем заболевания более 10 лет.

У коморбидных больных с ХОБЛ и ХБП отмечено более тяжелое течение ХОБЛ, а также значимо повышенные показатели эндотелиальной дисфункции (ЭД). Выявлена взаимосвязь уровня СРБ и TNF- $\alpha$ . Обнаружено, что ГЦ имел достоверно повышенные значения до клинических проявлений ХБП и определялся уже при небольшом снижении СКФ. Данное исследование подтверждает влияние системного воспаления при ХОБЛ на развитие ХБП и определяет маркер ЭД почек (ГЦ), как один из достоверных предикторов ранней диагностики поражения почек.

**Ключевые слова:** хроническая обструктивная болезнь легких, хроническая болезнь почек, эндотелиальная дисфункция, биохимические маркеры, гомоцистеин.

Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) – одна из ведущих причин заболеваемости и смертности во всем мире, приводящая к существенному экономическому и социальному ущербу, уровень которого постоянно возрастает. Распространенность ХОБЛ среди взрослого населения старше 40 лет достигает 10-15%.

В «Глобальной стратегии диагностики, лечения и профилактики хронической обструктивной болезни легких» (GOLD, пересмотр 2016), кроме табачного дыма и профессиональных вредностей, особое внимание уделяется роли сопутствующих заболеваний и их влиянию на тяжесть течения ХОБЛ, качество жизни, прогноз и выживаемость.

В настоящее время ХОБЛ рассматривается как заболевание с системным поражением и легких и других органов и систем. ХОБЛ часто приводит к осложнениям со стороны сердечно-сосудистой, иммунной и других систем, в том числе и мочевыделительной системы, в частности, к хронической болезни почек. Заболевания почек могут стать фактором прогрессирования и основного заболевания легких.

Хроническая болезнь почек (ХБП) – синдром, отражающий прогрессирующий характер хронических заболеваний почек, в основе которого лежат механизмы формирования нефросклероза. Распространенность ХБП в мире составляет 12-18% и сопоставима с такими социально значимыми заболеваниями, как эссенциальная гипертензия и сахарный диабет, ожирение и метаболический синдром. ХБП почти всегда протекает бессимптомно на ранних стадиях. Критерии диагностики ХБП – маркеры поражения почек, выявленные при клинико-лабораторном и

инструментальном обследовании и персистирующие в течение более 3-х месяцев вне зависимости от нозологического диагноза.

Воспаление дыхательных путей является основным компонентом в патогенезе ХОБЛ, которое рассматривается в настоящее время, как системное заболевание и подтверждает необходимость определения маркеров воспаления.

На сегодняшний день одним из наиболее изученных биомаркеров плазмы крови является С-реактивный белок (СРБ). Его уровень повышается при ХОБЛ независимо от других факторов, в частности курения и наличия сопутствующих заболеваний и достоверно коррелирует со скоростью и степенью тяжести прогрессирования ХОБЛ.

Среди предикторов сосудистого повреждения важное место занимает гомоцистеин. Большая концентрация гомоцистеина может быть токсична для клеток, нарушения его метаболизма в организме приводят к резкому возрастанию его концентрации в крови и могут стать причиной развития многих заболеваний. Гипергомоцистеинемия встречается часто среди пациентов с хронической почечной недостаточностью (когда функции почек снижены, но не настолько, чтобы требовалась замещающая терапия) и наблюдается почти всегда на конечной стадии почечных заболеваний. Это может сопровождаться ускоренным развитием атеросклероза и прогрессирования заболеваний.

В связи с этим ранняя диагностика начальных патологических изменений со стороны почек является одной из актуальных проблем в лечении больных с ХОБЛ.

**Целью** настоящего исследования явилось изучение возможности применения различных биомаркеров эндотелиальной дисфункции в качестве предикторов клинически значимых исходов в развитии ХБП у пациентов с ХОБЛ и их возможной роли в оценке активности и тяжести заболевания.

**Задачи:** провести анализ клинических и лабораторно-инструментальных данных больных ХОБЛ, оценить функцию почек у пациентов с ХОБЛ в зависимости от степени тяжести и длительности ХОБЛ, определить уровни маркеров эндотелиальной дисфункции и провести их сравнительную оценку у пациентов с ХОБЛ и ХБП в сочетании с ХБП, установить прогностическое значение биохимических маркеров эндотелиальной дисфункции в ранней диагностике ХБП у больных ХОБЛ.

#### **Материалы и методы исследования.**

В исследовании приняли участие 92 пациента, страдающих ХОБЛ различной степени тяжести без установленного ранее диагноза поражения почек в возрасте 55–82 лет, которые проходили лечение в отделении пульмонологии и городских поликлиниках города Ставрополя. Среди исследуемых пациентов мужчин было 58 (63%), женщин – 34 (37%). Диагноз ХОБЛ был выставлен в соответствии с критериями Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD, 2016).

Пациенты были разделены на 2 группы. Первую группу составили 60 пациентов (65,2%) со средней степенью тяжести ХОБЛ, остальные пациенты (34,8%) были отнесены ко второй группе с тяжелым течением ХОБЛ.

Определяли следующие показатели: С-реактивный белок (СРБ), гомоцистеин – (ГЦ), креатинин (Cr) мочевины (Ur), фибриноген (Ф), протромбиновый индекс (ПТИ), фактор некроза опухоли – (TNF- $\alpha$ ).

Функцию почек оценивали по уровню креатинина сыворотки крови и скорости клубочковой фильтрации (СКФ). Расчет СКФ производили по формуле СКД-ЕРІ.

Исследование предусматривало 4 контрольных обследования: первичное обследование при включении в исследование, а затем через 3 мес., 6 мес., 12 мес. В дополнение к визитам в клинику пациенты ежемесячно сообщали по телефону о своем состоянии для отслеживания обострений. Всем больным был разрешен прием препаратов, необходимых для лечения ХОБЛ в течение всего исследования.

**Результаты исследования, обсуждение и выводы.**

По результатам комплексного исследования было выявлено, что среди обследуемых пациентов 72,8% имели вредную привычку – курение. Преимущественно это были мужчины. Стаж курения у них в среднем составил  $\geq 10$  пачек / лет.

Таблица 1.

*Демографические и основные характеристики больных с ХОБЛ*

Показатель	Больные ХОБЛ N - 92 чел.
Возраст	68,5±1,16 лет
Пол: Мужчины Женщины	58 (63%) 34 (37%)
Вредные привычки: курящие некурящие	67 (72,8%) 25 (27,2%)
Трудоспособность: работающие неработающие	48 (52,2%) 44 (47,8%)
Степень тяжести ХОБЛ: Средней степени тяжести Тяжелой степени тяжести	60 (65,2%) 32 (34,8%)
Частота госпитализаций по поводу обострений заболевания (в среднем): средней тяжести ХОБЛ тяжелое течение ХОБЛ	3,03±0,41 раза в год 4,8±0,24 раз в год

Общее число госпитализаций по поводу обострения ХОБЛ было достоверно выше у больных с тяжелым течением заболевания, а частота обострений ХОБЛ у женщин была на 25% выше, чем у мужчин.

Согласно рекомендациям NKF (National Kidney Foundation) скорость клубочковой фильтрации (СКФ) является лучшим универсальным показателем уровня фильтрационной функции почек. Главным критерием ХБП является снижение СКФ менее 60 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>, обнаруживаемое в течение более 3-х месяцев. Понижение СКФ было предложено рассматривать в качестве самого раннего маркера ХБП.

В нашем исследовании СКФ (по формуле СКД-ЕРІ) меньше 60 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup> впервые была выявлена у 36 обследованных пациентов ХОБЛ: у 19 (31,6%) - первой группы и у 23 пациентов (71,9%) второй группы. Это позволяет думать о достоверной связи между степенью тяжести заболевания и вероятностью развития нарушения функции почек у больных ХОБЛ, что демонстрирует влияние системных эффектов заболевания на состояние почечной паренхимы.

Раннее снижение СКФ является важным признаком развития ХБП, а снижение СКФ обычно происходит раньше проявления клинических признаков заболевания – макроальбуминурии и повышения уровня креатинина в сыворотке крови. Это получило название «преклиническая болезнь почек» (ПБП, preclinical kidney disease) - состояние без клинических заболеваний почек. Однако это тот «золотой» отрезок, который наиболее эффективен для проведения профилактических мероприятий с целью снижения прогрессирования заболевания и развития хронической почечной недостаточности.

Отсутствие чёткой взаимосвязи между истинной СКФ и уровнями сывороточного креатинина и занижение расчетной СКФ, рассчитанной по формуле MDRD, СКД-ЕРІ у коморбидных больных ХОБЛ приводит к необходимости поиска более чувствительных и специфичных маркеров почечной дисфункции в диапазоне СКФ > 60 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>.

Повышенные показатели TNF- $\alpha$  и фибриногена были выявлены в обеих группах. Причем, значительно выше у больных курильщиков. Следует отметить, что чем выше уровень показателей фибриногена и TNF- $\alpha$ , тем более высокая степень почечной недостаточности определялась у больных.

Таблица 2.

*Биохимические показатели эндотелиальной дисфункции у больных ХОБЛ*

Показатели	Больные ХОБЛ	Больные ХОБЛ и ХБП	P по сравнению с нормой
СРБ (мг/л)	7,67 $\pm$ 3,45	15,37 $\pm$ 4,6*	<0,05
Гомоцистеин (мкмоль/л)	19,8 $\pm$ 7,51	39,8 $\pm$ 7,14*	<0,05
TNF- $\alpha$ (пг/мл)	5,7 $\pm$ 1,25	16,54 $\pm$ 5,47*	<0,05
Фибриноген (г/л)	4,2 $\pm$ 0,7	4,6 $\pm$ 0,8	<0,05
ПТИ (%)	102,4 $\pm$ 6,2	114 $\pm$ 4,3	<0,05
СКФ (мл/мин/1,73м <sup>2</sup> )	90-60	45-60	<0,05
Креатинин (мкмоль/л)	109,7 $\pm$ 8,4	465 $\pm$ 8,5*	<0,05

**Примечание:** \*ХОБЛ по сравнению с ХОБЛ И ХБП

У больных ХОБЛ отношение фибриноген/СРБ напрямую коррелировало с тяжестью ХОБЛ и тяжестью ХБП. Результаты исследования позволили предположить, что повышение уровня фибриногена плазмы является независимым предиктором развития ХБП у больных с ХОБЛ.

В ходе исследования выявили, что креатинин был выше нормы у 26,7% пациентов первой группы и 56,3% второй группы. У 5 (8,3%) больных ХОБЛ со средней степенью тяжести болезни и у 7 (21,9%) пациентов с тяжелым течением ХОБЛ отмечены значительные отклонения от нормального показателя креатинина и мочевины в сторону повышения. Им впервые был выставлен диагноз ХБП С ХПН II ст.

Повышенный уровень TNF- $\alpha$  определялся у 15 % больных ХОБЛ и у 96% коморбидных пациентов ХОБЛ и ХБП, особенно имеющих ХПН. Данный факт свидетельствует о невысокой значимости показателя TNF- $\alpha$  в качестве биомаркера при ХОБЛ, но может быть значимым эндотелиальным маркером почечной дисфункции и использован для ранней диагностики развития ХБП.

Одним из важных результатов исследования явилось определение роли гомоцистеина в развитии хронической почечной дисфункции. В нашем исследовании у всех больных ХОБЛ со сниженной СКФ уровень гомоцистеина был повышен.

Исследования подтвердили обратную взаимосвязь между уровнем ГЦ и функцией почек, а также его роль, в качестве специфического маркера для ранней диагностики заболевания почек при ХОБЛ. Была так же выявлена достоверная прямая связь между уровнем гомоцистеина и фибриногена. Во всех случаях повышения фибриногена у больных с ХОБЛ ГЦ имел повышенные значения.

Таблица 3.

*Взаимосвязь гомоцистеина с уровнем почечной дисфункции у больных ХОБЛ*

Показатели	Больные ХОБЛ	Больные ХОБЛ и ХБП
СКФ (мл/мин/1,73м <sup>2</sup> )	90-60	45-60
Креатинин (мкмоль/л)	109,7 $\pm$ 8,4	465 $\pm$ 8,5*
ГЦ (мкмоль/л)	19,8 $\pm$ 7,51	39,8 $\pm$ 7,14*

\*P p<0,005

Таким образом, результаты проведенных исследований с участием больных ХОБЛ позволили получить информацию о связи биомаркеров с клинически важными точками, в том числе развитием и прогрессированием хронической болезни почек. Включение определения биомаркеров, в частности гомоцистеина, TNF- $\alpha$  в протоколы

обследования больных ХОБЛ будут способствовать улучшению ранней диагностики ХБП, повышению эффективности лечения заболевания, снижению частоты осложнений, госпитализаций и смертности.

Полученные нами данные согласуются с выводами J. Vlacher и соавт. (2002 г.), о том, что, гомоцистеин является независимым маркером развития и прогрессирования ХБП и высокой смертности от сердечно-сосудистых заболеваний наряду с систолическим артериальным давлением и уровнем С-реактивного белка у больных с ХОБЛ.

\*\*\*

1. Болотова Е.В., Дудникова А.В. Особенности факторов риска хронической болезни почек у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких. Нефрология. 2015;19(5):28-33.
2. Чучалин А. Г., Авдеев С.Н., Айсанов З.Р., Белевский А.С., Лещенко И.В., Мещерякова Н.Н., Овчаренко С.И., Шмелев Е.И. Российское респираторное общество. Федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению хронической обструктивной болезни легких. Пульмонология. 2014;3:15–54.
3. Глобальная стратегия диагностики, лечения и профилактики хронической обструктивной болезни легких = Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD, пересмотр 2016).
4. Биличенко Т.Н., Быстрицкая Е.В., Чучалин А.Г., Белевский А.С., Батын С.З. Смертность от болезней органов дыхания в 2014–2015 гг. и пути ее снижения. Пульмонология. 2016;26(4):389-397.
5. Худякова Н.В., Пчелин И.Ю., Шишкин А.Н., Иванов Н.В., Василькова О.Н. Гипергомоцистеинемия и кардиоренальный анемический синдром при сахарном диабете. Нефрология. 2015;19(6):20-27.
6. Фатеева В.В., Воробьева О.В. Маркеры эндотелиальной дисфункции при хронической ишемии мозга. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2017;4(117):107-112.
7. Будневский А. В., Овсянников Е. С., Чернов А. В., Дробышева Е. С. Диагностическое значение биомаркеров системного воспаления при хронической обструктивной болезни легких. Клиническая медицина. 2014;9:16-21.
8. Лещенко И.В., Баранова И.И. Биомаркеры воспаления при хронической обструктивной болезни легких. Пульмонология. 2012;2:108-117.
9. Костюченко Г.И., Баркаган З.С. Гипергомоцистеинемия и коронарная болезнь сердца как проблема пожилого возраста. Клиническая геронтология. 2003;9(5):9–12.
10. Шестовицкий В.А., Гринштейн Ю.И., Максимова А.В. Цитооксидантные характеристики местного фагоцитарноклеточного иммунитета в стадии тяжелого обострения при клинических фенотипах хронической обструктивной болезни легких. Пульмонология. 2017;27(4):478-483.
11. Конох Е.А., Наумов А.В., Парамонова Н.С. Гомоцистеин: роль в развитии и прогрессировании хронической болезни почек. Нефрология. 2011;15(3):18-25.
12. Rosenberg S.R., Kalhan R. Biomarkers in chronic obstructive pulmonary disease. Transl. es. 2012;159:28-37. 17. Woodruff P.G. Novel outcomes and end points: biomarkers in chronic obstructive pulmonary disease clinical trial. Proc. Am. Thorac. Soc. 2011;8:350-355
13. Провоторов В. М., Будневский А. В., Семенкова Г. Г., Шишкина Е. С. Провоспалительные цитокины при сочетании ИБС и ХОБЛ. Клиническая медицина. 2015;2:5–9.
14. Сидоренко Г.И., Майсеенок А.Г., Колядко М.Г., Золотухина С.Ф. Роль гомоцистеина в тромбо- и атерогенезе. Возможности и перспективы витаминной коррекции. Кардиология. 2001;3:56–61.
15. Смирнов А.В., Есяян А.М., Каюков И.Г., Кучер А.Г., Добронравов В.А., Тугушева Ф.А. Современные подходы к замедлению прогрессирования хронической болезни почек. Нефрология. 2004;3:89-99.

**Грошева А.А., Вольский В.В.**

**Особенности современных физкультурно оздоровительных программ**

*Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации  
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/sr-10-04-2021-02

#### **Аннотация**

Программа физического воспитания строится на теоретической и практической основе, актуализирующей достижения современной спортивной науки и

педагогической науки. Программа физического воспитания создает условия для выбора учащимися видов деятельности, соответствующих их физическим силам, стремлениям и условиям школы; в то же время создает условия для разработки школами учебного плана, соответствующего образовательным требованиям. В данной статье рассматриваются особенности физкультурно-оздоровительных программ и их влияние на физическое и психологическое здоровье человека.

**Ключевые слова:** физические программы, здоровье, физические упражнения.

### **Введение**

Любая физкультурно-оздоровительная программа имеет цели и задачи: улучшение и поддержание физического и психологического состояния организма человека, а также само осуществление физкультурно-оздоровительной деятельности человека в любой форме. Программа включает в себя не только осуществление оздоровления и поддержания здоровья человека, но и определение состояния организма, а также проверку физической подготовленности.

Основной составляющей здорового образа жизни является активный образ жизни. В свою очередь, основным компонентом активного образа жизни является система регулярных занятий спортом. Главным аспектом которых, является упор на оздоровительный эффект от этих упражнений.

До сих пор окончательно не доказано, что именно компенсируется физическими упражнениями и в какой степени, а также какие особенности и факторы образа жизни человека (вредные привычки, частые стрессы и т. д.) снижают оздоровительную эффективность занятий. Необходим тщательный системный анализ, качественная и количественная оценка образа жизни человека, что существенно влияет на состояние его здоровья, так как эти компоненты взаимосвязаны.

Для оценки эффективности физических программ могут применяться различные тесты и упражнения. Для этого необходимо оценить организм человека, суммируя необходимые индивидуальные нормы физической активности, чтобы обеспечить этот баланс и максимизировать оздоровительные и укрепляющие свойства от занятий спортом.

Баланс подвижных упражнений является также одним из основных критериев для спортивных тренировок, они должны включать в себя необходимые виды физических упражнений, которые будут способствовать сохранению всех частей тела, к ним относятся: гимнастические упражнения (позволяют человеку с помощью таких упражнений поддерживать хорошее состояние позвоночника, мышц туловища и суставов), закаливающие процедуры (благодаря этому повышается тонус нервной системы человека, улучшается кровообращение, стабилизируется обмен веществ, а также организм адаптируется к неблагоприятным условиям окружающей среды, что повышает его выносливость и нормализует нарушенные функции организма).

Так же отказ от вредных привычек повышает эффективность спортивных программ. Занятие спортом в хорошо вентилируемых помещениях или на открытом воздухе благоприятно сказывается на лёгочной вентиляции, насыщая кровь свежим кислородом.

Для того чтобы занятия спортом давали на организм человека положительный эффект, необходимо соблюдать несколько правил.

Первое - постепенное увеличение интенсивности и продолжительности нагрузок. Так человеку будет легче адаптироваться к постепенному увеличению нагрузок и способности справляться с длительными и сложными упражнениями.

Второе - разнообразие используемых физических нагрузок. Для того чтобы развить и укрепить как можно больше групп мышц, суставов и т. д., необходимо около

7-12 различных упражнений, которые сильно отличаются друг от друга, чтобы нагрузка распределялась равномерно.

В-третьих, систематический характер занятий. Систематические физические упражнения как раз и дают тот самый эффект исцеления и укрепления. Человек, который посвящает достаточно времени физическим упражнениям на протяжении всего времени, постоянно укрепляет свое тело, что позволяет ему достичь определенного лечебного эффекта.

Таким образом, положительный эффект от занятий физической культурой связан с улучшением общей физической и психологической работоспособности. В то же время при повышении физической работоспособности будет проявляться профилактический эффект в отношении факторов риска различных заболеваний (сердечно-сосудистые заболевания и др.), а также снижение массы тела и жировой массы. Реализация программ физического здоровья оказывает положительное влияние на органы опорно-двигательного аппарата, предупреждая развитие различных дегенеративных изменений.

### **Вывод**

Из всего выше перечисленного можно сделать вывод, что правильно составленная спортивная программа может иметь развивающий, укрепляющий и оздоровительный эффект.

\*\*\*

1. Артемьев В.П., Шутов В.В. Теория и методика физического воспитания. Двигательные качества: Учеб. пособ. - Могилев: МГУ им. А.А. Кулешова, 2012. - 284 с.: ил.
2. Белорусова В.В. Физическое образование. - М.: Логос, 2003.
3. Матвеев, Л.П. Теория и методика физ. культуры. Введение в предмет: учебник для высших специальных физкультурных учебных заведений/ Л.П. Матвеев. - М.: Физкультура и спорт, 2009. - 543 с.
4. Ращупкин Г.В. Физическая культура. – Спб.: Нева, 2004.
5. Холодов Ж.К., Кузнецов В.С., Теория и методика физического воспитания и спорта: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. - М.: Издательский центр «Академия», 2000.
6. Шутова Т.Н., Андрияшченко Л.Б., Витько С.Ю. Физкультурно-оздоровительные технологии в укреплении состояния здоровья студентов и сотрудников вуза // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 5.

### **Дударева Ю.А., Сероштанова Д.Н., Калмыкова Т.О., Шишаева Е.А. Сахарный диабет в аспекте акушерских и перинатальных осложнений**

*ФГБОУ ВО «Алтайский государственный медицинский университет» МЗ РФ  
(Россия, Барнаул)*

*doi: 10.18411/sr-10-04-2021-03*

#### **Аннотация**

Несмотря на современные достижения в медицине, новые методы мониторинга, критерии диагностики сахарного диабета во время беременности, остается достаточно высокой частота акушерских и перинатальных осложнений у беременных женщин с сахарным диабетом 1 и 2 типа.

Цель исследования: установить и сравнить частоту акушерских и перинатальных осложнений у женщин с сахарным диабетом 1 и 2 типа.

Материалы и методы: Проведён ретроспективный анализ результатов клинического, лабораторного и функционального обследования 103 женщин, из них 27 женщин, беременность которых протекала на фоне сахарного диабета 1 типа; 23 женщины с сахарным диабетом 2 типа; и 53 женщины - контрольная группа, беременность которых не сопровождалась нарушением углеводного обмена матери.

**Результаты:** Проведённый анализ показал, что частота осложнений беременности у женщин с СД1 и СД 2 типа было значительно выше, чем у женщин без диабета (100,0 и 54,7%;  $p=0,001$ ). Практически у каждой второй пациентки с СД 1 и СД 2 типа роды заканчивались преждевременно (соответственно 51,9 и 56,5%), что значимо чаще, чем в контрольной группе. (7,5%;  $p=0,001$ ) Таким образом, беременность на фоне сахарного диабета 1 и 2 типа, чаще всего носит осложненный характер и требует динамического наблюдения, адекватного лечения мультидисциплинарной бригадой специалистов, своевременного родоразрешения.

**Ключевые слова:** сахарный диабет, диабетическая фетопатия, беременность, преэклампсия, преждевременные роды.

Во всем мире, в том числе и в Российской Федерации происходит увеличение распространенности СД [1]. До появления возможности использования инсулинотерапии, беременность наступала не более чем у 5% женщин, при этом беременность отличалась высокими цифрами материнской (до 50%) и перинатальной (до 90%) смертности [2]. Достижения современной акушерской диабетологии дали возможность кардинально снизить перинатальную заболеваемость, смертность, материнские осложнения при беременности, осложнения в родах и послеродовом периоде. Но в то же время, остается высокой частота акушерских и перинатальных осложнений у беременных женщин с сахарным диабетом 1 (СД 1) и 2 типа (СД 2)[3].

**Цель исследования:** установить и сравнить частоту акушерских и перинатальных осложнений у женщин с сахарным диабетом 1 и 2 типа. **Материалы и методы:** Проведён ретроспективный анализ течения беременности и родов 103 женщин, из них 50 женщин вошли в основную группу: 27 женщин, беременность которых протекала на фоне сахарного диабета 1 типа (основная группа 1 подгруппа); 23 женщины с сахарным диабетом 2 типа (основная группа 2 подгруппа); и 53 женщины - контрольная группа, беременность которых не сопровождалась нарушением углеводного обмена матери в рамках поперечного (одномоментного) контролируемого исследования. Материалом для исследования явились клинические данные, результаты лабораторных и функциональных методов обследования из следующей медицинской документации: индивидуальной карты беременной и родильницы, истории родов, истории новорожденного. Обработка результатов исследований проводилась с помощью пакета прикладных программ Statistica 7.0, Excel 2007

**Результаты исследований:** В 1 подгруппе основной группы средний возраст составил  $28,0 \pm 2,3$  года, во 2 подгруппе -  $33,6 \pm 3,4$  года, ( $p < 0,05$ ) в контрольной группе -  $28,2 \pm 4,2$  ( $p < 0,05$ ). Все пациентки основной группы получали инсулинотерапию. Длительность течения сахарного диабета 1 типа составила в среднем 10,6 лет (min 1,0, max 28,0), у женщин с СД 2 типа в среднем длительность течения заболевания составила 3,4 года (min 1, max 12). При этом впервые во время беременности манифестировал СД1 типа у одной женщины (3,7%) в раннем сроке и 2 типа у 17,4% женщин (4 женщины), из них у 3 в раннем сроке гестации, у 1- в 30 недель. В 1 триместре беременности у 74,0 % обследованных с СД 1 типа и 78,0% женщин с СД 2 типа, течение диабета характеризовалось отсутствием достижения целевых показателей гликемии. Средние показатели гликемии составили у женщин с СД 1 типа  $6,8 \pm 1,4$  ммоль/л, при показателе гликированного гемоглобина  $8,5 \pm 2,4\%$ , у женщин с СД 2 типа глюкоза венозной плазмы натощак составила  $6,9 \pm 1,4$  ммоль/л, а гликированный гемоглобин  $8,0 \pm 2,4\%$ . Поэтому говорить о том, что пациентки вступили в беременность в компенсированном состоянии не приходится, подтверждением этого является показатели гликированного гемоглобина.

Частота осложнений беременности у женщин с СД1 и СД 2 типа было значительно выше, чем у женщин без диабета (100,0 и 54,7%;  $p=0,001$ ). Данные

мировой литературы, посвященные проблеме осложнений и исходов беременности при СД разноречивы, часть свидетельствуют о том, что акушерские и перинатальные исходы у женщин с СД 1 типа хуже, чем при СД 11 типа, другие говорят наоборот. В нашем исследовании значимых различий в частоте акушерских осложнений между 1 и 11 типом диабета не выявлено. Из осложнений беременности одно из значимых в плане неблагоприятных перинатальных исходов является диабетическая фетопатия (ДФ). Частота ДФ по данным литературы колеблется от 49 до 60%[1], в нашем исследовании у женщин с СД 1 типа -25,9% и у 17,4% у женщин с СД 2 типа, в контрольной группе соответственно таких случаев не было ( $p=0,001$ ). Частота врождённых пороков развития (ВПР) и малых аномалий развития у детей от матерей с СД 1 составила 44,4%, от матерей с СД 2 типа - 17,4%, что в несколько раз выше, чем в общей популяции, и связано с отсутствием компенсации сахарного типа перед вступлением в беременность и на ранних сроках гестации.

Среди акушерских осложнений преэклампсия чаще встречалась у беременных с сахарным диабетом 1 и 2 типа (соответственно 43,5 и 33,3%;  $p>0,05$ ), по сравнению с контрольной группой (5,7%;  $p=0,001$ ). Угрожающие преждевременные роды так же чаще осложняли течение беременности у женщин основной группы (соответственно 29,6 и 39,1%;  $p<0,05$ ), в контрольной группе лишь в 9,4% случаев ( $p=0,001$ ). Многоводие, как один из специфических симптомов, характерных для осложненного течения у женщин с сахарным диабетом, встречался несколько чаще у женщин с сахарным диабетом 2 типа 21,7%, у женщин с 1 типом в 14,8% случаев, что значимо чаще, чем в контрольной группе (1,9%;  $p=0,001$ ).

Практически у каждой второй пациентки с СД 1 и СД 2 типа роды заканчивались преждевременно (соответственно 51,9 и 56,5%), что значимо чаще, чем в контрольной группе. (7,5%;  $p=0,001$ )

Показания к досрочному родоразрешению в основной группе были СД и его осложнения, в том числе, диабетическая фетопатия, прогрессирующая гипоксия плода, рубец на матке после предшествовавшего кесарева сечения, преэклампсия. Женщины, имеющие сахарный диабет 1 и 2 типа гораздо чаще родоразрешаются оперативным путем практически в 85,4% случаев, что в 4,5 раза чаще, чем в контрольной группе (18,9%;  $p=0,001$ ). При этом у женщин с сахарным диабетом 1 типа данный показатель составил 59,3%, что чаще в 2,3 раза, чем при СД2 типа (26,1%), и в 3,1 раза чаще, чем в контрольной группе (18,9%;  $p=0,001$ ).

При комплексной оценке состояния новорожденных от матерей с сахарным диабетом, в раннем неонатальном периоде, доминирующим клиническим синдромом является именно перинатальное поражение ЦНС. У новорожденных от матерей с СД 2 типа (82,6%) отмечено чаще в 1,9 раза, чем в группе женщин с сахарным диабетом 1 типа (44,4%;  $p=0,001$ ) и в 7,3 раза чаще, чем в контрольной группе (11,3%;  $p=0,001$ ). При этом частота дыхательных нарушений не имела значимых различий в сравниваемых подгруппах (11,7 и 8,7%;  $p>0,05$ ). Низкую частоту ПП ЦНС у женщин с СД 1 типа, вероятнее всего можно объяснить достаточно высоким показателем оперативного родоразрешения, при практически одинаковой частоте преждевременных родов, т.е досрочного родоразрешения.

**Заключение:** Таким образом, беременность на фоне сахарного диабета 1 и 2 типа, несмотря на достаточные успехи в последнее время в плане диагностики, лечения, чаще всего носит осложненный характер и требует адекватного динамического наблюдения, лечения мультидисциплинарной бригадой специалистов, своевременного родоразрешения. Необходимо отметить, что при сахарном диабете беременность должна планироваться, т.е. эффективный метод контрацепции следует применять до тех пор, пока не будет проведено надлежащее обследование и подготовка к беременности. Основой профилактики осложнений беременности, её неблагоприятных исходов для матери и плода является достижение целевых

показателей гликемии за 3-4 месяца до зачатия и проведения адекватной прегравидарной подготовки.

\*\*\*

1. Лысенко С. Н., Чечнева М. А., Петрухин В. А., Бурумкулова Ф. Ф., Ермакова Л. Б. Ультразвуковая диагностика диабетической фетопатии. Российский вестник акушера-гинеколога. 2016; (3): 23-30. <https://doi.org/10.17116/rosakush201616323-30>
2. Назарова С.И. Акушерские и перинатальные исходы при гестационном сахарном диабете. Научно-медицинский журнал «Вестник Авиценны» Таджикского государственного медицинского университета имени Абу али ибн и Сино. 2012; 1: 72-78.
3. Khawandanah J. Khawandanah J Double or Hybrid Diabetes: A Systematic Review on Disease Prevalence, Characteristics and Risk Factors. Nutr Diabetes. 2019; 9 (1): 33-35. doi: 10.1038/s41387-019-0101-1

**Корсиков Н.А., Лепилов А.В., Бобров И.П., Долгатов А.Ю.**

**Некоторые особенности структурно - морфологической реорганизации миокарда при гипотермических поражениях. Перспективы дальнейшего изучения**

*ФГБОУ ВО «Алтайский государственный медицинский университет» МЗ РФ  
(Россия, Барнаул)*

*doi: 10.18411/sr-10-04-2021-04*

#### **Аннотация**

В данной статье представлен обзор литературы, касающийся структурной реорганизации миокарда в условиях воздействия на организм низких температур. В настоящее время изучению вопроса воздействия низких температур на сердечную мышцу человека и животных посвящено большое количество исследований. Основное место в этих исследованиях отводится диагностике и дифференциальной диагностике общего переохлаждения при сочетании этого вида смерти с различными интоксикациями, заболеваниями и иными состояниями. Однако несмотря на большое количество опубликованных на данный момент работ изучение процесса танатогенеза в результате воздействия низких температур от переохлаждения остается сложным и малоизученным процессом. Накопленные знания позволяют сделать вывод о том, что специфических признаков встречающихся во всех 100% случаев смерти от гипотермии не существует. Любой признак, характерный для гипотермии, хотя бы в единичных случаях встречается и при других причинах смерти. На данный момент практически неизученными остаются морфологические изменения происходящие в ядрах кардиомиоцитов.

**Ключевые слова:** гипотермия, холодовая травма, повреждение миокарда.

#### **Abstract**

This article presents a review of the literature on the structural reorganization of the myocardium in conditions of exposure to low temperatures. Currently, a large number of studies are devoted to the study of the effect of low temperatures on the heart muscle of humans and animals. The main place in these studies is given to the diagnosis and differential diagnosis of general hypothermia when this type of death is combined with various intoxications, diseases and other conditions. However, despite the large number of published works to date, the study of the thanatogenesis process as a result of exposure to low temperatures from hypothermia remains a complex and poorly studied process. The accumulated knowledge allows us to conclude that there are no specific signs found in all 100% of deaths from hypothermia. Any symptom characteristic of hypothermia, at least in isolated cases, occurs with other causes of death. At the moment, morphological changes occurring in the nuclei of cardiomyocytes remain practically unexplored.

**Key words:** hypothermia, cold injury, myocardial injury.

Проблема холодовой травмы на данный момент является весьма актуальной и социально значимой, что обусловлено ее высокой долей в структуре причин смерти. Ежегодно от холодовой травмы в мире погибает более 30 000 человек [8].

В Российской Федерации ежегодно от данного типа повреждений гибнет не менее 20 000 человек, что составляет около 65% от общего количества летальных исходов в мире в результате воздействия на организм низких температур.

Доля смерти от холодовой травмы в структуре причин насильственной смерти в России составляет около 5,5–7,0%, а в некоторых регионах Сибирского федерального округа достигает уровня не менее 11% [13]. Высокая доля холодовой травмы в структуре причин смерти связана с особенностями климата (Россия – страна с относительно холодным климатом, это связано с тем, что к заполярным территориям относится около 64% всей площади страны), высоким уровнем этилизации социально-неадаптированных слоев общества, а также индивидуальными особенностями организма (снижение устойчивости к низким температурам, снижение общей резистентности организма и др.) [8, 22].

В настоящее время изучению вопроса воздействия низких температур на организм человека и животных посвящено большое количество исследований. Основное место в этих исследованиях отводится диагностике и дифференциальной диагностике общего переохлаждения при сочетании этого вида смерти с различными интоксикациями, заболеваниями и иными состояниями. Однако несмотря на большое количество опубликованных на данный момент работ изучение процесса танатогенеза в результате воздействия низких температур от переохлаждения остается сложным и малоизученным процессом.

Основным методом диагностики смерти от переохлаждения является морфологический метод [20]. На данный момент известно огромное количество морфологических изменений (как макро- так и микроморфологического характера) которые можно обнаружить при изучении случаев смерти от низких температур, но большинство из них низкоспецифичны, а следовательно в полной мере использоваться не могут [6,7,20].

Действие холодового фактора на организм человека и животных вызывает различные функционально – морфологические изменения в тканях. Данные изменения зависят от огромного количества факторов внешней и внутренней среды и в некоторых случаях носят фатальный характер. Особым условием для сохранения жизнедеятельности при действии низких температур является повышение кровоснабжения тканей и органов, которое в первую очередь зависит от функциональной активности миокарда.

На данный момент выяснено, что именно адекватное кровоснабжение органов и тканей, которое может осуществляться только при длительной адекватной функциональной активности миокарда, является одним из важных условий выживания в условиях пониженных температур [21]. В этом случае в сердечно – сосудистой системе развиваются определенные функциональные изменения в виде следующих стадий: компенсации и декомпенсации. Стадия компенсации (развитие тахикардии, увеличения уровня систолического и диастолического артериального давления, увеличение сердечного выброса, повышение периферического сопротивления). Стадия декомпенсации (брадикардия, снижение уровня артериального давления, уменьшение сердечного выброса, возникновение нарушений ритма. Чаще всего смерть наступает в результате фибрилляции желудочков сердца или развития прогрессирующей брадикардии переходящей в асистолию [1]. Факт прямой связи между возникающими вышеперечисленными изменениями и действием на организм низких температур был доказан Т. Tveita лишь в 1994 году [25].

Большинство исследователей описывали лишь единичные, отдельные морфологические изменения возникающие в органах при гипотермии, не выявляя последовательность их появления и взаимосвязь [15].

При макроскопическом исследовании сердечной мышцы лиц погибших от гипотермии некоторыми авторами были отмечены: увеличение сердца в объеме преимущественно левых отделов, уплотнение мышечной ткани, формирование красновато –коричневого оттенка, появление блеска, переполнение кровью левого желудочка, появление более светлой крови в левых предсердии и желудочки [9]. Чудаков А.Ю. (2000 г.) в своих исследованиях отмечал только резко выраженное расширение полостных структур сердца, формирование огромного числа сгустков, в большей степени в левых отделах [19].

Впервые системно и последовательно к подробному изучению микроскопических изменений возникающих в миокарде подошли Асмолова Н.Д., Ривенсон М.С. [2]. Они смогли выделить следующие микроскопические изменения которые возникают в паренхиме, строме и микроциркуляторном русле миокарда:

- Изменения в кардиомиоцитах: набухание (отек) мышечных волокон с явлениями миолиза: неравномерное просветление цитоплазмы, образование оптических пустот, утрата исчерченности; плотное прилегание мышечных волокон друг к другу, нечеткость их границ, образование мышечных пластов; возникновение явлений кариопикноза или, напротив, набухания и просветления, ядра мышечных волокон пикнотичные, гиперхромные или набухшие, светлые, с огрубевшим или расплавленным хроматином; многие ядра деформированы;
- Нарушения микроциркуляции, в большинстве случаев возникающие именно в местах отека кардиомиоцитов: выраженное неравномерное наполнение кровью артерий, утолщение стенок артерий за счет отека и набухания, выраженное полнокровие капилляров и венул, сегрегация крови на компоненты;
- Изменения стромы: сдавление соединительнотканной стромы миокарда, возникновение явления стертости ее границ, базофилии; огрубение и базофилия периваскулярной стромы; развитие в ядрах ядра соединительнотканых клеток гиперхромии, кариопикноза, штрихов;
- Образование полос пересокращения [2].

Вышеперечисленные изменения по мнению Асмоловой Н.Д. и Ривенсона М.С. (1982 г.) позволяют говорить о частоте встречаемости вышеперечисленных структурных изменений в миокарде в более чем 90 процентах случаев и кардинально отличаются от изменений происходящих в миокарде при смерти от ишемической болезни сердца и отравления спиртами [2].

В свою очередь Вайль С.С. (1959 г.) отмечал следующие изменения: появление множественных кровоизлияний в миокарде, «чёткообразное» состояние капилляров [4].

Исследования проведенные Колударовой Е.М. (1999 г., 2005 г.) позволяют говорить о реактивных изменениях сосудистого русла: расширение венул, артерио - артериолярная вазоконстрикция, венозно - веноулярнополнокровие, возникновение стаза и сладж-феномена. Кроме этого были выявлены следующие паренхиматозно-стромальные изменения: формирование гомогенной цитоплазмы, вакуолизация, участков метахромазии по Селье и Гендейгайну, наличие зон внутриклеточного отека, исчезновение гликогена, возникновение признаков как релаксации так и контрактур I-II степеней в кардиомиоцитах. [11,12].

Результаты исследований Асмоловой Н.Д. (2008 г.) говорят о возникновении вышеперечисленных изменений и при скоропостижной смерти от осложнений ишемической болезни сердца. Но при смерти от ишемической болезни сердца данные

признаки выражены равномерно, а отечные изменения возникающие в паренхиматозно–стромальных структурах носят незначительный характер [3].

Анализируя результаты исследований Колударовой Е.М. (2005 г.) можно сделать вывод, что никаких принципиально новых результатов проведенные исследования не дали. Таким образом, на сегодняшний день многие вышеперечисленные признаки морфологических изменений малоинформативны, крайне трудно поддаются объективизации [12].

Необходимо отметить, что дальнейшие исследования Асмоловой Н.Д. и Ривенсона М.С. (2008 г.) позволили выяснить следующие особенности:

- фуксинофильная дегенерация, явления зернисто –глыбчатого распада кардиомиоцитов обнаруживаются только при смерти от осложнений ишемической болезни сердца;
- образование пластов кардиомиоцитов, их отек возникает в основном при холодовой травме;
- отек соединительнотканной структуры преобладает при смерти от острого отравления спиртами [2].

Некоторые авторы отмечают появление очагов фуксинофилии и в сердце погибших от холодовой травмы [24].

Огромное внимание вопросам диагностики смерти от гипотермии уделила в своих исследованиях Филиппенкова Е.И. (2011 г.). Анализируя результаты её исследований можно сделать вывод, что признак Асмоловой–Ривенсона не является постоянным и специфичным для смерти от переохлаждения организма [18].

На данный момент существует мнение, что данные изменения связаны в первую очередь с гипоксическим повреждением кардиомиоцитов. Данное суждение подтверждается результатами исследований проводимых Десятовым В.П. (1981 г.), Чудаковым А. Ю. (2000 г.), Капустиным А.В. (2000 г.) [9,10,19]. Результаты исследований проведенных Сумбатовым Л.А. (1980 г.) говорят о том, что многие кардиомиоциты остаются интактными несмотря на действие низких температур [16].

Важное практическое значение имеют исследования проведенных Капустиным А.В. (2000 г.) На основании результатов данных исследований был сделан вывод, что выраженность морфологических изменений возникающих в тканях, частота их встречаемости во многом определяется процессом танатогенеза [10].

Таким образом микроскопические изменения имеют разное диагностическое значение: одни заметно чаще встречаются при определенных нозологических формах и могут считаться характерными (но не специфичными) для них; другие возникают при многих причинах смерти, но чаще при определенных, поэтому оцениваются как относительно информативные; третьи указывают лишь на непосредственную причину смерти (острую сердечную недостаточность, фибрилляцию желудочков или асистолию) или ее темп; четвертые встречаются с равной частотой при любых причинах, механизмах и темпах смерти и не должны учитываться при гистологической диагностике. Однако в число нозологических форм, исследованных Капустиным А.В. (2000 г.) на базе этого подхода, гипотермия не вошла. Кроме того, ценность его результатов снижает отсутствие статистического анализа –главного средства оценить те самые частоты встречаемости признаков, от которых зависит их диагностическое значение.

На современном этапе развития медицинских знаний в области термических поражений большое значение уделяется изучению морфологических изменений происходящих ядерном аппарате клеток. Однако на данный момент описанные морфологические изменения возникающие в ядрах кардиомиоцитов при гипотермии достаточно скудны. Особого внимания заслуживают результаты исследований проведенных Бобровым И.П. и соавт. (2019 г.), которые показали, что воздействие холодового фактора оказывает повреждающее воздействие на ядра клеток печени

экспериментальных животных, при этом отмечаются выраженные морфологические изменения: уменьшение числа двуядерных гепатоцитов, снижение морфометрических параметров ядер, увеличение доли гетерохроматина в ядре, снижении ИНДНК и уменьшение числа нуклеол, с возникновением явлений сегрегации ядрышек [5]. Данные исследования подтверждают важность и практикоориентированность дальнейшего изучения морфологических изменений происходящих в ядрах кардиомиоцитов.

Таким образом патоморфологическая картина сердечной мышцы при гипотермии описана, но диагностическое и дифференциально - диагностическое значение ее элементов, а также их связь с вариантами танатогенеза неясны. Накопленные знания позволяют сделать вывод о том, что специфических признаков встречающихся во всех 100% случаев смерти от гипотермии не существует. Любой признак, характерный для гипотермии, хотя бы в единичных случаях встречается и при других причинах смерти. В перспективе дальнейших исследований научный интерес представляет изучение морфологических изменений происходящих под действием низких температур в области межклеточных стыков и ядрах кардиомиоцитов.

\*\*\*

1. Алябьев Ф.В. Закономерности морфологических изменений надпочечников при острой алкогольной интоксикации и общем переохлаждении организма: автореферат дис. ... доктора медицинских наук: 03.00.25, 14.00.24 / Алябьев Федор Валерьевич. –Новосибирск, 2008. – 41 с.
2. Асмолова Н.Д. Микроскопические изменения миокарда при смерти от действия низкой температуры / Н.Д. Асмолова, М.С. Ривенсон // Судебно-медицинская экспертиза. – 1982. –№ 4. – С. 28.
3. Асмолова Н.Д. Патоморфология переохлаждения организма и смерти от общей холодовой травмы / Н.Д. Асмолова, Р.А. Назарова, В.А. Зазулин // Актуальные вопросы судебно-медицинской экспертизы трупа: сб. матер. Всероссийской научно –практической конференции посвященной 90-летию Санкт - Петербургского ГУЗ «БСМЭ» (5-6 июня 2008 года) / под ред. В.А. Клевно, В.Д. Исакова. –СПб., 2008. –С. 70-74.
4. Вайль С.С. Изменение сердца при глубокой гипотермии / С.С. Вайль // Архив патологии. – 1959. - №11. – С. 15-24.
5. Бобров И.П. Морфофункциональная характеристика ядер гепатоцитов печени крыс после воздействия гипотермии / Е.Л., Бакарев М.А., Молодых О.П. // Современные проблемы науки и образования. – 2019. –№ 6.; URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=29375> (дата обращения: 02.02.2021).
6. Витер В.И. Общее переохлаждение организма. Посмертное промерзание трупа: практическое пособие / В.И. Витер, В.В. Пудовкин, В.В. Юрасов [и др.]. –М., 2013. – 96 с.
7. Витер В.И. Смерть от действия низкой температуры / В.И. Витер, А.А. Халиков // Судебная медицина в лекциях. –Уфа, 2003. –Стр. 159-163.
8. Власенко А.В. Переохлаждение –клиническая проблема / А.В. Власенко, Д.А. Шестаков, М.М. Воднева, Е.С. Воеводина // Клиническая анестезиология и реаниматология. – 2006. –Т. 3, № 3. – С. 2-12.
9. Десятков В.П. Диагностическое значение и некоторые данные к патогенезу переполнения кровью артерий и левой половины сердца при смерти от охлаждения / В.П. Десятков, Ю.А. Шамарин, Н.П. Минин // Судебно-медицинская экспертиза. – 1981. –№ 2. – С. 28-30.
10. Капустин А.В. О диагностическом значении острых микроскопических изменений миокарда / А.В. Капустин // Судебно-медицинская экспертиза. – 2000. –Т. 43, № 1. – С. 7-
11. Колударова Е.М. Диагностический комплекс патоморфологических изменений миокарда при смерти от переохлаждения организма: автореферат.дис. ... кандидата медицинских наук: 14.00.24 / Е.М. Колударова // М., 1999. – 21 с.
12. Колударова Е.М. Методологические аспекты проблемы диагностики холодовой смерти / Е.М. Колударова // Проблемы экспертизы в медицине. – 2005. –Т. 5, № 19-3. – С. 27-29.
13. Коротун В.Н. Холодовая травма и алкогольное опьянение / В.Н. Коротун // Проблемы экспертизы в медицине. – 2007. –№ 28-4. – С. 31-33.
14. О вариантах признаков смерти от острого отравления алкоголем, обусловленных различными особенностями танатогенеза / А.В. Капустин, Л.С. Зомбковская, О.А. Панфиленко, В.Г. Сербрякова // Судебно-медицинская экспертиза. – 2003. –Т. 46, № 6. – С. 25-27.

15. Плющева Т.В. К патогенезу пятен Вишневого при смерти от переохлаждения / Т.В. Плющева, В.И. Алисиевич // Судебно-медицинская экспертиза. – 2000. –Т. 43, № 1. – С. 11-14.
16. Самбутов Л.А. Влияние искусственной гипотермии организма на кардио- и гемодинамику / Л.А. Самбутов, Л.Б. Новодержкина, А.Н. Лехман, Л.И. Юновидова // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 1980. –Т. 90, № 7. – С. 12-14.
17. Степанян Ю.С. Структурные основы процессов адаптации при гипотермии / Ю.С. Степанян // Проблемы экспертизы в медицине. – 2009. –№ 2-3. – С. 24-25.
18. Филиппенкова Е.И. Микроморфологические изменения в миокарде при воздействии на организм низкой температуры / Е.И. Филиппенкова, Н.Г. Голенкова, С.А. Глазков [и др.] // Вопросы судебной медицины, медицинского права и биоэтики: сборник трудов посвященный 90-летию КСМ СГМУ / под ред. А.П. Ардашкина, В.В. Сергеева. –Самара: Офорт, 2011. –С. 40-44.
19. Чудаков А.Ю. Механизмы повреждающего действия общего переохлаждения на организм человека и судебно-медицинская оценка признаков смерти от холода: автореферат дис. ... доктора медицинских наук: 14.00.24 / Чудаков Александр Юрьевич. –СПб., 2000. – 41 с.
20. Шигеев В.Б. Холодовая смерть / В.Б. Шигеев, С.В. Шигеев, Е.М. Колударова. –М., 2004. – 184 с.
21. Aliukhin Iu.S. The functional activity, energetics and survival of the heart under hypothermia / Iu.S. Aliukhin // UspFiziolNauk. – 1998. – Vol.29. – №3. – P. 66-78.
22. Danzl, D.F. Accidental hypothermia / D.F. Danzl, R.S. Pozos // N. Engl. J. Med. – 1994. – Vol. 331. – P. 1756-60.
23. Hirvonen J. Necropsy findings in fatal hypothermia cases / J. Hirvonen // Forensic Sci. – 1976. – Vol. 1, № 2. – P. 155-64.
24. Hirvonen J. Increased urinary concentration of catecholamines in hypothermia deaths / J. Hirvonen, P. Huttunen // J. Forens. Sci. – 1982. – Vol. 21. – P. 264-71.
25. Tveita T. Experimental hypothermia: effects of core cooling and rewarming on hemodynamics, coronary blood flow, and myocardial metabolism in dogs / T. Tveita, E. Mortensen, O. Hevrøy, H. Refsum, K. Ytrehus // AnesthAnalg. - 1994. – Vol. 79. – №2. – P. 212-218.

**Мамедова А.Э., Гелашвили А.З., Ильина О.В., Азадова Г.Я., Леваков С.А.,  
Шешукова Н.А., Лучин И.А.**

**Биомаркёры эндометриоза: что мы знаем о них сегодня?**

*ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. Сеченова МЗ РФ (Сеченовский Университет)  
(Россия, Москва)*

*doi: 10.18411/sr-10-04-2021-05*

#### **Аннотация**

В настоящее время эндометриоз поражает около 10% женщин репродуктивного возраста во всём мире. Женщины страдают такими симптомами, как болезненные месячные (дисменорея), хроническая тазовая боль, боль при половом акте (диспареуния) и бесплодие. Он определяется как наличие ткани эндометрия вне полости матки. Диагноз эндометриоза ставится исключительно хирургическим путем, поскольку не существует устойчивых биомаркеров для диагностики заболевания. Лекарства от эндометриоза не существует, и лечение направлено только на симптомы, а не на механизмы, лежащие в основе заболевания. Литература за последние годы расширила наши знания, касающиеся поисков биомаркеров эндометриоза, иммунной дисрегуляции и трансформации эндометриоза в рак яичников. В этом обзоре мы рассматриваем вышеупомянутые темы с целью предоставить читателю обзор и соответствующие ссылки для дальнейшего изучения, чтобы подчеркнуть прогресс, достигнутый в исследованиях эндометриоза, и в заключение остановиться на областях исследований эндометриоза, которые сегодня наиболее актуальны.

**Ключевые слова:** эндометриоз, биомаркёры эндометриоза, металлопротеиназы, ki-67, эндометриоз-ассоциированный рак яичника.

#### **Abstract**

Endometriosis currently affects about 10% of women of reproductive age worldwide. Women suffer from symptoms such as painful periods (dysmenorrhea), chronic pelvic pain,

pain during intercourse (dyspareunia), and infertility. It is defined as the presence of endometrial tissue outside the uterine cavity. The diagnosis of endometriosis is made exclusively by surgery, as there are no stable biomarkers for diagnosing the disease. There is no cure for endometriosis, and treatment is focused only on the symptoms, not the underlying mechanisms. The literature in recent years has expanded our knowledge regarding the search for endometriosis biomarkers, immune dysregulation, and the transformation of endometriosis into ovarian cancer. In this review, we address the aforementioned topics in order to provide the reader with an overview and relevant links for further study, to highlight the progress made in endometriosis research, and to conclude by highlighting the areas of endometriosis research that are most relevant today.

**Keywords:** endometriosis, biomarkers of endometriosis, metalloproteinases, ki-67, endometriosis-associated ovarian cancer.

Эндометриоз - распространенное хроническое доброкачественное эстроген-зависимое гинекологическое заболевание, которое наблюдается у женщин репродуктивного возраста в 1 – 10% случаях, а так же в 35 -50% случаях у женщин с бесплодием и тазовой болью [1]. Характеризуется наличием эндометриальных желез и стромы вне полости матки. Ткань эндометрия чаще всего обнаруживается в области таза, где она может быть ограничена поверхностной брюшиной, или проникать в стенки мочевого пузыря, мочеточников, кишечника, выстилать пузырно-маточное и прямокишечно-маточное углубление. Среди множества теорий развития данного заболевания, в настоящее время все большую поддержку в развитии потегенеза эндометриоза получает теория ретроградного оттока клеток эндометрия в полость брюшины [2]. Поскольку у многих женщин бывает ретроградная менструация, предполагается, что эндометриоз развивается как следствие нарушения баланса между количеством менструальной крови и пропускной способностью системы «клиренса» в перитонеальной среде [3].

Золотым стандартом определения степени эндометриоза в соответствии с классификацией Американского общества репродуктивной медицины (ASRM) является лапароскопия [4]. Однако данная процедура является инвазивной, что включает в себя определённое количество рисков, поэтому в наши дни продолжается активное изучение эндометриоза; его распространённость и наличие маркеров к нему. Существует мнение, что из-за отсутствия специфических диагностических малоинвазивных маркеров, диагностика эндометриоза в среднем затягивается до 7 лет [5].

На данный момент не существует какого-либо клинического маркера, как единичного, так и в комбинации, который бы обеспечил адекватную чувствительность и специфичность для постановки диагноза. В данной работе рассматриваются исследования в области обнаружения маркеров эндометриоза.

В недавних исследованиях от 2020 года группой ученых из Англии, Ирана, Северной Кореи [5-9] проводилось изучение уровня циркулирующих микроРНК (миРНК) для диагностики эндометриоза. МиРНК представляют собой одноцепочечные молекулы РНК, 21–25 нуклеотидов в длину, которые действуют как посттранскрипционные сайленсеры экспрессии генов путем деградации их целевых РНК. Ученые предполагают, что ценность миРНК, идентифицированных как кандидаты в маркеры эндометриоза, повышается за счет доказательств их участия в регуляции путей, которые считаются важными в патофизиологии эндометриоза и, таким образом, открывают новые потенциальные терапевтические мишени [5].

МиРНК обнаруживаются в жидкостях организма (в т. ч. крови), содержатся в экзосомах, а так же связаны с белковыми комплексами, что делает их более стабильными, чем циркулирующие гормоны или цитокины, поэтому считается, что они

являются лучшими кандидатами в маркеры заболевания. Одна миРНК может быть нацелена на несколько генов, а один ген может быть нацелен на разные миРНК [6-9].

В своём исследовании Elahe Papari et al. [5] было использовано секвенирование нового поколения (NGS) miRseq в предварительном исследовании образцов плазмы, собранных во время ранней секреторной фазы, следующим образом:

1. женщины (n ¼ 5) с эндометриозом I – II стадии;
2. женщины (n ¼ 5) с эндометриозом III – IV стадии;
3. женщины без эндометриоза (контроль; n ¼ 5);
4. женщины без эндометриоза, но с другими патологиями эндометрия (например, аденомиозом, миомами и лейомиомами; n ¼ )

В результате предварительного исследования ученые установили, что плазменный уровень 28 новых миРНК и 41 миРНК дифференциально выражены у женщин с эндометриозом по сравнению с контрольной группой. Результаты NGS были подтверждены с помощью количественной ПЦР у 45 женщин с хирургически подтвержденным эндометриозом.

Далее было принято решение продолжить исследование для расширения оценки миРНК, идентифицированных в предварительном скрининге на предмет кандидатов в маркеры эндометриоза [5]. Для этого предварительное исследование NGS (NextSeq50, v2) было проведено с использованием образцов плазмы, собранной на ранней секреторной фазе менструального цикла у женщин с хирургически подтвержденным эндометриозом (n ≥ 10) и контрольной группы женщин без эндометриоза (n ≥ 10). Результаты NGS были подтверждены с помощью количественной ПЦР в выборке образцов плазмы от женщин с хирургически подтвержденным эндометриозом (n ≥ 30) и контрольной группы женщин без эндометриоза (n ≥ 15) [3]. Таким образом, образцы на исследование миРНК в текущем исследовании состояли из 20 миРНК, идентифицированных в предварительном исследовании, и нескольких миРНК, идентифицированных в ходе текущих исследований миРНК при эндометриозе. Эталонные миРНК со стабильными и эквивалентными уровнями в плазме у женщин с эндометриозом и контрольных женщин были использованы для стандартизации результатов циркулирующей миРНК в плазме, в которых было исключено искажение результатов по причине гемолиза. Уровни в плазме восьми миРНК из 24 протестированных миРНК значительно различались у женщин с эндометриозом по сравнению с контрольными женщинами. MiR-199a-3p, miR-143-3p, miR-340-5p, let-7b-5p, miR-21-5p, miR-17-5p, miR-20a5p и miR-103a-3p были значительно ниже у женщин с эндометриозом по сравнению с женщинами контрольной группы. Чувствительность и специфичность для отдельных миРНК варьировались от 0,36 до 1,00 и от 0,43 до 1,00 соответственно. В ходе исследования были отобраны 2 миРНК (hsa-miR-148b-3p и hsa-miR-30e-5p), которые могут быть использованы в качестве внутренних эталонных миРНК. Было обнаружено, что уровни трех миРНК в плазме (hsa-miR-21-5p, hsa-miR-143-3p и hsa-miR-199a-3p) были значительно ниже у женщин с эндометриозом по сравнению с контрольной группой. Однако, циркулирующие уровни были выше в исследовании NGS, проводимом ранее. Авторы утверждают, что это произошло потому, что при предыдущем исследовании NGS анализ проводился на объединенных образцах плазмы от женщин с эндометриозом и контрольной группы в ранней секреторной фазе менструального цикла, а в последующем использовались отдельные образцы плазмы независимо от фазы менструального цикла [5].

Исследователи из Японии Michio Kitajima, Kanako Matsumoto et al. рассматривают роль антимюллерового гормона (АМГ) в развитии эндометриоза. Было проведено исследование уровня АМГ в перитонеальных жидкостях (ПЖ) у женщин с эндометриозом и без него [10]. Перитонеальная жидкость была собрана во время лапароскопии у 90 женщин с диагнозом эндометриоз (стадия III rASRM, n = 30; стадия IV, n = 60), и 32 женщин без эндометриоза (служили контролем). Перед операцией

также были собраны парные образцы сыворотки. АМГ в ПЖ и сыворотке были измерены с помощью системы ELISA. Уровни АМГ сравнивали в зависимости от наличия эндометриоза. Экспрессию АМHR2 в перитонеальных эндометриоидных поражениях, полученных во время лапароскопии, исследовали с помощью иммуногистохимии.

Перитонеальную жидкость исследуют потому, что она может содержать ряд воспалительных цитокинов и хемокинов, которые участвуют в росте и прогрессировании эндометриоидных поражений [11]. Эти макромолекулы происходят из эктопических железистых клеток эндометрия, стромальных клеток, окружающих сосудистых клеток и инфильтрированных макрофагов. В то же время вырабатываются ингибиторы этих стимуляторов. Соответственно, образуется резервуар и баланс между стимуляторами и ингибиторами в перитонеальной жидкости может влиять на способность роста эндометриоидных поражений. Поэтому была предложена теория, что различные уровни АМГ в перитонеальной жидкости могут влиять на рост и прогрессирование перитонеального эндометриоза [10].

Исследование Michio Kitajima, Kanako Matsumoto et al. показало значительную линейную корреляцию между АМГ в перитонеальных жидкостях и в сыворотке крови как у женщин с эндометриозом, так и у женщин контрольной группы без заболевания [10]. В исследовании не было выявлено значительной разницы в уровнях АМГ в сыворотке в зависимости от наличия эндометриоза. Но когда мы сравниваем АМГ в перитонеальной жидкости в соответствии с наличием эндометриоза, обнаруживается значительно более низкий АМГ в перитонеальной жидкости у женщин с распространенным эндометриозом по сравнению с таковыми у женщин контрольной группы. Эти результаты могут указывать на то, что на АМГ в перитонеальной жидкости может влиять присутствие эндометриоза. Хотя причина специфического изменения уровня АМГ в перитонеальной жидкости не ясна, более низкий уровень АМГ в перитонеальной жидкости у женщин с эндометриозом может быть связан с патофизиологией эндометриоза. Если АМГ действует как ингибитор ткани, происходящей из мюллерова протока, более низкие уровни АМГ в перитонеальной жидкости можно объяснить как предполагаемую среду, способствующую росту при болезни [10]. Следует отметить, что концентрация АМГ в перитонеальной жидкости коррелирует с возрастом и уровнем АМГ в сыворотке крови. Уровни АМГ в перитонеальной жидкости могут различаться в зависимости от наличия эндометриоза яичников, который снижает продукцию АМГ из клеток гранулезы яичника. Эндометриоз брюшины экспрессирует АМГ R2 (AMH receptor type2), специфический рецептор АМГ, который может указывать на функциональную роль АМГ в поддержании роста этих поражений [10].

Так же проводятся исследования, которые указывают на возможную роль матриксных металлопротеиназ (ММП) в патогенезе эндометриоза. Elahe Papari, M.Sc. Mehrdad Noruzinia et al. предложена гипотеза, что повышенная экспрессия активности ММП в эутопическом и эктопическом эндометрии у пациентов с эндометриозом может коррелировать с наличием эндометриоидных поражений [3]. Целью исследования являлась оценка уровня экспрессии ММП-2 и ММП-9 в эктопическом эндометрии женщин с видимыми эндометриоидными поражениями и эутопическим эндометрием у пациентов без признаков эндометриоза. Обследовано 43 пациента, которые были разделены на две группы. В 1-ю группу вошли 31 пациентки с эндометриозом брюшины/яичников, перенесшие лапароскопию и гистероскопию. 2 группа состояла из 12 пациенток с лейомиомой, полипами эндометрия или относительно здоровых пациентов, перенесших гистерэктомию или полипэктомию и выскабливание эндометрия. Исследование показало статистически более высокую экспрессию ММП-2

(1,7783 ± 0,22 балла иммуногистохимии (ИГХ) по сравнению с контрольной группой - 1,41 ± 0,34,  $p = 0,0017$ ) и ММП-9 (1,352 ± 0,067 против 1,85 ± 0,26 в контроле) [2].

Похожее исследование с участием металлопротеиназ провели Wenzl и Heinzl [12]. Они предположили, что эктопический эндометрий сохраняет свою секреторную способность к протеазам, и это позволяет проникать в окружающие ткани и в последующем формировать очаги нового эндометрия. В текущем исследовании было продемонстрировано, что экспрессия эндометрием ММП-2 и ММП-9 повышена у пациентов с эндометриозом. Авторы сделали выводы, что ММП-9 играет ключевую роль в способности перитонеальных макрофагов разрушать базальную мембрану и, таким образом, в его способности к фагоцитозу.

Группа авторов Liu H., Wang J. et al. утверждают, что ММП-9 в плазме напрямую коррелирует с тяжестью эндометриоза и может использоваться в качестве биохимического маркера [13]. Исследование демонстрирует статистически более высокую экспрессию ММП-2 и ММП-9 как в образцах эктопического, так и в эутопическом эндометрии по сравнению с образцами, взятыми у пациентов без эндометриоза. Сильная корреляция между экспрессией вышеупомянутых ММП в эктопическом и эутопическом эндометрии может иметь многообещающее диагностическое значение.

Особое внимание уделяется женщинам с эндометриоидным поражением яичников, так как атипичная перестройка клеток наблюдается в значительном количестве случаев. Более того, эндометриоз проявляет сходные черты с неоплазией. Выявление атипий характерно для 88,9% женщин с диагнозом рака яичников. Нередко в качестве прогностического маркера в последнее время в мире начали использовать маркер Ki-67 [14].

Ki-67 - негистоновый ядерный белок, выполняющий регуляторную функцию пролиферации клетки и определяется во время митоза и всех 32 активных фазах клеточного цикла, кроме фазы G0. Включает две молекулы массой 345 и 395 кДа. Белок показывает морфологические особенности пролиферации клеток и часто может быть использован в митотическом индексе и для классификации опухолей. При иммуногистохимических оценках процент клеток, которые показывают положительное ядерное окрашивание на Ki-67 указывает индекс пролиферации. При некоторых системных опухолях, таких как рак груди, легких, пищевода, почек и простаты, злокачественная меланома, неходжскинская лимфома, глиальные опухоли, данный маркер является фактором неблагоприятного прогноза. Информативен Ki-67 и для определения эндометриоза. [15]

Маркер Ki-67 значительно выше у пациенток с архитектурной атипией, чем у пациенток с клеточной атипией. Он выступает в качестве предвестника рака яичника, поэтому при выявлении маркера ki67 следует уделить достаточно внимания на этапе изучения хирургических образцов. В стромальной ткани женщин с диагнозом эндометриоз показатель данного маркера значительно повышен. Также показательно значение пролиферативного маркера в случаях прогрессирования эндометриоза и увеличения объема эндометриоидных кист яичника. [16]

В исследованиях, которые проводились в отделении акушерства и гинекологии университетской клинической больницы Вирхен-де-ла-Ариксака (HCUVA) в Мерси, Испания, с января 2014 года по апрель 2017 года приняли участие 266 пациентки. У 159 был эндометриоз, у 81 выявился рак яичников и 26 женщин страдали эндометриоз-ассоциированными опухолями. Пациентки ранее подвергались оперативному лечению по поводу своих диагнозов. Хирургические образцы были отправлены на исследование в нативном или фиксированном виде в 10% формальдегиде и проанализированы независимыми и опытными патологоанатомами. Образцы оценивались после стандартного окрашивания гематаксилином-эозином. В результате удалось установить, что атипичные формы имели место быть в 23 случаях (12,43%), 39,13 % из них

обнаружены у пациентов с эндометриоз-ассоциированными опухолями. Эндометриоз с клеточной атипией встречался преимущественно у пациенток без новообразований (71,4%), а эндометриоз с архитектурной атипией наблюдался у пациенток с раком яичников (88,8%). Ki-67 был значительно повышен у пациенток с эндометриозом с архитектурной атипией. Также были обнаружены более высокие показатели экспрессии ЦОГ-2 при типичном эндометриозе. [15]

Yalcin SE, Ocal I. et al исследовали 50 женщин, прошедших операцию по поводу кист яичников с диагнозом эндометриома [17]. Данные о возрасте, локализации эндометриом, стадии эндометриоза, диаметре, типе хирургического вмешательства, а также предоперационные и послеоперационные уровни СА-125 сравнивались между пациентами с рецидивом и без него. Изначально пациенток разделили на две группы: первая группа включала в себя 24 женщины (48%) с рецидивом. Среднее время до рецидива составляло  $11,1 \pm 10,7$  месяцев (медиана 6,5 месяцев; диапазон 1–48 месяцев). Вторая группа составляла 26 женщин (52%) без случаев рецидива. Средний размер кист составлял  $6,8 \pm 2,4$  см (медиана 6 см; диапазон 3–15 см). Средний индекс пролиферации Ki-67 составил  $5,18\% \pm 4,28\%$  (медиана 4%, диапазон 1%–15%). Средний процент окрашивания эпителия урокортином составлял  $12,3\% \pm 18,03\%$  (медиана 5%; диапазон 1–90%). По интенсивности окрашивания у 30 (60%) из 50 пациенток слабое, у 20 (40%) сильное. Таким образом интенсивность окрашивания сомнительно для оценки рецидива. Разница между средним значениям индекса пролиферации Ki-67 у пациентов на ранней стадии (I – II степени) с рецидивом и без него не выявлено.

Разница была определена между средним значением индекса пролиферации Ki-67 у пациентов на поздней стадии (III – IV степени) с рецидивом и без него. По значениям Ki-67 у пациенток с рецидивом ( $7,5 \pm 6,5$ ) был статистически значимым по сравнению с таковым у пациентов без рецидива ( $1 \pm 4$ ). Данные маркера СА-125 в послеоперационных случаях, где значительная разница была определена между послеоперационными медианными уровнями СА-125 у пациентов без рецидива ( $10 \pm 17,6$ ) и пациентами с рецидивом ( $29,9 \pm 18,1$ ).

Ki-67 является показателем агрессивного опухолевого роста с сосудистой инвазией, склонностью к метастазированию. СА-125 в свою очередь является ценным маркером рецидива эндометриоза и имеет корреляцию с индексом пролиферации Ki-67, так как активные пролиферативные клетки больше секретируют СА-125 [17].

### **Заключение**

Исследования, проведенные за последние 5 лет, демонстрируют более глубокое понимание эндометриоза, поскольку нарушения регуляции относятся к гормонам, рецепторам гормонов, иммунной функции и трансформации в рак яичников, но эндометриоз по-прежнему остается загадкой во многих аспектах. Критически необходимо для этого загадочного заболевания механистическое понимание инициации заболевания и нарушения, которые, как мы надеемся, приведут к развитию неинвазивной диагностики заболевания и разработке методов лечения, которые не отменяют гормональную цикличность, не имеют другие нежелательные побочные эффекты и уменьшают потребность в хирургическом удалении.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

*Финансирование. Исследование не имело финансовой поддержки.*

\*\*\*

1. Qu, H., Li, L., Wang, TL. et al. Epithelial Cells in Endometriosis and Adenomyosis Upregulate STING Expression. *Reprod. Sci.* 27, 1276–1284 (2020). <https://doi.org/10.1007/s43032-019-00127-z>
2. Matthew Latham Macer, Hugh S. Taylor, Endometriosis and Infertility: A Review of the Pathogenesis and Treatment of Endometriosis-associated Infertility, *Obstetrics and Gynecology Clinics of North America*, Volume 39, Issue 4, 2012, Pages 535-549

3. Barbe AM, Berbets AM, Davydenko IS, Koval HD, Yuzko VO, Yuzko OM. Expression and Significance of Matrix Metalloproteinase-2 and Matrix Metalloproteinase-9 in Endometriosis. *J Med Life*. 2020;13(3):314-320. doi:10.25122/jml-2020-0117
4. Meuleman C, Vandenabeele B, Fieuws S, Spiessens C, Timmerman D, D'Hooghe T. High prevalence of endometriosis in infertile women with normal ovulation and normospermic partners. *Fertil Steril*. 2009 Jul;92(1):68-74. doi: 10.1016/j.fertnstert.2008.04.056. Epub 2008 Aug 5. PMID: 18684448
5. Papari E, Noruzinia M, Kashani L, Foster WG. Identification of candidate microRNA markers of endometriosis with the use of next-generation sequencing and quantitative real-time polymerase chain reaction. *Fertil Steril*. 2020 Jun;113(6):1232-1241. doi: 10.1016/j.fertnstert.2020.01.026. PMID: 32482255.
6. Cho S, Mutlu L, Grechukhina O, Taylor HS. Circulating microRNAs as potential biomarkers for endometriosis. *Fertil Steril*. 2015 May;103(5):1252-60.e1. doi: 10.1016/j.fertnstert.2015.02.013. Epub 2015 Mar 13. PMID: 25772772; PMCID: PMC4417410.
7. Jia SZ, Yang Y, Lang J, Sun P, Leng J. Plasma miR-17-5p, miR-20a and miR-22 are down-regulated in women with endometriosis. *Hum Reprod*. 2013 Feb;28(2):322-30. doi: 10.1093/humrep/des413. Epub 2012 Nov 30. PMID: 23203215; PMCID: PMC3733164.
8. Moustafa S, Burn M, Mamillapalli R, Nematian S, Flores V, Taylor HS. Accurate diagnosis of endometriosis using serum microRNAs. *Am J Obstet Gynecol*. 2020 Oct;223(4):557.e1-557.e11. doi: 10.1016/j.ajog.2020.02.050. Epub 2020 Mar 9. PMID: 32165186.
9. Cosar E, Mamillapalli R, Ersoy GS, Cho S, Seifer B, Taylor HS. Serum microRNAs as diagnostic markers of endometriosis: a comprehensive array-based analysis. *Fertil Steril*. 2016 Aug;106(2):402-9. doi: 10.1016/j.fertnstert.2016.04.013. Epub 2016 May 11. PMID: 27179784.
10. Kitajima M, Matsumoto K, Murakami N, Kajimura I, Harada A, Kitajima Y, Masuzaki H, Miura K. AMH Concentrations in Peritoneal Fluids of Women With and Without Endometriosis. *Front Surg*. 2020 Nov 11;7:600202. doi: 10.3389/fsurg.2020.600202. PMID: 33263001; PMCID: PMC7686136.
11. Rižner TL. Diagnostic potential of peritoneal fluid biomarkers of endometriosis. *Expert Rev Mol Diagn*. 2015 Apr;15(4):557-80. doi: 10.1586/14737159.2015.1015994. Epub 2015 Feb 26. PMID: 25719220.
12. Wenzl RJ, Heinzl H. Localization of matrix metalloproteinase-2 in uterine endometrium and ectopic implants. *Gynecol Obstet Invest*. 1998;45(4):253-7. doi: 10.1159/000009978. PMID: 9623791.
13. Liu H, Wang J, Wang H, Tang N, Li Y, Zhang Y, Hao T. The plasma and peritoneal fluid concentrations of matrix metalloproteinase-9 are elevated in patients with endometriosis. *Ann Clin Biochem*. 2016 Sep;53(Pt 5):599-605. doi: 10.1177/0004563215626458. Epub 2016 Jan 7. PMID: 26744503.
14. Kahyaoglu I, Kahyaoglu S, Moraloglu O, Zergeroglu S, Sut N, Batioglu S. Comparison of Ki-67 proliferative index between eutopic and ectopic endometrium: a case control study. *Taiwan J Obstet Gynecol*. 2012 Sep;51(3):393-6. doi: 10.1016/j.tjog.2012.07.013. PMID: 23040923.
15. Ñiguez Sevilla I, Machado Linde F, Marín Sánchez MDP, Arense JJ, Torroba A, Nieto Díaz A, Sánchez Ferrer ML. Prognostic importance of atypical endometriosis with architectural hyperplasia versus cytologic atypia in endometriosis-associated ovarian cancer. *J Gynecol Oncol*. 2019 Jul;30(4):e63. doi: 10.3802/jgo.2019.30.e63. Epub 2019 Mar 4. PMID: 31074246; PMCID: PMC6543102.
16. Hatano Y, Tamada M, Asano N, Hayasaki Y, Tomita H, Morishige KI, Hara A. High-grade serous ovarian carcinoma with mucinous differentiation: report of a rare and unique case suggesting transition from the "SET" feature of high-grade serous carcinoma to the "STEM" feature. *Diagn Pathol*. 2019 Jan 12;14(1):4. doi: 10.1186/s13000-019-0781-9. PMID: 30636633; PMCID: PMC6330567.
17. Yalcin SE, Ocal I, Yalcin Y, Selim HS, Caltekin MD, Aydogmus H, Kelekci S. Evaluation of the Ki-67 Proliferation Index and Urocortin Expression in Women with Ovarian Endometriomas. *Eurasian J Med*. 2017 Jun;49(2):107-112. doi: 10.5152/eurasianjmed.2017.17070. PMID: 28638252; PMCID: PMC5469835.

**Сидорова Е.И.<sup>1</sup>, Гальченко А.В.<sup>2</sup>**

**Потребление холестерина студентами шести различных регионов со всего мира**

<sup>1</sup>*ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. Сеченова МЗ РФ (Сеченовский Университет)*

<sup>2</sup>*Российский Университет Дружбы Народов  
(Россия, Москва)*

*doi: 10.18411/sr-10-04-2021-06*

#### **Аннотация**

Проблема избыточного потребления холестерина является одной из глобальных проблем современного человечества. Повышенный уровень холестерина в крови способствует развитию атеросклероза, который является одной из основных причин

сердечно-сосудистой смертности. В данном исследовании с помощью сервиса «Nutrilogic» проанализировано потребление холестерина студентами из шести разных регионов мира. 80% студентов имело избыток холестерина в рационе (>300 мг/сут). Его среднее потребление составило 551 мг/сут. Между группами значимых различий выявлено не было. Однако при стандартизации рационов по медиане общей калорийности (2716 мг/сут) обнаружено, что содержание холестерина в рационах студентов из Латинской Америки, а также Южной, Юго-Восточной и Восточной Азии ниже, в сравнении с другими регионами. Тем не менее, оно все равно оставалось выше 300 мг/сут. Наиболее распространен избыток холестерина в рационе был в Южной и Экваториальной Африке (92%). Контроль потребления холестерина, в первую очередь за счет ограничения потребления животных продуктов, необходим с молодого возраста во избежание осложнений в зрелом.

**Ключевые слова:** сердечно-сосудистая смертность, атеросклероз, адекватное питание, пищевые привычки, региональные особенности, культура питания.

### Abstract

The problem of excessive consumption of cholesterol is one of the global problems of modern mankind. Elevated blood cholesterol levels contribute to the development of atherosclerosis, which is one of the basic causes of cardiovascular mortality. This study uses «Nutrilogic» software to analyze the cholesterol intake in students from six different regions of the world. 80% of the students had an excess of cholesterol in their diet (>300 mg/day). Its average consumption was 551 mg/day. There were no significant differences between the groups. However, when the diets were standardized according to the median total calorie content (2716 mg/day), it was found that the cholesterol content in the diets of students from Latin America, as well as from South, Southeast and East Asia, was lower in comparison with other regions. However, it still remained above 300 mg/day. Excessive cholesterol intake was the most spread in students from South and Equatorial Africa (92%). Control of cholesterol consumption, primarily by limiting the intake of animal-derived products, is necessary from a young age in order to avoid complications in adulthood.

**Keywords:** cardiovascular mortality, atherosclerosis, adequate nutrition, dietary habits, regional features, food culture.

### Введение

По данным ВОЗ, сердечно-сосудистые заболевания являются ведущими причинами смертности в мире. Наиболее частой в настоящее время причиной является ишемическая болезнь сердца [1]. Около трети всех случаев ишемической болезни сердца вызваны повышенным уровнем холестерина. Сам по себе высокий уровень холестерина является причиной смерти 4,5% населения [2].

### Материалы и методы

В работе было обследовано 107 человек (34 мужчины и 73 женщины), студентов первого курса ФГАОУ ВО «Российского университета дружбы народов» из 33 стран Северной и Южной Америки, Африки, Европы и Азии. Обследуемые были распределены на шесть групп согласно географическому региону проживания – 17 человек из Южной, Юго-Восточной Азии, Монголии и Китая (ЮВМК), 15 человек из Латинской Америки (ЛА), 12 человек из Северной Африки, Ближнего Востока, Средней Азии и Афганистана (СБСА), 12 человек из Южной и Экваториальной Африки (ЮЭА), 8 человек из Ирана и Азербайджана (ИА), 43 человека из России, Украины и Молдавии (РУМ). Возраст испытуемых составил: ME 23 года, минимум 20 лет, максимум 51 год.

Оценка фактического питания проводилась методом частотного анализа с использованием программного обеспечения «Nutrilogic» (ООО «Нутрилоджик», г.

Рязань). Валидность данного сервиса была подтверждена Московским государственным университетом пищевых производств в 2018 году [3]. В качестве базы данных по составу пищевых продуктов использовался справочник «Химический состав и калорийность российских продуктов питания» [4]. Анкетирование испытуемых проводилось в первые два месяца их пребывания в Москве. Учитывалось потребление продуктов питания за 3-6 месяцев до их пребывания в Москву. Исследование проводилось в период с июля по октябрь 2018 года. Верхней границей допустимого потребления холестерина мы считали 300 мг/сут, в соответствии с установленными в РФ нормами [5].

Статистическая обработка данных проводилась с применением пакета прикладных программ SPSS v. 23.0.0.0 (IBM, USA). По тесту Колмогорова-Смирнова распределение в выборках не было гауссовским, соответственно данные представлены в виде медианы и квартилей. Для определения концентрации холестерина в рационах, его потребление также было перерасчитано по медиане общей калорийности. Различия двух независимых групп определялось критерием Манна-Уитни. Различия между всеми группами - тестом Краскела-Уоллиса. Для сравнения долей использовался точный критерий Фишера.

### Результаты и обсуждение

В целом, потребление холестерина студентами было очень высоким (Ме 551 [331; 843] мг/сут). В СБСА, ЮЭА, ИА и РУМ даже 25 перцентиль его потребления был выше 300 мг/сут. Многие студенты потребляли более 1 г холестерина в сутки, а 4 студента из СБСА – даже более 1,5 г/сут. Между группами статистически значимых различий обнаружено не было (Рис. 1).

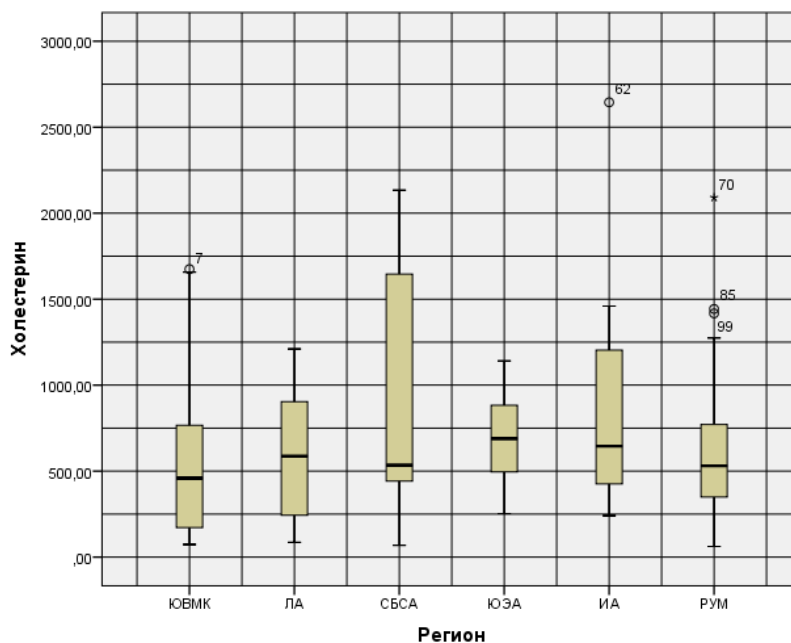


Рисунок 1. Потребление холестерина студентами из разных регионов мира (мг/сут).

После стандартизации потребления по медиане калорийности (2716 ккал/сут) потребление холестерина испытуемыми из ЮВМК и ЛА значительно отличалось от показателей в группах ЮЭА, ИА и РУМ (Рис. 2). Однако при применении поправки Бонферрони значимых различий не было выявлено.

Несмотря на то, что наиболее низкое содержание холестерина в рационе наблюдалось у студентов из ЮВМК и ЛА, медиана его потребления все еще была выше рекомендуемого значения. У остальных испытуемых значения медиан приблизились или превышали отметку в 600 мг/сут.

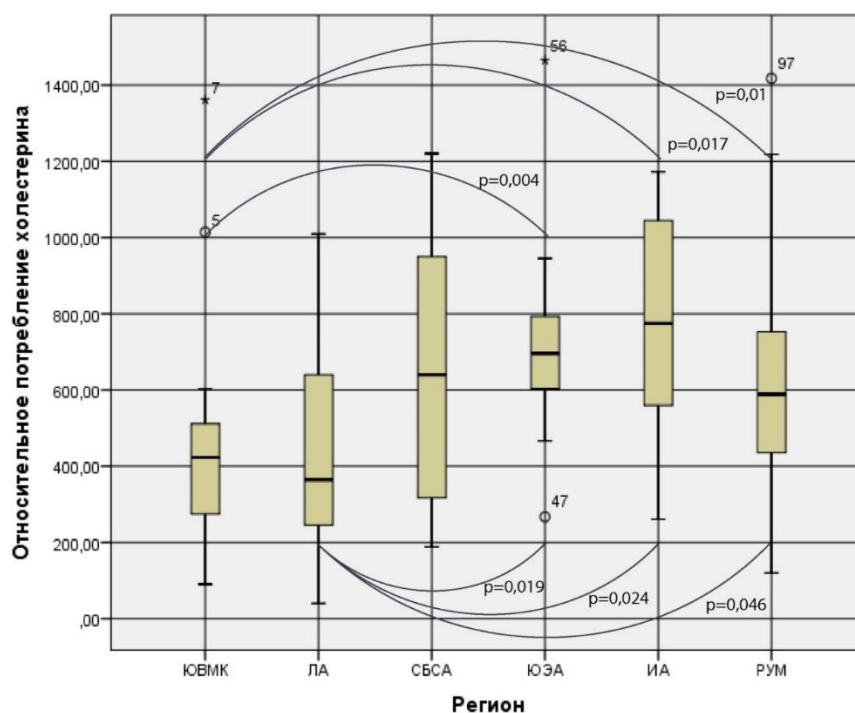


Рисунок 2. Потребление холестерина при стандартизации по медиане общей калорийности (2716 ккал/сут) для студентов из всех регионов.

Доли испытуемых с избыточным потреблением холестерина статистически не различались между собой. Наибольший процент избыточного потребления холестерина, наблюдался у студентов из ЮЭА (92%). Однако и в других регионах 2/3 и более испытуемых превышали рекомендуемые уровни его потребления. Подробная информация показана на Рис. 3.

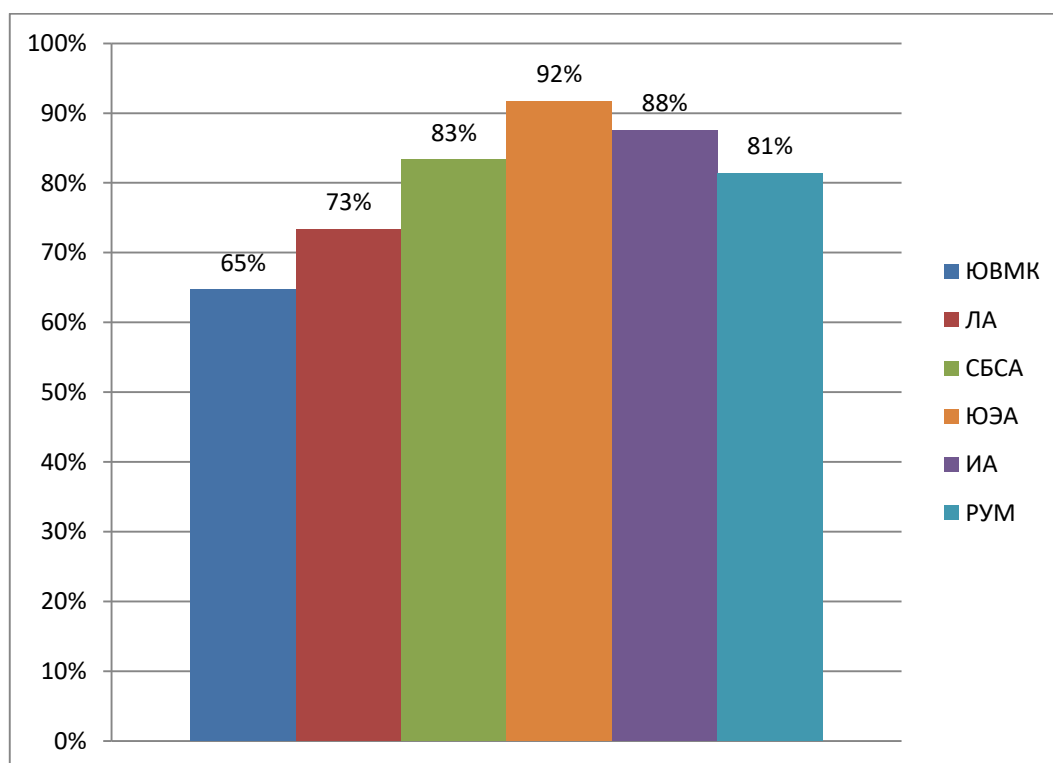


Рисунок 3. Доли испытуемых с избыточным потреблением холестерина.

### Заключение

Избыточное потребление холестерина является мировой проблемой, требующей тщательного контроля. Это подтвердилось в проведенном нами исследовании, где в среднем у 80% испытуемых потребление холестерина было выше нормы. Между тем, заложенные в молодом возрасте пищевые привычки зачастую сохраняются на всю жизнь. Это обуславливает необходимость формирования адекватного пищевого поведения с ранних лет, во избежание ассоциированных проблем в зрелом возрасте.

\*\*\*

1. Всемирная Организация Здравоохранения. Информационные бюллетени. 10 ведущих причин смерти в мире // [Электронный ресурс] // URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>
2. Всемирная Организация Здравоохранения. Всеобъемлющий глобальный механизм контроля, включающий показатели, и комплекс добровольных глобальных целей в области профилактики неинфекционных заболеваний и борьбы с ними. Версия от 25 июля 2012 года. // [Электронный ресурс] // URL: [https://www.who.int/nmh/events/2012/Discussion\\_paper3\\_RUS.pdf](https://www.who.int/nmh/events/2012/Discussion_paper3_RUS.pdf)
3. Дубцов Г.Г. Заключение об эффективности научно-технической разработки «Метод анализа характера питания человека в домашних условиях и фактического химического состава диетологических рационов, генерированных с использованием сервиса Nutrilogic». Утверждено Ю.В. Бабиным. МГУПП, 2018.
4. Тутельян В.А. Химический состав и калорийность российских продуктов питания: Справочник. М.: ДеЛи плюс, 2012, 284 с.
5. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009, 36 с.

**Томилов В.О., Лобанова Д.А., Борисова В.А., Грачева А.А., Руина О.В.**  
**Медикаментозный аборт на ранних сроках**

*ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(Россия, Нижний Новгород)*

*doi: 10.18411/sr-10-04-2021-07*

### Аннотация

Одной из ключевых проблем в акушерстве и гинекологии является искусственное прерывание беременности. Авторами сделан акцент на медикаментозном аборте. Из-за высокой смертности при самостоятельном выполнении аборта необходимо проводить просветительскую деятельность среди населения по данному вопросу. Также необходимо помнить о долгосрочных последствиях после выполнения данной процедуры.

**Ключевые слова:** аборт; прерывание беременности; беременность.

Согласно данным Института Гуттмахера в 2017 году количество медикаментозных абортов на ранних сроках увеличилось на 25% по сравнению с 2014 годом и составило 39% от всех прерываний беременности. Это не значит, что количество абортов выросло - напротив, за этот же период их количество снизилось на 8%. Однако это говорит о том, что все больше женщин на ранних сроках предпочитают медикаментозный аборт, а не хирургический [1]. Многие женщины считают медикаментозный аборт более естественным методом, поскольку он имитирует процесс выкидыша.

Экспертами ВОЗ определено, что безопасными методами прерывания беременности являются медикаментозный аборт и вакуум-аспирация. При этом наименьшее число и тяжесть осложнений наблюдается при искусственном прерывании беременности в ранние сроки – до 6 нед.

К сожалению, осведомленность об этом методе достаточно низкая. Как и любимая медицинская процедура, аборт вызывает страх у пациенток. Зачастую это связано с мифами, которые его окутывают. К примеру, некоторые пациентки приравнивают медикаментозный аборт к экстренной контрацепции. Однако механизм их действия принципиально разный. Медикаментозный аборт останавливает течение уже возникшей беременности, экстренная контрацепция предотвращает ее возникновение, не допуская овуляции. То есть если овуляция уже произошла, она будет бессильна. Исключение составляет медьсодержащая внутриматочная спираль, которая вызывает воспалительную реакцию, нарушающую движение сперматозоидов, и предотвращающую прикрепление зиготы к стенке матки [5].

«Таблетка для аборта» - лекарственный препарат, останавливающий беременность и помогающий организму избавиться от нее. Он состоит из двух препаратов. Первый - мифепристон, так же известный как RU-486, который запускает процесс безопасного прерывания беременности. Мифепристон является синтетическим производным прогестерона с присоединением норэтиндрона. Обладает антипрогестагенным действием, не обладает гистогенной активностью. Сродство к рецепторам прогестерона у него в 5 раз выше, чем у гормонов. Он препятствует связыванию прогестерона с рецепторами и угнетает простагландиндегидрогеназу, что приводит к разрушению капилляров в слизистой оболочке матки, повышению активности фосфолипазы А<sub>2</sub>, которая высвобождает из липидов арахидоновую кислоту и увеличивает синтез простагландинов. Под действием мифепристона увеличивается чувствительность матки к простагландинам в 5 раз.

Синтез простагландинов так же активизируется за счет ингибирования простагландиндегидрогеназы. Увеличение концентрации простагландинов индуцирует сокращения матки. Началу сокращений предшествует размягчение и расширение шейки матки.

В результате развитие беременности приостанавливается и начинается процесс избавления от нее. Учитывая особую значимость препаратов для прерывания нежелательной беременности в связи с их высокой востребованностью, эффективностью и безопасностью, в 2004 году ВОЗ включила мифепристон и мизопропрост в Перечень основных лекарственных средств [3].

Спустя 24-48 часов принимается второй препарат – мизопропрост. Он помогает матке избавиться от беременности. Мизопропрост является синтетическим аналогом простагландина Е. Он инициирует сокращение гладких мышц миометрия и расширение шейки матки. Подобно выкидышу, происходящему без медикаментозного вмешательства, организм начинает испытывать спазмы и избавляться от оставшейся беременности. Вагинальное применение мизопростола показало высокую эффективность (в течение 24 ч родоразрешены 89,3 % беременных), было более эффективным, чем применение окситоцина, однако риск гиперстимуляции матки, наоборот, был выше при применении мизопростола. Пероральное введение мизопростола также было эффективным (87,4 %), интервал от начала родовозбуждения до родов был меньше, чем при применении других методов родовозбуждения [2].

Возникает вопрос о безопасности медикаментозного аборта. Риск смертности во время прерывания беременности тем ниже, чем меньше срок. Так как медикаментозный аборт возможен на сроке не более 10 недель, он становится максимальным безопасным.

По данным Института Гуттмахера осложнения, требующие госпитализации, возникают лишь в 0,4% случаев. Метроррагия возникает в 12%, остатки плодного яйца наблюдаются в 2%, эндометрит не наблюдается. Нарушения гормонального фона наблюдались в 4% случаев. За все время использования препаратов было выявлено 7

летальных исходов. Один в результате разрыва маточной трубы при внематочной беременности, 5 – результаты развития сепсиса.

Противопоказаниями для медикаментозного аборта служат внематочная беременность, почечная и печеночная недостаточность, надпочечниковая недостаточность, длительное применение кортикостероидов, миома матки, заболевания крови, курение, присутствие в матке ВМС, аллергии.

Таким образом, медикаментозное прерывание беременности обладает следующими плюсами: атравматичность процедуры, высокая эффективность 97%, отсутствие гормонального стресса, а следовательно влияния на репродуктивную и менструальную функции, отсутствие психологического стресса для пациентки, низкий риск инфицирования. Поэтому стоит рассказывать женщинам о такой возможности, ведь популяризация данной методики будет способствовать сохранению репродуктивного потенциала страны.

На данный момент на российском рынке представлены следующие виды препаратов. Мифипрестон, женале, гинепристон производятся в нашей стране. Стоимость их колеблется от 400 до 600 рублей. Другой производитель выпускает таблетки с этим же действующим веществом под названием Гинестрил стоит значительно выше - 6330 руб. Это связано с тем, что данный препарат относится к новому поколению медикаментов и имеют меньше побочных эффектов. Однако, как abortивные средства они показывают меньшую эффективность.

Было отмечено, что в 5 % случаев беременность продолжала развиваться, в 7 % не наступало изгнание плода, в 3% наблюдалось сильное кровотечение, требовавшее хирургического вмешательства.

Наиболее эффективной считается следующая схема приема препаратов: 600мг Мифепристона с последующим пероральным приемом 2 х таблеток 400мг Мизопростола спустя 48 часов. Другие дозы и режимы приемы, включая меньшие дозы, допустимо снижение дозы Мифепристона до 200мг, так же оказались эффективными не только в клинических испытаниях, но и на практике.

Затрагивая тему долгосрочных последствий для здоровья женщин, стоит сказать, что в общеклинических испытаниях никаких серьезных последствий и рисков зарегистрировано не было. Такие эффекты кажутся маловероятными в связи с кратковременностью воздействия препарата. Мифепристон метаболизируется очень быстро, так три четверти дозы выводятся из организма в течение двух дней. Вероятность наступления овуляции уже в следующем после аборта цикле составила 75,9%. Доказано, что комбинация Мифепристона с Мизопростолом не влияет на последующие беременности или способности к зачатию.

Однако, в виду кажущейся простоты процедуры и доступности препаратов без соответствующего рецепта от врача, женщины принимают решение самостоятельно провести данную процедуру без консультации. Таким образом, смертность даже от такого щадящего метода резко увеличивается. Применение препаратов для медикаментозного аборта без контроля не допустимо.

В виду возможности развития обильных кровотечений и наличия строгих противопоказаний прием стоит осуществлять только после консультации с гинекологом, и желателен прием в условиях дневного стационара под постоянным наблюдением медицинского персонала. Но, несмотря на это вероятность развития осложнений остается менее значимой по сравнению с риском осложнений после криминальных абортов.

Медикаментозный аборт следует рассматривать и как резерв в снижении материнской смертности и заболеваемости, а также способ улучшения репродуктивного здоровья женщины, напрямую связанного со снижением государственных затрат на ведение осложненных беременностей и выхаживание

недоношенных новорожденных [4]. Такой вид аборта должен стать приоритетным методом при прерывании беременности на ранних сроках.

\*\*\*

1. Бантьева М.Н., Маношкина Е.М., Соколовская Т.А. Медико-социальная значимость проблемы абортов в Российской Федерации. Академия медицины и спорта. 2020;1(1):5-9. doi:10.15829/2712-7567-2020-1-5-9
2. Благодарный Г. В. Применение синтетического аналога простагландина E1 мизопростола с целью родовозбуждения // Ж. акуш. и жен. болезн.. 2017. №1. – С. 58
3. Дикке Г.Б. Медикаментозный аборт. Мифепристон-200 - выбор, основанный на доказательствах // Главврач Юга России. 2014. №1 (38). – С. 49
4. Дикке Г.Б. Показания и современные схемы медикаментозного завершения беременности // ПМ. 2017. №7 (108).
5. Пак В.Е., Ли К.И. Мифепристон и мизопростол: вместе или отдельно? // Акушерство и гинекология: новости, мнения, обучение. 2019. Т. 7, № 3. Приложение. С. 83–86. doi: 10.24411/2303-9698-2019-13911

**Томилов В.О., Лобанова Д.А., Копылова М.В.**

**Актуальные вопросы лечения и профилактики преэклампсии и эклампсии**

*ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет»*

*Министерства здравоохранения Российской Федерации*

*(Россия, Нижний Новгород)*

doi: 10.18411/sr-10-04-2021-08

#### **Аннотация**

В работе рассмотрены появления таких тяжелых состояний, как преэклампсия и эклампсия. Авторами сделан акцент на патогенезе, фармакопрофилактике и фармакотерапии данных патологических состояний как на одном из наиболее актуальном вопросе в акушерстве.

**Ключевые слова:** эклампсия; преэклампсия; гипертонические расстройства; беременность; интенсивная терапия.

Во время беременности усиливается выраженность системного воспаления, тромбообразования и атеросклеротических процессов; к середине второго триместра женщина может столкнуться с толерантностью к глюкозе, гестационным сахарным диабетом, метаболическим синдромом и нарушением тромбофильного гемостаза. Гипертонические расстройства во время беременности, в том числе преэклампсия, встречаются в 2-8% беременностей. В России этот показатель выше и колеблется на уровне 5-30% [1].

На данный момент ни одна проблема в акушерстве не вызывает столь пристального внимания, как проблема преэклампсии и эклампсии ввиду их малой изученности.

Преэклампсия (ПЭ) - это синдром, который развивается только у беременных женщин, обычно после 20-й недели, из-за дисфункции жизнеобеспечивающих систем организма. Этот синдром обычно проявляется гипертензией и протеинурией [6]. Основную роль в развитии ПЭ играют сосудистые нарушения: ангиоспазм, нарушение проницаемости сосудистой стенки, изменение вязкости крови и дезорганизация микроциркуляции.

Одним из основных проявлений этого гестоза является гиповолемия, которая встречается почти во всех случаях. Это приводит к снижению переноса кислорода и его потребления тканями с последующим развитием сердечной недостаточности и

развитием синдрома низкого сердечного выброса. Плацентарная недостаточность встречается примерно у 30% рожениц с ПЭ.

ПЭ является опасной не только для жизни женщины, но и ребенка. Синдром также характеризуется замедлением роста плода. Риск сердечно-сосудистых заболеваний у детей женщин с ПЭ, начинает проявляться уже в утробе. Дети, рожденные от женщин с ПЭ, в подростковом возрасте страдают гипертонией, избыточной массой тела. Частота ПЭ у потомков, подвергшихся ПЭ внутриутробно, в 3 раза выше, чем у детей, матери которых не страдали ПЭ во время вынашивания беременности, что свидетельствует о генетической предрасположенности женщин к данному синдрому. У женщин с ранним проявлением ПЭ (32 недели) после родов метаболический синдром диагностируется в 2 раза чаще, чем у женщин с поздним началом сосудистых осложнений беременности [6].

Факторы риска развития ПЭ включают первую беременность, возраст до 20 и старше 40 лет, сахарный диабет, патологии сосудов, ожирение, тромбофилию, антифосфолипидный синдром, хронический гепатит, хроническое заболевание почек, ПЭ в анамнезе. Известно, что многоплодная беременность, наблюдаемая у 16% пациенток, увеличивает риск развития данного осложнения в 4 раза. Наконец, 50% беременных с гестозом имеют заболевания сосудов. Неосложненная артериальная гипертензия (АГ) беременных женщин не ухудшает прогноз, но при развитии ПЭ частота осложнений и смертности рожениц и новорожденных увеличивается.

Эклампсия (Э) развивается на фоне ПЭ любой степени тяжести и не является проявлением ее максимальной степени тяжести. Э характеризуется припадками, не связанными с неврологическими патологиями. При данном осложнении возможны инсульт, синдром диссеминированного внутрисосудистого свертывания крови, HELLP-синдромы (Н - Hemolysis, EL — Elevated liver enzymes, LP — Low platelets), респираторный дистресс-синдром взрослых. По данным ВОЗ (Всемирная Организация Здравоохранения) (2017), на Э приходится около 12,9% материнских смертей и она занимает третье место в структуре причин после экстрагенитальных заболеваний и акушерских кровотечений.

От 2 до 14% случаев Э возникают без каких-либо предшественников и заканчиваются летальным исходом, независимо от сопутствующих осложнений, таких как массивная кровопотеря, шок, острая почечная и печеночная недостаточность или отек легких.

Перинатальная смертность при Э, по данным разных авторов, колеблется от 10% до 38%. Среди факторов риска развития осложнения ведущими являются экстрагенитальная патология, частое развитие вирусной инфекции, неадекватное лечение в амбулаторных и стационарных условиях, недостаточное наблюдение за роженицами в антенатальном периоде и несвоевременная госпитализация в дородовой период.

Прогноз Э остается сложной клинической задачей: ни внедрение методов интенсивной терапии и дополнительное наблюдение, ни раннее родоразрешение не дают ожидаемого результата.

В последние годы ученые высказывают гипотезу, что Э развивается в результате воздействия на женский организм комплекса экологических, гигиенических и социальных факторов, в том числе медицинских и организационных.

Исследования последних лет показывают, что, хотя полностью предотвратить Э невозможно, раннее выявление факторов риска позволяет контролировать ее. Организаторы здравоохранения убеждены, что анализ статистической информации о состоянии здоровья женщин является важным звеном в деятельности органов и учреждений здравоохранения в проведении тех или иных лечебно-профилактических мероприятий [4].

Понятия «преэклампсия» и «эклампсия» по-разному трактуются отечественными и зарубежными авторами, что значительно затрудняет сопоставимость эффективности лечения и внедрения общих клинических рекомендаций для оказания неотложной помощи при тяжелой ПЭ и ее осложнениях: Э, HELLP-синдроме и др. Все вышперечисленное определяет несомненную актуальность данного вопроса, поскольку именно эти формы патологического состояния определяют материнскую и перинатальную смертность.

Базисная терапия ПЭ и Э должна быть направлена на решение следующих задач:

- профилактика судорог (сульфат магния)
- антигипертензивная терапия (метилдопа, нифедипин)
- оптимизация времени и способов введения
- инфузионная терапия (кристаллоиды)

В США создан специальный федеральный исполнительный департамент (Food and Drug Administration, FDA), занимающийся управлением контролем качества пищевых продуктов, косметических средств, лекарственных препаратов и некоторых других категорий товаров. Все медикаменты проходят обязательные клинические испытания, в ходе которых исследуется влияние веществ на организм беременной женщины и плода. Все лекарственные средства они разделены на группы по степени риска различных осложнений.

Магния сульфат (FDA группа D) — это основной препарат неотложной помощи для лечения тяжелой ПЭ и профилактики Э: риск развития Э при приеме сульфата магния снижается на 58%. Хороший противосудорожный эффект возникает при содержании магния в крови 2,5 ммоль/л. Применение сульфата магния приводит к увеличению маточно-плацентарного кровотока и снижает частоту развития тяжелой неврологической недостаточности у новорожденных.

Было установлено, что препарат не имеет серьезных побочных эффектов для матери и безопасен для плода. Однако его плановое применение во время беременности не предотвращает развития и прогрессирования ПЭ. Стоит отметить, что магниевая терапия снижает риск развития церебрального паралича у недоношенных детей, особенно у тех, чей гестационный возраст менее 30 недель.

Активная антигипертензивная терапия с применением внутривенных препаратов проводится только при уровне артериального давления выше 160/110 мм рт. ст. В остальных случаях используются только антигипертензивные средства (метилдопа и антагонисты кальция).

Метилдопа (допегит) (FDA группа B) - лекарства, которые принимались пациентками без каких-либо доказательств их влияния на частоту врожденных аномалий или повреждающего действия на плод) - это основной гипотензивный препарат при любой форме артериальной гипертензии во время беременности. Принимается по 500-2000 мг/день энтерально. Противопоказан при гепатите, печеночной недостаточности, феохромоцитоме.

Клонидин (FDA группа C) - лекарства, которые в исследованиях на животных продемонстрировали тератогенное или эмбриотоксическое действие). Применяется до 300 мкг/день внутримышечно или энтерально только при стойкой артериальной гипертензии и для купирования гипертонических кризов. Использование клонидина не имеет преимуществ перед использованием метилдопы или  $\beta$ -адреноблокаторов.

Однако на ранних сроках беременности клонидин не следует использовать, поскольку считается, что он обладает тератогенным эффектом. Противопоказан при синдроме синусового узла, АВ блокаде, брадикардии плода.

Нифедипин (FDA группа C). В настоящее время безопасность этого блокатора кальциевых каналов доказана во время беременности. Препарат назначают по 30-60 мг/сутки энтерально.

Одним из основных методов коррекции гиповолемических состояний является инфузионно-трансфузионная терапия в пренатальном периоде, основными задачами которой являются: коррекция реологических свойств крови, внутрисосудистого объема, улучшение микроциркуляции, гемодинамического профиля, доставки и потребления кислорода.

Патогенетически обосновано включение в комплексную терапию растворов, нормализующих внутри- и внесосудистое распределение жидкости и обладающих антигипоксическим действием. В то же время инфузионная терапия у пациентов с ПЭ на фоне гиповолемии, интерстициальной гипергидратации, снижения коллоидно-осмотического давления плазмы и эндотелиальной дисфункции представляет собой достаточно серьезную проблему.

Проведение инфузионной терапии требует от врача знания, с какой целью используются инфузионные растворы и механизмы их действия.

Перспективным путем коррекции гиповолемических состояний при ПЭ является малообъемная инфузия с применением гиперосмолярно-коллоидного раствора Гекотон (гидроксиэтилкрахмал (FDA группа C). Он гиперонкотичен, что не дает жидкости переместиться во внутриклеточное пространство, что исключает возможность развития гипонатриемической энцефалопатии, дыхательной недостаточности или отека легких и головного мозга. Полностью выводится из плазмы крови по завершении волемического действия. А в связи с отсутствием у человека природных механизмов реабсорбции многоатомных спиртов в проксимальных почечных канальцах проявляется осмотическое действие и заметный диуретический эффект препарата.

Таким образом, теоретическая перспективность использования Гекотона в акушерской практике очевидна [2].

Однако существует ряд ограничений предложенной лекарственной терапии. Дородоразрешения у женщин с тяжелой ПЭ/Э нежелательно и даже противопоказано применение следующих препаратов:

- нейролептики (дроперидол), ГОМК;
- свежемороженая плазма, альбумин;
- синтетические коллоиды (гидроксиэтилкрахмал, желатин);
- экстракорпоральные методы (плазмаферез, гемосорбция, ультрафильтрация);
- дезагреганты;
- глюкозо-новокаиновая смесь;
- диуретики (фуросемид, маннитол);
- наркотические анальгетики (морфин, промедол);
- гепарин.

На этапе интенсивной терапии и подготовке к родоразрешению противопоказаны в связи с высоким риском развития геморрагических осложнений:

- дезагреганты (ацетилсалициловая кислота) и антикоагулянты (гепарин, НМГ (низкомолекулярный гепарин));
- после родоразрешения противопоказан метилэргометрин [3].

На основании вышеизложенного следует сделать вывод, что гипертонические расстройства беременности остаются актуальной проблемой современной медицины, так как вызывают тяжелую заболеваемость и инвалидность матерей и детей. Однако новые возможности для улучшения терапевтических результатов открывает лечебная

тактика, предложенная в данной работе, а также осознанное использование лекарственных средств «офф-лейбл».

Особенно многообещающим направлением междисциплинарного лечения ПЭ и Э является изучение и применение новых маркеров и диагностических моделей для прогнозирования опасных для жизни осложнений, связанных с гипертоническими расстройствами беременности. [5]

\*\*\*

1. Дадак К., Макацария А. Д., Блинов Д. В., Зимовина У. В. Клинические и биохимические аспекты применения препаратов магния в акушерстве, гинекологии и перинатологии // Акушерство, гинекология и репродукция. 2014. №2. – с. 69-78.
2. Ким Ен-Дин Современные подходы к инфузионной терапии преэклампсии и эклампсии // МНС. 2017. №1 (80). – с. 77-81.
3. Куликов А. В., Шифман Е. М., Беломестнов С. Р., Левит А. Л. Неотложная помощь при преэклампсии и её осложнениях. Эклампсия, HELLP-синдром // Анестезиология и реаниматология. 2013. №5. – с. 75-81.
4. Нарзуллаева Е. Н., Мухамадиева С. М., Алиева Р. Я., Кузнецова Л. Э. Факторы риска развития эклампсии // ДАН РТ. 2006. №6. – с. 562-567.
5. Пылаева Наталья Юрьевна, Шифман Е.М., Куликов А.В., Артымук Н.В., Белокриницкая Т.Е., Филиппов О.С., Бабич Т.Ю. Преэклампсия. Эклампсия. Анестезия и интенсивная терапия в родах и послеродовом периоде. Обзор литературы // Вестник интенсивной терапии имени А. И. Салтанова. 2020. №1. – с. 41-52.
6. Степанова Римма Николаевна Преэклампсия, эклампсия: терминология и классификации // Ульяновский медико-биологический журнал. 2018. №2. – с. 41-46.

**Чотчаев Р.М., Ященко С.Г., Авдеева Ю.А.**  
**Пищевые отравления. Ботулизм и его предупреждение**

*Медицинская академия имени С. И. Георгиевского  
ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского  
(Россия, Симферополь)*

doi: 10.18411/sr-10-04-2021-09

**Аннотация**

Сейчас, во время индустриального общества, массовые пищевые отравления встречаются довольно редко, но их возникновение не исключено. В дошкольных учреждениях и даже в школах, на сегодняшний день встречаются случаи массового пищевого отравления, как из-за халатности руководства, так и из-за халатности работников пищевых блоков.

И одна из актуальных проблем на сегодняшний день, это неграмотность как населения, так и медицинских работников. Очень часто, люди отравившись некачественными продуктами не обращаются за квалифицированной медицинской помощью, так же медицинские работники могут пропустить опасные пищевые отравления с летальным исходом.

И пожалуй одним из таких страшных заболеваний, летальность которого равна 70%, при котором счет идет на минуты и даже на секунды, является — ботулизм.

**Ключевые слова:** Ботулизм, ботулотоксин, нейротоксин, клостридиальная палочка.

Ботулизм - это серьезное, потенциально смертельное заболевание, относится к паралитическим заболеваниям, вызываемое нейротропным токсином вырабатываемый бактерией *Clostridium botulinum*.

Особенности возбудителя:

- спорообразование
- облигатный анаэроб

- при определенных условиях образует сильнейший нейротропный экзотоксин — смертельная доза 35 мкг

История ботулизма началась еще в 1735 году, когда болезнь впервые возникла после употребления колбасы. В 1870 году немецкий врач Джон Мюллер получил название ботулизм от латинского слова «botulus», что в переводе означает — колбаса.

Есть четыре вида ботулизма: пищевой ботулизм, раневой ботулизм, детский ботулизм и ботулизм с кишечной колонизацией у взрослых.

Все формы ботулизма могут быть смертельными и требуют неотложной медицинской помощи, но в данной статье мы разберем именно пищевой ботулизм.

**Пищевой ботулизм — возникает при употреблении в пищу** продуктов, зараженных токсином или спорами возбудителя. Именно этот вид ботулизма наиболее опасный, потому что имеет массовость т. е. группа людей могут употреблять один зараженный продукт и будет массовое заражение.

Палочка ботулинуса может развиваться только в анаэробных условиях, в природе он довольно хорошо распространен, так как является спорообразующей и легко переносит неблагоприятные условия. К примеру, она умирает при кипячении 6-7 часов, при температуре 100 градусов по Цельсию и при высоком атмосферном давлении.

Итак, основным источником заражения пищевым ботулизмом являются консервы, чаще всего домашнего производства с нарушением санитарных правил их приготовления. На первое место в Российской Федерации выходят грибные консервы, потом овощные, мясные и очень редко рыбные.

Для предупреждения попадания возбудителя ботулизма в домашние консервы, необходимо использовать неповрежденные, сухие, тщательно очищенные и хорошо промытые продукты.

Развиваясь в пищевых продуктах, палочка ботулинуса вырабатывает нейротоксин. Он является наиболее сильным химическим ядом, среди всех известных. На образование токсина влияют температурные условия. Наиболее благоприятна температура 30-37 С. Понижение температуры задерживает образование токсина. При низких температурах 4-6 С токсин вообще не образуется. Соль в концентрации 10% препятствует токсинообразованию, но на уже образовавшийся токсин соль не оказывает разрушающего действия, независимо от концентрации. И самым главным является то, что наличие токсина нельзя определить на вид, на запах, на вкус.

Проявление ботулизма. Токсин поражает ЦНС — продолговатый мозг, ядра черепно-мозговых нервов. Чаще всего поражаются:

- ядра глазодвигательного нерва
- ядра глазного нерва
- ядра языкоглоточного и подъязычного нерва
- ядра лицевого нерва
- ядра блуждающего нерва

Первые признаки могут появиться спустя 2 часа, после употребления зараженных продуктов. В начале клиническая картина напоминает типичное пищевое отравление с выраженным интоксикационным синдромом, со схваткообразными болями в животе, с диспепсическими расстройствами. А вот уже дальше начинается проявляться специфическая клиника: ухудшается зрение, оно становится мутным, нередко появляется двоение в глазах, больной не может читать, возникает птоз, неполный паралич лица т. е. идет поражение нервной системы. При дальнейшем прогрессировании болезни нарушается глотание, пропадает голос и самое страшное, это — поражение продолговатого мозга, а именно дыхательного центра и все это происходит при ясном сознании больного т. е. грубо говоря, человек в ясном сознании умирает от удушья.

Профилактика. Самое главное в профилактике, это избегание некачественной консервной продукции.

Лечение. Единственное лечение — это срочное, внутривенно — струйное введение (рискуя развитием анафилактического шока) противоботулинической сыворотки или анатоксина. Сначала вводят 15000 МЕ, при отсутствии положительной динамики - повторное введение через 5 часов 5000 МЕ. При употреблении подозрительного продукта, рекомендуется в целях профилактики введение сыворотки в дозе 2000 МЕ.

\*\*\*

1. Лобзин Ю.В. Руководство по инфекционным болезням.// Санкт Петербург. Фолиат. 2000Г
2. Бактериальные пищевые отравления.// Москва М.Д. Крылова.2001г.
3. Инфекционные болезни и эпидемиология.// учебник для ВУЗов издательство ГЭОТАР.2000г. Покровский В.И., С.Г.Пак, Н.И. Брико, Б.К. Данилкин.

**Dylenok A.A.**

### **The state of diagnosis of "early" stomach cancer in the Yaroslavl region**

*doi: 10.18411/sr-10-04-2021-10*

**Relevance.** According to the data of the International Agency for Research on Cancer, 181,000 (18%) of 1.03 million cases of gastric cancer identified in 2018 were cardiac or proximal gastric cancers, while 853,000 (82%) cases were non-cardiac or distal gastric cancers, which shows a clear predominance of distal localities. Gender also has its own characteristics in relation to this disease; this is reflected in the fact that two-thirds of all the detected cases of gastric carcinoma in the world account for the male population, and this proportion was higher for cardiac cancer: according to estimates, three-quarters of all patients were men [1, 2].

The distribution of this disease among the world's population is equally heterogeneous. The main burden of gastric cancer is borne by the countries of Southeast Asia (Japan, South Korea, China), where the incidence rate of distal localization is at the level of 17.9 per 100,000 population. In contrast, in North America, the level of this indicator is 2.8.

The uneven incidence of gastric cancer around the world is clearly visible while assessing this indicator in the United States of America and Canada, as the largest and most populated countries in the Western hemisphere. The most common types of cancer in North America that were expected to be diagnosed in men in 2020 are: prostate, lung and bronchial cancer, and rectal cancer that account for 43% of all cases in men, with prostate cancer alone accounting for more than 1 in 5 new diagnoses.

In Russian scholarly literature, the issue of early gastric cancer diagnosis has been covered since the beginning of the 2000s. Already the first publications expressed concern about the low level of detection of this category of patients, since during this period of development of Russia, 75% of cases of gastric cancer were diagnosed in stages III–IV of the disease. Over the past two decades, there has been an increase in Russian publications on this topic. No separate epidemiological studies on gastric cancer have been identified, but the regularly updated publication edited by Kaprin makes it possible to assess the positive dynamics that have formed in Russia over the past 10 years. In relation to gastric cancer, the proportion of stages I–II among all cases detected in 2009 was only 24.6%, and in 2019 it equaled 37.1%. Also, a positive trend is observed in the one-year case-fatality rate that has been steadily reducing over the last 10 years – from 53.2% in 2009 to 45.8% in 2019. There are no separate statistics on the specific gravity of intraepithelial gastric cancer (T1aNoMo and T1bNoMo) [3–6].

**Purpose of the research.** Determination of the specific gravity of the so-called “early” gastric cancer in relation to the incidence rate of stomach cancer in the Yaroslavl Region.

**Materials and methods.** According to the aim of determining the specific gravity of earlier forms of gastric cancer in the structure of this nosology, the author performed a retrospective analysis of cases of patients who had undergone special treatment (diagnosis – gastric cancer) at the Yaroslavl Regional Oncology Clinical Hospital during the period from 2009 to 2019. The subject of the research was the following medical documentation: outpatient’s card (form 025/u-004), inpatient’s card (form 003/u), protocols of endoscopic examination (Order of the Ministry of Health of the Russian Federation No. 974n dated December 6, 2017), the protocol of antemortem pathology study of the operating material (form No. 014-1/u).

**Results.** Thus, the medical records of 965 patients with an established diagnosis of gastric cancer were analyzed. Among this group of patients, there were 448 women (46.4%), 517 men (53.6%), the average age equaled  $64.2 \pm 10.2$  years, with a minimum age of 28 years, and a maximum of 87 years.

Table 1

*Distribution of patients by age*

Age group	Number of patients
18–44 years old	33
45–59 years old	259
60–74 years old	517
75–90 years old	156
>90 years old	-

All the patients were examined before treatment in accordance with the clinical recommendations and treatment standards of the Ministry of Health of the Russian Federation. In order to stage the tumor process, the classification of malignant tumors (TNM, 7 revision (2009)), developed and first published in 1968 by the Union for International Cancer Control (UICC), was used [52]. Taking into account the stage of the tumor process, the presence of concomitant pathology, and the degree of its compensation, the author organized a multi-disciplinary discussion; an oncologist-surgeon, an oncologist-radiologist, an oncologist-chemotherapist, and a pathologist took part in it in order to develop a rational treatment strategy for patients.

For the purpose of confirming the diagnosis of “early” [7, 8] gastric cancer, all the morphological micro-preparations prepared from surgical material were retrospectively reviewed by a pathologist (highest qualification category in the specialty “Pathomorphology”) who completed an internship at the pathoanatomical departments of cancer centers in Japan and Germany (Klinikum Bayreuth Institute for Pathology, Germany; Faculty of Medicine at Fukuoka University, Japan). As a result of all the conducted work, patients with neuroendocrine malignant gastric tumors, multicentric gastric cancers, as well as patients with previously undergone combined and complex special treatment for malignant tumors of other localizations were eliminated from the group of patients with a diagnosis of stage I gastric cancer established at the preoperative stage.

All the patients participating in the research were included in the generated original database “Database of patients with gastric cancer indicating the statistics of patients with certain types of surgical intervention, treated at the Yaroslavl Regional State Budgetary Healthcare Institution “Oncology Clinical Hospital” for the period from 2009 to 2019”.

**Conclusions.** The detection rate of “early” gastric cancer forms in the Yaroslavl Region is at a level that has been steadily increasing over the past ten years. In order to improve the results of treatment of this nosology, it is necessary to introduce screening programs that will increase the proportion of detected early forms of gastric cancer. It is

necessary to keep separate records of the pT1a and pT1b stages, as there are differences in approaches and treatment results.

\*\*\*

1. Arnold, M., Park, J.Y., Camargo, M.C., Lunet, N., Forman, D., & Soerjomataram, I. (2020). Is Gastric Cancer Becoming a Rare Disease? A Global Assessment of Predicted Incidence Trends to 2035. *Gut*, 69(5), 823–829.
2. Human Development Indices and Indicators – 2018 Statistical Update. (2018). New York: United Nations Development Programme.
3. Kaprin, A.D., Starinsky, V.V., & Petrova, G.B. (2018). Malignant Neoplasms in Russia in 2017 (Incidence and Mortality). Moscow: Herzen Moscow State Medical Research Institute – Branch of the Federal State Budgetary Institution “NMIC of Radiology” of the Ministry of Health of Russia.
4. Kaprin, A.D., Starinsky, V.V., & Petrova, G.B. (2019). Malignant Neoplasms in Russia in 2018 (Incidence and Mortality). Moscow: Herzen Moscow State Medical Research Institute – Branch of the Federal State Budgetary Institution “NMIC of Radiology” of the Ministry of Health of Russia.
5. Kaprin, A.D., Starinsky, V.V., & Petrova, G.B. (2018). Malignant Neoplasms in Russia in 2016 (Incidence and Mortality). Moscow: Herzen Moscow State Medical Research Institute – Branch of the Federal State Budgetary Institution “NMIC of Radiology” of the Ministry of Health of Russia.
6. Kaprin, A.D., Starinsky, V.V., & Petrova, G.B. (2017). Malignant Neoplasms in Russia in 2015 (Incidence and Mortality). Moscow: Herzen Moscow State Medical Research Institute – Branch of the Federal State Budgetary Institution “NMIC of Radiology” of the Ministry of Health of Russia.
7. Ono, H., Kondo, H., Gotoda, T., Shirao, K., Yamaguchi, H., Saito, D., Hosokawa, K., Shimoda, T., & Yoshida, S. (2001). Endoscopic Mucosal Resection for Treatment of Early Gastric Cancer. *Gut*, 48(2), 225–229.
8. Besova, N.S., Byakhov, M.Y., Gorbunova, V.A. et al. (2014). Clinical Recommendations for the Diagnosis and Treatment of Patients with Gastric Cancer. Moscow: Association of Oncologists of Russia.

**Yatsenko L.A., Dzen N.V., Gabbasova N.V., Mamchik N.P.**  
**The adaptive potential of workers in greenhouse farms in the Voronezh region**

*Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko*  
*(Voronezh, Russia)*

doi: 10.18411/sr-10-04-2021-11

**Abstract**

Adaptive potential is an indicator of the level of adaptability of the human body to various and changing environmental factors. The adaptive capabilities of the body are influenced not only by external factors, but also by internal - the state of the body as a whole, by the presence or absence of chronic diseases. Therefore, the adaptive potential was used as an integral indicator of a person's adaptability to production factors. The aim of the study was to assess the adaptive capabilities of the organism of workers in greenhouse farms in the Voronezh region. The study was carried out at the enterprises of the closed ground of the region by the method of questioning, the objects of the study were 125 women aged 27-45 years. In most cases, there are violations of the adaptive capabilities of the organism among the studied workers of greenhouse farms, and even a breakdown in adaptation was revealed in 0.8%. In less than half of the cases, the adaptive potential of the greenhouses was within the normal. The adaptive reserves of the greenhouses workers decrease with age.

**Keywords:** greenhouse workers, lifestyle, primary risk factors, adaptive potential.

The socio-economic and socio-political well-being of the country is determined by the health of the working-age population. The priority task of each state is to preserve and strengthen the health of the population [1, 2]. The main production factors affecting a working person are "triggers" for the formation of occupational pathology and the occurrence of neuro-emotional overload. The health level also depends on individual adaptive capabilities. [3]. Adaptive potential is an indicator of the level of adaptability of the human body to various and changing environmental factors. The adaptive capabilities of the body are influenced not

only by external factors, but also by the state of the body as a whole, by the presence or absence of chronic diseases [4]. Therefore, the adaptive potential was used as an integral indicator of a person's adaptability to production factors. Despite the mechanization and automation of a number of technological processes, growing vegetables in greenhouses remains one of the labor-intensive branches of agricultural production. During work, greenhouses are affected by various production factors: unfavorable microclimate parameters and work in a forced working position at all stages of the vegetable growing process.

The aim of the study is to assess the adaptive capabilities of the organism of workers in greenhouse farms in the Voronezh region.

**Materials and Methods:** The study included a questionnaire survey of 125 women - workers of greenhouse farms in the Voronezh region in three age categories: 27-29 years old, 30-39 years old and 40-45 years old. The results of the research included general questions (age, height, weight), information about the state of the cardiovascular system (systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), heart rate (HR)). The calculation of the body mass index (BMI) was carried out according to the Quetelet formula - body weight (in kg)/height<sup>2</sup> (in meters). The calculation of the adaptive potential (AP) was carried out using the formula proposed by R.M. Baevsky, (1987).

$AP = 0.011 * HR + 0.014 * SBP + 0.008 * DBP + 0.014 * A$  (age, year) +  $0.009 * W$  (weight, kg) -  $0.009 * P$  (height, cm) - 0.27.

The results were assessed as follows:

AP below 2.60 - satisfactory adaptation;

AP 2.60-3.09 - tension of adaptation mechanisms;

AP 3.10-3.49 - unsatisfactory adaptation;

AP 3.50 and higher - adaptation failure.

The analysis of the obtained results was carried out using the Microsoft Excel 2010 software package with the calculation of mean values (M), mean error (m), reliability of differences according to Student's t-test,  $\chi^2$ . Differences were considered statistically significant at a significance level of  $p < 0.05$ .

### Results and discussion

According to the results of calculating the adaptive potential on the basis of anthropometric and hemodynamic indicators, it was revealed that there were some deviations from the normal AP indicators in more than half of the cases (58.4%,  $p = 0.005$ ), a breakdown in adaptation was noted in 0.8% of cases (1 respondent). In other cases (40.8%), female workers had a normal AP value (satisfactory adaptation), (fig. 1).

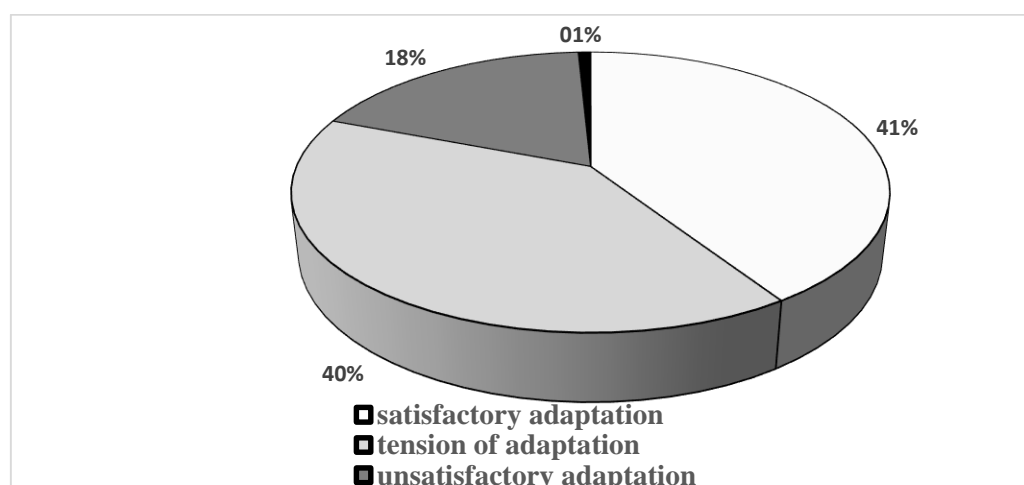


Figure 1. The structure of the adaptive potential of female workers in the agro-industrial complex in the Voronezh region, %.

Female workers in the agro-industrial complex were divided into study groups according to their age, (table 1).

Table 1.

Characteristics of the studied groups of greenhouses.

Groups	Age, year	Number of respondents, n	Average BMI, M±m, kg/m <sup>2</sup>	AP, M±m
1	27-29	21	22,52±3,25	2,39±0,07
2	30-39	56	24,61±4,12	2,66± 0,05
3	40-45	48	25,86±5,31	2,98±0,05

The performed correlation analysis showed that with age, the adaptive reserves of the body gradually decrease ( $r = 0.64$ ,  $p < 0.05$ ) due to the influence of both external factors (the level of labor activity, stress, ecological situation, socio-economic environment, etc.) and internal (decreased immune status and reactivity of the body, chronic diseases, accumulated fatigue, etc.). An analysis of the structure of indicators of adaptive potential among the studied groups of women is shown in figure 2.

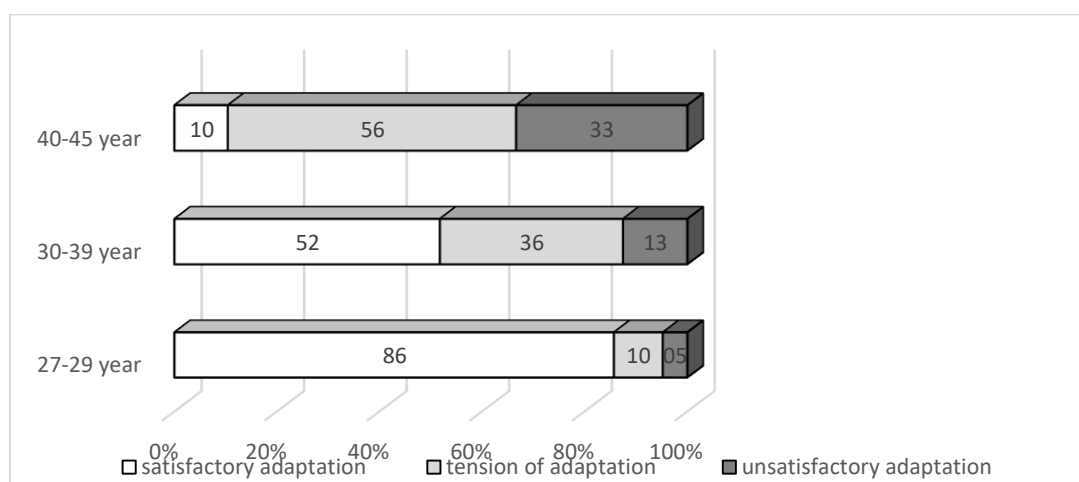


Figure 2. Structure of adaptive potential in different age groups, %.

At the age of 27-29 years, satisfactory adaptation was observed in 85.71% of cases ( $p = 0.005$  and lower in relation to the 2nd and 3rd groups), while in the age range of 40-45 years this indicator is 8.22 times lower and was only 10.42% ( $p < 0.0001$ ).

By itself, the deviation of AP from normal values may indicate an overstrain of regulatory systems, especially the sympathetic nervous system, which is manifested by changes in the cardiovascular system [5, 6]. However, an interesting fact is that the human body weight has a direct effect on the cardiovascular system and its functions. Many studies have confirmed that overweight / obesity entails both structural and functional changes in the heart itself, affects blood volume and ejection fraction, resulting in an increase of diastolic pressure. The formula for calculating the adaptive potential, proposed by R. M. Baevsky in 1987, includes not only hemodynamic parameters (blood pressure, heart rate), but also structural and metabolic parameters (height, weight), which are also indicators of the body's adaptive reserve [7].

It is known that most people reach maximum values in body weight by 40-45 years. This is one of the manifestations of the so-called age adaptation, which ensures the constancy of homeostasis and energy metabolism against the background of a decrease in physical activity [8]. In addition, it is worth considering the fact of the onset of menopause, in which, against the background of changes in the hormonal background, there is an active accumulation of adipose tissue in the woman's body.

The frequency of occurrence of "stress of adaptation" tended to increase with age: in the 1st group - 9.52%, in the 2nd - 35.71%, in the 3rd - 56.25%, the differences were significant between all age groups - respectively  $p(1:2)=0.019$ ,  $p(1:3)=0.0002$  and  $p(2:3)=0.029$ . Unsatisfactory adaptation was also significantly more common among

greenhouses in the 40-45 age group - 33.33%, 4.77% in the 1st group and 12.51% in the 2nd (p=0.009 in relation to the 1st group and p=0.01 in relation to the 2nd group).

In the age group of 30-39 years, normal and pathological values of the adaptive potential were equally common: satisfactory adaptation - 51.78%, adaptation stress - 35.71%, unsatisfactory adaptation - 12.51%. This age for greenhouse workers is among the most optimal in terms of assessing the functional state of the cardiovascular and muscular systems [9]. Carrying out preventive measures can prevent the progression of adaptation disorders at the initial stage of its occurrence.

### Conclusions

In most cases (58.4%, p = 0.005), there are disturbance of the adaptive capabilities of the organism among the studied workers of greenhouse farms, and even a breakdown in adaptation was revealed in 0.8%. In less than half of the cases, the adaptive potential of the surveyed respondents was within the normal range - in 41.6%. The adaptive reserves of the body decrease with age (r = 0.64, p <0.05). If at the age of 25-27 years the incidence of unsatisfactory adaptation was observed in isolated cases (4.77%), in the age group of 40-45 years - amounted to 33.33% of cases. Thus, with age, in the case of persisting level of labor activity, there is a risk of developing adaptation disorders. The “turning point” age period, when preventive measures can prevent the occurrence of adaptive disorders at the initial stage, was the age of 30-39 years, where normal and pathological values of the adaptive potential were equally common (51.8% and 48.2%, respectively).

\*\*\*

1. Mamchik N.P., Yatsenko L.A. Assessment of morbidity with temporary disability of greenhouse workers. In: Materials for the XXII all-Russian Scientific and practical conference with International participation «Social and hygienic monitoring of public health». Under the editorship of V. A. Kiryushin. [Materialy k 22-oy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii s Mezhdunarodnym uchastiem. Pod redakciej V.A. Kiryushina] 2018 nov. 30 - des 1; Publishing house: Ryazan state medical University named after academician I. p. Pavlov (Ryazan); 85-89 (in Russian)
2. Yatsenko LA, Borisov NA, Klepikov OV. Hygienic assessment of occupational risk factors for the health of greenhouse workers. Sanitary doctor. 2018; 10:45-54. (In Russian)
3. Sorokin G.A., Syurin S.A. Assessment of the impact of harmful working conditions and smoking on the health of industrial workers. Hygiene and sanitation [Gigiena i sanitariya]. 2019; 6 (98): 646-651. (In Russian) DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-6-646-6515.
4. Lebedeva-Nesevria N.A., Eliseeva S.Yu. Estimation of risks associated with health-related behavior of working population in Russia. Population Health and habitat [Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya]. 2018; 5(302):8-11 (In Russian)
5. Gimaeva Z.F., Karimova L.K. Influence of production factors and lifestyle on the prevalence of cardiovascular diseases among workers in the production of rubber products. Materials of the all-Russian scientific and practical conference with international participation dedicated to the 125th anniversary of the FSCH of the FF Erisman «Hygiene, toxicology, occupational pathology: traditions and modernity» [Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoj 125-letiyu osnovaniya FNCG im. F.F. Erismana «Gigiena, toksikologiya, profpatologiya: tradicii i sovremennost'»]. Moscow. 2016: 448-454. (In Russian).
6. Molov B.A. Dynamics of morbidity of hypertensive diseases of persons of a workable age under St. Petersburg, Russia and in the world. main directions of prevention of circulatory disease system. Izvestia of the Russian Military Medical Academy [Izvestiya rossijskoj Voenno-Medicinskoj Akademii] 2019; 2(51): 4-17. (In Russian).
7. Gritsenko O.V., Chumakova G.A., Shevlyakov I.V., Trubina E.V. Mechanisms of development of heart failure in obesity // Russian Journal of Cardiology. 2018; 5: 81-86. (In Russian).
8. Dzen N.V., Gabbasova N.V., Mamchik N.P. Modifying influence of behavioral risk factors on the formation of professional health // Scientific medical bulletin of the Central Chernozem region [Nauchno-medicinskij vestnik Central' nogo Chernozem`ya.]. 2017; 67:135-144. (In Russian).
9. Yatsenko L.A., Mamchik N.P., Gabbasova N.V. Investigation of the functional state of the cardiovascular and muscular systems of the body of workers in greenhouse farms during the working shift // Public Health and Life Environment [Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya]. 2020; 4(325): 53-58. (In Russian).

## РАЗДЕЛ II. БИОЛОГИЯ

Гришин Е.А.

Динамика живой массы и прироста гусей, потреблявших витаминную добавку

ФГБОУ ВО «Курганская ГСХА имени Т.С.Мальцева»

(Россия, Курган)

doi: 10.18411/sr-10-04-2021-12

### Аннотация

При анализе полученных данных по динамике живой массы подопытных гусят, потреблявших различные дозировки витаминной кормовой добавки Витаммин, можно сделать следующее заключение, что гуси опытных групп, превосходили контрольную по данному показателю. Живая масса, среднесуточный и валовой приросты были наибольшими у гусят, потреблявших витаминную кормовую добавку Витаммин, однако из всех подопытных групп лучший рост отмечен у гусят 1 опытной, получавшей добавку в дозировке 0,7 мл/л воды.

**Ключевые слова:** гусята, живая масса, добавка Витаммин, среднесуточный прирост

### Abstract

When analyzing the data obtained on the dynamics of the live weight of experimental goslings which consumed different dosages of vitamin feed supplement Vitammin, we can conclude that the geese of the experimental groups were superior to the control group in this indicator. The live weight, average daily, and gross gain were the greatest among the goslings who consumed the vitamin feed supplement Vitammin, but among all experimental groups, the best gain was observed among the goslings of experimental group 1 which received the supplement at a dosage of 0.7 ml/l of water.

**Keywords:** goslings, live weight, Vitammin supplement, average daily gain

«Для повышения продуктивности сельскохозяйственной птицы первостепенное значение имеет совершенствование системы кормления. Высокая продуктивность, эффективное использование питательных веществ кормов, устойчивость организма к заболеваниям при интенсивном содержании птицы в промышленных условиях невозможны без использования в кормлении различных добавок, обеспечивающих необходимый уровень полноценного питания птицы» [1 - 3]. Многочисленными исследованиями установлено, что реализация генетического потенциала птицы, в том числе и гусей, увеличение питательных и потребительских свойств производимой продукции возможны за счет применения высокоэффективных кормовых добавок, способствующих повышению биологической ценности рационов и переваримости питательных веществ. Установлено положительное влияние биологически активных веществ и в т.ч. витаминных препаратов на продуктивность птицы, морфобиохимические и экономические показатели [4 - 12].

В связи с этим использование витаминной кормовой добавки Витаммин для молодняка гусей является актуальным и имеет практическое значение. Кормовая добавка Витаммин имеет сбалансированный состав витаминов, аминокислот и эссенциальных микроэлементов. Организация-производитель: компания ООО "БЕЛФАРМАКОМ", г.Белгород, Белгородская обл., Россия.

Исследования выполнены на базе КФХ «Попов С.Н.» Шумихинского района, Курганской области. Для научно-хозяйственного опыта формировали группы птицы методом сбалансированных групп, с учетом возраста, живой массы, физиологического

состояния. Опыт провели на 1500 гусятах, разделенных в 3 группы. Срок выращивания 60 суток. Выращивание молодняка гусей было проведено в два периода: стартовый (с 1 по 3 неделю) и финишный (с 4 по 9 неделю). Молодняк гусей контрольной группы кормили с использованием комбикорма ПК-31 (с 1 по 3 неделю выращивания) и ПК-32 (с 4 по 9 неделю выращивания); 1 опытной дополнительно ввели добавку Витаммин в дозе 0,7 мл/л воды; а 2 опытной – 1,0 мл/л воды. Полученный в опытах цифровой материал подвергли биометрической обработке с использованием программы Microsoft Excel [13]. Разницу считали достоверной при  $P \leq 0,05$ .

Изучение живой массы подопытных гусят провели путем их индивидуального взвешивания в суточном возрасте, а затем через каждые 10 суток выращивания птицы (таблица 1).

Живая масса гусят в начале выращивания, или опыта, была одинаковой во всех группах и в среднем составила 80 г. По мере роста птицы, увеличивалась и разница по живой массе между группами гусят. В возрасте 10 суток живая масса гусят контрольной группы была меньше, чем в 1 опытной на 16,50 г, или 3,40 % ( $P < 0,05$ ), во 2 опытной – на 16,54 г, или 3,41 % ( $P < 0,05$ ). У гусят контрольной группы в возрасте 20-ти суток живая масса была меньше, чем в опытных: в 1 опытной на 38,64 г, или 3,85 % ( $P < 0,05$ ), во 2 опытной - на 35,24 г, или 3,51% ( $P < 0,05$ ).

В возрасте 30-ти суток живая масса гусят контрольной группы была меньше, чем в 1 опытной на 82,20 г, или 4,03 % ( $P < 0,001$ ), 2 опытной - на 72,26 г, или 3,54% ( $P < 0,001$ ). В возрасте 40 суток живая масса гусят 1 опытной группы была больше по сравнению с контролем на 116,08 г, или 4,30 % ( $P < 0,001$ ), а 2 опытной - на 101,08 г, или 3,74 % ( $P < 0,001$ ).

Таблица 1

*Динамика живой массы гусят в различные возрастные периоды, г ( $\bar{X} \pm S\bar{x}$ )*

Возраст, суток	Группа		
	контрольная	1 опытная	2 опытная
1	80,02 ± 1,28	80,04 ± 1,25	80,04 ± 1,22
10	484,66 ± 5,60	501,16 ± 5,75*	501,20 ± 5,63*
20	1002,76 ± 10,29	1041,40 ± 12,46*	1038,00 ± 10,98*
30	2041,30 ± 13,04	2123,50 ± 14,23***	2113,56 ± 13,49***
40	2700,36 ± 19,51	2816,44 ± 16,82***	2801,44 ± 16,95***
50	3202,48 ± 25,16	3360,76 ± 24,13***	3353,56 ± 24,30***
60	3778,00 ± 27,60	3971,40 ± 27,55***	3967,40 ± 28,11***
Валовой прирост	3697,98 ± 27,54	3891,36 ± 27,68***	3887,36 ± 28,06***
Среднесуточный прирост	61,63 ± 0,45	64,86 ± 0,46***	64,79 ± 0,47***

\* $P < 0,05$ ; \*\* $P < 0,01$ ; \*\*\* $P < 0,001$

В 50-ти суточном возрасте живая масса гусят опытных групп была больше, чем в контрольной на 158,28 г, или 4,94 % ( $P < 0,001$ ) и 151,08 г, или 4,72 % ( $P < 0,001$ ) соответственно. В конце эксперимента (возраст гусят 60 суток) живая масса гусят контрольной группы была меньше в сравнении с 1 опытной на 193,40 г, или 5,12% ( $P < 0,001$ ), со 2 опытной – на 189,40 г, или 5,01 % ( $P < 0,001$ ).

Валовой и среднесуточный прирост живой массы гусят контрольной группы был меньше, чем у птицы 1 опытной на 5,23 % ( $P < 0,001$ ), 2 опытной - на 5,12 % ( $P < 0,001$ ).

При анализе полученных данных по динамике живой массы подопытных гусят, можно сделать следующее заключение, что гуси опытных групп, превосходили контрольную группу. Живая масса, среднесуточный и валовой приросты были

наибольшими у гусят, потреблявших витаминную кормовую добавку Витамин, однако из всех подопытных групп лучший рост отмечен у гусят 1 опытной, получавшей добавку в дозировке 0,7 мл/л воды.

\*\*\*

1. Суханова С.Ф., Лещук Т.Л. Степень влияния некоторых факторов на показатели функционирования живых систем // Актуальные проблемы экологии и природопользования: сборник статей по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Курган: Изд-во Курганской ГСХА, 2018. – С.169 – 175.
2. Суханова С.Ф. Внешние факторы, определяющие функционирование биологических систем // Биотехнологические аспекты управления технологиями пищевых продуктов в условиях международной конкуренции: Сб. статей по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции (19 марта 2019 г) - Курган: Изд-во Курганской ГСХА, 2019. – С.407 - 412.
3. Суханова С.Ф. Изучение корреляционных связей в биологическом объекте под действием кормового фактора // Научное обеспечение безопасности и качества продукции животноводства: сб. статей по материалам III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции (23 мая 2019 г). - Курган: Изд-во Курганской ГСХА, 2019. – С. 274-283.
4. Кузнецова А.В., Суханова С.Ф. Использование добавки Ветосел Е форте для гусят-бройлеров // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2017. - № 1. – С. 49 – 56.
5. Суханова С.Ф., Корниенко И.Г. Показатели естественной резистентности гусят-бройлеров, потреблявших Левисел SB плюс // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. - № 5 (151). – С. 103-108.
6. Суханова С.Ф. Морфобиохимические показатели неспецифического иммунитета гусынь и гусят-бройлеров, потреблявших Лив 52 вет // Вестник АПК Ставрополя. - 2017. - № 2 (26). - С. 109 - 119.
7. Суханова С.Ф., Корниенко И.Г. Мясная продуктивность и качество мяса гусей при включении пребиотика Агримос в состав комбикормов // Достижения науки и техники АПК. - 2017. - Т.31. - № 9. - С.68 - 71.
8. Суханова С.Ф., Лещук Т.Л., Бисчиков Р.М. Математическое обоснование действия факторов, влияющих на продуктивные и биологические показатели гусей // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - №3(43). - 2018. - С.189 - 198.
9. Skvortsova L.N., Koshchayev A.G., Shcherbatov V.I., Lysenko Y.A., Fisinin V.I., Saleeva I.P., Sukhanova S.F. The use probiotics for improving the biological potential of broiler chickens // International Journal of Pharmaceutical Research. - Vol.10, October - December, 2018. - Issue 4. - p.p.760.
10. Суханова С.Ф., Кармацких Ю.А. Морфологические показатели крови у гусят, получавших бентонит // Птицеводство. – 2004. - № 6. – С. 16 – 17.
11. Суханова С., Кожевников С., Шульгин С. Влияние пробиотических препаратов на биохимические показатели крови гусят-бройлеров // Главный зоотехник. – 2012. - № 4. – С.55 - 57.
12. Суханова С.Ф., Махалов А.Г. Авизим 1100 в составе кормосмесей для гусят-бройлеров // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2008. - № 4. – С. 39 - 43.
13. Суханова С.Ф., Азаубаева Г.С., Лещук Т.Л., Коцаев А.Г. Биометрические методы в животноводстве. - Краснодар: КубГАУ, 2017. - 162 с.

**Гришин Е.А.**

**Показатели эффективности выращивания гусят на мясо при использовании добавки Витамин в рационах**

*ФГБОУ ВО «Курганская ГСХА имени Т.С.Мальцева»  
(Россия, Курган)*

*doi: 10.18411/sr-10-04-2021-13*

**Аннотация**

При анализе экономических показателей по эффективности производства мяса гусят, потреблявших различные дозировки витаминной кормовой добавки Витамин, можно сделать следующее заключение, что максимальный уровень рентабельности

производства гусяного мяса был получен в группе, потреблявшей кормовую добавку Витаммин в дозировке 0,5 мл/л воды.

**Ключевые слова:** гусята, добавка Витаммин, прирост, расход корма, рентабельность

### Abstract

When analyzing the economical indicators for the effectiveness of meat production of goslings that consumed different dosages of vitamin feed supplement "Vitammin", we can conclude that the maximum level of profitability of goose meat production was obtained in the group that consumed the feed supplement "Vitammin" in a dosage of 0.5 ml/l of water.

**Keywords:** goslings, "Vitammin" supplement, gain, feed consumption, profitability

«В условиях современной рыночной экономики для повышения рентабельности и конкурентоспособности отрасли российского птицеводства, инвестиционной привлекательности птицеводческих предприятий и снижения всех затрат требуется внедрение новых научно обоснованных технологических приемов производства, способствующих экономии затрат кормов и других ресурсов, а также увеличению производства высококачественного экологически безопасного птичьего мяса, расширения ассортимента птицеводческой продукции» [1 – 12].

Важным является не только увеличение полноценности кормления птицы, но и снижение себестоимости получения продукции. Для этого важна оценка не только зоотехнических показателей использования кормовых добавок, но и экономический анализ.

Исследования выполнены на базе КФХ «Попов С.Н.» Шумихинского района, Курганской области. Для научно-хозяйственного опыта формировали группы птицы методом сбалансированных групп, с учетом возраста, живой массы, физиологического состояния. Опыт провели на 1500 гусятах, разделенных в 3 группы. Срок выращивания 60 суток. Выращивание молодняка гусей было проведено в два периода: стартовый (с 1 по 3 неделю) и финишный (с 4 по 9 неделю). Молодняк гусей контрольной группы кормили с использованием комбикорма ПК-31 (с 1 по 3 неделю выращивания) и ПК-32 (с 4 по 9 неделю выращивания); 1 опытной дополнительно ввели добавку Витаммин в дозе 0,2 мл/л воды; а 2 опытной – 0,5 мл/л воды. Полученный в опытах цифровой материал подвергли биометрической обработке с использованием программы Microsoft Excel [13]. Разницу считали достоверной при  $P \leq 0,05$ .

По окончании эксперимента были проведены расчеты некоторых экономических показателей, характеризующих эффективность использования различных дозировок испытываемой добавки Витаммин для гусят.

В таблице 1 приведены данные, отражающие экономическую эффективность использования кормовой добавки Витаммин при выращивании гусят.

Сохранность молодняка гусей за период опыта в контрольной группе была меньше, в сравнении с опытным на 4,60 и 8,20 %. За период выращивания гусят общий расход комбикорма в контрольной группе был меньше, чем в 1 опытной на 7,12 %, во 2 опытной – на 12,41 %, а расход корма на 1 голову в контроле был меньше – на 1,73 и 2,71 % соответственно. Расход корма на 1 кг прироста в 1 и 2 опытной группах был меньше на 0,89 и 1,15 %, чем в контрольной. Общая стоимость скормленного комбикорма и кормовой добавки Витаммин за период выращивания в 1 опытной группе на 8,02 %, во 2 опытной – на 14,66 % больше, чем в контрольной.

Масса гусенка в конце выращивания в контрольной группе была меньше, чем в опытных на 2,58 и 3,81 %. Прирост живой массы 1 головы в 1 опытной группе гусей был больше, чем в контроле на 2,64 %, а во 2 опытной – на 3,90 %.

Общий прирост живой массы всего поголовья выращенных гусей контрольной группы был на 8,08 % меньше, чем в 1 опытной, и на 13,72 %, чем во 2 опытной группе.

Таблица 1

*Эффективность использования кормовой добавки Витаммин при производстве мяса гусей*

Показатель	Группы		
	контрольная	1опытная	2опытная
Поголовье гусят-бройлеров в начале выращивания, гол.	500	500	500
Сохранность гусят, %	86,80	91,40	95,00
Общий расход корма, кг	5480,0	5870,0	6160,0
Расход корма на 1 голову, кг	12,63	12,84	12,97
Стоимость 1 т комбикорма, руб.	17300	17300	17300
Общая стоимость кормов и добавок, тыс. руб.	94,80	102,41	108,71
Общий расход добавки Витаммин, л	0,00	1,00	2,50
Общая стоимость добавки Витаммин, руб.	0,00	855,00	2137,50
Прирост живой массы 1 головы, г	3408,8	3498,8	3541,8
Расход корма на 1 кг прироста, кг	3,70	3,67	3,66
Общий прирост живой массы, кг	1479,42	1598,95	1682,36
Выход потрошеной тушки, %	58,14	59,14	59,48
Выход мяса в потрошеном виде, кг	879,87	966,76	1022,76
Стоимость реализации 1 кг мяса, руб.	350,00	350,00	350,00
Выручка от реализации мяса в потрошеном виде, тыс.руб.	307,95	338,36	357,97
Общие затраты, тыс.руб.	284,40	298,81	306,31
Прибыль от реализации мяса птицы, тыс.руб.	23,55	39,56	51,66
Рентабельность, %	8,28	13,24	16,87

По выходу потрошеной тушки гусята контрольной группы были меньше опытных на 1,00 и 1,34 %. Большее количество мяса гусей в потрошеном виде было получено от птицы опытных групп по сравнению с контролем: в 1 опытной на 9,88 %, во 2 опытной – на 16,24 %.

Выручка от реализации мяса птицы в потрошеном виде в контрольной группе составила 307,95 тыс.р., что меньше, чем в 1 и 2 опытной на 9,88 и 16,24 % соответственно. Общих затрат на выращивание птицы было больше в опытных группах, по сравнению с контрольной на 5,06 и 7,70 %. Прибыли от реализации мяса птицы, выращенной в контрольной группе было получено меньше, чем в 1 опытной на 16,01 тыс.р., а во 2 опытной – на 28,11 тыс.р.

Уровень рентабельности производства мяса гусей в контроле составил 8,28 %, что меньше в сравнении с опытными группами на 4,96 и 8,59 % соответственно.

Таким образом, использование в кормлении гусей кормовой добавки Витаммин в дозировке 0,5 мл/л воды способствовало снижению расхода корма на единицу продукции, увеличению сохранности поголовья, прироста живой массы и прибыли.

\*\*\*

1. Фисинин В.И., Буяров В.С., Буяров А.В., Шуметов В.Г. Мясное птицеводство в регионах России: современное состояние и перспективы инновационного развития // Аграрная наука. - 2018. - № 2. – С. 30-38.
2. Суханова С.Ф., Кощаев А.Г. Естественная резистентность гусят, потреблявших Левисел SB плюс // Мировые и Российские тренды развития птицеводства: реалии и вызовы будущего: Материалы XIX Международной конференции/под общей редакцией академика РАН, профессора В.И.Фисинина. - Сергиев Посад, ВНАП, 2018. - С. 321 – 323.
3. Суханова С.Ф., Лещук Т.Л., Бисчоков Р.М. Математическое обоснование действия факторов, влияющих на продуктивные и биологические показатели гусей // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - №3(43). - 2018. - С.189 - 198.
4. Sukhanova S. F., Kurskaya Yu. A., Bischokov R. M., Temiraev R. B. Exchange processes in the organism of goslings of different ages feeding with selenium-containing fodder supplement //

- International Conference on World Technological Trends in Agribusiness: IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 624 (2021) 012096. - IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/624/1/012096
5. Temiraev R.B., Sukhanova S.F., Tarchokov T.T., Osepchuk D.V., Baeva Z.T., Kubatieva Z.A., Kozhokov M.K., Kaloeva Z.Yu., Khmelevskaya A.V. Effect of adsorbents in diets on production efficiency of broiler with high nutritional and ecological characteristics // Journal of livestock science. – Vol. 11, number 1. – 2020. – pp. 26-32. (DOI 10.33259/JLivestSci.2020.26-32)
  6. Sukhanova S.F., Bischokov R.M. Identifying Mobile Indicators that Reflect the Functioning of Biological Systems Depending on the Environmental Factors // Advances in engineering research (International scientific and practical conference "AgroSMART - Smart solutions for agriculture" (Agro-SMART 2018; Russia, Tyumen, July 16–20, 2018). - Vol.151, 2018. - p.p.95 - 100.
  7. Sukhanova S.F., Baeva A.A., Vityuk L.A., Temiraev R.B., Kokaeva F.F., Tletseruk I.R. Antioxidant and mold inhibitor in rations with higher aflatoxin content for improving nutritional value of broiler meat // Pollution research. - Vol.37 (4) : 2018. 95 - 98.
  8. Zhuravel N. A., Miftachutdinov A. V., Sukhanova S. F. Economic assessment of stress prevention in broiler chickens in the pre-slaughter period // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science vol. 341 (2019) 012056 (doi:10.1088/1755-1315/341/1/012056)
  9. Skvortsova L.N., Koshchaev A.G., Shcherbatov V.I., Lysenko Y.A., Fisinin V.I., Saleeva I.P., Sukhanova S.F. The use probiotics for improving the biological potential of broiler chickens // International Journal of Pharmaceutical Research. - Vol.10, October - December, 2018. - Issue 4. - p.p.760.
  10. Суханова С.Ф., Кармацких Ю.А. Морфологические показатели крови у гусят, получавших бентонит // Птицеводство. – 2004. - № 6. – С. 16 – 17.
  11. Суханова С., Кожевников С., Шульгин С. Влияние пробиотических препаратов на биохимические показатели крови гусят-бройлеров // Главный зоотехник. – 2012. - № 4. – С.55 - 57.
  12. Суханова С.Ф., Махалов А.Г. Авизим 1100 в составе кормосмесей для гусят-бройлеров // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2008. - № 4. – С. 39 - 43.
  13. Суханова С.Ф., Азаубаева Г.С., Лещук Т.Л., Коцаев А.Г. Биометрические методы в животноводстве. - Краснодар: КубГАУ, 2017. - 162 с.

**Ондар С.О.<sup>1,2</sup>, Монгуш Б.С.<sup>1</sup>, Ондар У.В.<sup>1</sup>, Ховалыг А.О.<sup>1</sup>**

**Биогенная трансформация химических элементов**

<sup>1</sup>Тувинский государственный университет

<sup>2</sup>Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН  
(Россия, Кызыл)

doi: 10.18411/sr-10-04-2021-14

#### **Аннотация**

Настоящая статья посвящена краткой характеристике биогенной миграции химических элементов в условиях Тувы. Показано, что в ультрааридных экосистемах среднегорья и равнин, криоксерофитных высокогорных степях биогенная миграция становится одним из ведущих механизмов трансформации и биоаккумуляции многих химических элементов.

**Ключевые слова:** микро- и макроэлементы, миграция химических элементов, растительный покров, норы, алтайский сурок (*Marmota baibacina*), длиннохвостый суслик (*Spermophilus undulatus*), даурская пищуха (*Ochotona dauurica*).

**Введение.** Следствием ограниченной информативной ёмкости процесса эволюции биотической составляющей экосистем в течение плейстоцена, особенно среднего и позднего, явилась цепь немногочисленных комбинаций одних и тех же форм в зависимости от климатического ритма и пространственного распределения растительных ассоциаций. Происходили частые смены доминирующих видов, причиной которых, видимо, были развитие новых форм взаимодействия между видами нового и предыдущего структурных уровней экосистемы. По нашему мнению, ограниченная информационная ёмкость, была усилена формированием более устойчивых в пространстве и времени внутреэкологических структур — подсистем (коадаптивных комплексов), формируемых на основе роющей деятельности, позволивших вовлечь разносторонние возможности адаптивных комплексов в

перестройке функциональной и структурной организации биологических систем разного уровня [3].

**Цель исследования:** изучение механизмов биогенной трансформации химических элементов ультрааридных и криоксерофитных степях Тувы.

**Материал и методика исследований.** Основные результаты, легшие в основу данной работы получены в 2017-2019 гг. на модельных участках: 1) Монгун-Тайгинский горный массив; 2) Восточный Танну-Ола (южный макросклон, Убус-Нурская котловина); 3) северо-восточная оконечность Тувинской котловины. Используются массовые виды млекопитающих, строящих долговременные норы — *Marmota baibacina*, обитающая только на острове озера Хиндиктиг-Холь (Монгун-Тайга); *Spermophilus undulatus* на среднегорье южного макросклона Восточный Танну-Ола и обычный вид равнинных сухих степей Тувинской котловины — даурская пищуха (*Ochotona dauurica*).

Отбор проб почвы проводился из основного корнеобитающего горизонта и наземной части растительного покрова по стандартным методикам в 7-кратной повторности.

Анализ почвенных образцов проводился в физико-химической лаборатории Центра коллективного пользования Тувинского государственного университета. Для определения элементного состава объектов окружающей среды использованы: атомно-адсорбционный спектрометр Analyst 800 Sollar 6M фирмы Thermo scientific. Для определения органических веществ различного происхождения и/или их идентификации применен: хромато-масс-спектрометр фирмы Agilent. Для статистической обработки материала использован программный пакет Statistica 6.0.

**Результаты и обсуждение.** Основу криоксерофильных высокогорных флористических комплексов высокогорного массива Монгун-Тайга составляют *Sibbaldia tetrandra*, *Eritrichium villosum*, *Chamaerhodos altaica*, *Saxifraga melaleuca*, *Crepis chrysanta* и обитают в наиболее холодных и сухих условиях высокогорья, где практически снежный покров не формируется из-за постоянных ветров и с резкими суточными колебаниями температуры в вегетационный период. Проективное покрытие в них не более 50%. Характерной особенностью высокогорного флористического комплекса является сочетание высокогорных тундровых и степных видов в их структуре.

Разнообразные степи острова представлены разнотравно-злаковыми с *Festuca squatulosa*, *F. kryloviana*, *Setaria viridis*, *Poa attenuata* и др. с участием разнотравья, представленные *Erigeron krylovii*, *Aster alpinus*, *Potentilla transtuvinnica*, *Eritrichium rupestre*, *Saxifraga bronchialis*, *Oxytropis sp.*, *Astragalus sp.* и др., кустарниковыми и полынными вариантами. Небольшие площади заняты кустарниковыми вариантами степей с *Caragana*, *Berberis*, *Dasiphora fruticosa* с участием в травостое *Eritrichium pauciflorum*, *Androsace bungeana*, *A. dasyphylla*, *Stellaria petraea*, *Alyssum obovatum*, *Clausia aprica*, *Orostachys spinosa*, *Potentilla astragalifolia*, *Saxifraga spinulosa* и др. Норы алтайского сурка хорошо заметны по отличающейся от фона растительностью и наличием тропок (рис. 7).

Полынные варианты степей в своей структуре имеют доминирующих видов *Artemisia depauperata*, *Festuca lenensis*, *Ephedra fedtschenkoae* с участием *Festuca valesiaca*, *Goniolimon tataricum*, *Astragalus tschuensis*, *A. laguroides*, *Eritrichium villosum* [1].

В условиях среднегорья представлены различные сочетания сухих и опустыненных степей: нанофитоновые с доминированием *Nanophyton grubovii* и *Potentilla acaulis* с присутствием *Cleistogenes squarrosa*, *Artemisia frigida*, *Eremogone meyeri*, *Ephedra monosperma*, *Scorzonera ikonnikovii*, *Iris humilis* и др.; прутняковые (*Bassia prostrata*) опустыненные степи с сильно разреженным травостоем (ОПП — 5–10

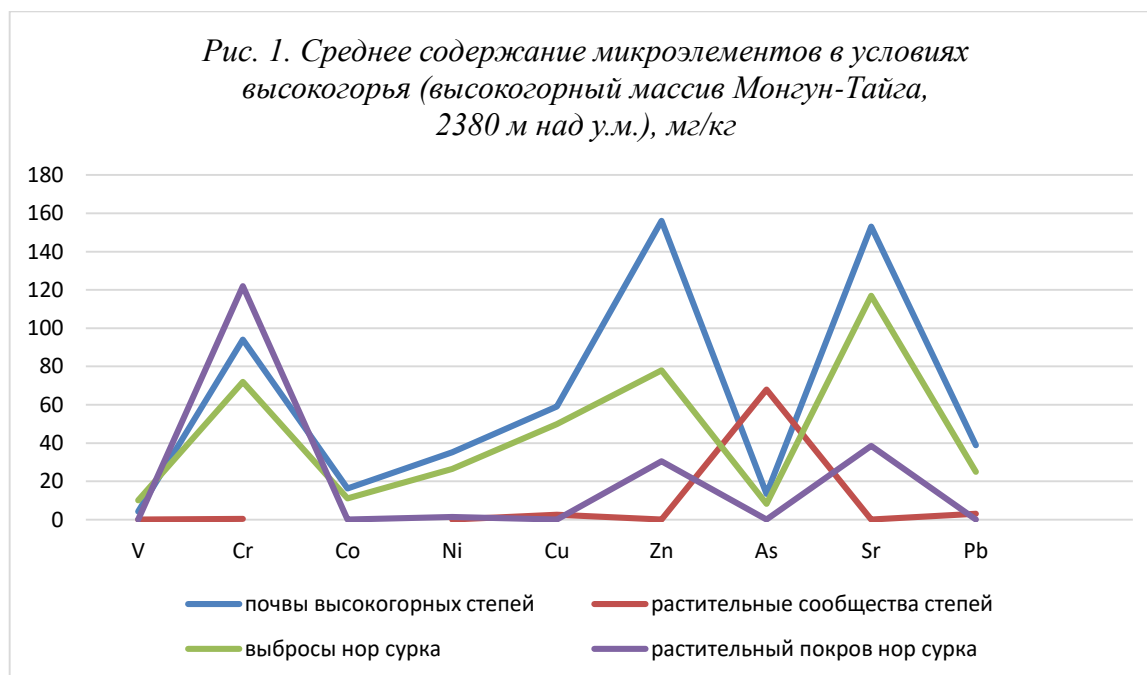
); карагановая (*Caragana pugnata*) холоднопопынно-злаковая степь (ОПП 30 %) в структуре растительного покрова которая присутствуют *Stipa glareosa*, *S. krylovii*, *Cleistogenes squarrosa*, *Agropyron cristatum* (sp-sol) с полукустарничками *Artemisia frigida*, *Bassia prostrata*, *Ephedra monosperma* редко *Gypsophila desertorum*, *Dontostemon perennis*, *Stevenia canescens* [2], которые обычно связаны с выбросами нор мелких млекопитающих. В составе комплексов, приуроченных к норам роющих млекопитающих (обычно *Spermophilus undulatus*), обычны такие виды как *Caragana pugnata*, *Stipa krylovii* с присутствием в структуре комплексов *Euphorbia tshuiensis*, *Potentilla acaulis*, *Ancathia igniaria* на светло-каштановой почве. На выбросах нор суслика (*Spermophilus undulatus*) произрастает растительность с доминированием пырея (*Elytrigia gmelinii*) с присутствием караганы (*Caragana pugnata*), тысячелистника (*Achillea asiatica*) на светло-каштановой каменистой почве.

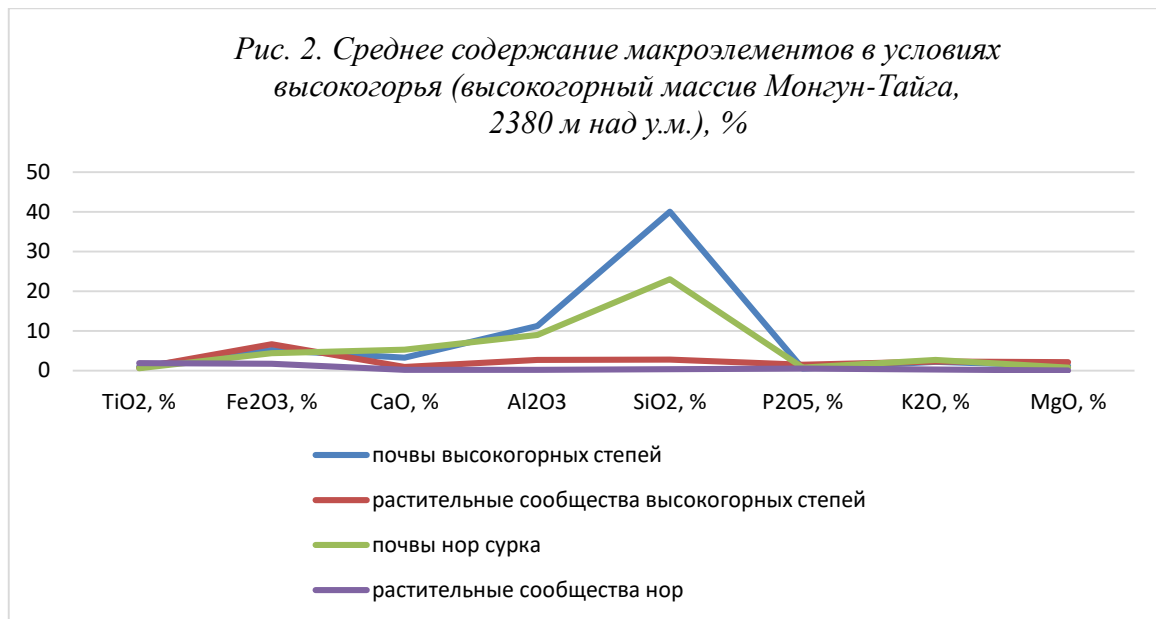
В равнинных степях Тувинской котловины преобладают попынно-мелкодерновинно-злаковые степи, где постоянно присутствует *Artemisia frigida*, но основную массу травостоя составляют злаки – *Stipa capillata*, *Agropyron cristatum*, *Cleistogenes squarrosa*, *Koeleria cristata* с участием *Potentilla acaulis* и *Caragana spinosa*. Среди таких степей в понижениях между увалами то мелкими участками, то крупными площадями вкраплены заросли *Caragana Bunge*. В степях резко выделяются колонии даурской пищухи (*Ochotona dauurica*) с густой и пышной растительностью с преобладанием злаков, караганы карликовой и степным разнотравьем (рис. 7)

Основные результаты химических анализов приведены на графиках №№1 - 6.

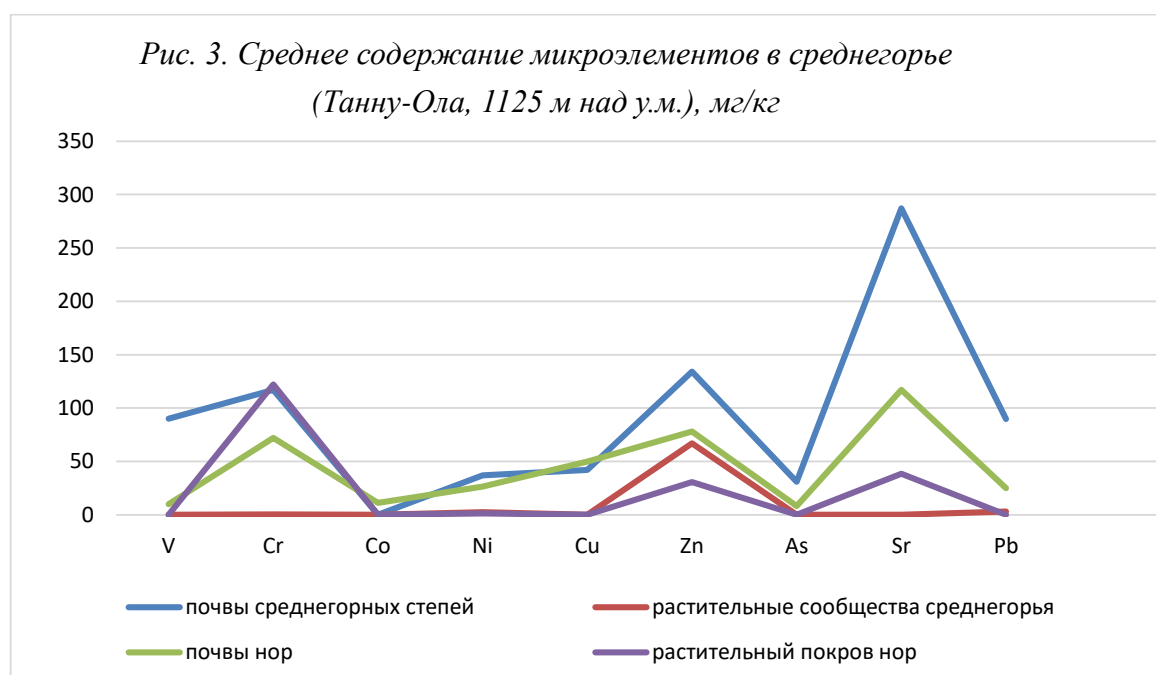
По содержанию микроэлементов на высокогорье наблюдается прямая корреляция и на почвах коренных степей и почвах нор алтайского сурка, но на норах их содержание заметно уменьшается, что может быть свидетельством ускоренной их миграции из выбросов нор. Можно утверждать, что причиной уменьшения содержания некоторых элементов (Cr, Zn, Sr), также является биоаккумуляция их растительностью нор (см. рис. 1).

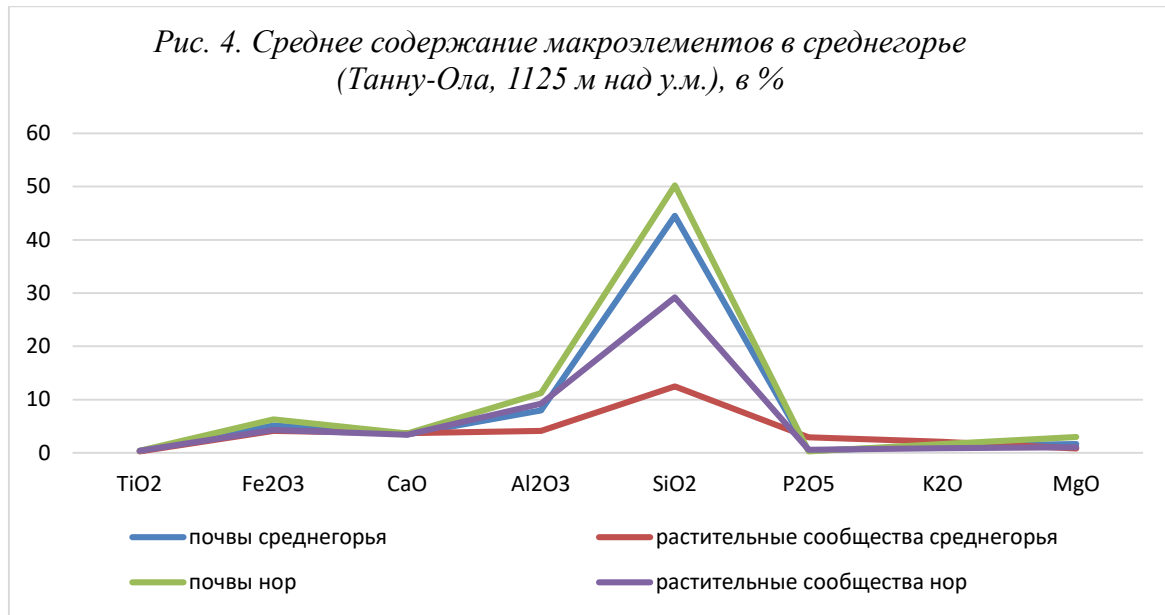
Относительно содержания макроэлементов корреляционная зависимость более тесная ( $r \geq 0,90$ ). В биоаккумуляции некоторых макроэлементов растительные сообщества нор играют определенную роль. Так, в них наблюдается более усиленная аккумуляция железа, кальция, алюминия, кремния, фосфора, калия, магния.





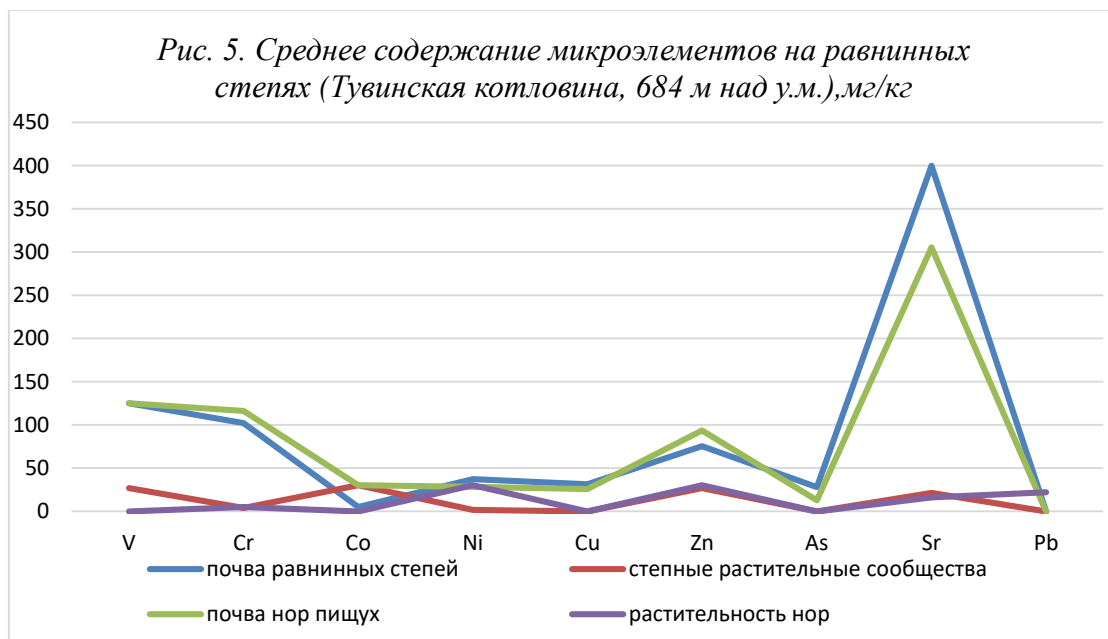
Содержание микроэлементов в почве сухих и опустыненных степей, почве нор длиннохвостого суслика, а также в надземной части степных растительных сообществ и растительного покрова нор длиннохвостого суслика наблюдается прямая корреляционная зависимость ( $r \geq 0,8$ ). Показатели биоаккумуляции растительными сообществами также прямо скоррелировано с их содержанием в почвах. В надземных органах растительных сообществ нор могут накапливаться Cr и Sr (рис. 3), а из макроэлементов — Ti, Fe, Ca, Al, Si, K и Mg (рис. 4). Для V, Ni, Sr характерны увеличение их содержания в почве выбросов. Так, среднее содержание в основном корнеобитаемом горизонте (30 см) стронция составляет  $287,5 \pm 0,3$  мг/кг, а на выбросах —  $400,4 \pm 0,5$  мг/кг, ванадия —  $89,8 \pm 0,3$  и  $104,5 \pm 0,3$  мг/кг. На выбросах нор фиксируется кобальт (5,06 мг/кг), а в почве коренной полупустыни элемент в корнеобитаемом горизонте не обнаруживается. Это может свидетельствовать о трансграничном переносе этого элемента или поступлении его из горизонтов, расположенных ниже корнеобитаемого горизонта, поднятого в результате роющей деятельности суслика.





В почвах равнинных степей, включая норы даурской пишухи, отмечается высокие показатели корреляционной зависимости ( $r \geq 0,89$ ) среднего содержания всех микроэлементов. При этом также отмечается высокая доля вовлеченности подвижных форм химических элементов в корнеобитаемый горизонт. Поэтому степная растительность может накапливать в надземных органах некоторые микроэлементы — Cr, Ni, Zn, Sr, и, особенно Pb (рис. 5). Что касается макроэлементов, наблюдается равномерное их включение их в надземную фитомассу растительного покрова и тенденций их аккумуляции не отмечается (рис. 6).

В графики не включены значения среднего содержания марганца (Mn) из-за их высоких значений. Например, содержание Mn в высокогорных почвах может достигать 2240 мг/кг, на норах — 2480 мг/кг, в надземной части растений нор — в среднем 607 мг/кг. Кроме указанных в графиках элементов в надземной части растительного покрова отмечается присутствие Вг, Ва, Тi, среднее содержание в надземной части растительности равнинных степей которых колеблется в пределах 2, 43 мг/кг, на норах — 6 мг/кг; бария — от 16 мг/кг до 295 мг/кг; титана — 71 и 776 соответственно; железа — от 700 мг до 7290 мг/кг на растительных сообществах нор.



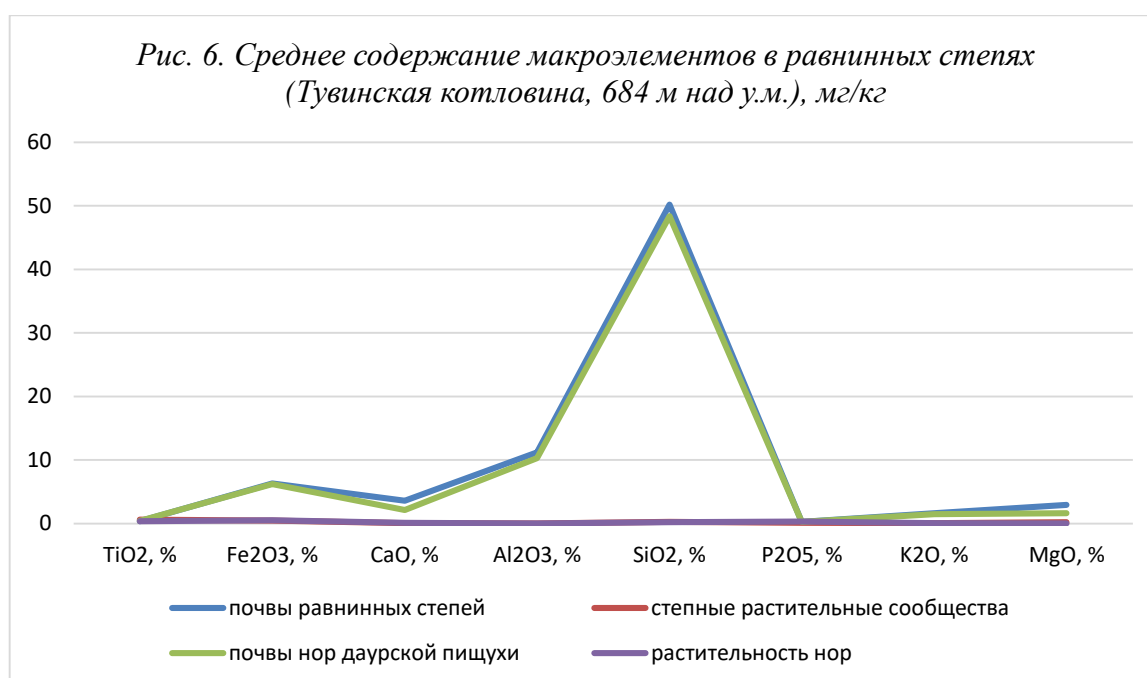


Рис. 7. Норы алтайского сурка в Монгун-Тайге.



Рис. 8. Норы даурской пищухи в Тувинской котловине

**Заключение.** Популяции и виды входят в системы более высокого экосистемного уровня с принципиально иными внутренними связями (вещественно-энергетическими, информационными и т.п.), обладают собственным типом системной организации и, соответственно, собственными закономерностями функционирования. Как всякая система высшего уровня, сообщество не придает своим подсистемам каких-либо совершенно новых свойств, но может вводить дополнительные ниши, модифицируя свойства своих подсистем. Можно предположить, что именно эта особенность подсистем, может стать причиной формирования новых механизмов трансформации химического вещества в ультрааридных и криоксерофитных условиях Тувы.

По результатам исследований можно сделать заключение о том, что норы мелких млекопитающих может существенным фактором биотрансформации, миграции и биоаккумуляции химических элементов.

Сравнительные исследования содержания химических элементов показали, что перемещение почвы в результате роющей деятельности позволяет перемещению некоторых элементов в верхние горизонты почвы, делая их доступными для биологической трансформации. Об этом свидетельствует некоторое повышение содержания биогенных элементов в надземных органах растений.

Прямая корреляция в содержании химических элементов в почвах коренной полупустынной степи, на норах мелких млекопитающих и относительная

самостоятельность среднего содержания в надземных органах растительности степей и нор степных млекопитающих свидетельствует о наличии регуляторных механизмов видов растений, произрастающих в пределах роющей активности зверька, эволюция которых происходила совместно.

\*\*\*

1. Горный массив Монгун-Тайга / ред. К.В. Чистяков. – СПб: Арт-Экспресс, 2012. – 310 с.
2. Курбатская С.С., А.М. Самдан, Т.Н. Прудникова, С.К. Кужугет, А.М. Монгуш, У.-М.Г. Чаш, О.О. Момбулай, Ш.Д. Ховалыг. Ландшафтно-географические исследования южного макросклона Восточного Танну-Ола (Тува) // Состояние и освоение природных ресурсов Тувы и сопредельных регионов Центральной Азии. Эколого-экологические проблемы природопользования / Отв. редактор докт. геол.-мин. Наук В.И. Лебедев. Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2014. Вып. 13. – С. 121-138.
3. Ондар С.О. Экологические перестройки в эволюции экосистемного уровня. - Кызыл: РИО ТувГУ, 2015. -318 с.

**Мустафаева С.Э.к.**

**Исследование состава мочи в норме и на фоне гиповолемического шока**

*Бакинский Государственный Университет  
(Азербайджан, Баку)*

*doi: 10.18411/sr-10-04-2021-15*

*Научный руководитель  
Мамедова Н.Т.к.*

#### **Аннотация**

Гиповолемический шок - это неотложное, стремительно развивающееся и несущее прямую угрозу жизни состояние, и относится к числу так называемых сердечнососудистых катастроф. Подобного рода статусы характеризуются рядом общих клинических и патофизиологических особенностей; малопредсказуемой динамикой в ответ на терапевтическое вмешательство; высокой летальностью, если помощь оказывается своевременно и грамотно.

**Ключевые слова:** гиповолемический шок, пиелонефрит, протеинурия, кетоновые тела, билирубин, сахарный диабет

Гиповолемический шок характеризуется нарушениями гемодинамики, микроциркуляции, тканевой перфузии, сопровождающиеся гипоксией, и нарушениями клеточного метаболизма. В результате внутриклеточного дефицита кислорода нарушаются процессы энергообеспечения тканей вследствие резкого снижения ресинтеза АТФ. Недостаток макроэргов, в свою очередь, вызывает угнетение специфических функций клеток и пластических процессов в них, т.е. нарушаются работа АТФаз, ионный гомеостаз (перегрузка клетки  $Ca^{2+}$ ), структурная организация мембран из-за их дефосфорилирования, активации фосфолипаз; синтез и ресинтез мембранных фосфолипидов; происходит дегградация адениловых нуклеотидов, прекращается  $\beta$ -окисление свободных жирных кислот, усиливаются процессы ПОЛ (1).

Таким образом, состояние шока представляет собой циркуляторный и метаболический ответ организма на агрессию среды, который филогенетически закодирован в нейроэндокринной системе. Истощение её функциональной активности приводит к нарушению нейрогормональной регуляции жизнеобеспечивающих функций.

Исходя из этого, противошоковая терапия должна быть направлена на коррекцию в первую очередь центральных механизмов регуляции, ответственных за способность организма противостоять возникшим нарушениям.

**Методы исследования.** Лабораторные исследования являются дополнительным методом, одной из важнейших частей обследования пациента. В ряде случаев их данные оказывают решающее значение при постановке диагноза. Исследование мочи позволяет определить физические свойства, химический состав, микроскопию осадка мочи и указывают на состояние почек и их функцию, а так же позволяют судить о наличии поражения ряда других органов и систем. Поэтому они являются составной частью в общем обследовании пациента.

Исследовали физико-химические показатели состава мочи в норме и при гиповолемическом шоке (2): прозрачность мочи определялась в цилиндре в проходящем свете. Причину помутнения определяли при помощи микроскопии. Реакция мочи (рН) определялась с помощью индикаторов лакмуса: синяя лакмусовая бумага в кислой среде краснеет, красная лакмусовая бумажка в щелочной среде синееет.

Принцип метода качественного определения белка в моче основан на том, что белок под действием неорганических кислот коагулирует (становится видимым). Степень помутнения мочи зависит от количества белка, обнаружение которого проводилось при помощи 20% сульфосалициловой кислоты. Качественное определение белка в моче проводили тест – полосками. Для выявления протеинурии используют различные монотест – полоски: Альбуфан, Альбустикс, Биофан Е и политесты: Трискан, Нонафан и др. Количественное определение обнаружения белка в моче проводилось по методу Робертса – Стольникова.

Качественное определение сахара в моче проводили реактивом Гайнеса, количественное колориметрическое определение сахара в моче производили по шкале Альтгаузена после положительной качественной реакции.

При обнаружении сахара в моче исследовали кетоновые тела экспресс – тестами (кетифан) или пробой с нитропруссидом натрия.

Определение желчных пигментов в моче проводилось по методу Труссо – Розина.

Для исследования мочи приготовленный нативный препарат помещали на столик микроскопа и микроскопировали сначала при малом (7x8), а затем под среднем (7x40) увеличении, просматривая весь препарат.

**Результаты исследования.** В таблице приведены показатели общего анализа мочи у взрослых в норме и при наличии отклонений.

Обозначение	Название показателя	Норма с указанием единицы измерения
COLOR	цвет	соломенный
рН	кислотность	5-7
PRO	белок	нет или 0,033 г/л
GLU	глюкоза	нет или до 1 ммоль/л
BIL	билирубин	нет или до 8,5 мкмоль/л
URO	уробилиноген	нет или до 35 мкмоль/л
KET	кетоновые тела	нет или до 0,5 ммоль/л
BLD	эритроциты	до 2 в п/з
LEU	лейкоциты	до 5 в п/з

Гиповолемический шок обусловлен критическим уменьшением внутрисосудистого объема. Уменьшение венозного возврата приводит к снижению наполнения желудочков и ударного объема. Если не компенсировать увеличение частоты сердечных сокращений, сердечный выброс уменьшается. Распространенной причиной может быть кровотечение (геморрагический шок), как правило, из-за травмы, хирургического вмешательства, язвенной болезни, варикозного расширения вен пищевода или разрыва аневризмы аорты. Кровотечение может быть явным (например, кровавая рвота, мелена) или скрытым (например, разрыв при внematочной

беременности). Гиповолемический шок также может возникнуть в результате увеличения потерь жидкости организмом, кроме потери крови.

*Гиповолемический шок, вызванный потерей жидкости в организме*

Участок, теряющий воду	Механизм потери
Кожа	Тепловой или химический ожог, потливость из-за чрезмерного воздействия тепла
Желудочно-кишечный тракт	Рвота, диарея
Почки	Сахарный диабет или несахарный, недостаточность надпочечников, (потеря солей) нефрит, полиурическая фаза после острого повреждения системы трубочек, использование сильнодействующих диуретиков
Внутрисосудистая жидкость/внесосудистое пространство	Повышение проницаемости капилляров вторичное по отношению к воспалению или травматическому повреждению (например, раздавливание), гипоксии, остановке сердца, сепсису, ишемии кишечника, острому панкреатиту

Гиповолемический шок может быть связан с недостаточным потреблением жидкости. Недостаточное количество воды, неврологические нарушения ослабляют чувство жажды, физиологические расстройства могут уменьшить ее потребление. У госпитализированных пациентов гиповолемия может усугубляться, если ранние признаки недостаточности кровообращения неправильно расценивались как сердечная недостаточность, в результате задержки жидкости при использовании диуретиков (3,4).

В норме свежесвыпущенная моча прозрачна. Различные оттенки мочи при гиповолемическом шоке указывают на наличие следующих патологий: «мясных помоев» – острый гломерулонефрит, бурая и темная – при гемолитической анемии, чёрная – при пароксизмальной ночной гемоглобинурии и т.д. Мутность обусловлена попаданием в урину форменных элементов крови, бактерий, клеток эпителия, жировых частиц, солей.

В норме при смешанном питании реакция мочи слабокислая или нейтральная (рН 4, 5 – 7,4). При гиповолемическом шоке происходит снижение рН мочи (рН около 5 и ниже) – закисление мочи.

Белок в норме в моче содержится в минимальных количествах, которые не обнаруживаются обычными качественными реакциями. Его наличие в моче называется протеинурией. Верхняя граница нормы белка в моче – 0,033 г/л. Если содержание белка выше этого значения, то качественные пробы на белок становятся положительными. При наличии белка, моча в пробирке мутнеет. Обнаружение большого количества белка в моче происходит при гломерулонефрите, диабетическом поражении почек, нарушении кровообращения в почке при сердечной недостаточности.

В моче здорового человека сахар отсутствует. При наличии сахара в моче образуется окрашивание (от желтого до бурого). Окраску раствора сравнивают с цветом стандартной шкалы. На фоне гиповолемического шока при расшифровке анализа мочи людей с подозрением на сахарный диабет показатель глюкозы крайне важен. В совокупности с анализом крови он даёт информацию о наличии и прогрессировании этого заболевания.

В норме показатель на билирубин должен быть отрицательным. Билирубинурия указывает на поражение печени и затруднение желчеоттока при гиповолемическом шоке.

При выявлении сахара в моче проводят обязательное исследование на кетоновые тела. В норме кетоновых тел не обнаруживают – реакция отрицательная. Их проникновение в мочу при гиповолемическом шоке показывает декомпенсацию сахарного диабета и высокий риск развития гипергликемической комы.

При микроскопическом анализе осадков мочи просматриваются следующие фрагменты:

Эпителий постоянный компонент мочи. При микроскопии обнаруживают элементы плоскоклеточного, переходного, почечного эпителия. По ним придерживаются следующих количественных ориентиров:

- плоский – до 3-5 клеток в п/з;
- переходный – не более 1 клетки в п/з;
- почечный – должен отсутствовать.

При гиповолемическом шоке происходит повышение или появление эпителиальных клеток в осадке при гломерулонефрите, пиелонефрите и т.д.

Патологическое повышение эритроцитов (>2 в п/з) при гиповолемическом шоке связано например, геморрагическим диатезом, гломерулонефритом, пиелонефритом, травмой почки и т.д.

Лейкоцитурия (> 5 в п/з) наблюдается также при гиповолемическом шоке (при пиелонефрите, гломерулонефрите и т.д.). Чрезмерное накопление лейкоцитов вызывает помутнение мочи, называемое пиурией.

Физиологическая моча не содержит цилиндры. Их образование происходит при поражениях почек. На фоне гиповолемического шока при анализе мочи можно встретить следующие виды цилиндров:

- гиалиновые – присутствуют при пиелонефрите, гломерулонефрите;
- зернистые – обусловлены пиелонефритом, гломерулонефритом и т.д.;
- восковидные – при нефротическом синдроме, и т.д.

Также встречаются лейкоцитарная, эритроцитарная и эпителиальная форма цилиндров. Они указывают на первичную или вторичную патологию почек.

Бактерии, грибы и паразиты в норме отсутствуют в моче, их обнаружение связывается с соответствующим заболеванием мочевыводящего тракта.

\*\*\*

1. Егоров И.В., Киселёва А.В., Михайлова Н.Н., Уланова Е.В., Фоменко Д.В. Влияние мелатонина на энергообеспеченность тканей в динамике экспериментального травматического шока // *Фундаментальные аспекты медицины катастроф Сибири (Сб. тезисов докладов региональной научно-практ. конф.)*-Новосибирск. - 1998. - С.87-89.
2. Мурадзева Г.В., Письменная С.В., Серова С.С. Основы лабораторной диагностики: Учебно-методическое пособие. – Архангельск: ГОУ СПО «АМК», 2008. –С.62-77, 140-159.
3. Holcomb JB, Tilley BC, Baraniuk S, et al: Transfusion of plasma, platelets, and red blood cells in a 1:1:1 vs a 1:1:2 ratio and mortality in patients with severe trauma: the PROPPR randomized clinical trial. *JAMA* 313(5):471-482, 2015. doi:10.1001/jama.2015.12
4. Cannon JW, Khan MA, Raja AS, et al: Damage control resuscitation in patients with severe traumatic hemorrhage: A practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. *J Trauma Acute Care Surg* 82(3):605–617, 2017. doi: 10.1097/TA.0000000000001333.

**Содаткадамова Т.М.**

**Эколого-биологические особенности местных и интродуцированных сортов абрикоса в условиях высокогорья Памира**

*Хорогский государственный университет им.М.Назаршоева  
(Таджикистан, Хорог)*

doi: 10.18411/sr-10-04-2021-16

**Аннотация**

Дана эколого-биологическая характеристика некоторых интродуцированных и местных сортов и форм абрикоса в условиях высокогорья Памира. Выявлено, что в условиях высокогорья Памира произрастает только один вид абрикоса-абрикос обыкновенный (*Armeniaca vulgaris lam.*).

**Ключевые слова:** абрикос, высокогорья, интродукция, местные, формы

**Abstract**

The ecological and biological characteristics of some introduced and local varieties and forms of apricot in the conditions of the Pamir highlands are given. It was revealed that only one type of apricot grows in the conditions of the Pamir highlands - the common apricot (*Armeniaca vulgaris lam.*).

**Keywords:** apricot, highmountin, introduction, local, varieties, forms

Памир является один из самых высокогорных районов центральной Азии, имеет сложный рельеф, характеризующийся неповторимыми контрастами и богатым биоразнообразием. Сложный горный рельеф, разнообразие климатических факторов - резкие перепады температур, относительная сухость воздуха, высокая интенсивность освещенности, богатая ультрафиолетовыми лучами, наличие огромных ледников, озер и рек отличает Памир от других регионов Центральной Азии [1].

Абрикос (*Armeniaca vulgaris Lam.*) имеет давнюю историю в китайской литературе он упоминается за 4 тыс. лет до нашей эры.

Таджикистан является одним из древнейших очагов культуры абрикоса.

В условиях Западного Памира произрастает один вид абрикоса - абрикос обыкновенный с большим многообразием сортов и является наиболее популярной культурой и плодоносит на самых разнообразных почвах. Многообразие сортов объясняется продолжительным нахождением их в культуру, размножением семенным способом, перекрестным опылением и разнообразием место произрастания [2].

Интродукция абрикоса началось с организацией Памирского ботанического сада (1940г.) и в первую очередь внимание было уделено на хозяйственные характеристики, качество плодов и урожайность. Лучшее всего плодоносили интродуценты Венгерский и Таджикибаи [3].

Ареал абрикоса по высотным поясам на Западном Памире доходит до 3120 м над ур. моря. Это наиболее высокая зона абрикоса в Западной Азии.

Объектами исследования служили местные формы абрикоса, также интродуцированные сорта абрикоса Таджикибаи, Хурмаи ранний, Еревани, Равшанали, Лучак произрастающие на территории Памирского ботанического сада А.В. Гурского. В условиях высокогорья абрикос цветет раньше других плодовых культур и страдает от весенних заморозков. Некоторые местные сорта устойчивы к зимним низким температурам, который зависит от сортовой особенности и также от возраст дерева. Абрикос засухоустойчивая культура, корневая систем страдает от избытки переувлажнения. Данные экспедиционных исследований показывают, что в Дарвазском районе, где осадки больше абрикос страдает от гребковых заболеваний.

На опытных деревьях были изучены даты фенологических фаз, динамика роста побега, также изучены даты наступления основных фенофаз. Фенологические наблюдения необходимы для изучения формовых особенностей растений. По происхождению ими отдельных фаз развития, что необходимо в целях соблюдения сроков проведения различных агротехнических мероприятий.

Фенологические наблюдения провели с начало вегетации, от фазы набухания почек, их распускание, цветение, рост побегов, завязывание и созревание плодов продолжая по опадание листьев. Фенологические наблюдения провели на высоте 2100-2320 м над ур. моря.

Климат Западного Памира благоприятствуют нормальному прохождению фенологических фаз как для местных так и интродуцированных сортов абрикоса. Однако, распускание цветочных почек у большинства сортов и форм в условиях Памирского биологического Института начинается при наступлении уже в конце первой декады апреля стабильной среднесуточной температуре воздуха на уровне +9...+10<sup>0</sup> С, а распускание вегетативных почек - в конце апреля или в первой декаде мая.

Начало роста почек зависит также и от времени их образования. Закладка плодовых почек у возделываемых в условиях Западного Памира сортов и форм абрикоса начинается в июле-августе и продолжается в течение всей зимы. Нашими исследованиями установлено, что почки абрикоса начинают жизнедеятельность, когда среднесуточные температур воздуха превышают  $+5^{\circ}\text{C}$ . Средняя сумма активных температур, необходимая для начала вегетации почек абрикоса, равняется  $140^{\circ}\text{C}$  ( $+10^{\circ}\dots+12^{\circ}$ ), а продолжительность у отдельных сортов и форм составляет от 3-5 до 7-9 дней, а продолжительность цветения 10-12 дней.

Согласно составленному нами феноспектру (рис.1.) следующая фенофаза абрикоса рост и созревание плодов начинается с момента оплодотворения цветков и продолжается до созревания плодов. В зависимости от сорта и формы продолжительность этой фенофазы составляет от 120 до 150 дней.

Сумма активных температур, необходимая для роста и созревания плодов, с учетом сортовых и формовых особенностей, колеблется от  $1295^{\circ}\text{C}$  у ранних сортов, до  $2064^{\circ}\text{C}$  и даже больше у сортов и форм позднего срока созревания.

Данные фенологических наблюдений (табл.1) показывают, что усиленный рост побегов наблюдается в начале цветения и фазе плодоношения. В конце июля и начале августа рост побега уже прекращается. Рост побегов измерялся у местных форм Равшанали, Рахматуллои и интродуцированные формы Таджибаи, Хурмаи и Шалах.

Таблица 1

Динамика роста побега (в см)

Форма	Дата измерений, число и месяц					
	13.У	21.У.	10.У1.	27.У1.	10.У11.	25.У11.
Равшанали	5,3	8,9	10,4	12,3	13,6	13,9
Таджибаи	4,3	7,8	9,3	11,1	12,3	12,4
Шалах	4,2	6,3	8,7	10,4	11,5	11,8
Хурмаи	3,2	5,7	7,6	9,13	10,3	10,6

Опадение листьев у абрикоса является как сортовой особенностью, так и зависит от условий произрастания. Нами показано, что низкие осенние температуры - ниже  $+10^{\circ}\text{C}$  удлиняют сроки опадения листьев.

Продолжительность вегетационного периода у большинства сортов и форм абрикоса в условиях Памирского ботанического сада составляет 190-210 дней, тогда как в целом по районам Западного Памира этот показатель варьирует от 160 до 220 дней.

По урожайности и долговечности абрикос также занимает одно из первых мест среди косточковых плодовых пород, давая в соответствующих климатических условиях, при правильном агротехническом уходе в среднем 8-10т урожая с 1га, а в отдельные годы до 20т.

В зависимости от условий произрастания, индивидуальных особенностей абрикос на Памире плодоносит в различном возрасте. Наши наблюдения показывают, что в естественных условиях (в одичавшем виде), когда деревья растут на неорошаемых склонах, абрикос вступает в плодоношение в возрасте 6-8 лет. Наиболее раннее плодоношение- в возрасте 5-6 лет отмечается при выращивании его на орошаемых землях, т.е. в культуре.

В условиях Западного Памира плоды абрикоса в зависимости от погодных условиях, сорта, агротехнических мероприятий наиболее скороспелыми являются Лучак ранний, Еревани, Шалах. Среди местных форм встречаются сорта, которые созревают в конце сентября и начало августа, местное население их называют «Тирамохи». Эта форма нами было описано в Ванчском районе. Некоторые сорта и формы абрикоса т в условиях Западного Памира в нижних частях созревают в конце

мая и начало июня, которые называют «Пешпазак». Также, фенологические фазы в зависимости от высоты над ур, моря отстают приблизительно на месяц [4].

Среди интродуцентов наибольшей продуктивностью выделяются Еревани, Венгерский, ХурмаиНиже приводим краткую характеристику некоторых местных и интродуцированных сортов и форм абрикоса.

**Форма Аджирх-Махмури.** Форм описана в к.Басид Бартангской долины. Плоды крупные, массой – 37 г. Созревают во второй декаде августа. Крона раскидистой формы, диаметром 5м. Окраска кожицы при созревании зелено-желтого цвета. Форма кроны раскидистая, диаметр кроны 5м. При полном созревании плоды вскрываются и косточки опадают. Плоды крупного размера (51х46х43 мм), удлиненной формы, слегка сжаты с боков, с вдавленной вершиной. Брюшной шов открыт. Кожица на плодах желтая. Плоды универсального типа пользования. Мякоть бледная, плотная и средне-сочная, сахаристая. Косточка отделяется хорошо, крупного размера-32х27х11мм, светлая, плоской овальной формы, вершина клиновидная. Центральное ребро сильно оттянутое, боковые ребра по всей длине довольно широкие, спинной шов закрытый. Поверхность шероховатая. Ядро сладкое, составляет 21,4 % от веса косточек.

Листья имеют широко-яйцевидные форму размером 92х70 мм. Верхушка заостренная и основание клиновидное. Черешок длинный – 52 мм. Высота прироста составляет 11,0 см, его толщина - 0,2 мм. Для данной формы дополнительного селектирования не требуется.

**Форма Чихох-1.** Самая крупноплодная форма среди абрикосов, описанных нами в верхнем Ванче. Форма описана на приусадебном участке Азизшоева Давлятбоа. Высота дерева достигает 3 м, форма кроны раскидистая, диаметр кроны 2,5 м, Дерево описано в возрасте 6 лет. Плоды крупные 51х 45х50 мм, весом 60 г, овальные. Окраска кожицы плода светло-желтая. Мякоть желтая, сочная, сладкая. Брюшной шов выражен слабо.

Косточки среднего размера 21х15х12 мм, весом 1,6 г, вес косточек составляет 2,6 % от веса плода. Отличительным признаком этой формы является то, что в каждой косточке имеются по 2 ядра. Косточки имеют овальную форму. Боковые ребра выражены слабо, центральное ребро оттянутое. Брюшной шов закрытый, на его поверхности имеются дырочки.

\*\*\*

1. Акназаров О.А. Памир: От субтропиков до подножия ледников // Душанбе: АН РТ. Отд. биол. и мед. наук, Ассоц. "Женщины науки Таджикистана", 2000.- 42 с.
2. Ковалев Н.С. Абрикос. - М.: Сельхозиздат, 1963.- 288с.
3. Корзинников Ю.С, Юсуфбеков Х.Ю, Корзинникова Е.Г. Первичные итоги изучения сортов абрикоса в Памирском ботаническом саду // Инструкция растений и ботанические исследования в Горном Бадахшане-Душанбе .1984-С. 110-157.
4. Саодаткадамова Т.М., Фелалиев А.С. Абрикосы Памира. Душанбе, -Дониш, 2009.-175 с.

**Тарасова А.О.**

**Влияние льняного жмыха в рационах молодняк лошадей на жирнокислотный состав мышечной ткани**

*ФГБОУ ВО «Курганская ГСХА имени Т.С.Мальцева»  
(Россия, Курган)*

doi: 10.18411/sr-10-04-2021-17

#### **Аннотация**

Целью работы являлось изучение жирнокислотного состава мышечной ткани молодняка лошадей, потреблявшего льняной жмых в дозировках 300 и 500 г/гол в сутки. При исследовании жирнокислотного состава липидов мышечной ткани молодняка лошадей, потреблявших льняной жмых, идентифицировано 34 жирные

кислоты. Не установлено существенных (достоверных) различий в соотношении отдельных жирных кислот, ненасыщенных, насыщенных и полиненасыщенных между животными подопытных групп. Мясо лошадей, потреблявших льняной жмых, было более сбалансированным по содержанию жирных кислот.

**Ключевые слова:** льняной жмых, рационы, молодняк лошадей, мышечная ткань, жирные кислоты

### Abstract

The aim of the work was to study the fatty acid composition of the muscle tissue of young horses that consumed flaxseed meals in the dosages of 300 and 500 g/unit per day. While examining the fatty acid composition of the muscle tissue lipids of young horses consuming flaxseed meal, 34 fatty acids were identified. There were no significant (reliable) differences in the ratio of individual fatty acids, unsaturated ones, saturated ones, and polyunsaturated ones between the animals of the experimental groups. The meat of horses consuming flaxseed meals was more balanced in terms of the content of fatty acids.

**Keywords:** flaxseed meal, rations, young horses, muscle tissue, fatty acids

«Использование льна способствует решению белковой проблемы в животноводстве. Льняной жмых - ценный энергонасыщенный корм для всех видов сельскохозяйственных животных. Количественный и качественный состав протеина льна свидетельствует о перспективности его применения в качестве источников белка. Введение льняного жмыха в рацион животных позволяет сбалансировать его по протеину, жиру и незаменимым аминокислотам. Питательные вещества льняного жмыха легко усваиваются животными, повышают продуктивность, он благотворно воздействует на пищеварительную систему и здоровье животных» [1].

Для реализации генетического потенциала животных необходимо создать благоприятные условия, основным из которых является обеспечение полноценного кормления, использование различных кормовых добавок [2 - 6]. Использование кормовых добавок в рационах лошадей способствует увеличению продуктивности и улучшению физиологического состояния животных [7, 8, 9]. В последние годы во всем мире возрос интерес к использованию льна и продуктов его переработки. В практике кормления сельскохозяйственных животных льняной жмых признается одним из лучших.

Целью работы являлось изучение показателей жирнокислотного состава мышечной ткани молодняка лошадей русской тяжеловозной породы при использовании льняного жмыха в составе рационов.

Научно-хозяйственный опыт провели в ООО «Логиново» Курганской области на молодняке лошадей русской тяжеловозной породы. Опыт провели на молодняке в возрасте с 9 до 12 месяцев. Контрольная группа молодняка получала основной рацион, 1 опытная - рацион с добавлением льняного жмыха в дозировке 300 г/гол, а 2 опытной - 500 г/гол в сутки. Полученный в опытах цифровой материал подвергли биометрической обработке [10]. Разницу считали достоверной при  $P \leq 0,05$ .

В таблице 1 приведены данные по содержанию жирных кислот в мышечной ткани молодняка лошадей. При исследовании жирнокислотного состава липидов мышечной ткани молодняка лошадей подопытных групп идентифицировано 34 жирные кислоты. Исследованиями не установлено существенных (достоверных) различий в соотношении отдельных жирных кислот, ненасыщенных, насыщенных и полиненасыщенных между животными подопытных групп. Во всех группах молодняка установлено равное количество жирных кислот: капроновая, каприловая, деценовая, тридекановая, гептадекановая, нондекановая, эйкозатриеновая,

бегеновая, эруковая, докозапентеновая, тетракозеновая. Установлено большее содержание каприновой (на 0,05 %), лауриновой (на 0,14 и 0,21 %), миристиновой (на 0,90 и 0,70 %), миристолеиновой (на 0,05 и 0,08 %), пентадекановой (на 0,14 %), цис-10-пентадеценовой (на 0,03 %), пальмитиновой (на 1,10 и 0,50 %), пальмитолеиновой (на 1,50 и 1,80 %), олеиновой (на 7,70 и 3,90 %),  $\alpha$ -линоленовой (на 1,30 %), эйкозациеновой (на 0,40 и 0,10 %), эйкозапентеновой (на 0 и 0,30 %), генийкозановой (на 0,50 %), докозагексановой (на 0,20 и 0,35 %) в мышечной ткани молодняка контрольной группы.

Таблица 1.

*Жирнокислотный состав мышечной ткани молодняка лошадей, % ( $\bar{X} \pm S\bar{x}$ )*

Кислота	Группа		
	контрольная	1 опытная	2 опытная
Капроновая	0,05	0,05	0,05
Каприловая	0,05	0,05	0,05
Каприновая	0,15	0,10	0,10
Деценовая	0,05	0,05	0,05
Лауриновая	0,62	0,48	0,41
Тридекановая	0,05	0,05	0,05
Миристиновая	3,70	2,80	3,00
Миристолеиновая	0,20	0,15	0,12
Пентадекановая	0,40	0,26	0,26
Цис-10-пентадеценовая	0,13	0,10	0,10
Пальмитиновая	26,10	25,00	25,60
Пальмитолеиновая	4,50	3,00	2,70
Гептадекановая	0,49	0,50	0,50
Гептадеценовая	0,34	0,60	0,25
Стеариновая	6,90	9,10	8,20
Олеиновая	27,9	20,20	24,00
Элаидиновая	2,10	2,30	1,70
Ленелевая	18,3	26,00	18,5
$\gamma$ -Линоленовая	0,20	0,50	0,50
$\alpha$ -Линоленовая	3,00	1,70	1,70
Нондекановая	0,05	0,05	0,05
Гондоиновая	0,05	0,40	0,35
Арахидиновая	0,20	0,10	0,20
Эйкозациеновая	0,60	0,20	0,50
Эйкозатриеновая	0,05	0,05	0,05
Арахидоновая	1,15	2,20	2,70
Эйкозапентеновая	0,60	0,60	0,30
Генийкозановая	0,60	0,10	0,10
Бегеновая	0,20	0,20	0,20
Эруковая	0,05	0,05	0,05
Докозапентеновая	0,05	0,05	0,05
Докозагексановая	0,40	0,20	0,05
Лигноцериновая	1,70	2,10	2,40
Тetraкозеновая	0,05	0,05	0,05

При этом внутримышечный жир в контроле отличался более низким содержанием стеариновой (на 2,20 и 1,30 %), ленелевой (на 7,70 и 0,20 %),  $\gamma$ -линоленовой (на 0,30 %), гондоиновой (на 0,35 и 0,30 %), арахидоновой (на 1,05 и 1,55 %), лигноцериновой (0,20 и 0,35 %).

Таким образом, исследования, полученные в эксперименте, указывают, что мясо лошадей, потреблявших льняной жмых, было более сбалансированным по содержанию жирных кислот.

\*\*\*

1. Лен масличный, его хозяйственно-полезные качества // [http://www.rsnso.ru/directions/ensuring\\_quality/publications/?n=805](http://www.rsnso.ru/directions/ensuring_quality/publications/?n=805)
2. Суханова С.Ф., Азаубаева Г.С., Лещук Т.Л. Степень влияния внешних факторов на показатели функционирования биологических систем // Вестник Курганской ГСХА. – 2017. - № 2 (22). – С. 65-69.
3. Суханова С.Ф., Азаубаева Г.С., Лещук Т.Л. Определение степени влияния внешних факторов на биологические системы // Методы механики в решении инженерных задач: Материалы I Всероссийской науч.-практич. конференции 12 октября 2017 г. – Курган: Изд-во Курганской ГСХА, 2017. - С. 136 - 144.
4. Суханова С.Ф., Лещук Т.Л. Степень влияния некоторых факторов на показатели функционирования живых систем // Актуальные проблемы экологии и природопользования: сборник статей по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Курган: Изд-во Курганской ГСХА, 2018. - С.169 – 175.
5. Суханова С.Ф. Внешние факторы, определяющие функционирование биологических систем // Биотехнологические аспекты управления технологиями пищевых продуктов в условиях международной конкуренции: Сб. статей по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции (19 марта 2019 г) - Курган: Изд-во Курганской ГСХА, 2019. - С.407 - 412.
6. Суханова С.Ф. Изучение корреляционных связей в биологическом объекте под действием кормового фактора // Научное обеспечение безопасности и качества продукции животноводства: сб. статей по материалам III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции (23 мая 2019 г). - Курган: Изд-во Курганской ГСХА, 2019. - С. 274-283.
7. Суханова С.Ф. Использование препаратов Сел-Плекс и Кайод в рационах кобыл // Актуальные проблемы и научное обеспечение развития современного животноводства: сборник статей по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции (11 апреля 2019 г.) - Курган: Изд-во Курганской ГСХА, 2019. - С. 106 – 112.
8. Тарасова А.О., Суханова С.Ф. Показатели неспецифического иммунитета молодняка лошадей, потреблявших различные дозировки льняного жмыха // The Scientific Heritage. - 2020. - № 55-3 (55). - С. 14-18.
9. Sukhanova S., Pozdnyakova N., Tarasova A. Impact of Linseed Cake in the Diet of Russian Heavy Draft Horses on Productive and Physiological Indicators // Advances in engineering research (International scientific and practical conference "AgroSMART - Smart solutions for agriculture" (AgroSMART 2018). - Vol.151, 2018. - p.p.679 - 684.
10. Суханова С.Ф., Азаубаева Г.С., Лещук Т.Л., Коцаев А.Г. Биометрические методы в животноводстве. - Краснодар: КубГАУ, 2017. - 162 с.

**Тарасова А.О.****Показатели неспецифической резистентности у лошадей, потреблявших льняной жмых***ФГБОУ ВО «Курганская ГСХА имени Т.С.Мальцева»  
(Россия, Курган)**doi: 10.18411/sr-10-04-2021-18***Аннотация**

Приводятся результаты исследований по изучению влияния различных дозировок льняного жмыха на показатели неспецифической резистентности у молодняка лошадей 9 - 12 месячного возраста по периодам опыта (в начале опыта, в середине и в конце опыта). Установлено, что у молодняка лошадей опытных групп, получавших в составе рациона льняной жмых, отмечалась более устойчивая неспецифическая резистентность, о чем свидетельствовали фагоцитарные реакции этих животных. Это выражается в общем укреплении организма, повышении его защитных возможностей в борьбе с различными возбудителями болезней.

**Ключевые слова:** льняной жмых, рационы, молодняк лошадей, неспецифическая резистентность

**Abstract**

The results of studies on the effect of different dosages of linseed cake on the indicators of nonspecific resistance in young horses of 9-12 months of age for the periods of the experiment (at the beginning, in the middle, and at the end of the experiment) are presented. It was found that the young horses of the experimental groups that received linseed cake as a part of the diet had a more stable nonspecific resistance, as evidenced by the phagocytic reactions of these animals. It is expressed in the general strengthening of the body, increasing its protective capabilities against various pathogens.

**Keywords:** linseed cake, diets, young horses, nonspecific resistance

«На сегодняшний день РФ входит в десятку мировых лидеров по численности лошадиного поголовья. При этом одной из основных тенденций современного коневодства РФ является увеличение поголовья лошадей на территориях страны. Разрабатываемые стратегии развития отрасли предполагают рост численности животных с 1,4 млн. в 2018 г. до 1,6 млн. к 2025 г» [1]. Основным условием увеличения продуктивности животных является обеспечение полноценного кормления [2 - 6], в том числе за счет использования различных кормов и кормовых добавок в рационах лошадей [7, 8, 9]. В последние годы во всем мире возрос интерес к использованию льна и продуктов его переработки. В практике кормления сельскохозяйственных животных льняной жмых признается одним из лучших.

Научно-хозяйственный опыт провели в ООО «Логиново» Курганской области на молодняке лошадей русской тяжеловозной породы. Опыт провели на молодняке в возрасте с 9 до 12 месяцев. Контрольная группа молодняка 9 – 12 месячного возраста получала основной рацион, 1 опытная - рацион с добавлением льняного жмыха в дозировке 300 г/гол, а 2 опытной - 500 г/гол в сутки. Полученный в опытах цифровой материал подвергли биометрической обработке [10]. Разницу считали достоверной при  $P \leq 0,05$ .

Клеточные факторы неспецифического иммунитета у молодняка лошадей по периодам опыта отражены в таблице 1.

Таблица 1

*Показатели неспецифической резистентности у молодняка лошадей по периодам опыта ( $\bar{X} \pm S\bar{x}$ )*

Показатель	Группа		
	контрольная	1 опытная	2 опытная
Начало опыта			
Лейкоциты, $\times 10^9$ /л	9,47±0,32	9,70±0,22	9,50±0,48
Фагоцитарная активность, %	59,00±0,58	58,67±1,45	58,33±1,76
Фагоцитарное число	3,61±0,08	3,56±0,11	3,55±0,13
Фагоцитарный индекс	6,12±0,18	6,07±0,29	6,08±0,10
Фагоцитарная емкость, тыс. мик. тел	58,06±3,76	59,05±4,27	57,85±3,67
Середина опыта			
Лейкоциты, $\times 10^9$ /л	9,34±0,17	9,53±0,08	9,42±0,11
Фагоцитарная активность, %	58,33±1,76	60,67±1,76	61,33±2,03
Фагоцитарное число	3,50±0,08	3,76±0,04	3,85±0,07
Фагоцитарный индекс	6,01±0,25	6,22±0,23	6,29±0,32
Фагоцитарная емкость, тыс. мик. тел	56,11±1,51	59,25±2,52	59,30±3,52
Конец опыта			
Лейкоциты, $\times 10^9$ /л	9,55±0,11	9,65±0,09	9,67±0,08
Фагоцитарная активность, %	57,00±1,73	61,33±0,67	63,33±1,45
Фагоцитарное число	3,48±0,12	3,83±0,04	4,01±0,09
Фагоцитарный индекс	6,11±0,31	6,24±0,04	6,34±0,10

Фагоцитарная емкость, тыс. мик. тел	58,42±3,44	60,26±0,44	61,28±0,49
--	------------	------------	------------

В начале опыта уровень естественной резистентности в группах практически не отличался, но в дальнейшем изменился. К середине опыта у лошадей всех групп отмечалось уменьшение числа лейкоцитов: в контроле на 1,37%, в 1 опытной – на 1,75% и во 2 опытной – на 0,84%. Однако, если в контроле одновременно с уменьшением лейкоцитов снижался и уровень клеточного иммунитета, то в опытных эта тенденция не наблюдалась. У лошадей контрольной группы к середине опыта уменьшились: фагоцитарная активность на 0,67%, фагоцитарное число – на 3,05%, фагоцитарный индекс – на 1,80% и фагоцитарная емкость – на 3,36%. В опытных группах данные показатели, наоборот увеличивались: в 1 опытной на 2,00; 5,62; 2,47 и 0,34%, во 2 опытной – на 3,00; 8,45; 3,45 и 2,51% соответственно. В середине опыта количество лейкоцитов в контрольной группе было меньше по сравнению с 1 опытной на 2,03% и на 0,86%, чем во 2 опытной. Фагоцитарная активность в опытных группах была больше, чем в контроле на 2,34 и 3,00%; фагоцитарное число – на 7,43 и 10,00%, фагоцитарный индекс – на 3,49 и 4,66%, фагоцитарная емкость – на 5,60 и 5,69% соответственно.

В конце исследований количество лейкоцитов увеличилось у лошадей всех групп: в контрольной на 2,25%, в 1 опытной – на 1,26% и во 2 опытной – на 2,65%. В конце опыта данный показатель был в контроле меньше на 1,05 и 1,26% по сравнению с опытными соответственно. У лошадей контрольной группы в конце опыта уменьшилась фагоцитарная активность и фагоцитарное число на 1,33 и 0,57%, при увеличении фагоцитарного индекса – на 1,66% и фагоцитарной емкости – на 4,12%. В 1 и 2 опытных группах все показатели естественной резистентности увеличивались: фагоцитарная активность – на 0,66 и 2,00%, фагоцитарное число – на 1,86 и 4,16%, фагоцитарный индекс – на 0,32 и 0,79%, фагоцитарная емкость – на 1,70 и 3,34% соответственно. В конце опыта все показатели естественной резистентности были больше в опытных группах: фагоцитарная активность – на 4,33 и 6,33%, фагоцитарное число – на 10,06 и 15,23%, фагоцитарный индекс – на 2,13 и 3,76%, фагоцитарная емкость – на 3,15 и 4,90% соответственно.

Таким образом, у молодняка лошадей опытных групп, получавших в составе рациона льняной жмых, отмечалась более устойчивая неспецифическая резистентность, о чем свидетельствовали фагоцитарные реакции этих животных. Это выражается в общем укреплении организма, повышении его защитных возможностей в борьбе с различными возбудителями болезней.

\*\*\*

1. Зайцева А.А., Муромцев А.Б. Коневодство - Москва: Издательство Юрайт, 2020. - 196 с
2. Суханова С.Ф., Азаубаева Г.С., Лещук Т.Л. Степень влияния внешних факторов на показатели функционирования биологических систем // Вестник Курганской ГСХА. – 2017. - № 2 (22). – С. 65-69.
3. Суханова С.Ф., Азаубаева Г.С., Лещук Т.Л. Определение степени влияния внешних факторов на биологические системы // Методы механики в решении инженерных задач: Материалы I Всероссийской науч.-практич. конференции 12 октября 2017 г. – Курган: Изд-во Курганской ГСХА, 2017. - С. 136 - 144.
4. Суханова С.Ф., Лещук Т.Л. Степень влияния некоторых факторов на показатели функционирования живых систем // Актуальные проблемы экологии и природопользования: сборник статей по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Курган: Изд-во Курганской ГСХА, 2018. - С.169 – 175.
5. Суханова С.Ф. Внешние факторы, определяющие функционирование биологических систем //Биотехнологические аспекты управления технологиями пищевых продуктов в условиях международной конкуренции: Сб. статей по материалам Всероссийской (национальной)научно-

- практической конференции (19 марта 2019 г) - Курган: Изд-во Курганской ГСХА, 2019. - С.407 - 412.
6. Суханова С.Ф. Изучение корреляционных связей в биологическом объекте под действием кормового фактора // Научное обеспечение безопасности и качества продукции животноводства: сб. статей по материалам III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции (23 мая 2019 г). - Курган: Изд-во Курганской ГСХА, 2019. - С. 274-283.
  7. Суханова С.Ф. Использование препаратов Сел-Плекс и Кайод в рационах кобыл // Актуальные проблемы и научное обеспечение развития современного животноводства: сборник статей по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции (11 апреля 2019 г.) - Курган: Изд-во Курганской ГСХА, 2019. - С. 106 – 112.
  8. Тарасова А.О., Суханова С.Ф. Показатели неспецифического иммунитета молодняка лошадей, потреблявших различные дозировки льняного жмыха //TheScientificHeritage. - 2020. - № 55-3 (55). - С. 14-18.
  9. SukhanovaS., PozdnyakovaN., Tarasova A. Impact of Linseed Cake in the Diet of Russian Heavy Draft Horses on Productive and Physiological Indicators // Advances in engineering research (International scientific and practical conference "AgroSMART - Smart solutions for agriculture" (AgroSMART 2018). - Vol.151, 2018. - p.p.679 - 684.
  10. Суханова С.Ф., Азаубаева Г.С., Лешук Т.Л., Коцаев А.Г. Биометрические методы в животноводстве. - Краснодар: КубГАУ, 2017. - 162 с.

**Юшкова Л.Я., Донченко Н.А., Донченко А.С.**

**Важные ветеринарно-санитарные мероприятия (профилактическая дезинфекция, дезинсекция и дератизация)**

*Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН (ФГБУН  
СФНЦА РАН)  
(Россия, Новосибирск)*

*doi: 10.18411/sr-10-04-2021-19*

**Аннотация**

Кратко о важности ветеринарно-санитарных мероприятий. Цена услуги может зависеть от таких условий как: площадь, объем и сложность объекта, графика оказания услуги, кратности, времени обработки, количества и местонахождения объектов. Для примера приведены цены на работы по дезинфекции (уничтожение патогенной микрофлоры, бактерии, вирусы, плесневые грибы), дезинсекции (уничтожение любых насекомых), дератизации (уничтожение крыс, мышей, кротов).

**Ключевые слова:** дезинфекция, дератизация, дезинсекция, цена, ветслужба.

**Abstract**

Briefly on the importance of veterinary and sanitary events. The price of the service may depend on conditions such as the area, volume and complexity of the object, the schedule of the service, multiplicity, processing time, number and location of the objects. For example, prices are given for work on Disinfection (destruction of pathogenic microflora, bacteria, viruses, mold fungi). Disinsections (destruction of any insects). Deratizations (killing of rats, mice, moles).

**Keywords:** disinfection, deratization, disinsection, price, veterinary service.

1. В системе ветеринарно-санитарных мероприятий, обеспечивающих благополучие животноводческих хозяйств по заразным болезням животных, дезинфекция, дезинвазия, дезинсекция и дератизация занимают одно из важных мест. Основное назначение их - уничтожить или обезвредить в окружающей среде возбудителей заразных болезней животных (птиц).
2. Проведение ветеринарной дезинфекции, дезинвазии, дезинсекции и дератизации предусматривается в плане противозооотических мероприятий по каждому предприятию, имеющему животных, а также в

планах противоэпизоотических мероприятий по району, области, краю, республике.

3. Дезинфекцию, дезинвазию, дезинсекцию и дератизацию проводят под контролем ветеринарного врача (фельдшера).
4. При проведении работы по дезинфекции, дезинвазии, дезинсекции и дератизации обязательно соблюдение мер личной профилактики. Лица, выполняющие эту работу, должны быть обеспечены спецодеждой по установленным нормам. При применении препаратов, действующих раздражающе на слизистые оболочки глаз и органы дыхания, работу разрешается проводить только в противогазах, а при применении щелочей, кислот и других сильнодействующих средств - в защитных очках.

Куриль и принимать пищу во время работы с дезинфицирующими средствами, химическими ядами и бактериальными препаратами запрещается. После работы лицо и руки необходимо вымыть теплой водой с мылом, а посуду и другой инвентарь, использованный для приготовления указанных средств, промыть 2-процентным раствором соды [1].

Объектами дезинфекции являются:

Прежде чем организовать дезинфекцию ветеринарный специалист определяет объекты и площадь их поверхности, которую требуется подвергнуть дезинфекции. Рассчитывает количество дезинфектанта, необходимого для достаточного орошения всей намеченной площади и требуемой концентрации. Устанавливает методы и средства для подогрева дезинфицирующего раствора. Уточняет количество людей, необходимых для проведения дезинфекции, даёт указания относительно спецодежды. О проведении дезинфекции составляют акт ( по какому поводу, каким средством, его концентрация, температура раствора, его количество на 1 м<sup>2</sup> площади).

Профилактическую дезинфекцию помещений для животных необходимо проводить два раза в год (весной и осенью). Профилактическую дезинфекцию помещения проводят после его предварительного ремонта, а также после ремонта оборудования. В местах, где деревянный пол пришел в негодность, его заменяют новым. При этом верхний слой земли под снятым деревянным полом должен быть удален и вывезен вместе с навозом, а вместо него насыпают свежую землю. Таким же путем должны быть исправлены и выбитые глинобитные или земляные полы. Одновременно с дезинфекцией помещений обеззараживают дворы, коновязи, базы, тырла и все остальные места, где находились животные. Профилактическую дезинфекцию помещений (весеннюю и осеннюю) рекомендуется проводить в один из установленных санитарных дней. На откормочных площадках профилактическую дезинфекцию следует проводить после вывода животных на убой, перед каждым новым комплектованием фермы животными.

На каждом животноводческом объекте не менее одного раза в месяц проводят санитарный день. В этот день подвергают генеральной очистке все помещения и территории фермы: очищают от пыли стены, окна, потолки, полы, кормушки и прочее оборудование; загрязненные места стен, перегородок и столбов моют горячей водой или 1,5 - 2-процентным раствором кальцинированной соды. В молочном отделении, мочной и доильном зале полы должны быть обязательно вымыты горячим раствором щелока или соды .

После механической очистки помещения дезинфицируют. Профилактическая дезинфекция обязательна также в местах выставок животных, заезжих дворах, ярмарочных площадках и т.п. каждый раз до прибытия и после отправки с этих мест животных. Ответственность за своевременную организацию дезинфекции в указанных

местах и контроль за ее проведением возлагаются на главного ветеринарного врача района (главного ветеринарного врача города).

Для профилактической дезинфекции методом орошения применяют различные дезинфицирующие средства, в том числе: 10 - 20-процентную взвесь свежегашеной извести; Для получения 10-процентного известкового молока берут 1 кг негашеной извести, гасят ее 1 л воды, а затем еще добавляют 9 л воды, т.е. на 1 кг негашеной извести всего берут 10 л воды.

Для получения 20-процентного раствора известкового молока берут 1 кг негашеной извести, 1 л воды для гашения и 4 л воды для получения взвеси.

Если хозяйство в период, непосредственно предшествующий очередной профилактической дезинфекции, было неблагополучным по какой-либо заразной болезни, то для очередной профилактической дезинфекции применяют те дезинфицирующие средства, которые рекомендованы при этой болезни. Профилактическую дезинфекцию целесообразно завершить побелкой стен и перегородок известью, предварительно заделав щели в стенах глиной или цементом (за исключением случаев, когда помещение обеззараживали свежегашеной известью). Если профилактическую дезинфекцию проводят аэрозолями, то для получения их следует применять средства из расчета 10 мл раствора на 1 куб. м помещения при экспозиции 6 часов. В помещениях с большим количеством внутреннего оборудования расход дезсредств должен быть увеличен до 15 мл на 1 куб.[2].

При расчёте стоимости дезинфекционных работ исходят из затрат на оплату труда работников, расходов на дезинфектанты и по эксплуатации машин, принимая во внимание также производительность труда [4]. Установлена норма дезинфекционной обработки – не менее 300 тыс.м<sup>2</sup> площади на машину в год. Ветеринарный специалист могут дезинфицировать ежедневно до 3000 м<sup>2</sup>.

( табл. 1)[3].

Таблица 1.

Прейскурант цен для физических лиц городской ветеринарной службы г.Новосибирск

Дезинфекция помещений	Цена
Места общего пользования	1250,00р.
Комната	1250,00р.
1 комнатная квартира	1500,00р.
2 комнатная квартира	1700,00р.
3 комнатная квартира	1900,00р.
4 комнатная квартира	2200,00р.
5 комнатная квартира	2400,00р.
Дом до 200м <sup>2</sup>	2900,00р.
Дом до 300м <sup>2</sup>	3400,00р.
Дом до 400м <sup>2</sup>	4100,00р.
Нежилые помещения	
До 10м <sup>2</sup>	1000,00р.
От 10 до 50м <sup>2</sup>	1100,00р.
От 50 до 80м <sup>2</sup>	1500,00р.
От 80 до 150м <sup>2</sup>	1800,00р.
От 150 до 300м <sup>2</sup>	2300,00р.
За последующие 100м <sup>2</sup>	6,75р. за 1м <sup>2</sup>
Площадь	Цена услуги, в т. ч. НДС 20%

Качество дезинфекции определяется по выделению с поверхностей обеззараживаемых объектов кишечной палочки лактозопозитивной группы (*E. coli commune, citovorum aerogenes*) и стафилококка (*S. albus, aureus, citreus*).

Дезинсекция	
Жилые помещения	

Места общего пользования	1300
Комната	1300
1 комнатная квартира	1500
2 комнатная квартира	1700
3 комнатная квартира	2000
4 комнатная квартира	2200
5 комнатная квартира	2700
Дом до 200м <sup>2</sup>	3550
Дом до 300м <sup>2</sup>	4450
Дом до 400м <sup>2</sup>	5400
Нежилые помещения	
До 50м <sup>2</sup>	900
от 50 до 100м <sup>2</sup>	1300
от 100 до 300м <sup>2</sup>	1700
от 300 до 500м <sup>2</sup>	2000
от 500 до 750м <sup>2</sup>	2250
от 750 до 1000м <sup>2</sup>	2500
от 1000 до 1500м <sup>2</sup>	3100
от 1500 до 2000м <sup>2</sup>	3750
свыше 2000м <sup>2</sup>	1,83 за 1 м <sup>2</sup>
	Цена услуги в т.ч.НДС 20%
Акарицидная (противоклещевая) обработка	
До 10 соток	2900
до 15 соток	3200
от 15 до 20 соток	3600
от 20 до 30 соток	4350
от 30 до 40 соток	4900
от 40 до 60 соток	5300
от 60 до 100соток	5800
свыше гектара	5300 Цена услуги в т.ч.НДС 20%

Дератизация (уничтожение крыс, мышей, кротов).

Выполняется при помощи высокоэффективных приманок. Гарантия 100% уничтожения грызунов. Современная технология уничтожения грызунов позволяет исключить гибель грызунов внутри помещений, тем самым исключено распространения инфекции и неприятного трупного запаха.

При приготовлении отравленных приманок для борьбы с мухами готовят водный раствор хлорофоса 0,1-процентной (по АДВ) концентрации, а затем к нему добавляют немного обрата или в нем растворяют сахар или мед в количестве 1 - 2% к весу приманки.

Жилые помещения	
Места общего пользования	950
Комната	950
1 комнатная квартира	1250
2 комнатная квартира	1400
3 комнатная квартира	1650
4 комнатная квартира	1850
5 комнатная квартира	2050
Дом до 200м <sup>2</sup>	2550
Дом до 300м <sup>2</sup>	3000
Дом до 400м <sup>2</sup>	3400
Нежилые помещения	
До 100м <sup>2</sup>	750
от 100 до 200м <sup>2</sup>	850
от 200 до 300м <sup>2</sup>	950

от 300 до 400м2	1080
от 400 до 500м2	1150
от 500 до 800м2	1550
от 800 до 1000м2	1750
за последующие 100м2	1,65 за 1 м2 Цена услуги в т.ч.НДС 20%

Наиболее удобным и эффективным является комбинированный препарат - бактокумарин, в состав которого входит бактериальная культура и натриевая соль зоокумарина. Для отлова грызунов используют верши-живоловки, капканы, давилки, плашки и другие устройства. На каждые 10 кв. м ставят один капкан или на 150 - 200 кв. м одну вершу. Для приручения крыс к незнакомым предметам целесообразно ловушки оставлять в течение нескольких дней незаряженными и ежедневно закладывать в них свежие пищевые приманки.

Трупы грызунов во всех случаях следует убирать щипцами или в резиновых перчатках, а затем сжигать.

#### Грузоподъемность

Дезинфекция автотрансопрта	
До 0,5 т	750
До 1 т	850
От 1 до 2 т	950
От 2 до 5 т	1050
от 5 до 8 т	1150
от 8 до 10 т	1250

*Примечание:*

*К стоимости оказываемых услуг в отдаленных районах (Советский, Первомайский, Пашино) к общей сумме за услуги добавляется сумма 1050,00р.*

*При оказании услуг на объекте со сложным рельефом (препятствия, ограждения и т.д.) может применяться коэффициент 2.*

*При оказании услуг не входящих в период времени с 9:00 до 18:00, применяется коэффициент 2.*

*На стоимость услуг при повторном обращении в течении 30 дней предоставляется скидка 20% на обработки в жилых помещениях.*

\*\*\*

1. Сенченко, Б.С. Ветеринарно- санитарная экспертиза продуктов животного и растительного происхождения. / Б.С. Сенченко. - Ростов- на- Дону: Издательский центр «МарТ», 2021. - 704 с.
2. Временное указание по применению аэрозольного способа для борьбы с амбарными вредителями и наружными паразитами с.-х. животных, утвержденное МСХ СССР 27 мая 1952 г. (Раздел "Применение аэрозольного способа для борьбы с паразитами с.-х. животных").
3. Сайт ветсиб.гу электронная версия.
4. Гинзбург, А.Г., Иванов А.Д. Организация ветеринарного дела. М., Сельхозиздат, 1962. 408 с. (учебники и учебн. пособие для высших с.-х. учебн. заведений). С.324-325.

## РАЗДЕЛ III. КОСМОС И АВИАЦИЯ

Дмитриева О.В.

### Оценка надежности функционирования аэропортовых служб

doi: 10.18411/sr-10-04-2021-20

Аэропорт является одной из подсистем авиационной транспортной системы, которые взаимодействуют в процессах подготовки и выполнения полетов.

Для получения максимальной эффективности и безопасности работы любой системы необходимо добиться обеспечения оптимальной надежности этой системы.

Надежность - это свойство объекта сохранять во времени способность функционировать в заданных режимах и условиях применения технического обслуживания, хранения и транспортирования.

Надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения может включать в себя безотказность, ремонтпригодность и обеспеченность в заданных условиях использования техническим обслуживанием и ремонтом, восстанавливаемость, долговечность, сохраняемость, готовность сочетания этих свойств.

Аэропорт гражданской авиации – это комплекс инженерных сооружений и оборудования, предназначенный для реализации транспортных услуг специальными транспортными средствами – воздушными судами.

Для осуществления аэропортовой деятельности и деятельности по наземному обслуживанию воздушных судов, оператор аэродрома должен иметь соответствующие структурные подразделения.

Для обеспечения суточного плана полетов и регулярности полетов создается комплексная смена аэропорта.

В состав комплексной смены входят: начальников смен, диспетчерский состав и персонал подразделений аэропорта, участвующих в обеспечении суточного плана полетов, наземного аэропортового обслуживания ВС.

Наземное аэропортовое обслуживание - это система с последовательным соединением элементов и каждый элемент обладает одинаковой надежностью. Отказ любого элемента равносителен отказу системы в целом.

Расчёты надёжности – это расчёты, предназначенные для определения количественных показателей надёжности.

Для безотказной работы системы в течение времени  $T$  нужно, чтобы безотказно работал каждый из ее элементов. Надежность всей системы зависит от надежности каждого элемента. Обозначим надежность системы просто  $P$ , надежности отдельных элементов  $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ .

Когда все элементы обладают одинаковой надежностью  $P_1=P_2=P_3= \dots =P_n$ , выражение принимает вид  $P = P^n$ .

С точки зрения наземного обслуживания воздушных судов нарушение работы какой-либо службы может привести к нарушению всего процесса наземного обслуживания, а, следовательно, отразится на показателях регулярности и безопасности полетов.

Следовательно, для того, чтобы рассчитать надежность аэропортовых служб необходимо рассчитать процент регулярности полетов и показатели безопасности полетов.

**Сунденбан А.В.**  
**Разработка проекта эксплуатации аэродрома**

*doi: 10.18411/sr-10-04-2021-21*

Развитие авиационного транспорта в мире идет необычайно интенсивно. XXI век задает жесткие ритмы и скорости во всех его сферах: создание и модернизация новой техники, внедрение передовых информационных технологий на всех стадиях авиаперевозки, строительство мультимодальных транспортных узлов, развитие низкобюджетных авиаперевозок, ужесточение требований безопасности и защиты авиапассажиров, улучшение сервиса и создание гибких тарифных систем.

В этой связи возрастает значение и усложняются функции воздушных гаваней нашей страны - аэропортов, и, особенно пересадочных узловых аэропортов, которые, наравне с авиакомпаниями, являются непосредственными исполнителями авиатранспортного процесса.

Государственные интересы Российской Федерации в области развития воздушного транспорта определяются рядом факторов, таких как:

- территория страны;
- недостаточное развитие наземных транспортных коммуникаций, в особенности районах Севера, Дальнего Востока и Сибири;
- значение авиации в вопросах оборонных и социально-экономических задач;
- уровень развития науки, техники и новейших технологий;
- современное состояние наземной авиационной инфраструктуры – аэропортов и аэродромов гражданской авиации.

Под объектами аэродромной инфраструктуры понимаются расположенные на территории аэродрома и обеспечивающие его функционирование объекты - здания и сооружения (взлётно-посадочная полоса, рулѐжная дорожка, перрон, авиаперрон, площадка обработки воздушных судов противобледенительной жидкостью (ПОЖ), изолированные места стоянки самолѐтов, периметральное ограждение аэропорта, патрульная автодорога, подъездные дороги, площадки, водосточно-дренажная сеть, очистные сооружения поверхностных стоков, здание аварийно-спасательной станции, а также в отдельных случаях - система светосигнального оборудования, центральная распределительная подстанция, объекты организации воздушного движения (ОРВД), объекты наземного обслуживания воздушных судов) и др.

Имущественная принадлежность объектов инфраструктуры, расположенных на территории аэродрома, тому или иному хозяйствующему субъекту зависит от функционального назначения объекта. К объектам аэродромной инфраструктуры не относятся: объекты гражданской обороны (бомбоубежища), кабельные линии, в том числе фидеры, трансформаторные подстанции, склады, оборудование и др.

Особенности экономических отношений в области развития авиации установлены главой 3 Федерального закона от 08.01.1998 № 10-ФЗ «О государственном регулировании развития авиации», статья 11 устанавливает осуществление приватизации государственного и муниципального имущества, включая организации, обеспечивающие разработку, производство, испытания, эксплуатацию, ремонт и утилизацию авиационной техники, соответствующего имущества и объектов авиационной инфраструктуры в порядке, предусмотренном законодательством Российской Федерации о приватизации. Собственно, особенности приватизации в области воздушного транспорта явились одним из основных факторов, повлиявших на сложившуюся структуру аэродромного имущества.

Согласно нормам законодательства существует только одно ограничение по приватизации государственного имущества: отчуждению не подлежат земельные участки, необходимые для обеспечения деятельности на территории аэродромов или отведённые для их развития. К ограниченным в обороте земельным участкам отнесены земельные участки, необходимые для реконструкции (нового строительства) и/или использования объектов воздушного транспорта и сооружений навигационного обеспечения воздушного движения.

В настоящее время, объекты недвижимого имущества и земельные участки, предназначенные для обслуживания авиационных пассажиров и грузов, приватизированы юридическими лицами (операторами аэропортов). Указанные организации используют на праве аренды не подлежащее приватизации федеральное имущество аэродромов в целях осуществления авиационной деятельности. Размер платы за пользование федеральным имуществом установлен постановлением Правительства Российской Федерации от 27.12.2017 № 1666. Доходы операторов формируются преимущественно за счёт прибыли, получаемой за оказание услуг по перевозке пассажиров, а также от сдачи в аренду имущества представителям среднего и малого бизнеса для оказания услуг по обслуживанию.

В период с 2011 по 2018 годы развитие аэродромов осуществлялось по приоритетным направлениям в рамках проведения международных экономических форумов и спортивных мероприятий, таких как Саммит Азиатско-Тихоокеанского экономического сотрудничества в 2012 году во Владивостоке, Всемирная летняя спортивная Универсиада в Казани - 2013, Саммит Шанхайской организации сотрудничества, Зимние олимпийские игры в Сочи - 2014, Чемпионат мира по футболу - 2018 и др.

Проведённые мероприятия обеспечили реконструкцию аэродрома в г. Владивосток и строительство вертодрома на острове Русский к саммиту АТЭС - 2011, реконструкцию аэродрома в г. Казань к летней Универсиаде 2013 года, масштабную реконструкцию аэродрома в г. Сочи к Зимним Олимпийским Играм 2014 года. Проведены масштабные работы по подготовке аэропорта Уфа к международному форуму Шанхайской организации сотрудничества в 2015 году, реализованы проекты строительства новых и реконструкции существующих аэропортов в городах, участвовавших в проведении Чемпионата мира по футболу в 2018 году.

Финансирование мероприятий, направленных на развитие государственных аэродромов и достижение запланированных показателей Федеральных целевых программ, определяется Федеральной адресной инвестиционной программой. Целью государственных инвестиций является реконструкция искусственных покрытий с доведением геометрических размеров элементов аэродрома в соответствии с требованиями международных стандартов и рекомендаций Международной организации гражданской авиации, восстановление эксплуатационно-технического состояния искусственных покрытий для обеспечения безопасной эксплуатации воздушных судов и повышения эффективности использования самолётного парка.

В настоящий момент, в России с 2021 по 2035 год планируется реконструировать 179 аэропортовых и аэродромных комплексов, следует из проекта Концепции развития аэродромной сети РФ на период до 2035 года, который разработала Росавиация.

В частности, в 2021-2024 годах планируется реконструкция 62 аэропортовых и аэродромных комплексов, в том числе строительство нового аэропорта Утренний на полуострове Гыдан в Ямало-Ненецком автономном округе.

В 2025-2030 годах будут реконструированы 64 комплекса, в том числе запланировано строительство новых аэропортовых комплексов в Омске, Сыктывкаре, на островах Парамушир и Шикотан.

На 2031-2035 годы намечено строительство 53 аэродромных и аэропортовых комплексов.

При этом, согласно проекту предусмотрены следующие потоки денежных средств в виде инвестиций:

- 2019-2024 годы на эти цели будет потрачено 181,5 млрд рублей.
- 2025-2030 годах - 302,5 млрд рублей.
- 2031-2035 годах - 350 млрд рублей.

Проект документа предусматривает несколько сценариев: базовый сценарий предусматривает выполнение 100% намеченных планов; минимальный сценарий - только часть запланированных мероприятий, в первую очередь в крупных узловых и аэропортах в Арктической зоне и Дальневосточном федеральном округе; максимальный сценарий "предусматривает проведение в период до 2035 года реконструкции всех аэродромов гражданской авиации Российской Федерации".

Для справки, целесообразно отметить, что в период с 1992 по 2020 год количество аэродромов и аэропортов в РФ сократилось в четыре раза - до 350, при этом регулярные перевозки осуществляют только 260.

Таким образом, актуальной задачей на современном этапе развития отрасли гражданской авиации является перевооружение существующих аэропортов и аэродромов, включая взлетно-посадочные полосы, здания, сооружения и требуемое оборудование. Этого возможно достичь при реконструкции существующих аэропортов и строительстве новых, создавая при этом оптимальную и эффективную сеть аэродромов для обслуживания авиаперевозок отечественными и иностранными перевозчиками по международным стандартам, а также отечественным нормам и правилам.

---

## РАЗДЕЛ IV. АРХИТЕКТУРА

Николаева И.П., Яковлева Е.Л.

## Исследование прочности несущих конструкций Исаакиевского собора

*Санкт-Петербургский Политехнический университет им. Петра Великого  
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/sr-10-04-2021-22

**Аннотация**

Статья посвящена описанию проведения научно-исследовательской работы по исследованию прочности несущих конструкций Исаакиевского собора. В середине прошлого века возникла необходимость в выполнении работ по ликвидации аварийного состояния и восстановлению здания музея-памятника Исаакиевского собора. Для проведения этой работы были приглашены сотрудники Ленинградского Политехнического института им. М.И.Калинина (ныне Санкт-Петербургский Политехнический университет им. Петра Великого).

Были проведены исследования кирпичной кладки и гранитных прокладных рядов в несущих пилонах, по определению деформаций и напряжений. Испытания по определению характеристик материала выполнялись в механической лаборатории Политехнического института на граните и кирпиче, изъятых из стен собора.

Экспериментальные исследования деформаций и напряжений в пилонах и испытания прочности кирпичной кладки Исаакиевского собора подтвердили вывод о перенапряжении кирпичной кладки пилонов.

**Ключевые слова:** Исаакиевский собор, несущие конструкции, экспериментальные исследования, прочность, напряжения, деформации, упругие постоянные материала.

**Abstract**

The article is devoted to the description of the research work on the study of the strength of the bearing structures of St. Isaac's Cathedral. In the middle of the last century, it became necessary to carry out work to eliminate the emergency state and restore the building of the museum-monument of St. Isaac's Cathedral. To carry out this work, employees of the Leningrad Polytechnic Institute named after M.I. Kalinin (now Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University).

Researches were carried out on brickwork and granite cushions in bearing pylons to determine deformations and stresses. Tests to determine the characteristics of the material were carried out in the mechanical laboratory of the Polytechnic Institute on granite and brick taken from the walls of the cathedral. Experimental studies of deformations and stresses in the pylons and tests of the strength of the brickwork of St. Isaac's Cathedral confirmed the conclusion about the overstress of the brickwork of the pylons.

**Keywords:** Isaac's Cathedral, load-bearing structures, experimental research, strength, stresses, deformations, elastic constants of the material.

В середине прошлого века возникла необходимость в проведении работ по ликвидации аварийного состояния и восстановлению здания музея-памятника Исаакиевского собора.

Председатель Совета Министров СССР Г.М. Маленков распоряжением по Совету Министров обязал Ленгорисполком выполнить в 1953-1956 г.г. эти работы. А также обязал Министерство Культуры СССР организовать силами Ленинградского Политехнического института им. М.И.Калинина (ныне Санкт-Петербургский

Политехнический университет им. Петра Великого) наблюдение за техническим состоянием здания музея-памятника с проведением исследования деформаций в конструкции. (Совет Министров СССР, распоряжение от 2-го сентября 1953г. №11557-Р). В соответствии с распоряжением Г.М. Маленкова Исполком Ленинградского городского Совета депутатов трудящихся вынес решение, в котором предложил ЛПИ им. Калинина передать Исполкому Ленгорсовета исходные данные для разработки проектов крепления подкупольных пилонов и несущих металлических разгрузочных лесов (Исполком Ленгорсовета депутатов трудящихся, решение от 23 сентября 1953г.). Приказом № 829 по ЛПИ им. Калинина от 13 октября 1953 г. была создана комиссия, в состав которой вошли ученые гидротехнического факультета института: Ю.И. Ягн, А.З. Васевич, С.С. Голушкевич, В.А. Флорин, С.Д. Огороков и др. Председателем комиссии был назначен декан гидротехнического факультета С.Д. Старостин [1].

Сотрудниками нескольких кафедр Гидротехнического факультета проводилась научно-исследовательская работа по определению несущей способности пилонов Исаакиевского собора. Эта работа была очень значимой не только для кафедры, но и для института и для города.

Результатом проведенных исследований явились 16 томов отчета, с которыми авторы познакомились в архиве музея-памятника, расположенном в подвальном помещении собора, где зимой и летом одинаково холодно в каменных стенах, толщина которых доходит до 5-ти метров. В ходе длительных бесед, на которые любезно соглашались хранитель музея и научные сотрудники, разъяснялись и дополнялись некоторые вопросы. И вырисовывалась истинная историческая картина того времени и та опасность, которая грозила Исаакиевскому собору, но не от трещин в подкупольных пилонах, а от политики, которая была направлена на уничтожение культовых исторических памятников.

Необходимость в проведении научно-исследовательской работы, как следовало из архивных документов, возникла в связи с появлением и развитием трещин в пилонах собора. Однако, согласно документам, трещины были замечены еще во времена возведения собора в 1841 г. самим архитектором О. Монферраном. В целях обследования и наблюдения за осадкой здания был создан «осадочный комитет», в который были приглашены ведущие архитекторы того времени: В.П. Стасов, А.П. Брюллов, К.А. Тон, О. Монферран и др. После пятилетнего наблюдения комитет пришел к заключению, что процесс образования трещин в кирпичной кладке стен собора вызван неравномерностью осадки фундамента. Следует отметить, что при строительстве собора при возведении восточных пилонов был использован фундамент старой церкви (постройки Ринальди 1768г.) По проекту архитектора О. Монферрана, старый фундамент был связан с новым свайным фундаментом, что и могло привести к неравномерным осадкам. Комитет признал, что это процесс временный: «...осадка собора, как и должно быть, без всякого вреда для целостности здания совершенно прекратилась» и дал разрешение на продолжение работ по строительству собора. В последующие годы неоднократно возникал вопрос о неравномерности осадки фундамента и надежности несущих конструкций собора, так как при таких размерах и весе сооружения полная стабильность осадки еще не могла наступить. В 1873-1898г.г. был проведен капитальный ремонт здания и выправлен крен колонн. В 1900г. на втором съезде Зодчих, академик Е.А. Сабанеев сообщил, что «...портики собора окончательно выправлены и колонны не должны изменять своего постоянного правильного положения». Позднее, в 30-х – 40-х годах проводились работы по нивелировке здания, определению деформаций и характера возникающих трещин.

Научно-исследовательская работа по определению прочности пилонов собора была поручена профессорско-преподавательскому составу кафедр сопротивления материалов, строительной механики, оснований и фундаментов, строительных материалов и геодезии Политехнического института. Было организовано шесть

научно-исследовательских групп различных направлений по исследованию напряженного состояния несущих конструкций собора. Из протокола №1 постановления комиссии от 22.12.1953г.: «Комиссия, рассмотрев представленную программу научно-исследовательской работы по изучению напряженного состояния несущих конструкций государственного музея-памятника Исаакиевского собора, постановила предложенную программу работ утвердить» [1]. В программу работ были включены следующие основные вопросы: общее обследование здания собора, проведение натуральных измерений для определения напряженного состояния и деформаций в конструкции, исследование прочности кирпичной кладки и гранитных прокладных рядов пилонов, обследование состояния фундамента. Работы по натурным измерениям деформаций и определению напряжений в пилонах собора проводились группой сотрудников кафедры сопротивления материалов, возглавляемой д.т.н. проф. Ю.И. Ягном.

Из материалов Центрального Государственного Исторического архива (фонд Комиссии о построении Исаакиевского собора и фонд кабинета архитектора О. Монферрана) следовало, что несущие пилоны сложены из кирпича на известковом растворе с гранитными прокладными рядами через каждые 1,5-2 метра по высоте. Кирпич на строительство собора поставлялся крупными подрядчиками, обычно по несколько сотен тысяч и даже миллионов штук. В контрактах на поставку кирпича имеются указания, что кирпич должен быть «...отборных первых двух сортов, полужелезный и красный – пополам, хорошо выделанной добротной массы, плотный как снаружи, так и внутри, сделанный и обожженный в нынешнем году, удобный для возведения сводов и во всем совершенно согласный с образцами». Тщательно готовился известковый раствор для кирпичной кладки. В специальные кадки попеременно сыпали просеянные и слегка смоченные водой известь и песок, так чтобы один слой ложился на другой. Состав выдерживали трое суток и после этого употребляли в дело. Указания на поставку извести следующие: «Известь для изготовления строительного раствора нужна лучшего качества и нынешнего года, а не выжженная в прошлом году и такого свойства, чтобы через сутки принимала не менее семи кирпичей». Через каждые 13-14 рядов кирпичной кладки расположены прокладные ряды гранитных плит, толщиной 45-55 см., уложенные по всему периметру сечения пилонов. Каждый прокладной ряд состоит из нескольких десятков отдельных гранитных блоков, связанных между собой железными скобами. «Условия на производство кирпичной кладки» и «Условия на теску и подлив гранита» подписаны О. Монферраном.

Сечение пилонов собора имеет форму квадрата с одним срезанным углом и площадью около 46 кв. м. Поверхность кладки пилонов на большей своей части покрыта художественной мраморной облицовкой, толщиной 15-20 см., и недоступна осмотру кроме ниш, расположенных в нижней части каждого пилонна. Кроме того, была возможность осмотра камер смотровой галереи, примыкающих к одной грани каждого из четырех пилонов на уровне аттикового карниза на высоте 15 м. от пола собора. В камерах, примыкающих к северо-западному и северо-восточному пилонам, проводились основные измерения деформаций. В отчете отмечается, что в местах доступных осмотру, кирпичная кладка имела многочисленные мелкие и крупные трещины, которые местами проходили через гранитные прокладные ряды. Непосредственной целью исследования группы «натурных измерений» являлось установление характера деформации и величины напряжений, действующих в пилонах. Для этого необходимо было провести исследования в двух направлениях: первое – измерение деформаций и определение напряжений, и второе – определение упругих постоянных материала. Проведение работ по определению напряжений осложнялось тем, что в те годы не было методики измерения деформаций в

конструкциях без предварительной закладки измерительной аппаратуры в процессе строительства, а в применении к таким массивным сооружениям, как Исаакиевский собор, подобных исследований вообще не проводилось. Поэтому, профессором Ю.И. Ягном был разработан новый метод определения напряженного состояния, который впоследствии использовался при определении напряжений в голове шлюза Волгоградской ГЭС и в других массивных сооружениях. Этот метод основан на измерении обратных деформаций, возникающих при разгрузке небольшого объема материала у поверхности конструкции вследствие кольцевой выемки материала.

Из постановления комиссии (протокол № 3 от 22 февраля 1954 г.): «По докладу научного руководителя группы «Натурных измерений» проф. Ю.И. Ягна, принято решение предложенную методику измерения деформаций и определения напряжений утвердить» [1]. Ответственным исполнителем по исследованию деформаций и напряжений был назначен ассистент П.А. Павлов (в дальнейшем профессор и заведующий кафедрой сопротивления материалов). Работы по измерению деформаций в гранитной кладке проводились по способу кольцевой выемки. Из гранитного массива вырубалась призма. Глубина выемки выбиралась такой, чтобы уравновешенная система сил, действующих по сечению, у основания вырезаемой призмы практически не вызывала деформаций на поверхности массива. Высота гранитных прокладных рядов колеблется от 30 до 40 см., что ограничивало вертикальный размер поля внутри кольцевой выемки величиной не более 8-12 см. Длина отдельных гранитных блоков по фасаду пилона составляет 80-150 см. Самые длинные блоки имели вертикальные трещины, разделяющие их на две части. Поэтому на каждом блоке приходилось производить не более одного измерения. При этом учитывалась нелинейность деформаций в силу неоднородности напряженного состояния в пилонах, обусловленного сложной их конструкцией. Работы по вырубке в массиве выполнялись силами архитектурно-реставрационных мастерских Ленсовета. На вырубку одной такой призмы уходило по 3-4 рабочих смены. Определение деформаций массива в кольцевой выемке производилось с помощью зеркальных тензометров. Тензометры прикреплялись к поверхности массива зубоврачебным цементом. Измерения на кирпичной кладке проводились в пределах одного кирпича, который обуривался вокруг по швам. Поверхность кирпича при установке прибора не зачищалась, так как в противном случае открывались многочисленные щели и поры и создавали разгрузку наружных слоев еще до начала измерений. Низкая температура и высокая влажность затрудняли установку приборов и выполнение измерений. Во время работы, с целью проверки правильности определения обратных деформаций в пилонах, проводились измерения на малонагруженной гранитной плите, образующей облицовку смотровой галереи собора. Можно считать, что измерения проводились при постоянной температуре, так как из-за больших объемов кладки, окружающих камеру (толщина стен собора от 2,5 до 5 м.), температура почти не изменялась за сутки и лишь очень незначительно повышалась за лето.

Определение постоянных материала (модуля нормальной упругости и коэффициента поперечной деформации) гранита и кирпича выполнялись в механической лаборатории кафедры сопротивления материалов ЛПИ им. М.И.Калинина на граните и кирпиче, изъятых из стен собора. Образцы для испытания гранита в виде призм изготовлялись заводом «Красная заря». Образцы испытывались на сжатие на 500-тонном прессе в механической лаборатории. На основании полученных значений упругих постоянных материала по измеренным деформациям вычислялись напряжения в кирпичной кладке и в гранитных прокладных рядах. Для оценки прочности кирпичной кладки пилонов, на трех кирпичах, изъятых из стен собора, проводились весьма тщательные испытания на сжатие при кратковременном нагружении с последующей разгрузкой, затем повторное нагружение с разгрузкой и при длительном нагружении с разрушением. Значения пределов прочности,

полученные на этих образцах, сравнивались со значениями напряжений, действующими в пилонах. Влияние гранитных прокладных рядов на несущую способность кирпичной кладки было оценено при проведении испытания на сжатие особых призм, моделирующих конструкцию пилонов. Из постановления комиссии (протокол № 12 от 14 июня 1954 г.): «Комиссия, заслушав доклад Ю.И. Ягна, отметила, что, по результатам испытаний отдельно кирпичей, раствора, кирпичной кладки и гранитных прокладных рядов, несущая способность пилонов в условиях осевого сжатия может быть оценена предельным напряжением не более 40 кг/кв. см. Напряжения распределяются неравномерно и в некоторых местах кирпичная кладка близка к стадии разрушения» [1]. На основании доклада было сделано заключение комиссии ЛПИ им. М.И.Калинина: «Экспериментальные исследования деформаций и напряжений в пилонах и испытания прочности кирпичной кладки Исаакиевского собора подтверждают вывод о перенапряжении кирпичной кладки центральных пилонов. Проведенное исследование деформаций может претендовать только на некоторое освещение вопроса о порядке имеющих в пилонах величин деформаций» [2]. Вот так. Такие сложные работы были проведены и такое размытое и не дающее никаких определенных выводов заключение. Но быть может, именно оно спасло Исаакиевский собор от демонтажа купола и замены подкупольных конструкций на более легкие металлоконструкции, проект которых был уже готов. И что бы тогда стало с подкупольной росписью Брюллова? Прошло более полувека и время подтвердило, вывод о том что, возникающие в пилонах трещины не представляют существенной опасности для целостности сооружения.

\*\*\*

1. Протоколы постановления комиссии Ленинградского политехнического института по исследованию деформаций в несущих конструкциях Исаакиевского собора. 1953-1955 г.г.
2. Экспертиза здания музея-памятника Исаакиевского собора. ЛПИ им. М.И. Калинина, 1955 г.

**Николаева И.П., Яковлева Е.Л.**

**О реставрации монумента «Медный всадник»**

*Санкт-Петербургский Политехнический университет им. Петра Великого  
(Россия, Санкт-Петербург)*

*doi: 10.18411/sr-10-04-2021-23*

#### **Аннотация**

Статья посвящена истории реставрации памятника «Медный всадник». В течение всего времени с момента установки памятника проводились наблюдения за его состоянием и выполнялись реставрационные работы. Основные этапы реставрационных работ относятся к 1908, 1909, 1912, 1935, и 1976 годам. В процессе реставраций выполнялись работы внутри статуи, а также работы по ликвидации трещин в бронзовой отливке.

**Ключевые слова:** Медный всадник, бронзовая отливка, коррозия, трещины, реставрация, железный каркас.

#### **Abstract**

The article is devoted to the history of restoration of the Bronze Horseman monument. During the entire time since the installation of the monument, observations were made of its condition and restoration work was carried out. The main stages of restoration work date back to 1908, 1909, 1912, 1935, and 1976 years. During the restorations, work was carried out inside the statue, as well as work to eliminate cracks in the bronze casting.

**Key words:** Bronze Horseman, bronze casting, corrosion, cracks, restoration, iron frame.

При создании одного из выдающихся произведений в мировой скульптуре – «Медного всадника», были решены инженерные задачи, масштабы которых поражают грандиозностью и в наше время.

По приказу императрицы Екатерины Второй, русский посол в Париже князь Голицын сделал предложение Этьен-Морису Фальконе о сооружении памятника Петру Первому, на что тот ответил: «Мне скоро пятьдесят лет, но я еще не создал ничего достойного моего имени» и просил дать ему время на размышления. 27 августа 1766 года был подписан контракт на восемь лет по созданию памятника. Фальконе замыслил сюжет, в котором Петр-созидатель, законодатель и благодетель своей страны на мощном, грациозном коне поднимается на вершину крутой скалы, служащей пьедесталом монумента.

Модель памятника выполнялась Фальконе и его ученицей Мари-Анн Колло в течении 1767-1770 годов. В мае 1970 года газета «Санкт-Петербургские ведомости» сообщила: «19 мая с 11 до 2-х и после обеда с 6-ти до 8-ми часов впредь две недели показываема будет модель монумента Петру Великому в стоящем на месте бывшего зимнего дворца, что на Невской перспективе, строении».

Отливка монумента началась в 1774 году и представляла исключительную трудность не только из-за сложной конфигурации скульптуры, но еще и потому, что толщина бронзовой стенки должна была быть переменной, от 7 мм в передней части статуи с постепенным утолщением до 30 мм в задней части [1]. Такому распределению толщин по длине отливки Фальконе придавал особое значение. Без этого огромная статуя, имеющая всего три точки опоры (задние ноги коня и хвост, соединенный с извивающимся телом змеи), не приобрела бы необходимую устойчивость. Задача о достаточной устойчивости всей композиции была решена Фальконе расположением центра тяжести ее между опорными ногами и хвостом коня за счет получения тела отливки переменной толщины и специального четырехтонного железного каркаса, установленного внутри отливки, который и несет все силовые нагрузки.

Этьену Фальконе удалось воплотить свою мечту и создать памятник, исключительный по цельности замысла.

Естественно, что такое исключительно ценное художественное произведение нуждалось в систематическом уходе и постоянном наблюдении за его состоянием. Первым «смотрителем памятника» был Тимофей Краснопевцев, которого назначил князь Потемкин, наказав ему: «Будешь наблюдать каждое утро, крепко ли стоит памятник Петру. И если заметишь какую неисправность, то немедленно донеси мне через флигель-адъютанта» [2].

В 1908 году в Академии художеств была создана специальная комиссия по изучению состояния «Медного всадника», в состав которой вошли архитектор А.Н. Бенуа, скульпторы М.А. Чижов, Р.К. Залеман, А.Л. Робер и владелец бронзового завода Моран [3]. При осмотре памятника в бронзовой статуе было обнаружено много трещин. Через эти трещины атмосферные осадки попадали внутрь памятника и разрушали железный каркас, который является несущей конструкцией монумента.

В 1909 году была проведена реставрация памятника со вскрытием люка, который расположен в крупе коня. Оказалось, что внутри статуи скопилось более 150 литров воды. Воду удалили, трещины тщательно заделали бронзовыми вставками. В 1912 году комиссией было принято и осуществлено ответственное решение – просверлить в статуе отверстия для стока воды, накапливающейся внутри. Отверстия сделали в каблуках сапог всадника, в копытах передних ног и животе коня. Следующий осмотр и реставрация монумента были выполнены скульптором И.В. Крестовским в 1935 году. При осмотре были обнаружены три большие трещины, длиной до 30 сантиметров, на задней правой ноге, крупе коня и на змее. Трещины были расчищены и пропаяны сплавом олова со свинцом. Кроме того, выяснилось, что отверстия для стока

воды, просверленные в 1912 году, слишком малы и засорились. Их прочистили, и опять из статуи хлынула вода.

В послевоенные годы реставрационные работы, в основном, проводились не для самого монумента, а для его пьедестала, который в 1953, 1957 и 1967 годах очищался от загрязнений и промывался.

В 1976 году было проведено обстоятельное обследование «Медного всадника». Организаторами и координаторами всех мероприятий были руководители лаборатории Специального научно-производственного объединения «Реставратор». В обследовании памятника также участвовали многие видные специалисты: литейщики, сварщики, металловеды, химики, скульпторы. Были привлечены такие организации, как Ленинградский политехнический институт им. М.И. Калинина (ныне Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого), Кировский и Балтийский заводы, завод «Красный выборжец», Государственный Эрмитаж.

При обследовании памятника надо было выяснить состояние опорного железного каркаса и установить причины образования трещин, развивающихся в задних ногах коня. Таких причин могло быть несколько. Первое объяснение: можно было предположить, что образование трещин в литейной форме было вызвано деформацией железного каркаса из-за перегрева железа при соприкосновении его с расплавленной бронзой. При заливке бронзы на железный каркас могли появиться горячие трещины и образоваться так называемые неслитины – чисто литейный дефект. Вторая причина образования трещин – механическая, это результат больших перегрузок на задние ноги и хвост коня. Сложность нагрузки на опорные ноги коня усугублялась тем, что скульптура обладает значительной парусностью при расположении ее с севера на юг, а роза ветров в Санкт-Петербурге ориентирована с запада на восток, поэтому в зависимости от направления ветра конь как бы переминался с ноги на ногу. И вот тут вскрывается третья причина. Если ориентировочно предположить, что направление и интенсивность ветра изменялись ежедневно, то с момента сооружения памятника к 1976 году таких переминов коня с ноги на ногу было более 80000. При этом осуществлялся определенный вид нагружения – многократно повторяющееся приложение нагрузки одного и того же или противоположного направления. Реакция металла на такой вид нагружения называется усталостью.

С целью обследования опорного железного каркаса был вскрыт люк в крупе лошади. Каркас, в виде дугообразного железного бруса, находится внутри коня и соединен с бронзовой отливкой статуи четырьмя бронзовыми скобами. От бруса в задние ноги коня отведены железные стержни квадратного сечения. Железный брус примыкает к внутренней части хвоста и переходит в туловище змеи и там также соединен скобами с бронзовой отливкой. Таким образом, железный каркас является единственной опорой, удерживающей весь монумент, а роль литой бронзы памятника с конструктивной точки зрения сводится к тому, чтобы связать отдельные части каркаса. Надежная служба каркаса обеспечивается тщательной защитой его от коррозии и предотвращением доступа к нему воздуха и влаги, что и должна обеспечивать бронзовая отливка статуи. Опасность при появлении трещин заключается в том, что через них воздух и влага попадают внутрь статуи, что способствует коррозии железного каркаса.

При обследовании выяснилось, что каркас оказался поврежденным коррозией, но никаких трещин и деформаций в нем обнаружено не было, и состояние его признали вполне удовлетворительным. При обследовании внутренней полости статуи был найден свернутый в рулон пакет со слипшимися листами бумаги, которые были переданы в Центральную Ленинградскую научно-криминалистическую лабораторию для изучения и оказались записями о реставрации памятника проводившейся в 1909 году, оставленными по доброй традиции мастерами-реставраторами.

Однако визуальное обследование монумента не позволило сделать заключение о состоянии железных стержней, пропущенных в задние ноги коня, а именно они являются основными опорными элементами статуи. Исследование состояния стержней было выполнено с помощью метода дефектоскопии, просвечиванием частей статуи гамма-лучами, и показало, что трещин в железных стержнях нет.

По результатам обследования монумента специалисты пришли к единому заключению о том, что трещины в задних ногах коня литейного происхождения, и, возможно, их видел сам Фальконе. В дальнейшем эти трещины увеличивались из-за температурных колебаний, воздействия атмосферных осадков и ветров.

Предстояла работа по заделке этих трещин. Это была не простая задача. Обсудив все возможные методы заделки трещин, специалисты отвергли запайку и заварку, поскольку эти способы приводят к сильному нагреванию металла. Было принято решение установить в трещины бронзовые вставки, для чего их надо было отлить из бронзы того же состава, что и металл статуи. С монумента было взято несколько проб металла; они исследовались в лабораториях Кировского, Балтийского заводов и завода «Красный выборжец».

Химический анализ проб показал, что в состав сплава входят 90 процентов меди, 7,5 олова и 2,5 процента цинка. Трещины на задних ногах коня были расчищены, с них сняли гипсовые слепки и по этим слепкам на заводе «Красный выборжец» были выполнены бронзовые отливки. Отливки были вставлены в трещины и закреплены винтами, затем тщательно зачеканены по контуру. За всеми работами по реставрации наблюдала специально созданная комиссия, которую возглавлял лауреат Ленинской премии, народный художник СССР М.К. Аникушин.

Железный каркас и всю внутреннюю поверхность монумента очистили от грязи и ржавчины; каркас окрасили свинцовым суриком.

Проводить работы внутри статуи было очень трудно, температура доходила до 40 градусов выше нуля. Еще жарче становилось от инфракрасных ламп, которыми просушивали красочный слой.

С целью усиления внутреннего каркаса, поскольку он был ослаблен коррозией, в НИИ Электрофизической аппаратуры спроектировали и изготовили дополнительный стальной каркас, точно повторяющий форму старого железного. Его поместили во внутреннюю полость статуи и соединили со старым каркасом планками и болтами.

Третьего сентября 1976 года слесари-реставраторы успешно завершили работы, и люк в крупе коня был снова закрыт. Внутри статуи реставраторы оставили два алюминиевых футляра, в которые вложили документы о реставрации статуи, выполненной в 1976 году. Самая серьезная реставрация в истории «Медного всадника» была завершена.

На протяжении последующих лет наблюдение за памятником велось постоянно. Как рассказала в частной беседе заместитель директора по научной работе Музея городской скульптуры, ни одно изменение в состоянии монумента не осталось бы незамеченным. Обстоятельного обследования памятника и серьезных реставрационных работ с 1976 года не проводилось. Выполнялись только работы по очистке от загрязнения постамента и самого памятника. В настоящее время состояние монумента удовлетворительно, но в случае необходимости реставраторы готовы оказать помощь памятнику, являющемуся гордостью не только Санкт-Петербурга, но и всего мирового искусства.

\*\*\*

1. Лебедев К.П. Новые данные о литье памятника «Медный всадник» // Литейное производство, 1978. № 12.
2. Финкель В.М. Портрет трещины. М.: Металлургия, 1989, 192с.
3. Кедринский А.А., Колотов М.Г. и др. Восстановление памятников архитектуры Ленинграда. Л.: Стройиздат, 1989, 496с.

Попов Н.П.

## Полифункциональность как концепция развития крупных мегаполисов на примере города Екатеринбурга

doi: 10.18411/sr-10-04-2021-24

**Ключевые слова:** новый урбанизм, энергоэффективность, городской полицентризм, городская децентрализация, транспортная структура города.

### Введение

На сегодняшний день можно узнать о концепциях по развитию городов разного характера. Всемирно известные ученые- урбанисты, архитекторы, журналисты пытались предугадать и скорректировать ход развития тех или иных городов. Предлагались и типовые решения по застройке городских пространств как “с нуля”, так и в существующей городской среде. От возникновения концепции “Города-сада” Эбенизера Говарда до укрепления концепций Нового урбанизма. Необходимо выделить пересечения с существующей реальностью и понять, как нужно развивать современные города.

### Обозначить проблему

На сегодняшний день мы имеем крупные города России, которые продолжают развиваться в процессе урбанизации. Урбанизация- процесс повышения ролей городов, городской культуры и «городских отношений» в развитии общества, увеличение численности городского населения по сравнению с сельским и «трансляция» сформировавшихся в городах высших культурных образцов за пределы городов.

Сегодня, на примере города Екатеринбурга, можно выделить проблемы связанные с организацией городского пространства, политики застройки и распределение городских центров притяжения. Одной из основных проблем Екатеринбурга является его моноцентричность, которая выражается в монополизации центральной части города по части предоставления качественных услуг культурного и бытового уровня, коммуникативного пространства, насыщенностью объектами делового и муниципального уровня.

Как показывает всемирный опыт, процесс урбанизации неизбежен в крупных перспективных городах, но в различных условиях существуют свои особенности формирования города.[Пивоваров Ю. Л. Современная урбанизация. М., 1994] Урбанизация- процесс, который является аспектом глобализации и централизации страны. Такую модель формирования крупных городов можно наблюдать на примере России. Урбанизация в России воспринимается как безальтернативный процесс [Полицентризм как парадигма развития российских городов, Гайкова Людмила Валентиновна, 2015]. В этом мнении едины как советские, так и постсоветские исследователи, что неудивительно с учетом огромных пространств страны и слабости коммуникаций. После распада СССР распространение получила идея А.С Ахизера “псевдоурбанизация”. [3]. Проблема советского и российского урбанизма заключалась в том, что модель городского развития не соответствовала закономерностям глобальной урбанизации, в силу того, что Россия “не превратилась в центры инновационной деятельности либерального типа” [ Пивоваров Ю. Л. Географическое учение об урбанизации: проблемы и поиски решений // Свободная мысль. 1995. № 4.]. Эта проблема весьма убедительно сформулирована и нашла отклик у ряда авторов, включая А.Г Вишневого, В.Л Глазычева и других.

Градостроительные концепция зачастую хорошо работают в условиях создания нового города, но слабо применимы к ситуации сложившихся городских структур. Градостроительство решает ряд задач, связанных не только лишь с организацией общественного транспорта и пешеходных потоков. Градостроительство необходимо для решения разного рода задач: социальных, культурных, экологических,

психологических, эстетических. Необходимо выбрать правильную стратегию развития того или иного города при реконструкции и переосмыслении места.

Сегодня, Екатеринбург представляет собой город с высокой плотностью застройки в центре и более разреженной плотностью на периферии. Концентрация точек притяжения горожан собрана только в центре и не дает возможности развивать территории на периферии за счет отсутствия надлежащей городской политики города и грамотной инфраструктуры. Проведенный автором градостроительный анализ по аспектам транспортно-дорожной сети, пешеходным связям, социальным коммуникациям и перемещениям, показывает, что существующая транспортная сеть находится на пределе своих возможностей и превращается из удобной коммуникационной сети города в неповоротливую и деградирующую городскую сеть, которая доставляет массу неудобства для жителей городов.

Проблемы, связанные с транспортной обстановкой города- острая тема для урбанизированных городов всего мира. Города России участвуют в решении проблем, связанных с транспортом методами, которые не имеют ничего общего с дальновидным искоренением проблемы городской дорожной сети и удобства проживания в мегаполисе. Расширение дорог, сужение тротуаров и озелененных площадей- путь решения проблем в современных российских городах сегодня. Ян Гейл, в своей книге “Город для людей” [Ян Гейл “Города для людей” 2012] подробно разбирает градостроительные ситуации, в которых расширение дорог приводило только к усугублению ситуации и возникновению новых заторов. Расширение дороги невозможно на протяжении всей улицы, так как существуют естественные ограничения и рамки. При расширении дорог в большинстве случаев затрагиваются аспекты транспортной сети, пешеходных и велосипедных маршрутов, озелененных территорий.

Моноцентричность мегаполиса сегодня- основная идея формирования мегаполиса в России, от которой необходимо избавляться.

Первые шаги в сторону формирования удобного, справедливого города необходимо делать поступательно, формируя предложения на основе запросов горожан. Нужно в первую очередь выстроить тактику развития периферийных территорий. Выделить ядра (центральные части окраин города), которые имеют потенциал к развитию и на основе анализа понять, какие активности в данной зоне лучше развивать.

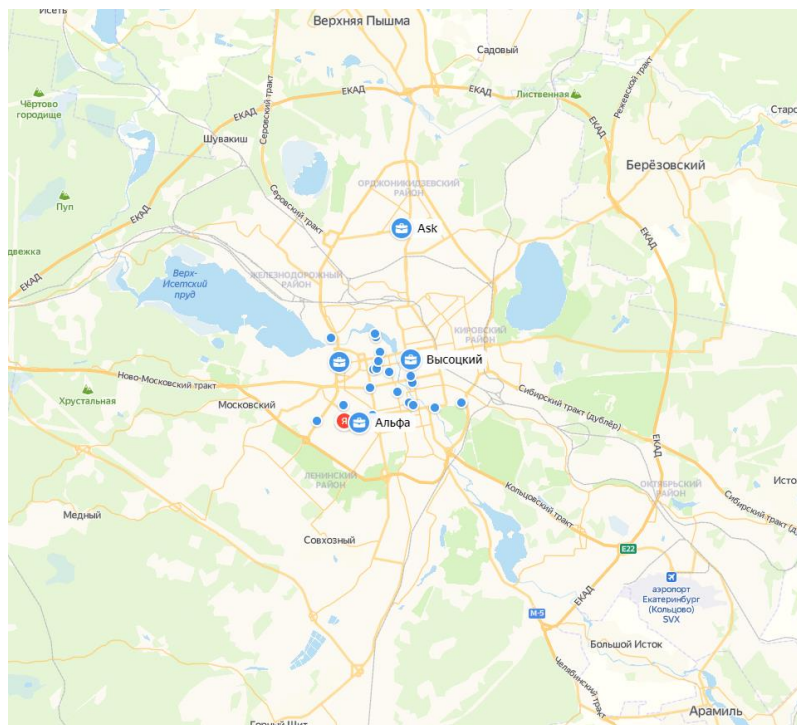


Рис. 1. Фактическое расположение центров деловой активности (Yandex maps)

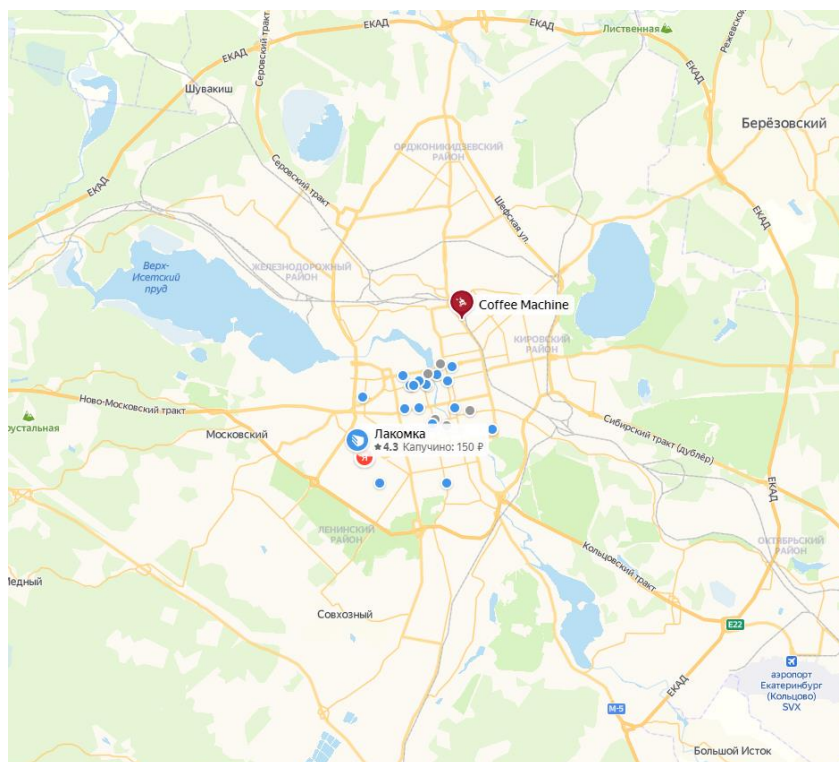


Рис.2. Фактическое расположение основных точек общественного питания (Yandex maps)

На рисунках 1,2,3 представлены схемы сервиса Google, которые построены на данных GPS трекеров, анализа человеческих потоков и активности людей в сети. По таким схемам можно определить, на каких участках города возможно размещение объекта с определенной функцией. На рисунке 1 показана аналитическая схема с участками, которые являются перспективными для открытия в них объектов малого бизнеса и услуг.

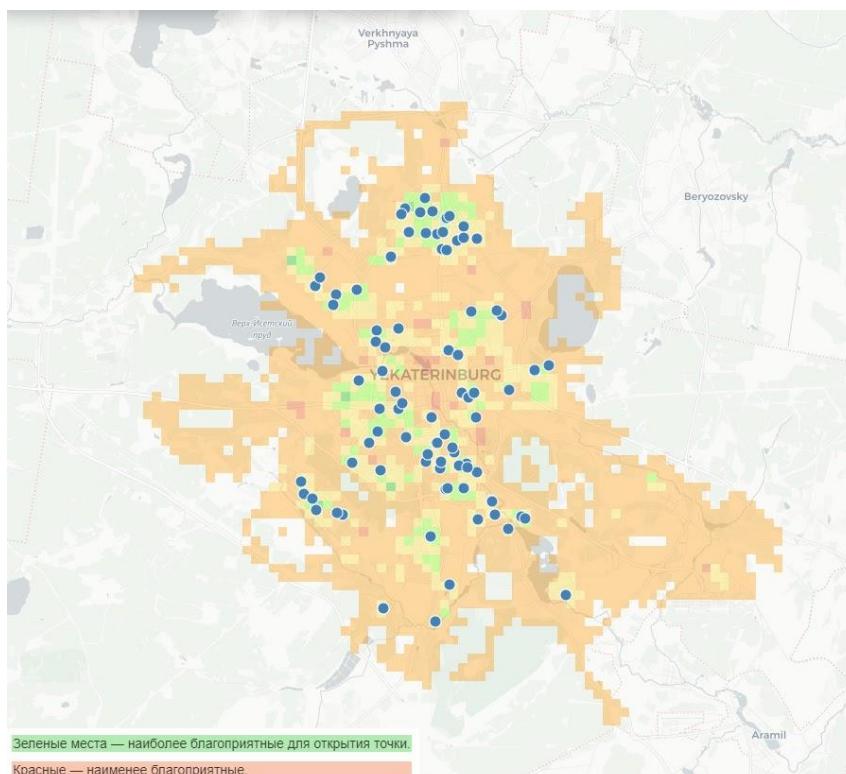


Рис.3 Схема потенциально-перспективных точек размещения среднего и малого бизнеса (Google maps)

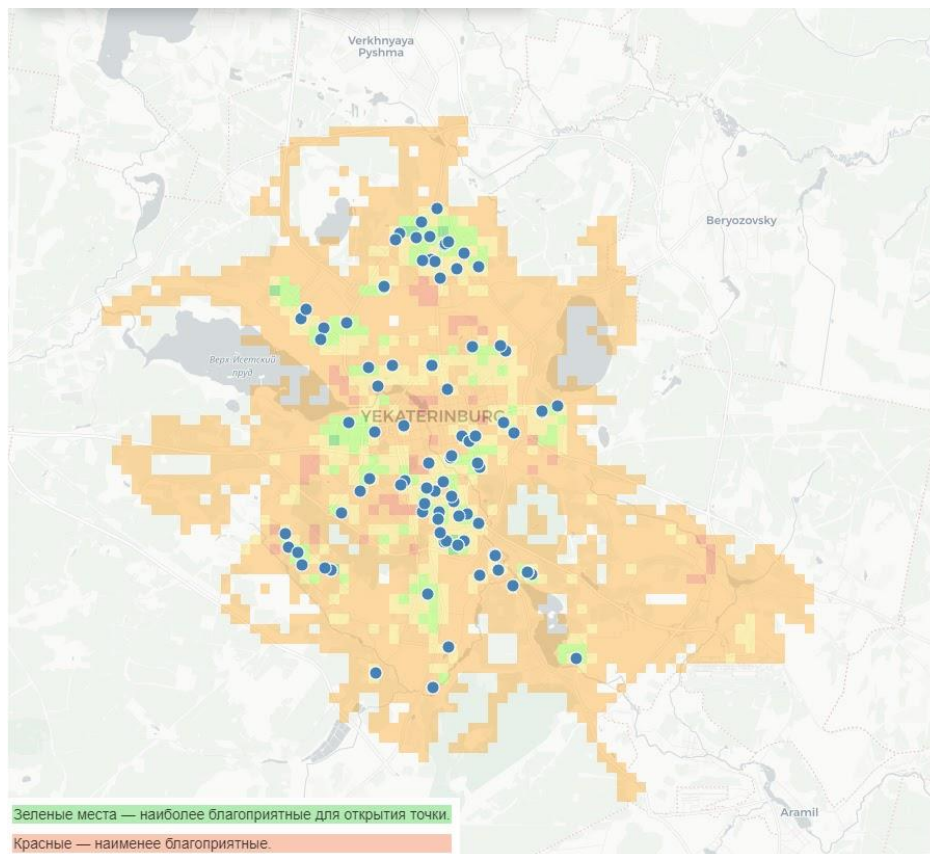


Рис. 4 Схема перспективного расположения мест общественного досуга и отдыха (Google maps)

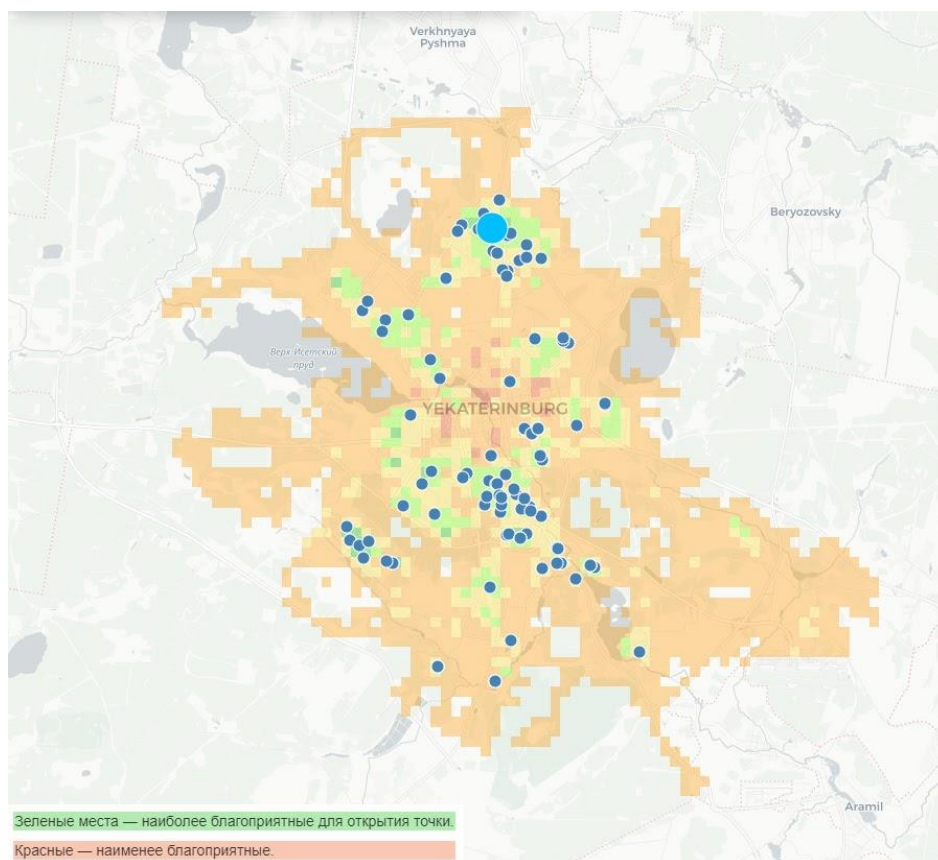


Рис. 5

На рис. 5 показана схема перспективного размещения офисных центров в городе Екатеринбурге.

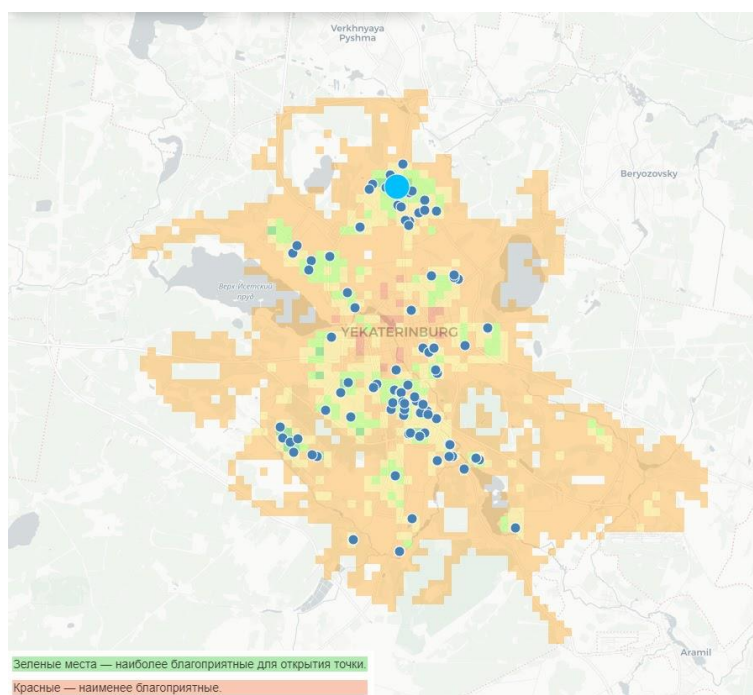


Рис. 6 Схема перспективного размещения офисных центров (Google maps)

На рисунках 1,2,3 отображены схемы расположения перспективных точек для расположения на них объектов социального обслуживания, из которых и формируется общественно- деловые ядра города.

На схемах видно, что участки, перспективные для размещения тех или иных объектов удалены от центра города и имеют не менее выгодную экономическую привлекательность.

На основе анализа, сформированного на основе данных о перспективных точках развития инфраструктуры районов, можно определить несколько городских ядер (рис. 7)

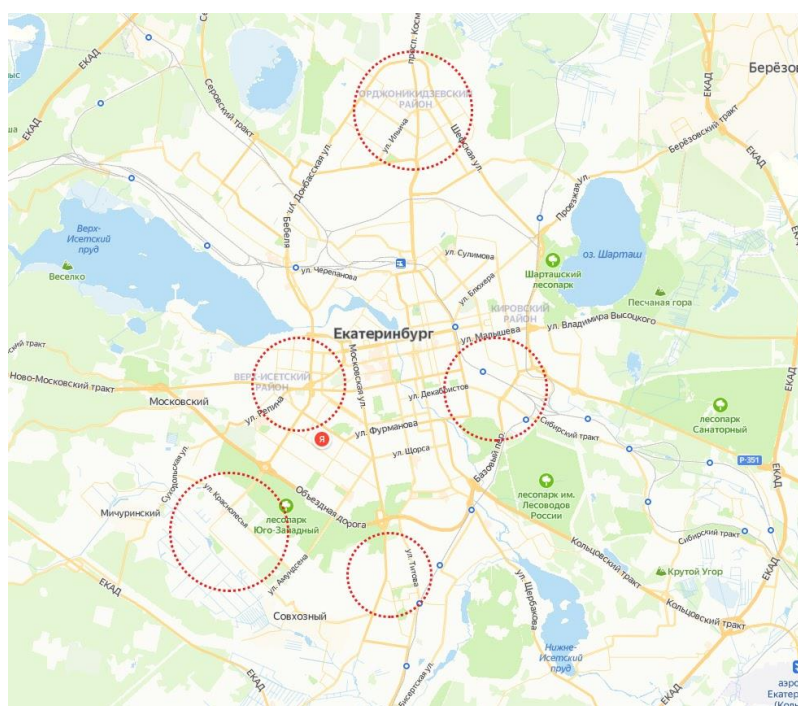


Рис.7 Выделенные ядра (Yandex maps)

Равномерное распределение ресурсов города в части объектов социального обеспечения и других функций- залог качественного и благополучного города. Создавая несколько центров общественной активности города, решаются ряд проблем :

- возрастает безопасность ранее “спальных районов”
- места рекреаций отдельных районов повышают качество среды за счет администрирования локальных центров
- создается связанная и гибкая структура общественного транспорта
- возникает непрерывность пешеходных маршрутов
- решение транспортных проблем

Таким образом, полифункциональная структура организация крупного города- гибкое и верное решение при создании комфортной городской среды. При качественном администрировании, неизбежно создание комфортной и качественной среды для обитания человека с разнообразными потребностями.

\*\*\*

1. Пивоваров Ю. Л. Современная урбанизация. М., 1994
  2. Гайкова Людмила Валентиновна Полицентризм как парадигма развития российских городов,, 2015
  3. Пивоваров Ю. Л. Географическое учение об урбанизации: проблемы и поиски решений // Свободная мысль. 1995. № 4
  4. Ян Гейл “Города для людей” 2012
-

## РАЗДЕЛ V. БИОТЕХНОЛОГИИ

Доценко С.М.<sup>1</sup>, Агафонов И.В.<sup>2</sup>, Мотовилов О.К.<sup>4</sup>, Стаценко Е.С.<sup>3</sup>

### Биотехнологические аспекты получения и использования белково-витаминных продуктов на основе молочно-морковной композиции

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Амурский государственный университет

<sup>2</sup>Дальневосточное высшее общевойсковое командное училище им. Маршала Советского Союза К.К. Рокоссовского

<sup>3</sup>ФГБНУ ФНЦ Всероссийский НИИ сои  
(Россия, Благовещенск)

<sup>4</sup>СибНИТИП Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН  
(Россия, Краснообск)

doi: 10.18411/sr-10-04-2021-25

#### Аннотация

Целью исследования являлось обоснование биотехнологии белково-витаминных продуктов на основе молочно-морковной композиции. Разработаны биотехнологические аспекты получения белково-витаминных продуктов расширенного ассортимента на основе молочно-морковной композиции. Обоснована принципиальная схема получения белково-витаминных продуктов. Показана их сравнительная пищевая ценность. Установлена возможность и целесообразность использования белково-витаминного концентрата в рецептуре мучных изделий в виде блинчиков.

**Ключевые слова:** пищевая и биологическая ценность, биотехнология, молочные продукты, схема, состав, витамин С, β-каротин, органолептическая оценка

#### Abstract

The aim of the research was to substantiate the biotechnology of protein-vitamin products based on milk-carrot composition. We elaborated Biotechnological aspects of obtaining the expanded range of protein-vitamin products based on a milk-carrot composition. The fundamental scheme of obtaining protein-vitamin products was justified and we demonstrated their comparative nutritional value. Finally, we determined the possibility and relevance of using protein-vitamin concentrate in the recipe of pastry in the form of pancakes.

**Key words:** nutritional and biological value, biotechnology, dairy products, scheme, ingredients, vitamin C, β-carotene, organoleptic evaluation

Проблема повышения пищевой и биологической ценности пищевых систем в составе продуктов различного ассортимента на сегодняшний день является актуальной. В этой связи многочисленные исследования отечественных и зарубежных ученых направлены как на поиск новых источников сырья, позволяющих реализовать принцип взаимного обогащения белков по незаменимым аминокислотам, так и на разработку инновационных способов реализации данного принципа, путем использования рациональных методов биотехнологической трансформации состава и свойств традиционного сырья [1, 2].

В то же время известным фактом является то, что большинство витаминов активно воздействует на обмен белковых веществ в организме человека и тесно связано

с уровнем протеинового питания. Важнейшую роль при этом витамины играют и в усвоении и синтезе жирных кислот, входят в состав ферментных систем, регулирующих окислительно-восстановительные процессы в организме и т.д. [2]. Вполне очевидно, что дисбаланс указанных питательных веществ в рационе питания человека оказывает негативное влияние как на развитие, так и на состояние физиологических систем его организма [2, 3]. Одним из перспективных направлений по получению пищевых систем сбалансированного состава со значимыми количествами функционально ценных ингредиентов (ФЦИ) является создание продуктов расширенного ассортимента на основе молочного и корнеплодного сырья, например, моркови, путем соответствующей совместной биотехнологической трансформации их составов и свойств. В этой связи создание белково-витаминных продуктов на основе молочно-морковных композиций является актуальной задачей и требует своего решения.

*Цель исследования* – обоснование биотехнологии белково-витаминных продуктов расширенного ассортимента на основе молочно-морковной композиции и возможности их использования в мучных изделиях.

*Задачи исследований:*

1. На основе анализа известных способов приготовления молочных продуктов обосновать инновационный способ получения продуктов расширенного ассортимента на основе молочного и морковного сырья;
2. Разработать принципиальную технологическую схему приготовления молочных продуктов расширенного ассортимента на основе молочно-морковной композиции;
3. Обосновать возможность и целесообразность использования молочно-моркового концентрата в биотехнологии мучных изделий.

Анализом данных по литературным источникам установлено, что на определенных этапах развития молочной промышленности были разработаны и выпускались молочные продукты, обогащенные витаминами С и А, а также β-каротином в виде кефира и других кисломолочных напитков [4]. При этом были разработаны и молочнокислые продукты различного ассортимента с наполнителями [5]. В частности, витамином С обогащался кефир 3,2 % жирности и 1 %-ный «Таллинский», а поливитаминами – кефир 2,5% жирности и нежирный. Витамин А обогащался кефир 1 %-ной жирности, а β-каротином (циклокаротин) – 3,2 % жирности, а также другой массовой долей жира (м.д.ж.). Кроме этого, с плодово-ягодным наполнителем выпускался напиток «Коломенский» м.д.ж. – 2,5 % и 1,0 % [4]. В определенном ассортименте выпускались молочно-белковые продукты и творожные полуфабрикаты, обогащенные витамином С, а также с наполнителями. Представителями таких продуктов были молочно-белковая паста «Здоровье» с м.д.ж. 5,0 %, паста детская с шиповником, творожная паста «Москворечье» с корицей, укропом, орехом, изюмом и т.д. Кроме этого, выпускалось сливочное масло с фруктово-ягодными экстрактами, томатной пастой, пастой «Океан», горчицей и т.д. [5].

С учетом имеющихся достоинств и недостатков технологии молочных продуктов данного ассортимента, авторами разработана биотехнология получения белково-витаминных молочных продуктов [6, 7], принципиальная схема производства которых представлена на рисунке.

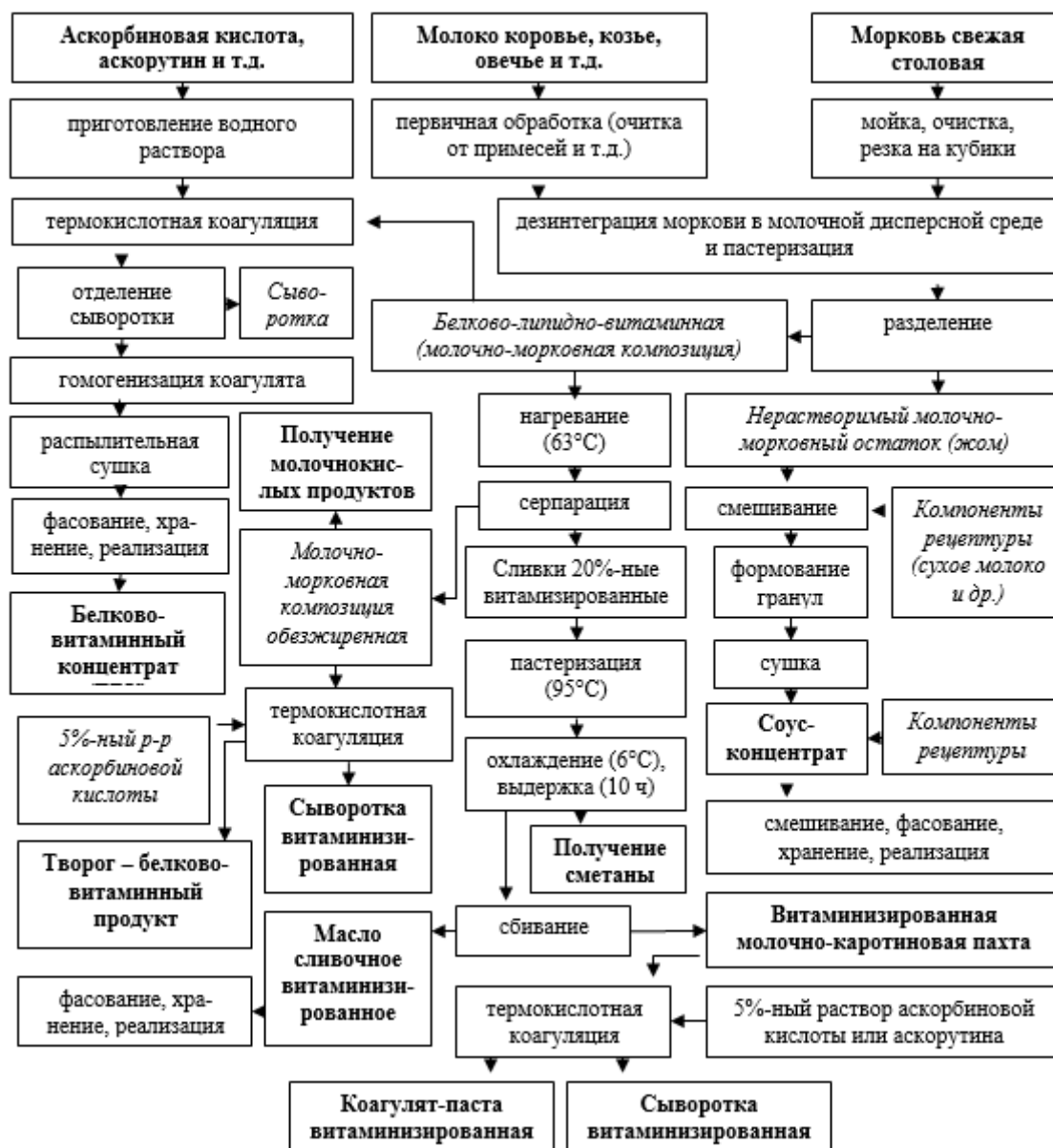


Рисунок. Принципиальная схема биотехнологической трансформации молочно-морковной композиции

Характерной особенностью данной технологии является получение на первом этапе белково-витаминной (молочно-морковной и др.) дисперсной системы с последующей возможностью дополнительного обогащения ее витамином С или витаминами С и Р в процессе термокислотной коагуляции. При этом полученные продукты имеют приятный оранжевый цвет.

Сравнительная пищевая ценность белково-витаминных молочных продуктов представлена в таблице.

Таблица

Сравнительная пищевая ценность молока и молочных продуктов

Продукт	Содержание, %					Витамины, мг/100 г		Энергетическая ценность, ккал/100г
	Во-да	белки N×6,25	жиры	Уг-ле-во-ды	Мине-ральные вещества	С	А	
							β-каротин	
1. Молоко коровье	88,2	2,79	3,5	4,69	0,7	1,3	0,03 0,02	61,0

1.1.Сливки	72,8	2,8	20,0	3,78	0,35	2,0	0,2 0,1	206,0
1.2.Молоко обезжиренное	87,4	4,3	1,0	6,4	0,8	0,4	следы следы	51,0
1.3.Творог нежирный	77,2	18,0	0,6	1,8	1,2	0,5	0,01 следы	88,0
1.4.Сыворотка	94,7	0,8	0,2	3,5	0,6	0,5	Следы Следы	19,0
1.5.Масло сливочное «Крестьянское»	25,0	0,8	72,5	1,3	0,4	-	- -	661,0
1.6.Пахта	90,2	3,3	1,0	4,7	0,7	0,3	0,01 Следы	40,0
2.Молочно-морковная композиция	88,0	2,7	3,2	5,2	0,9	5,0	0,5 1,5	57,0
2.1.Сливки 20% витаминизированные	72,8	2,8	20,0	4,0	0,4	2,0	3,0 15,0	207,2
2.2.Молочно-морковная композиция обезжиренная	85,0	4,3	1,0	8,8	0,9	3,0	Следы 1,5	61,2
2.3.Творог (витаминизированный)	77,0	18,0	0,6	2,0	1,2	250	0,2 8,0	85,4
2.4.Сыворотка (витаминизированная)	94,0	0,8	0,2	4,2	0,8	250	0,1 1,5	21,8
2.5.Масло сливочное (витаминизированное)	72,5	0,8	70,5	1,3	0,0	2,0	0,2 10,0	661,0
2.6.Пахта молочно-каротиновая	90,0	3,0	1,0	5,2	0,8	1,5	0,3 5,0	41,8
2.7. Коагулят-паста (витаминизированная)	77,0	18,0	0,6	3,2	1,4	250	0,1 3,0	89,4
2.8.Сыворотка (витаминизированная из-под пахты)	95,0	0,8	1,0	2,5	0,7	250	0,1 1,5	22,2

В результате проведенных исследований была разработана биотехнология получения белково-витаминного концентрата (БВК). Данный БВК был использован при разработке рецептур и включен в состав пищевых концентратов-полуфабрикатов мучных изделий «Смесь для выпечки блинчиков» [9, 10]. Органолептическая оценка дрожжевых блинчиков показала, что по внешнему виду они имеют округлую форму, поверхность с равномерными мелкими порами без трещин и разрывов; по консистенции – мягкие, пористые, пропеченные; цвет, вкус и запах – характерный для продуктов, входящих в состав изделия, без посторонних привкусов и запахов.

Таким образом, предварительно проведенным анализом установлена возможность и целесообразность создания технологии молочных продуктов на основе молочно-морковной композиции в ее биотехнологических аспектах реализации. На основе принятых биотехнологических подходов разработана принципиальная схема получения молочных продуктов с использованием молочно-морковной композиции (ММК) с наличием  $\beta$ -каротина в ее составе в количестве 1,5 мг/100 г. Установлено, что посредством термокислотной коагуляции белков в ММК можно получить коагулят для производства молочно-морковного концентрата. Использование данного концентрата в мучных изделиях типа блинчиков позволяет повысить пищевую и биологическую ценность готовых мучных кулинарных изделий, путем сбалансированности

аминокислотного состава и его обогащения витамином С и  $\beta$ -каротином с антиоксидантным эффектом и эффектом поддержания деятельности сердечно-сосудистой системы согласно национальному стандарту РФ ГОСТ Р 54059-2010 в отношении остального ассортимента продуктов по перечню 2.1–2.8, представленному в таблице.

\*\*\*

1. Иванова Л.А., Войно Л.И., Иванова И.С. Пищевая биотехнология. Кн. 2 Переработка растительного сырья. / под ред. И.М. Грачевой. М.: КолосС. 2008. 472 с.
  2. Шабров А.В., Дадали В.А., Макаров В.Г. Биохимические основы действия микрокомпонентов пищи: монография. М.: Аввалон, 2003. 163 с.
  3. Толстогузов В.Б. Новые формы белковой пищи М.: ВО Агропромиздат, 1987. 303 с.
  4. Степанова Л.И. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. В трех томах. Том I. Цельномолочные продукты. СПб: ГИОРД, 1999. 384 с.
  5. Производство молочных продуктов. Качество и эффективность / Г. Церсовски, З. Зонтаг, Ф. Йост. и др. Изд-во «Пищевая промышленность» (СССР), Изд-во «СНТЛ» (ЧССР), Изд-во «Фахбухферлаг» (ГДР). 1979. 288 с.
  6. Патент РФ № 2603251. Способ приготовления молочных продуктов специализированного назначения. // Доценко С.М., Доценко А.С., Ковалева Л.А., и др.; Номер заявки: № 2015126367/10 с датой приоритета 01.07.2015; опубл. в БИ № 36 от 27.11.2016.
  7. Стаценко Е.С., Безруков Н.С. Анализ процесса производства кисломолочных продуктов: тезисы // Сборник материалов XIV Международной научной конференции «Системный анализ в медицине»; под общей ред. В.П. Колосова. ДВНЦ физиологии и патологии дыхания. 15.10.2020. Благовещенск: ООО «Антураж», 2020. С. 174–176.
  8. Охрименко О.В., Охрименко А.В. Исследование состава и свойств молока и молочных продуктов. Вологда: ВГМХА, 2000. 162 с.
  9. Патент РФ № 2654283. Смесь для выпечки блинчиков // Доценко С.М., Доценко А.С., Гужель Ю.А. и др.; Номер заявки: № 2017112601 с датой приоритета 12.04.2017; опубл. в БИ № 14 от 17.05.2018.
  10. Патент РФ № 2522696. Способ получения мучных изделий повышенной биологической ценности // Доценко С.М., Иванов С.А., Кубанкова Г.В. и др.; Номер заявки: № 2012150819/13 с датой приоритета 27.11.2012; опубл. в БИ № 2 от 20.07.2014.
-

## РАЗДЕЛ VI. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Семенчук О.В.

### Технологии 3D - печати и перспективы их применения в системе МЧС

Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России  
(Россия, Владивосток)

doi: 10.18411/sr-10-04-2021-26

#### Аннотация

В статье кратко описана сущность метода 3D - печати. На основе уже имеющегося мирового опыта использования 3D-технологий в строительстве и военной сфере, приведены потенциальные достоинства и недостатки применения трёхмерной печати в системе МЧС.

**Ключевые слова:** 3D-печать, пожарная безопасность, изготовление деталей пожарного оборудования, достоинства и недостатки применения.

#### Abstract

The article briefly describes 3D printing technique. Based on the international experience in the application of 3D printing in construction and warfare, the potential advantages and disadvantages of using this technology by Russian Emercom are listed.

**Key words:** 3D printing, fire safety, production of fire equipment pieces, benefits and disadvantages of the technology.

#### Сущность метода

Трёхмерная печать — конкурент привычным методам создания прототипов и мелкосерийного производства. 3D-принтеры быстрые, простые и сравнительно недорогие. Существуют технологии печати, которые работают с фотополимерными смолами, различными видами пластиковой нити, керамическим порошком и металлглиной. Такие принтеры позволяют создать реальный объект, наслаивая материал, по заданной на компьютере 3D-модели.

3D-технологии позволяют исключить работу руками и создание чертежей на бумаге. В компьютерной программе модель видна во всех ракурсах, убрать недостатки можно на начальных этапах работы. Таким образом, процесс разработки ускоряется, а ошибки, характерные для ручного труда, практически исключены [1].

Существуют различные технологии трёхмерной печати. Они отличаются способом наложения слоев изделия. Наиболее распространенными являются SLA (стереолитография), SLS (селективное лазерное сплетение), DLP (цифровая обработка светом), EBM (электронно-лучевая плавка) и FDM (наложение слоев расплавленных материалов).

**Технология SLA.** Считается самой популярной технологией из-за высокой скорости построения объектов. Рабочий стол (эlevator) находится в емкости с жидким фотополимером. Необходимые участки материала последовательно затвердевают под воздействием лазерного луча. Затем elevator опускается и создается новый слой. Сформированный прототип можно склеивать, обрабатывать и красить.

**Технология SLS.** Единственная технология для создания литейных форм. Порошковые реагенты находятся на elevatorе и послойно спекаются лазерным лучом. Модели могут быть сделаны из керамики, пластика или металла. Они получают крепкие и полнофункциональные.

**Технология DLP.** Сравнительно новая технология цифровой обработки светом. В качестве материала используют фотополимерные смолы. Слой одномоментно отвердевает под воздействием DLP-проектора.

**Технология EBM.** Электронно-лучевая плавка используется, чтобы создавать металлические трехмерные объекты. В качестве материала используется металлорганика из органического клея, металлической стружки и воды. Модель создается с помощью электронных импульсов. При определенной температуре вода испаряется, клей выгорает, а стружка сплавляется в монолит.

**Технология FDM (FDM).** Единственная технология, которая использует производственные пластики. Конечный продукт получается устойчивым к химическому, термическому и механическому воздействию. В печати применяются основной и вспомогательный материалы. После изготовления вспомогательные элементы отделяют механически или растворяют [2].

### **Пренебрежение правилами пожарной безопасности при работе с 3D-принтерами**

3D-печать — это производственный процесс, который требует соблюдения техники безопасности. Игнорирование правил приводит к травмам и иногда даже к гибели людей.

Так, Том Тейлор — британский 17-летний школьник нарушил правила безопасности во время 3D-печати и погиб в результате взрыва и пожара. Эксперты выяснили, что школьник распылял лак для волос на рабочую поверхность 3D-принтера, чтобы повысить адгезию. Пары пропана из баллончика скопились в мастерской, а искра от принтера или из розетки вызвала взрыв и последующий пожар. Но ключевую роль в трагедии сыграли запасы пиробумаги, которые хранились рядом в свободном доступе и моментально вспыхнули [3].

В любом случае, работа с 3D-техникой требует осторожности. Важно следовать инструкции, наладить систему вентиляции и иметь под рукой исправный огнетушитель.

### **Потенциальная роль 3D-печати в системе МЧС**

3D-печать уже используют в строительстве, машиностроении и в военной сфере. Технология также потенциально полезна в системе МЧС России. Например, для изготовления деталей пожарного оборудования и техники. Для одной только пожарной машины можно изготовить целый набор деталей:

- шестеренки и зубчатые колеса;
- наконечники, кронштейны и фиксаторы;
- рычаги, ручки и кнопки;
- корпуса устройств, установленных внутри;
- прототипы элементов кузова и интерьера;
- фурнитуру для электросистемы автомобиля;
- пластиковые детали механизмов;
- прототипы аэродинамических обвесов.

Метод 3D-печати также будет эффективен для аэромобильных группировок. Чтобы быстро развернуть палаточный лагерь, восполнить запасы экипировки и другого имущества, создать необходимые предметы — от фонарика до робота, от лодки до жилого дома [4,5].

Но у трехмерной печати есть и минусы:

1) Сертификация качества. Многие вещи на службе используются в жестких условиях, к ним предъявляются строжайшие требования. А неудачно напечатанный элемент может привести не только к денежным потерям, но и к трагедиям.

2) Как бы быстро ни работали современные принтеры, этого недостаточно в режиме ЧС, когда на счету каждая минута.

3) Проблема секретности, безопасности, защиты авторских прав и многие другие неочевидные на первый взгляд моменты.

Чтобы решить перечисленные проблемы требуется разработать 3D-принтеры, продукция которых будет соответствовать строгим стандартам качества.

#### **Заключение**

Технология 3D-печати активно развивается и уже применяется во многих сферах человеческой жизни. Основную роль в ее продвижении играет необходимость снижения затрат.

В статье приведены лишь немногие примеры того, что можно изготовить с помощью 3D-принтеров, т. к. невозможно описать все перспективы применения этой технологии. Большинство производственных решений актуальны для гражданского сектора, военных и других систем, в частности, для МЧС России.

Таким образом, возможности, которые открывает 3D-печать практически во всех сферах деятельности человека поистине безграничны. А какие еще горизонты откроются перед человечеством в ближайшие годы, остается только догадываться.

\*\*\*

1. Никифоров С.О., Мархадаев Б.Е., Никифоров Б.С., Шолохов Е.С. Технология 2D- и 3D-печати, 3D-принтеры // Вестник БНЦ СО РАН 2016. № 4 (24). С. 156-163.
  2. Всё о 3D печати. URL: [www.3dindustry.ru](http://www.3dindustry.ru)
  3. Британские пожарные винят небезопасную практику 3D-печати в смерти подростка. URL: <http://3dtoday.ru/blogs/news3dtoday/british-firefighters-blame-unsafe-practice-of-3d-printing-in-the-death/>
  4. Акимов А.В., Зарипов И.Р., Леонтьев А.Д. Производство домов для МЧС методом 3D прототипирования // Национальная ассоциация учёных (НАУ). 2015. № 4-2 (9). С. 38-39.
  5. Покатилов А.В., Хохлова А.О. Анализ строительных 3D-принтеров и материалов для 3D печати // Проблемы строительного производства и управления недвижимостью: Материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., Кемерово: ФГБОУ ВО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева. 2016. С. 22-26.
-

## РАЗДЕЛ VII. МАШИНОСТРОЕНИЕ

Гулгазли А.С., Мирзеев Е.В.

## Обобщение теоремы Мориса-Леви на квазиплоской деформации

*Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности  
(Азербайджан, Баку)*

doi: 10.18411/sr-10-04-2021-27

**Аннотация**

В последние годы в место вертикальных нефтяных и газовых скважин бурят и горизонтальные скважины. Нижняя горизонтальная часть скважины длиной 100-150 метров находится в продуктивном пласте. Если учесть, что для вертикальных скважин толщина продуктивного пласта всего 10-15 метров, то продуктивность скважины увеличивается в 10 раз. На большой глубине внутреннее и внешнее давления горизонтальной скважины намного больше чем его собственный вес, но длину этой части нельзя считать бесконечной. Для решения подобного рода задач прочности в этой работе обобщена теорема Мориса-Леви призматических тел с конечной длиной.

**Ключевые слова:** Теорема, перемещение, деформация, напряжение, закон Гука, призматическое тело, граничные условия, уравнения равновесия.

**Abstract**

In recent years, horizontal wells have also been drilled in place of vertical oil and gas wells. The lower horizontal part of the well, 100-150 meters long, is located in the production layer. Considering that for vertical wells the thickness of the production layer is only 10-15 meters, then the productivity of the well increases 10 times. At great depths, the internal and external pressures of a horizontal well are much greater than its own weight, but the length of this part cannot be considered infinite. To solve this kind of strength problems, this work generalizes the Maurice-Levy theorem for prismatic bodies with a finite length.

**Keywords:** Theorem, displacement, deformation, stress, Hooke's law, prismatic body, boundary conditions, equilibrium equations.

Теорема Мориса-Леви доказывает, что, когда объемные силы не учитываются, а линейные деформации бесконечно малы, то при плоской деформации, напряжения не зависят от механических свойств материала, а определяются формой поперечного сечения и контурными условиями [4].

В случае плоской деформации выполняется условие [4].

$$u_1 = u_1(x_1, x_2); \quad u_2 = u_2(x_1, x_2); \quad u_3 = 0$$

где  $u_1, u_2$  – компоненты вектора смещения в поперечной плоскости юпризмы,  $u_3$  – перемещение в направлении оси призмы, Случай плоской деформации реализуется в основном для бесконечно длинных призматических тел. Система координат выбрана так, что оси  $x_1, x_2$  находятся в поперечных сечениях, а ось  $x_3$  направлена по оси призматического тела. На практике часто встречаются конструкционные элементы призматической формы с конечной длиной [1,2,3]. Эти элементы конструкции находятся под воздействием внешних сил, во много раз превышающих их собственный вес. Поэтому при изучении напряженно-деформированного состояния этих элементов, действующая на них сила тяжести не учитывается [5]. Предположим, что форма поперечного сечения и боковые силы, действующие на призматический элемент конструкции, не зависят от переменной  $x_3$ , а так же по торцам приложены силы, направленные вдоль оси призмы. Тогда продольная относительная деформация

получает постоянное значение, а это означает, что продольное перемещение является линейной функцией от  $x_3$  и компоненты вектора смещения будут иметь следующий вид:

$$u_1 = u_1(x_1, x_2); \quad u_2 = u_2(x_1, x_2); \quad u_3 = ax_3 + b \quad (1)$$

где  $a$  и  $b$  - постоянные величины. Назовем такое состояние деформации *квазиплоским деформационным состоянием*.

Докажем, что напряженное состояние при квазиплоской деформации не зависит от механических характеристик материала, и определяется внешними силами и формой поперечного сечения. С учетом (1) в плоскостях, перпендикулярных оси  $x_3$  компоненты тензора малых относительных деформаций следующие [4]:

$$\begin{cases} e_{11} = \frac{\partial u_1}{\partial x_1}; & e_{22} = \frac{\partial u_2}{\partial x_2}; & e_{12} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial u_1}{\partial x_2} + \frac{\partial u_2}{\partial x_1} \right) \\ e_{13} = e_{23} = 0; & e_{33} = a \end{cases} \quad (2)$$

Известно, что в общем случае закон Гука имеет вид;

$$\begin{cases} e_{11} = \frac{1}{E} [\sigma_{11} - \nu(\sigma_{22} + \sigma_{33})] \\ e_{22} = \frac{1}{E} [\sigma_{22} - \nu(\sigma_{11} + \sigma_{33})] \\ e_{33} = \frac{1}{E} [\sigma_{33} - \nu(\sigma_{11} + \sigma_{22})] \\ e_{12} = \frac{1 + \nu}{E} \sigma_{12} \\ e_{13} = \frac{1 + \nu}{E} \sigma_{13} \\ \sigma_{23} = \frac{1 + \nu}{E} \sigma_{23} \end{cases}$$

Для квазиплоской деформации эта система получает вид;

$$\begin{cases} e_{11} = \frac{1}{E} [\sigma_{11} - \nu(\sigma_{22} + \sigma_{33})] \\ e_{22} = \frac{1}{E} [\sigma_{22} - \nu(\sigma_{11} + \sigma_{33})] \\ e_{33} = \frac{1}{E} [\sigma_{33} - \nu(\sigma_{11} + \sigma_{22})] = a \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} e_{12} = \frac{1 + \nu}{E} \sigma_{12} \\ e_{13} = \frac{1 + \nu}{E} \sigma_{13} = 0 \\ \sigma_{23} = \frac{1 + \nu}{E} \sigma_{23} = 0 \end{cases} \quad (4)$$

Из третьего уравнения этой системы  $\sigma_{33}$  выразим через  $\sigma_{11}$  и  $\sigma_{22}$ . Тогда

$$\sigma_{33} = \nu(\sigma_{11} + \sigma_{22}) + Ea$$

Подставляя это выражение в (3) и (4) имеем;

$$\begin{cases} e_{11} = \frac{1 + \nu}{E} [\sigma_{11} - \nu(\sigma_{11} + \sigma_{22})] + a \\ e_{22} = \frac{1 + \nu}{E} [\sigma_{22} - \nu(\sigma_{11} + \sigma_{22})] + a \\ e_{12} = \frac{1 + \nu}{E} \sigma_{12} \end{cases} \quad (5)$$

От системы уравнений совместности деформации остается только одно уравнение [4];

$$\frac{\partial^2 e_{11}}{\partial x_2^2} + \frac{\partial^2 e_{22}}{\partial x_1^2} = 2 \frac{\partial^2 e_{12}}{\partial x_1 \partial x_2} \quad (6)$$

Из последних двух уравнений системы (4)  $\sigma_{13} = 0$  и  $\sigma_{23} = 0$ . Тогда система уравнений равновесия без учета объемных сил имеет следующий вид:

$$\begin{cases} \frac{\partial \sigma_{11}}{\partial x_1} + \frac{\partial \sigma_{12}}{\partial x_2} = 0 \\ \frac{\partial \sigma_{12}}{\partial x_1} + \frac{\partial \sigma_{22}}{\partial x_2} = 0 \\ \frac{\partial \sigma_{33}}{\partial x_3} = 0; \Rightarrow \sigma_{33} = \sigma_{33}(x_1, x_2) \end{cases} \quad (7)$$

Дифференцируя первое уравнение по  $x_1$ , а второе по  $x_2$  и слагая их получаем;

$$\frac{\partial^2 \sigma_{11}}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 \sigma_{22}}{\partial x_2^2} = -2 \frac{\partial^2 \sigma_{12}}{\partial x_1 \partial x_2} \quad (8)$$

Подставляя (5) в (6) имеем;

$$\frac{\partial^2}{\partial x_2^2} [\sigma_{11} - \nu(\sigma_{11} + \sigma_{22})] + \frac{\partial^2}{\partial x_1^2} [\sigma_{22} - \nu(\sigma_{11} + \sigma_{22})] = 2 \frac{\partial^2 \sigma_{12}}{\partial x_1 \partial x_2}$$

Последнее уравнение перепишем следующим образом;

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2}{\partial x_2^2} [(\sigma_{11} + \sigma_{22}) - \sigma_{22} - \nu(\sigma_{11} + \sigma_{22})] + \frac{\partial^2}{\partial x_1^2} [(\sigma_{22} + \sigma_{11}) - \sigma_{11} \\ - \nu(\sigma_{11} + \sigma_{22})] = 2 \frac{\partial^2 \sigma_{12}}{\partial x_1 \partial x_2} \end{aligned}$$

или

$$(1 - \nu) \left[ \frac{\partial^2}{\partial x_1^2} (\sigma_{22} + \sigma_{11}) + \frac{\partial^2}{\partial x_2^2} (\sigma_{22} + \sigma_{11}) \right] - \left( \frac{\partial^2 \sigma_{11}}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 \sigma_{22}}{\partial x_2^2} \right) = 2 \frac{\partial^2 \sigma_{12}}{\partial x_1 \partial x_2} \quad (9)$$

Подставляя (8) в (9) имеем;

$$\Delta(\sigma_{22} + \sigma_{11}) = 0 \quad (10)$$

где

$$\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2}{\partial x_2^2}$$

двумерный оператор Лапласа.

Уравнение (10) является уравнением Леви. Таким образом уравнение Леви верно не только плоской деформации, но и для квазиплоской деформации.

Далее введя функцию напряжений Эри подобно плоской деформации получаем уравнение [4]

$$\Delta \Delta \phi = 0 \quad (11)$$

где  $\phi(x_1, x_2)$  – функция напряжений Эри. Напряжения как известно выражаются через функцию напряжений Эри следующим образом [4];

$$\sigma_{11} = \frac{\partial^2 \phi}{\partial x_1^2}; \sigma_{12} = -\frac{\partial^2 \phi}{\partial x_1 \partial x_2}; \sigma_{22} = \frac{\partial^2 \phi}{\partial x_2^2} \quad (12)$$

Для первой основной граничной задачи контурные условия записываются в виде [4]:

$$\begin{cases} \sigma_{11} n_1 + \sigma_{12} n_2 = T_{n_1} \\ \sigma_{21} n_1 + \sigma_{22} n_2 = T_{n_2} \end{cases} \quad (13)$$

где  $n_1, n_2$  косинусы углов между нормалью  $n$  к контуру поперечного сечения призматического тела и осями координат  $x_1, x_2$  соответственно,  $T_{n_1}, T_{n_2}$  – проекции вектора силы в произвольной точке контура.

Таким образом, уравнения равновесия (7), уравнение Леви (10), уравнение определяющее функцию напряжений Эри. (11), выражения определяющие компоненты напряжения через функцию напряжений Эри (12), а также контурные условия (13) при отсутствии массовых сил не содержат упругие постоянные. Следовательно доказана следующая теорема

**Теорема:** В квазиплоской деформации при отсутствии массовых сил напряженное состояние упругого призматического тела в любом его сечении,

перпендикулярном оси  $x_3$  не зависит от механических свойств материала и определяется заданными на контуре этого сечения силами и его формой.

\*\*\*

1. Абдурахманов М.Т., Кагарманов Н.Ф. «Проектирование профилей горизонтальных скважин» / Сб. научных трудов. / БашНИПИнефть, 1991. Вып. 84. с. 56- 61
  2. Алиев З.С., Бондаренко В.В. Исследования горизонтальных скважин. М.: Нефть и газ – РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2004 г. 300 с.
  3. Алимжанов М.Т., Байзаков М.К., Смагулов Б.А. Исследование механических процессов вокруг глубоких скважин. «Нефтяное хозяйство», 1996. -№ 10.-С. 21-24.
  4. Амензаде Ю.А. «Теория упругости» М. «Высшая школа» 1971, с.247
  5. Васильев Ю.Н., Дубина Н.И. ”Модель напряженного состояния призабойной зоны” . «Нефть и газ», 2000, № 4, С. 44 -7.
-

## РАЗДЕЛ VIII. ФИЗИКА

Иванов А.А.

## Закрепление струны и протекание на ориентированной решетке

Сибирский федеральный университет  
(Россия, Красноярск)

doi: 10.18411/sr-10-04-2021-28

**Аннотация**

Методом Монте-Карло исследуется плоское скольжение струны, взаимодействующей с точечными центрами закрепления. Устанавливается принадлежность рассматриваемой задачи к классу задач теории протекания. Исследуется критическое поведение заметной площади при скольжении струны. Определены порог протекания и критический индекс для заметной струной площади. Создан алгоритм исследования протекания на ориентированной квадратной решетке на основе алгоритма поиска механически устойчивой конфигурации струны. С помощью созданного алгоритма определены порог протекания на ориентированной решетке и критический индекс для заметной площади. Исследованы детальные отличия задач поиска механически устойчивой конфигурации струны и поиска траектории протекания на решетке.

**1. Введение**

Задача описания закрепления струны силовым полем центров пиннинга возникает во многих областях физики. Это теория коэрцитивности магнитных материалов при движении доменных стенок в тонких пленках [1–5], теория потерь сегнетоэлектриков при переполяризации [6], и проблема критического скалывающего напряжения в теории скольжения дислокаций [7–12], вихри Абрикосова в сверхпроводниках второго рода [13]. В данной работе ставится задача сравнения процесса скольжения струны и процесс поиска траектории протекания в одной из классических решеточных задач теории протекания (ориентированная квадратная решетка [14]). Для ответа на вопрос об аналогии этих процессов мы выясним особенности их критических параметров и сравним функции распределения скачков струны и скачков оборванной связи в решетке.

Рассмотрим натянутую с силой  $\lambda$  струну со свободными концами, которая может скользить по плоскости  $XOY$ . На плоскости задано неоднородное потенциальное силовое поле  $f(X, Y)$ , представляющее собой суперпозицию точечных центров закрепления. Пусть  $h$  – плотность силы внешнего давления. Внешнее давление перемещает струну по плоскости в направлении оси  $OY$ . Силовое поле  $f(X, Y)$  закрепляет струну в определенных конфигурациях. Конфигурация струны в силовом поле описывается функцией  $u(X)$  (см. рисунок 1).

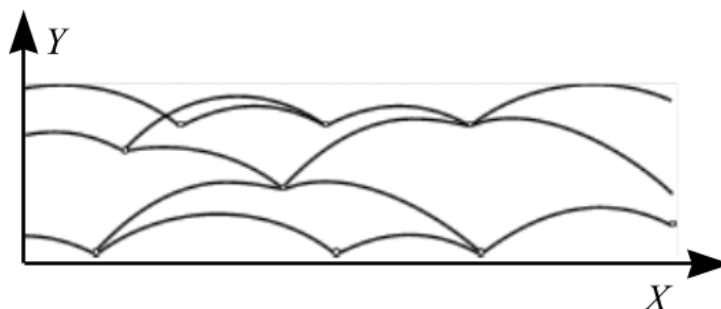


Рис. 1 Часть сетки механически устойчивых конфигураций струны

При  $\lambda \gg \max f$  условие минимальности потенциальной энергии приводит к следующему дифференциальному уравнению равновесия струны [15]:

$$\lambda \frac{d^2 u}{dX^2} + h = f(X, Y = u). \quad (1)$$

Данное уравнение должно быть дополнено условием положительности второй вариационной производной функционала потенциальной энергии.

В силу произвольности поля  $f(X, Y)$  уравнение (1) является в общем случае нелинейным. Особенность стохастического уравнения (1) состоит в том, что при свободных границах оно даёт множество решений. Решения (1) образуют случайную сетку механически устойчивых конфигураций струны (см. рисунок 1). С увеличением давления  $h$  сетка прореживается. Существует некоторое пороговое значение внешнего давления  $h_c$ , при превышении которого на площадке скольжения исчезает последняя механически устойчивая конфигурация. Это давление аналогично коэрцитивной силе для доменных стенок в магнетике или критическому скалывающему напряжению для дислокации в кристалле. Кроме того, прослеживается аналогия между  $h_c$  и порогом протекания. На аналогию с протеканием на ветвящейся структуре в свое время указывал Лабуш [16] при обсуждении проблемы критического скалывающего напряжения в теории дислокационного скольжения.

Ансамблю одинаковых площадок, отличающихся друг от друга пространственным распределением центров закрепления, можно сопоставить множество случайных значений  $h_c$ , имеющее некоторое распределение. Важным свойством величины  $h_c$  является тенденция к повышению локализации плотности распределения при увеличении длины струны. Правдоподобно выглядит утверждение, что плотность распределения должна вырождаться в  $\delta$ -функцию при длине струны, стремящейся к бесконечности. В этом случае  $h_c$  становится неслучайной величиной. Эту величину далее будем называть критическим давлением или порогом протекания.

Утверждение о существовании неслучайного предела величины  $h_c$  при длине струны, стремящейся к бесконечности не очевидно. Приведем эвристические соображения, согласующиеся с представлением о существовании неслучайного предела  $h_c$ .

## 2. Струна на сетке точечных центров закрепления

Далее рассмотрим силовое поле  $f(X, Y)$  специфического вида – точечные центры закрепления, создающие сосредоточенные силы. Параметрами силового поля в этом случае являются:  $n$  – поверхностная плотность,  $f_k$  – критические силы давления струны на центр закрепления, при которых происходит отрыв от препятствия. При различных центрах вводим распределение  $W(f)$  – вероятность того, что критическая сила наугад выбранного центра превышает значение  $f$ .

При точечных центрах закрепления механически устойчивые и неустойчивые конфигурации находятся бесконечно близко друг от друга, и нет необходимости использовать условие, наложенное на вторую вариацию потенциальной энергии струны.

Для простоты положим, что все центры закрепления одинаковы и имеют равные критические силы  $f_0$ . Проведем масштабные преобразования уравнения (1). Пусть  $X = xL_x$ ,  $Y = yL_y$ , где  $x$  и  $y$  – новые безразмерные координаты. Уравнение (1) в новых переменных примет вид:

$$\lambda \frac{L_y}{L_x^2} \frac{d^2 u}{dx^2} + h = \frac{f_0}{L_x} \tilde{\rho}(x, y = u), \quad (2)$$

параметр  $f_0$  – значение критической силы, поэтому силовое поле  $\tilde{\rho}(x, y)$  имеет единичную критическую силу взаимодействия со струной. Потребуем, чтобы в новых координатах на единицу безразмерной площади приходился только один центр закрепления, т.е.

$$L_x L_y n = 1. \tag{3}$$

Потребуем также

$$\frac{f_0}{\lambda} \frac{L_x}{L_y} = 1. \tag{4}$$

Решая уравнения (3) и (4) относительно  $L_x$  и  $L_y$ , находим масштабные единицы:

$$L_x = \sqrt{\frac{\lambda}{n f_0}}, \quad L_y = \sqrt{\frac{f_0}{n \lambda}}. \tag{5}$$

Уравнение равновесия принимает вид:

$$\frac{d^2 u}{dx^2} + \tau = \tilde{\rho}(x, y = u). \tag{6}$$

В уравнении (6) безразмерное давление  $\tau$  выражается через  $h$  так:

$$\tau = h \sqrt{\frac{\lambda}{n f_0^3}}. \tag{7}$$

В физической модели осталось два внешних параметра: безразмерная длина струны  $q = L/L_x$  и безразмерное внешнее давление  $\tau$ . Итак, по площадке с хаотически разбросанными точечными центрами закрепления с единичной поверхностной плотностью и единичной критической силой под действием внешнего давления  $\tau$  скользит нить длины  $q$ , натянутая с единичной силой.

В промежутках между точками закрепления конфигурация нити удовлетворяет уравнению:  $\frac{d^2 u}{dx^2} + \tau = 0$ , т.е. имеет форму параболы. В точке контакта с центром закрепления конфигурация имеет излом. Угол излома  $r_k$  равен безразмерной силе давления струны на центр закрепления. Он определяется расположением ближайших соседей вдоль конфигурации. В рассматриваемом приближении малых углов сила давления струны на центр закрепления  $r_k$  выражается через координаты центров  $(x_k, y_k)$  следующим образом:

$$r_k = \frac{y_{k+1} - y_k}{x_{k+1} - x_k} - \frac{y_k - y_{k-1}}{x_k - x_{k-1}} + \frac{\tau}{2} (x_{k+1} - x_{k-1}). \tag{8}$$

Если отказаться от приближения  $f_0 \ll \lambda$ , то конфигурация между точками закрепления будет дугой окружности, см. [16–19].

Струна опирается на центры закрепления. Множество пар  $\{x_k, y_k\}$  дает координаты центров. Одновременно, это координаты точек излома конфигурации струны. Таким образом, набор  $\{x_k, y_k\}$  задает конфигурацию струны. Вероятность того, что в бесконечно малую область пространства состояний  $\{(x_k, x_k + dx_k), (y_k, y_k + dy_k)\}_I^m$

попала какая-либо конфигурация, равна  $\prod_{k=1}^{k=m} dx_k dy_k$ , где  $m$  – число точек излома вдоль конфигурации. Если  $W(r)$  – вероятность того, что критическая сила центра закрепления  $f$  превышает величину  $r$ , то инфинитезимальная вероятность конфигурации попасть в выше указанную область и одновременно быть механически устойчивой равна

$\prod_{k=1}^{k=m} W(r_k) dx_k dy_k$  (для одинаковых центров  $W(r)$  – единичная функция). Сумма таких вероятностей по некоторой выделенной области пространства состояний дает среднее число механически устойчивых конфигураций в этой области. В работах [12, 20] проведены вычисления среднего числа  $S$  механически устойчивых конфигураций струны безразмерной длины  $q$ . Расчет дал:

$$S(\tau q) = \frac{q^{2m-1}}{(2m-1)!} \omega^m(\alpha) e^{-\alpha q \tau}, \quad (9)$$

где  $\omega(\alpha) = \int_0^\infty W(r) e^{\alpha r} dr$ , подгоночный параметр  $\alpha$  является монотонно возрастающей функцией внешнего давления  $\tau$  и удовлетворяет уравнению

$$\frac{1}{\omega(\alpha)} \int_0^\infty r W(r) e^{\alpha r} dr = \frac{\tau q}{m}. \quad (10)$$

Оценка  $S(\tau q)$  при  $q \gg 1$  дает

$$S(\tau q) \sim \exp\{q[\sqrt{\alpha(\alpha)} - \alpha\tau]\} \quad (11)$$

Зависимости  $\alpha(\tau)$  и  $\omega(\alpha(\tau))$  таковы, что при некотором значении  $\tau = \tau_c$  выражение, стоящее под экспонентой в (9), изменяет знак. Из (11) следует, что при  $q \rightarrow \infty$  и  $\tau \rightarrow \tau_c$   $S(\tau)$  стремится к нулю. Это означает, что при  $\tau > \tau_c$ , вероятность обнаружить хотя бы одно механически устойчивое состояние равна нулю. Проведённый анализ указывает на существование неслучайного предела вероятности существования механически устойчивых состояний струны при  $q \rightarrow \infty$ .

Численные значения порога  $\tau_c$  равно корню уравнения  $\sqrt{\alpha(\alpha)} - \alpha\tau = 0$ . Расчёты показывают, значения  $\tau_c$  различны для разных распределений критических сил  $W(f)$ . Это согласуется с результатами опубликованных ранее работ по моделированию скольжения струны [12,15]. На данный момент наиболее надёжным методом определения значения  $\tau_c$  является компьютерное моделирование поиска механически устойчивых состояний струны.

### 3. Поиск механически устойчивой конфигурации струны

Исследуем сетку механически устойчивых конфигураций методом Монте-Карло. В основе алгоритма поиска лежит физическая картина скольжения струны по плоскости. Любая конфигурация представляет собой последовательность дуг парабол, опирающихся на центры закрепления. Часть центров закрепления удерживают струну, а часть не удерживают. Для последних не выполняется условие  $r_k < f_0$ . Струна отрывается от этих центров. Происходят последовательные отрывы, и струна движется от одной конфигурации к другой. Поиск механически устойчивой конфигурации струны, в компьютерном моделировании, состоит в построении последовательности сменяющих друг друга конфигураций и проверки каждой на механическую устойчивость.

В начале работы компьютерной программы строится начальная конфигурация струны следующим образом. Конфигурации удовлетворяют свободным граничным

условиям:  $\left. \frac{du}{dx} \right|_{x=0} = \left. \frac{du}{dx} \right|_{x=q} = 0$ . Поэтому первая дуга конфигурации выходит под прямым

углом на края площадки. Допустим, что процесс построения начинается с некоторой произвольной дуги. Известно, что правым сегментом дуга опирается на центр закрепления (см. рисунок 2). Пусть  $L_1$  – затравочное значение длины такой конфигурации, которая опирается на единственный центр закрепления. При равномерном распределении координат центров на площадке скольжения первая координата  $x_1$  выразится через затравочную длину  $L_1$  так:  $x_1 = L_1 \varepsilon_1$ , где  $\varepsilon_1$  – псевдослучайное число, равномерно распределенное в интервале  $(0, 1)$ . Потребуем, чтобы вторая дуга, которая начинается из точки  $x_1$ , выходила под прямым углом к промежуточному правому краю площадки скольжения. В этом случае угол излома на первом центре закрепления будет равен  $r_1 = L_1 \tau$ . Продолжение конфигурации делаем с

таки расчетом, чтобы между продолжением первой дуги и второй дугой не было ни одного центра закрепления. Вторая дуга должна принадлежать первой достижимой конфигурации. Это означает, что площадка между продолжением первой дуги, второй и прямой  $x=L_1$  не должна содержать ни одного центра закрепления.

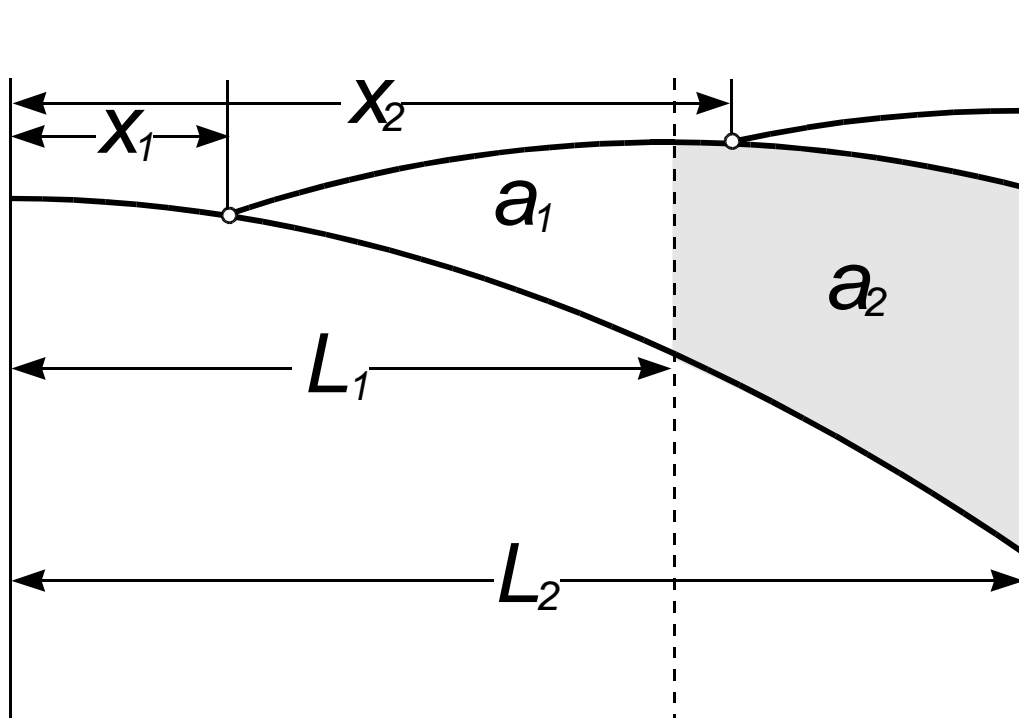


Рис. 2 Начальный участок конфигурации струны. Первая парабола более жирная,  $L_1$  – первая затравочная длина,  $x_1$  и  $x_2$  – координаты центров закрепления

Движение струны представляет собой скачки, сменяющие конфигурации. При движении во время скачка струна замечает площадь

$$a = \int (u_2(x) - u_1(x)) dx, \tag{12}$$

где  $u_1(x)$  и  $u_2(x)$  – начальная и конечная конфигурации. Вероятность того, что на площадке  $a_1$  нет ни одного центра закрепления, равна  $\exp(-a_1)$ . Площадь  $a$ , распределенная по экспоненциальному закону, разыгрывается с помощью генератора псевдослучайных чисел:  $a_1 = -\ln \varepsilon_2$ , где  $\varepsilon_2$  – равномерно распределенное псевдослучайное число. Расчет (12) дает:

$$a_1 = r_1 (L_1 - x_1)^2 / 2 = r_1 L_1^2 (1 - \varepsilon_1)^2 / 2 \tag{13}$$

Следовательно, для первой промежуточной длины конфигурации струны будем иметь:

$$L_1 = \sqrt[3]{\frac{-2 \ln \varepsilon_2}{r_1 (1 - \varepsilon_1)}}. \tag{14}$$

Положения последующих центров закрепления определяются в цикле, тело которого точно такое же, как для второго центра закрепления. На следующем шаге алгоритма проводится проверка центров закрепления на механическую устойчивость. Проверка всегда проводится, начиная с одного и того же конца струны. При обнаружении механически неустойчивого участка ( $r_k > f_k$ , “горячее звено”) проводится срыв с неустойчивого центра закрепления и построение новой конфигурации. Начинается построение такой новой конфигурации, в которую нельзя попасть, минуя начальную. Рисунок 3 поясняет алгоритм, составляющий тело цикла.

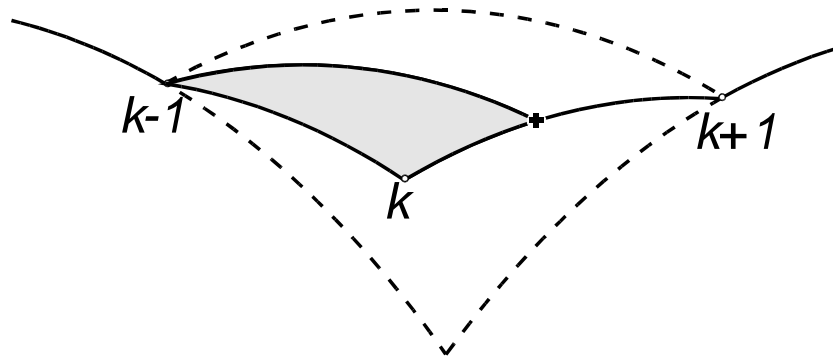


Рис. 3. Отрыв от центра с номером  $k$ . Новая замечённая площадка залита. Псевдоцентр помечен крестиком.

Определим параметр сетки конфигураций, который ведет себя критическим образом. При скольжении нить заматывает полную площадь  $A = \sum a_k$ . Чем ближе  $\tau$  к порогу протекания  $\tau_c$ , тем больше заматаемая площадь. Очевидно, при  $\tau \rightarrow \tau_c$  должно выполняться  $A \rightarrow \infty$ . Если скольжение струны принадлежит к классу задач теории протекания, то зависимость  $A(\tau)$  должна иметь критическое поведение (степенная зависимость). Задача моделирования состоит в том, чтобы установить, действительно ли рост  $A(\tau)$  происходит по степенному закону.

Пусть номер первого неустойчивого центра закрепления равен  $k$ . Срыв происходит путем продвижения дуги конфигурации при неподвижной точке закрепления с номером  $k-1$  в направлении скольжения. Замеченная дугой площадь не должна содержать центров закрепления. Вероятность того, что замеченная дугой площадь до столкновения с центром закрепления превышает значение  $a$ , равна

$$P(a) = e^{-a}, \tag{15}$$

Предельное значение  $a$  определяется так:

$$a_{max} = \frac{l}{2} r_k (x_{k+1} - x_k)(x_k - x_{k-1}). \tag{16}$$

При таком значении замеченной площади струна провиснет на центрах закрепления с номерами  $k-1$  и  $k+1$ . Разыгранная случайная площадь  $a$  не может превышать  $a_{max}$ . Замена  $a$  на  $a_{max}$  при разыгранной  $a > a_{max}$  ошибочна. Чтобы избежать данной ошибки, розыгрыш случайной площадки проводился путем последовательного суммирования площадей малых серповидных областей с площадями  $\Delta a \ll l$  и сравнения их суммы с равномерно распределенным псевдослучайным числом  $\varepsilon$ . Если площадка оказалась больше, чем выброшенное  $\varepsilon$ , то считалось, что дуга наткнулась на центр закрепления, в противном случае процесс выбрасывания малых площадок продолжался до тех пор, пока накопленная площадь не достигала  $a_{max}$ . Если произошла встреча с центром закрепления, то на образовавшейся дуге разыгрывалась  $x$ -координата центра. Точка пересечения старой конфигурации с новой дугой рассматривался как новый узел конфигурации, который опирается на центр закрепления с нулевой критической силой (псевдоцентр). Срыв с псевдоцентра проводится по тому же алгоритму. Процедура повторяется до тех пор, пока новая дуга не упрется в центр закрепления с номером  $k+1$ . На новой конфигурации силы давления струны на центры с номерами  $k-1$  и  $k+1$  увеличиваются, зато силы давления на новые центры, расположенные между ними, в сумме оказываются меньше  $r_k$ . Выполняется условие: сумма сил давления на центры вдоль любой конфигурации, участвующие в перестройке, остается неизменной. Следующая проверка на механическую устойчивость начинается с центра под номером  $k-1$ .

Обсудим связь задачи о равновесных конфигурациях струны с теорией протекания. В классической постановке задач теории протекания имеется некоторое

случайное многообразие, на котором по определенному правилу устанавливается связность (см., например, [21]). Условия существования связности могут изменяться при изменении либо внешних параметров, либо параметров, характеризующих случайное многообразие. При непрерывном изменении этих параметров, по достижении некоторого значения, связность исчезает. В отыскании этих значений (порога протекания) состоит одна из центральных задач теории протекания. В задаче о механически устойчивых состояниях струны имеются все атрибуты классической теории протекания. Случайным многообразием является случайное силовое поле центров закрепления. Механически устойчивые состояния создают связность на этом поле. Дифференциальные уравнения равновесия служат правилом установления связности. Критическое поле является аналогом порога протекания.

На рисунке 4 приведены результаты одной из серий машинных экспериментов при  $q=100$ . Получена зависимость суммарной заметённой площади  $A$  от внешнего давления  $\tau$ . Точками изображены данные машинного эксперимента, а сплошная линия изображает критическую зависимость вида

$$A(\tau) = \frac{C}{(\tau_c - \tau)^\nu}, \quad (17)$$

построенную по методу наименьших квадратов в логарифмическом масштабе. Для данной серии параметры критической зависимости оказались:  $\ln C = -20,2$ ;  $\nu = 12,8$ ;  $\tau_c = 0,82$ . Значение  $q=100$  соответствует сравнительно коротким конфигурациям. Критическое давления при этом оказывается сравнительно большим. С ростом длины конфигурации параметры критической зависимости уменьшаются. Моделирование при  $q=1000$  дало такие значения параметров критической зависимости  $\ln C = -17,7$ ;  $\nu = 6,48$ ;  $\tau_c = 0,69$ . Моделирование показало, что при любых длинах конфигурации и любых распределениях  $w(f)$  результаты машинного эксперимента укладываются в схему критического поведения зависимости заметаемой нитью площади от внешнего давления.

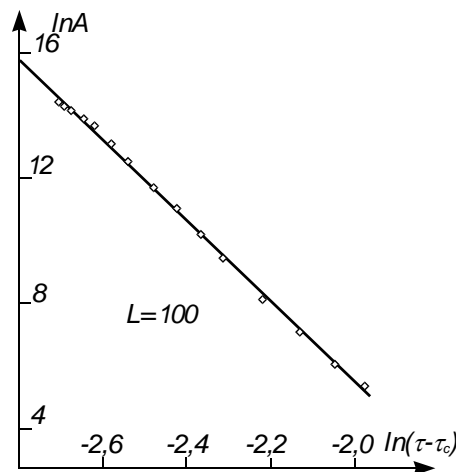


Рис. 4. Зависимость заметённой площади от внешнего давления в логарифмическом масштабе при  $q=100$  (малая длина).

Как выше отмечалось, параметры  $C$ ,  $\nu$  и  $\tau_c$  зависят от длины конфигурации. Каноническая форма зависимости порога протекания от длины конфигурации имеет критический вид [21]:

$$\tau_c(q) = \tau_c(\infty) + \frac{S}{q^\lambda}. \quad (18)$$

Истинным порогом протекания считается значение  $\tau_c$  при длине струны стремящейся к бесконечности. На рисунке 5 приведен подобранный график зависимости логарифма разности  $\ln(\tau_c(q) - \tau_c(\infty))$  от  $\ln(q)$ . График построен по шести точкам:  $q=25$ ,  $q=50$ ,  $q=100$ ,  $q=200$ ,  $q=500$ ,  $q=1000$ . Грубая оценка дает значение порога протекания –  $\tau_c(\infty) \approx 0,685$ . Это близко к значениям, полученным при моделировании скольжения дислокаций [10-13, 16-19] и доменных стенок в ферромагнетиках [2-5].

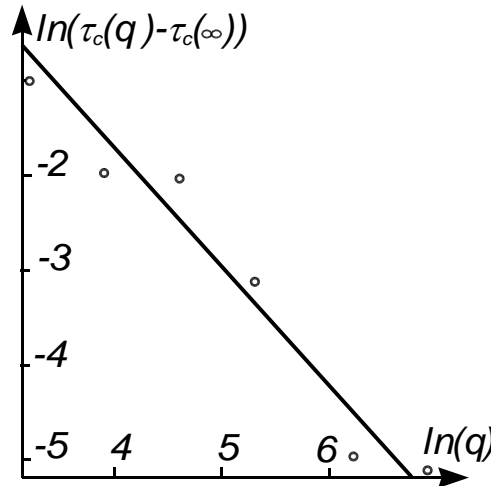


Рис. 5. Зависимость превышения критического давления над порогом протекания от длины конфигурации в логарифмическом масштабе.

#### 4. Протекание на ориентированной решетке

Для установления аналогии задачи о критическом давлении на струну, находящуюся в потенциальном поле точечных центров закрепления, и задачи о пороге протекания проведем исследование протекания на ориентированной квадратной решетке (см. [21] и рис. 6). Рассмотрим задачу связей.

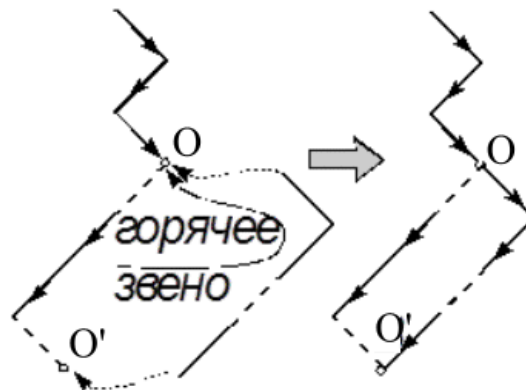


Рис. 6. Графический образ поиска траектории протекания. Залечивание левого звена.

Каждая связь в решетке имеет два признака ( $a$ ,  $b$ ): признак  $a$  – указывает ориентацию связи (правая или левая), признак  $b$  указывает целой или разорванной является связь. Например, обозначение  $(-1, -1)$  говорит, что связь является левой и разорванной, а обозначение  $(1, 1)$  говорит, что связь является правой и целой. Указание положения начального узла и всей последовательности пар  $(a_k, b_k)$  полностью задает траекторию.

Использован алгоритм поиска протекательной траектории, приближенный к алгоритму поиска механически устойчивой конфигурации струны. Поиск, с одновременным построением, начинается от края решетки параллельного направлению протекания. На каждом шаге обрабатывается только одна траектория. Исходная

траектория состоит из смеси разорванных и целых связей. Проверка выявляет первую от начального узла разорванную связь (“горячее звено”). Например, оказалось, что горячее звено является левой связью, начинающийся с узла  $O$  (см. рисунок 6). По определению ни одна связь участка  $OO'$  траектории не может принадлежать протекательной траектории. Переход к следующей траектории состоит из двух шагов. На первом шаге уничтожается последовательность связей, соединяющих точку  $O$  и  $O'$  (на рисунке это последовательность  $\{(-1, -1), (-1, 1), (-1, 1), (1, -1)\}$ ), так как эти связи не могут принадлежать протекательной траектории. На втором шаге точки  $O$  и  $O'$  соединяются последовательностью с новыми связями (процедура залечивания). Все новые связи переигрываются. И каждая связь новой последовательности подвергается испытанию на целостность:  $\{(1, 1), (-1, 1), (-1, -1), (-1, 1)\}$ . Длина скачка  $\ell$  равна разности координат текущего и предыдущего горячего звена. Если горячее звено оказалось правой связью, то переход к новой траектории проводится отбрасыванием последовательности правых связей вплоть до первой левой. Отметим, что в каждом акте “залечивания” между “залечиваемой” и новой конфигурациями нет ни одной траектории протекания.

В описанном алгоритме поиск протекательной траектории происходит так, как будто движется цепочка связей, заметая некоторую площадь, подобно струне. Понятно, при стремлении вероятности связи быть целой к порогу протекания, замеченная площадь, должна стремиться к бесконечности. Параметр с критическим поведением тот же самый, что и для скользящей струны. На рисунке 7 приведены результаты одной из серий эксперимента при длине траектории, равной 100. Точками изображены данные машинного эксперимента  $A(x-x_c)$ , а сплошная линия изображает критическую зависимость вида

$$A(\tau) = \frac{C}{(x-x_c)^{\nu}}, \tag{19}$$

построенную по методу наименьших квадратов в логарифмическом масштабе. Рисунок показывает, что зависимость замеченной площади от вероятности связи быть целой согласуется с предположением о критическом характере этой зависимости [21]. Для данной серии оказалось  $\ln C = -16.2$ ;  $\nu = 17.7$ ;  $x_c = 0,353$ .

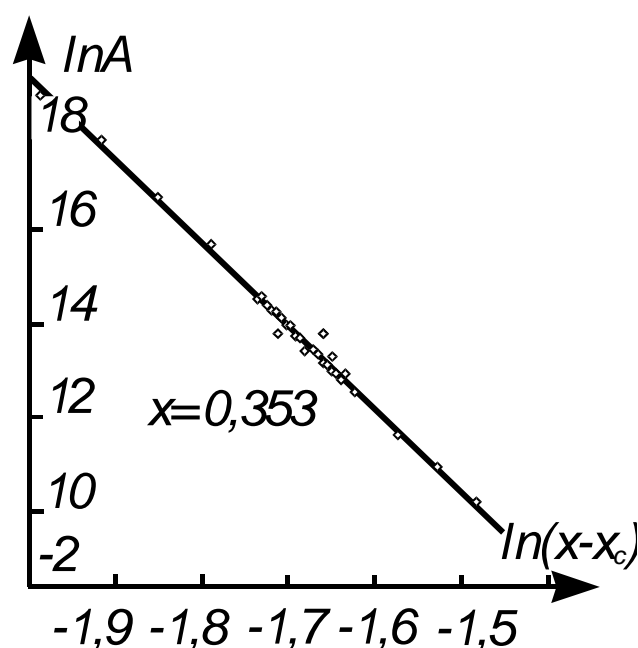


Рис. 7. Зависимость замеченной траекторией площади  $A$  от вероятности  $x$  произвольной связи быть целой.

При длине траектории, равной 1600 значения параметров критической зависимости получились следующими:  $\ln C = -17.0$ ;  $v = 9.16$ ;  $x_c = 0.602$ .

Зависимость порога протекания от длины конфигурации, так же как и в ситуации с механически устойчивыми конфигурациями, подчиняется критическому закону, т.е.

$$x_c(q) = x_c(\infty) + \frac{S}{q^\lambda}. \tag{20}$$

График зависимости логарифма разности  $\ln(x_c(q) - x_c(\infty))$  от  $\ln(q)$  приведен на рисунке 8. Он построен по пяти точкам:  $L=100$ ,  $L=200$ ,  $L=400$ ,  $L=800$  и  $L=1600$ . Оценка дает значение порога протекания  $x_c(\infty) \approx 0,635$ .

Качественные отличия вероятностных характеристик обсуждаемых здесь двух задач наблюдаются в деталях процесса поиска. Было проведено исследование вероятностных распределений длин скачков горячего звена, совершаемых в процессе поиска механически устойчивых состояний струны и поиска траекторий протекания. Под длиной скачка понимается разность  $x$ -координат последовательных срывов с центров закрепления в задаче о скольжении струны, и разность номеров связи, являющейся горячим звеном при залечивании.

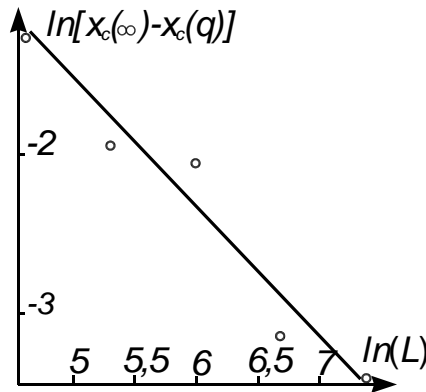


Рис. 8

Зависимость превышения критической вероятности над порогом протекания от длины.

При поиске механически устойчивого состояния струны распределение скачков горячего звена  $n(\ell)$  по длинам  $\ell$  имеет отличия от аналогичного распределения в решеточной задаче. Во-первых, распределение имеет два максимума разной высоты. Во-вторых, в точке  $\ell = 0$  наблюдается излом (рис. 8). И, наконец, при любых значениях внешнего давления распределение длин скачков асимметрично.

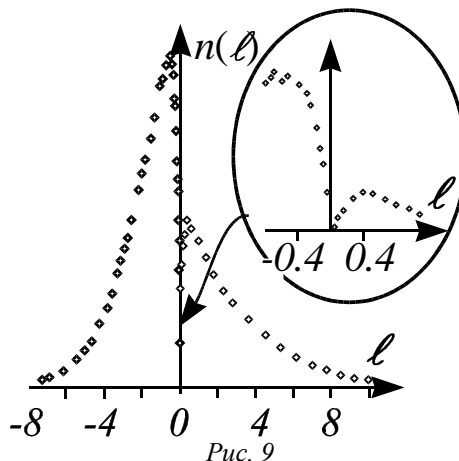


Рис. 9

Распределение длин скачков горячего звена при скольжении струны. На сноске показана область излома.

В критической области значений внешнего давления распределения длин скачков качественно не изменяются с изменением внешнего давления. Распределение длин скачков горячего звена  $\ell$  при поиске траектории протекания на решётке имеет более простой вид, чем при поиске механически устойчивых конфигураций струны. Вблизи порога протекания, это экспонента:

$$p(\ell) = p(0)e^{-\frac{|\ell|}{\ell_0}}. \quad (21)$$

Казалось бы, этот результат не является неожиданным. При продвижении вдоль траектории должно проводиться испытание связей на целостность. Вероятность того, что отрезок траектории длиной  $\ell = n$  не будет содержать  $n$  разорванных связей, равна  $x^n = e^{-n \ln \frac{1}{x}}$ , т.е. является показательной функцией. Однако следует иметь в виду, что определенный вклад в множество значений длин скачков дают ситуации, когда горячее звено оказывается вне залечиваемой области (в середине заплатки). Последовательность звеньев, из которой состоит длина скачка, может включать в себя не только проверенные связи в одном акте залечивания, но и связи, принадлежащие ранее построенному участку траектории, которые в акте перестройки траектории не подвергаются проверке. Это обстоятельство приводит к тому, что при разных значениях вероятности связи быть целой  $x$  характерная длина не равна  $-\frac{1}{\ln x}$ . Вдали от порога протекания характерные длины скачков вперед и назад различны. Действительно, как показывает машинный эксперимент, вдали от порога протекания распределение остается экспоненциальным, но несимметричным. Для отрицательных значений скачков характерная длина оказывается меньшей. Например, при  $x=0,7$  характерная длина для отрицательных скачков почти в два раза меньше чем для положительных.

## 5. Заключение

Показано, что задача о механически устойчивых состояниях струны, закрепляемой сеткой точечных препятствий, принадлежит к классу задач теории протекания с управляющим параметром – внешним давлением. Установлена некоторая аналогия между задачей о критическом давлении на струну и задачей о пороге протекания на ориентированной квадратной решетке. Предложен алгоритм исследования траекторий протекания на ориентированной квадратной решетке, аналогичный методу исследования механически устойчивых конфигураций в критической области. Найдены пороги протекания и оценены критические индексы для обеих задач. Вместе с тем, задача о скольжении струны и решёточная задача имеют различия, не позволяющие считать их полностью подобными. В частности, качественно различно выглядят функции распределения скачков координат центров закрепления струны и скачков горячих узлов в решеточной задаче.

Можно ожидать, что критическое поведение, обнаруженное в задаче о критическом давлении на струну, может иметь целый ряд физических объектов, родственных струне на сетке центров закрепления. Это может быть струна на сетке центров закрепления с конечным радиусом взаимодействия, мембрана в закрепляющем потенциальном поле, трехмерное распределение намагниченности структурно неоднородного магнетика во вращающемся магнитном поле и т.п. Все эти задачи достойны изучения.

\*\*\*

1. Боровик А.Е., Кулешов В.С., Стржемячный М.А. Эффективные уравнения движения доменных стенок в ферромагнетике//ЖЭТФ. 1975. 68. Вып. 6. С. 2236–2248.
2. Hilzinger H.R., Kronmuller H. Statistical Theory of the Pinning of Bloch walls by ran-domly distributed Defects//J. Magn. Mater., 1976. 2. № 1 P. 11-17.

3. Hilzinger H.R. Scaling Relation in Magnetic, Mechanical and Superconducting Pinning Theory //Phil. Mag., 1977. 36. № 1 P. 225-234.
  4. Дьячук П.П., Иванов А.А., Лобов И.В. Движение изгибающейся доменной границы в непрерывном потенциальном поле дефектов//Изв. АН СССР. Сер. Физ.. 1981. 45. № 9. С. 1701–1703.
  5. Иванов А.А., Иванова Е.Е. Влияние распределения центров закрепления доменной стенки и дислокации по сортам на статистику сил взаимодействия //ФММ. 1986. 62. №. 6. С. 1077-1081.
  6. Струков Б.А., Леванюк А.П. Физические основы сегнетоэлектрических явлений в кристаллах. М. Наука; Физматлит 1995. 301 с.
  7. Mott N.F., Nabarro F.R.N. Report on Strength of solids. London: Physical Society, 1948. 1. P. 119.
  8. Friedel J. Les dislocations. Paris: Ganthier – Villars, 1956. Перевод кн. Фридель Дж. Дислокации. М. Мир., 1967. 644 с.
  9. Appel F., Messerschmidt U., Nadgornyi E.M., Zaitsev S.I. The interaction between Dis-location and Point Obstacles: A comparison of the interaction Parameter Distributions, Voltage Electron Microscopy Experiments//Materials Science and Engineering, 1981. 52. № 1. P. 69–71.
  10. Hanson K., Morris J.W. (Jr.). Computer simulation of interacting dislocation motion re-sisted by point-like barriers//J. Appl. Phys., 1978. 49. № 6 P. 3266–3271.
  11. Выдашенко В.Н., Ландау А.И. Упрочнение кристалла термически непреодолимыми для дислокаций локальными дефектами//ФТТ. 1981. 23. №2. 6. С. 565–573.
  12. Иванов А.А. Свойства предельно прочных и виртуальных конфигураций дислокации на сетке препятствий со случайными силами срывов//ФММ. 1984. 57. №. 1. С. 156-168.
  13. Labush R. Calculation of the critical field gradient in type 2 superconductors//Crystal lattice Defects, 1969. 1. № 1. p. 1–16.
  14. Власов С.В., Марков А.В. Ориентированные полимерные пленки// Полимерные материалы. – 2003, № 6. – С. 12-14.
  15. Иванов А.А., Дьячук П.П. Описание одномерного потока конфигураций доменной границы, движущейся в случайном поле точечных дефектов//ФММ. 1980. 42. № 2. С. 231-240.
  16. Labush R. Statistical theory of dislocation in a random array of point obstacles//J. Appl. Phys., 1977. 48. P. 4550–4556.
  17. Выдашенко В.Н., Ландау А.И. Моделирование на ЭВМ процесса последовательного преодоления дислокацией соседних точечных препятствий в условиях низких температур//Физ. Низких температур. 1979. 5. №5. 6. С. 512–517.
  18. Hanson K., Altintas S. Morris J.W. (Jr.). Computer simulation of dislocation glide through field of point obstacles//Nuclear Metallurgy, 1976. 20. P. 917–928.
  19. Зайцев С.И. Моделирование движения дислокации через точечные препятствия//Дефекты в кристаллах и их моделирование на ЭВМ. Л. Наука, 1980. С 178–191.
  20. Лобов И.В. Метод вычисления критического напряжения прорыва дислокации через сетку случайно расположенных неодинаковых точечных препятствий.//ФММ, 1986, 61, №4, 817–819.
  21. Эфрос А.Л. Физика и геометрия беспорядка. М. Наука, 1982. 376 с.
-

## РАЗДЕЛ IX. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А.

Участок ремонта топливной аппаратуры для предприятия Карасуского района

*Российский государственный аграрный университет МСХА им. К.А.*

*Тимирязева*

*(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/sr-10-04-2021-29

### Аннотация

В статье предложен проект планировочного решения участка технического сервиса для ремонта дизельной топливной аппаратуры. Представлены расчеты и подбор оборудования для участка.

**Ключевые слова:** проект; процесс; давление; насос; двигатель.

### Abstract

The article offers a draft planning solution for the technical service section for the repair of diesel fuel equipment. Calculations and selection of equipment for the site are presented.

**Keyword:** project; process; pressure; pump; engine.

Планировочное решение участка технического сервиса дизельной топливной аппаратуры. Технологический процесс текущего ремонта дизельной топливной аппаратуры (ДТА) включает проведение следующих операций: проверка технического состояния, разборка, очистка, дефектация, замена дефектных деталей, сборка, испытание и регулирование.

В ремонт ТНВД направляется в комплекте с форсунками и топливопроводами высокого давления, работающими совместно на двигателе. Важный принцип, который должен быть соблюден при ремонте - это минимальное обезличивание деталей в соединениях, годных для дальнейшей эксплуатации. Этим обеспечивается сокращение расхода запасных частей, увеличивается ресурс соединений, поскольку не обезличенные детали не нуждаются в приработке. Из ремонта ТНВД выдается в комплекте с форсунками и топливопроводами, подобранными по пропускной способности.

В соответствии с нормативными требованиями к помещениям для ремонта дизельной топливной аппаратуры предъявляются следующие требования:

- 1) Участок должен располагаться в изолированном, отапливаемом и хорошо освещенном помещении;
- 2) Помещение должно быть оборудовано вентиляцией, если в качестве технологической жидкости используется дизельное топливо с температурой вспышки паров менее 310°C. Над рабочими местами для испытания, регулировки и очистки дизельной топливной аппаратуры необходимо оборудовать местные вытяжные зонты;
- 3) Температура воздуха в помещении в холодный период года не должна быть ниже 18°C;
- 4) Пол и стены помещения должны быть облицованы материалами, не впитывающими дизельное топливо или его пары;
- 5) Помещение должно быть оборудовано контуром заземления для оборудования с сопротивлением заземляющих проводов не более 5,0 Ом;
- 6) Сопротивление изоляции электроцепей должно быть не менее 1,0 Ом.

К техническому оборудованию относятся стационарные и переносные станки, стенды, приборы, приспособления и производственный инвентарь (верстаки, стеллажи, столы, шкафы).

**Выбор режима работы и расчет годовых фондов времени работы рабочих и оборудования.** Режим работы участка определяется количеством рабочих дней в году, продолжительностью в часах рабочей недели и смены и количеством смен. Все составляющие режимы работы, кроме количества смен, определяются трудом законодательством. При разработке проекта принимаем следующий режим работы участка:

Продолжительность рабочей недели, дней	5
Количество рабочих смен	1
Продолжительность рабочей смены, ч	8,0
Количество рабочих часов в неделю	40
Количество рабочих дней в году	253

Исходя из принятого режима работы участка, определяем годовые фонды времени, работы рабочих оборудования. Годовые фонды времени подразделяются на номинальные и действительные. Номинальный годовой фонд времени работы рабочих и оборудования определяем по формуле:

$$\Phi_H = (K_P \cdot t_{CM} - K_{II} \cdot t_C) \cdot n, \quad (1)$$

где  $K_P$  - количество рабочих дней в году (при пятидневной рабочей неделе  $K_P = 253$ );  $t_{CM}$  - продолжительность рабочих смен, принимаем  $t_{CM} = 8,0$  ч;  $K_{II}$  - количество праздничных дней в году, принимаем  $K_{II} = 9$ ;  $t_C$  - время, на которое сокращается рабочая смена в предпраздничные дни, принимаем 1 ч;  $n$  - число смен;

Номинальный годовой фонд времени работы и оборудования составит:

$$\Phi_H = (253 \cdot 8,0 - 9 \cdot 1) \cdot 1 = 2015 \text{ ч.}$$

Действительный годовой фонд времени работы рабочих ( $\Phi_{ДР}$ ) определяем как разность номинального годового фонда и величины неизбежных потерь рабочего времени:

$$\Phi_{ДР} = (\Phi_H - K_O \cdot t_{CM}) \cdot \eta_P, \quad (2)$$

где  $K_O$  - общее число календарных дней отпуска в году (согласно трудовому кодексу РФ, принимается равным  $K_O = 24$  дня);  $t_{CM}$  - продолжительность рабочей смены,  $t_{CM} = 8,0$  ч;  $\eta_P$  - коэффициент потерь рабочего времени по болезни, командировкам и другим уважительным причинам, принимаем  $\eta_P = 0,9$ .

Действительный годовой фонд времени работы рабочих составит:

$$\Phi_{ДР} = (2015 - 24 \cdot 8,0) \cdot 0,9 = 1640 \text{ ч.}$$

Действительный годовой фонд времени работы оборудования ( $\Phi_{ДО}$ ) определяем с учетом простоев оборудования в планово-предупредительном ремонте, выполняемом в рабочее время:

$$\Phi_{ДО} = \Phi_H \cdot \eta_O, \quad (2.3)$$

где  $\eta_O$  - коэффициент использования оборудования, принимаем  $\eta_O = 0,96$ .

Действительный годовой фонд времени оборудования составит:

$$\Phi_{ДО} = 2015 \cdot 0,96 = 1934 \text{ ч.}$$

**Определение годовой трудоемкости работ на участке.** При расчете производственной программы принимаем следующие исходные данные:

1. Количество автомобилей различных марок, обслуживаемых на СТОА, в год – 350 шт.;

2. Трудоемкость текущего ремонта, испытания и регулирования ДТА составляет 7,9 чел.-ч.

Распределение трудоемкости по видам ремонтных работ узлов и агрегатов ДТА в процентах составляет:

- Очистка и мойка аппаратуры – 1,4%;
- Разборка, мойка и ремонт ТНВД – 44,5%;
- Ремонт и регулирование форсунок – 13,7%;
- Ремонт топливопроводов – 9,8%;
- Испытание и регулирование комплекта ДТА – 30,6%.

Годовая трудоемкость текущего ремонта ДТА составит:

$$\sum T = T \cdot A, \quad (4)$$

где  $T$  - трудоемкость текущего ремонта одного комплекта ДТА, чел.-ч.

$$\sum T = 7,9 \cdot 140 = 2765 \text{ чел.-ч.}$$

Годовая трудоемкость по видам ремонтно-обслуживающих работ составит:

- Очистка и мойка аппаратуры – 38,7 чел.-ч.;
- Разборка, мойка и ремонт ТНВД – 1230,4 чел.-ч.;
- Ремонт и регулирование форсунок – 378,8 чел.-ч.;
- Ремонт топливопроводов – 270,9 чел.-ч.;
- Испытание и регулирование комплекта ДТА – 846 чел.-ч.

**Расчет численности производственных рабочих.** К производственным рабочим относятся рабочие участка, непосредственно выполняющие технологические операции, связанные с ремонтом, испытанием и регулированием топливной аппаратуры. Количество производственных рабочих определяется как частное от деления годового объема работ на годовой фонд времени рабочего.

Различают списочный и явочный состав рабочих. Списочный – это полный состав рабочих, включающий в себя как фактически явившихся на работу, так и находящихся в отпусках и отсутствующих по прочим уважительным причинам. Явочный – это количество рабочих, фактически явившихся на работу.

Списочное количество рабочих определяем по формуле:

$$P_{СП} = \frac{T_{Г}}{(\Phi_{ДР} \cdot K)}, \quad (5)$$

где  $T_{Г}$  - годовая трудоемкость работ на участке, чел.-ч.;  $\Phi_{ДР}$  - действительный годовой фонд времени работы рабочих, ч;  $K$  - планируемый коэффициент перевыполнения норм выработки ( $K = 1,05 \dots 1,15$ ), принимаем  $K = 1,1$ ;

$$P_{СП} = \frac{2765}{(1640 \cdot 1,1)} = 1,53$$

Явочное количество определяется по формуле:

$$P_{ЯВ} = \frac{T_{Г}}{(\Phi_{НР} \cdot K)}, \quad (6)$$

где  $\Phi_{НР}$  - номинальный годовой фонд времени работы рабочих, ч.

$$P_{ЯВ} = \frac{2765}{(2015 \cdot 1,1)} = 1,24$$

Количество вспомогательных рабочих по укрупненным показателям принимается в процентном отношении от общего количества производственных рабочих. К вспомогательным относятся рабочие, не принимающие непосредственного участия в технологических операциях, выполняемых на участке.

Для предприятий технического сервиса количество вспомогательных рабочих принимают в размере 12...15% от количества производственных рабочих:

$$P_{BC} = \frac{P_C \cdot 14\%}{100\%}, \quad (7)$$

Результаты расчета численности рабочих на участке представлены в виде сводной ведомости Таблица 1.

Таблица 1

Сводные данные по численности рабочих на участке.

Трудоемкость работ, чел.-ч.	Фонд времени рабочего, ч		Число рабочих			
	действительный	номинальный	явочное		списочное	
			расчетное	принятое	расчетное	принятое
2765	1640	2015	1,24	1	1,53	2

Количество вспомогательных рабочих  $P_{BC} = 1$  чел., тогда общее количество рабочих на участке составит:  $P_{II} = 2 + 1 = 3 \text{ чел.}$

**Выбор оборудования.** Состав оборудования определяем на основе технического сервиса Таблица 2.

Таблица 2

Средства технологического оснащения участка технического сервиса дизельной топливной аппаратуры.

№ п/п	Наименование оборудования	Обозначение оборудования	Габаритные размеры, мм
1	Стеллаж для деталей (2 шт)	ОРГ-1468-05-230А	1400x500
2	Ларь для обтирочного материала	ОРГ-5133	1000x500
3	Ванна моечная передвижная	ОМ-1316	1210x1820
4	Верстак слесарный на одно рабочее место (2шт)	ОРГ-1468-01-060А	1200x800
5	Стенд для испытания и регулирования форсунок	Проект	1200x1000
6	Стенд для испытания дизельной топливной аппаратуры	КИ-15711	1930x890
7	Верстак слесарный на два рабочих места	ОРГ-1468-01-070А	2400x800
8	Комплект приспособлений и инструмента для обслуживания и ремонта дизельной топливной аппаратуры	ОР-15727	1400x1000
9	Ящик для песка	ОРГ-5139	500x500
10	Стенд для определения эффективного проходного сечения распылителей	КИ-15738	1440x890
11	Прибор для испытания нагнетательных клапанов	КИ-1086	462x210
12	Прибор для гидравлического испытания плунжерных пар	КИ-759	450x200
13	Ультразвуковая ванна для очистки прецизионных деталей	УЗВ-3/100	318x165

**Расчет потребности в ремонтно-технологическом оборудовании.** При проектировании участка рассчитываем количество основного оборудования, на котором выполняют наиболее сложные и трудоемкие операции технического сервиса дизельной топливной аппаратуры.

Потребное количество испытательного оборудования определяем по формуле:

$$S_u = \frac{N \cdot t_u \cdot C}{\Phi_{до} \cdot n \cdot \eta}, \quad (8)$$

где  $N$  - годовая программа испытываемых деталей и сборочных единиц, шт.;  $t_u$  - время испытания с учетом проведения монтажных работ, ч;  $C$  - коэффициент, учитывающий возможность повторного испытания  $C = 1,05 \dots 1,10$ ;  $\Phi_{до}$  - действительный фонд времени оборудования за планируемый период, ч;  $n$  - количество смен работы оборудования;  $\eta$  - коэффициент использования оборудования по времени (0,9...0,95).

$$S_u = \frac{140 \cdot 2,41 \cdot 1,08}{(1934 \cdot 1 \cdot 0,92)} = 0,2$$

Принимаем количество испытательных стендов  $S_U = 1$ . Остальное оборудование принимаем в соответствии с технологией.

**Расчет производственной площади участка.** Производственную площадь рассчитываем по площади, занимаемой оборудованием (таблица 2) и коэффициенту рабочей зоны по формуле:

$$F = \sum F_0 \cdot K, \quad (9)$$

где  $\sum F_0$  - суммарная площадь, занимаемая в компоновочном плане оборудованием,  $m^2$ ;  $K$  - коэффициент, учитывающий рабочую зону установленного оборудования, состоящую из проходов, проездов и расстояний от оборудования до строительных конструкций и между отдельными единицами оборудования.

При расчете площади участка знание коэффициента ( $K = 3,5 \dots 4,0$ ), принимаем  $K = 4,0$ .

При расчете площади участка принимаем, что некоторые приборы будут располагаться на верстаках. И поэтому в расчетах будет учитываться площадь верстаков. Расчетная площадь участка составит:

$$F = [(1,4 \times 0,5) + (1,2 \times 0,8) + (1,21 \times 0,82) + (1,2 \times 0,8) + (1,93 \times 0,89) + (1,2 \times 1,0) + (1,44 \times 0,89) + (2,4 \times 0,8) + (1,4 \times 0,8) + (1,0 \times 0,5) + (0,5 \times 0,5)] \cdot 4,0 = (0,7 + 0,96 + 0,99 + 1,72 + 1,28 + 1,92 + 0,7 + 0,5 + 0,25 + 1) \cdot 4,0 = 41,12 \text{ м}^2$$

С учетом СНиП принимаем ширину участка  $B = 9$  м, а длину –  $L = 6$  м. Фактическая площадь участка составит:  $F_{уч} = B \cdot L = 6 \cdot 9 = 54 \text{ м}^2$

Внутренние размеры помещения  $B \cdot L = 9 \cdot 6$  м. Высота помещения  $H = 5$  м. Цвет потолка белый, окраска стен голубая. При ширине помещения до 12 м устанавливаем боковое одностороннее освещение. Параллельно участку на расстоянии 10 м расположено другое здание с высотой карниза над подоконником участка 4 м. Площадь световых проемов без учета оконных переплетов вычисляем по формуле:

$$S_0 = \frac{S_n \cdot e_n \cdot \eta_0 \cdot K_0 \cdot K_3}{\tau_0 \cdot \lambda_1 \cdot 100}, \quad (10)$$

где  $S_n$  - площадь пола помещения,  $m^2$ ;  $e_n$  - нормированное значение коэффициента естественной освещенности (КЕО);  $\eta_0$  - световая характеристика окон, зависящая от соотношения длины помещения к его глубине;  $K_0$  - коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями;  $K_3$  - коэффициент запаса, учитывающий снижение коэффициента естественной освещенности и освещенности вследствие загрязнения светопрозрачных заполнений в световых проемах;  $\tau_0$  - общий коэффициент светопропускания светового проема;

$\lambda_1$  - коэффициент, учитывающий повышение коэффициента естественной освещенности, благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и подстилающего слоя, прилегающего к зданию.

Определяем нормированное значение КЕО. В зависимости от характеристики зрительной работы (средней точности) принимаем для г.Москвы  $e_n = 1,2$ .

Отношение длины помещения к его глубине:  $L/B = 6/9,4 = 0,63$ .

Нижняя часть окна расположена на высоте 1,0 м от пола. Высота окна 1,2 м. Таким образом, высота от уровня условной рабочей поверхности до верха окна составит  $h = 1,0 + 2,4 - 0,8 = 2,6$  м.

Отношение глубины помещения к его высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна:  $B/h = 9,4/2,6 = 3,6$ .

По найденным отношениям из табличных данных принимаем значение световой характеристики окна  $\eta_0 = 6,5$ . Отношение расстояния между соседними зданиями к высоте расположения карниза противостоящего здания над подоконником

рассматриваемого окна:  $L_{3д} / H_{кз} = 10 / 4 = 2,5$ . С учетом значения этого соотношения  $K_0 = 1,05$ . Общий коэффициент светопропускания определяем по формуле:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4, \quad (11)$$

где  $\tau_1$  - коэффициент светопропускания материала (для двойного оконного листового стекла  $\tau_1 = 0,8$ );  $\tau_2$  - коэффициент, учитывающий потери света в оконных переплетах световых проемов (для деревянных двойных переплетов  $\tau_2 = 0,6$ );  $\tau_3$  - коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях (для железобетонных и деревянных ферм и арок  $\tau_3 = 0,8$ );  $\tau_4$  - коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах (при отсутствии солнцезащитных устройств  $\tau_4 = 1$ ).

$$\tau_0 = 0,8 \cdot 0,6 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,384$$

Из табличных данных для участка принимаем значение коэффициента запаса  $K_3 = 1,3$  при вертикальном расположении стекол.

С учетом принятой цветовой отделки помещения по табличным данным выбираем значения коэффициентов отражения света от стен  $\rho_{cm} = 0,53$ , потолка  $\rho_{nm} = 0,7$ , пола  $\rho_n = 0,23$ .

Средневзвешенный коэффициент отражения стен, потолка и пола рассчитываем по формуле:

$$\rho_{cp} = \frac{\rho_{cm} \cdot S_{cm} + \rho_{nm} \cdot S_{nm} + \rho_n \cdot S_n}{S_{cm} + S_{nm} + S_n}, \quad (12)$$

$$\rho_{cp} = \frac{0,53 \cdot 150 + 0,7 \cdot 54 + 0,23 \cdot 54}{150 + 54 + 54} = 0,5.$$

Отношение расстояния расчетной точки от наружной поверхности стены к глубине помещения:

$$\frac{L_{pm}}{B} = \frac{8,4}{9,4} = 0,89$$

Учитывая соотношение размеров помещения и средневзвешенный коэффициент отражения выбираем значение коэффициента  $\lambda_1 = 2,8$ .

Используя рассчитанные значения величин, определяем площадь световых проемов:

$$S_o = \frac{54 \cdot 1,2 \cdot 6,5 \cdot 1,05 \cdot 1,3}{0,384 \cdot 2,8 \cdot 100} = 5,3 \text{ м}^2$$

По табличным данным принимаем стандартные размеры окон ( $A = 1,2$  м,  $B = 1,8$  м), а их количество определяем по формуле:

$$n = \frac{S_o}{A \cdot B}, \quad (13)$$

$$n = \frac{5,3}{1,2 \cdot 1,8} = 2,45$$

Принимаем количество окон  $n = 2$ .

Выводы.

Предложенный проект планировочного решения участка технического сервиса выполнен в соответствии с нормативными требованиями предъявляемым к помещениям для ремонта дизельной топливной аппаратуры.

Conclusions.

The proposed design of the planning solution of the technical service area is made in accordance with the regulatory requirements for the premises for the repair of diesel fuel equipment.

\*\*\*

1. Апатенко А.С. Организация складских издержек в условиях хранения и реализации неиспользуемых запасов материально –технических ресурсов на предприятиях технического

- сервиса в АПК России. В сборнике: Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК. Материалы X Международной научно-практической Интернет-конференции. 2018. С. 316-319.
2. Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А. Выбор критериев оптимизации при решении задач по комплектованию парка машин производственных сельскохозяйственных организаций. Доклады ТСХА: Сборник статей. Вып. 291. Ч. II. - М.: Изд-во РГАУ-МСХА. 2019. 674 с.
  3. Тойгамбаев С.К. Стенд для обкатки и испытания двигателей. ж. Актуальные проблемы современной науки № 5, (78) 2014. г. Москва.
  4. Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А. Определение трудоемкости диагностирования автомобилей./ж. Естественные и технические науки. №12 (138).М.:-2019.74с.
  5. Новиченко А.И., Горностаев В.И. Решение задач оптимизации парка машин и технологического оснащения АПК с применением технологий мультиагентного подхода. В сборнике: Доклады ТСХА. Сборник статей. 2016. С. 281-284.
  6. Тойгамбаев С.К., Слепцов О.Н. Математическое моделирование испытания топливных насосов низкого давления топливной системы дизеля. В сборнике: ЛОГИСТИКА, ТРАНСПОРТ, ЭКОЛОГИЯ - 2017. Материалы международной научно-практической конференции. 2017. С. 83-94.
  7. Шнырев А.П., Тойгамбаев С.К. Устройство для восстановления бронзовых втулок. В сборнике: Природоохранное обустройство территорий. Материалы научно-технической конференции. 2002. С. 153-154.
  8. Кравченко И.Н., Галиновский А., Карцев С., Корнеев В.М., Тойгамбаев С.К., Абдумуминова Д.Т. Исследования влияния режимных параметров процесса плазменного напыления на пористость покрытия.ж. Материалы конференции АИР. XLIV академическая космическая конференция. Сессия 19. Производство аэрокосмических конструкций. АИРСР-AR-AS 2020-00189.
  9. Бондарева Г.И., Мартынова Н.Б., Тойгамбаев С.К., Теловов Н.К. Машина для глубокого рыхления грунтов с одновременным внесением жидких органических удобрений.
-

## РАЗДЕЛ X. РАДИОТЕХНИКА

Болотнов А.С., Икренников М.С., Прокудин В.Н.

Структура жизненного цикла инерциальных навигационных систем

МГТУ им. Н.Э. Баумана

(Россия, Москва)

doi: 10.18411/sr-10-04-2021-30

### Аннотация

Системой управления многочисленных мобильных объектов являются инерциальные навигационные системы (ИНС). ИНС являются полностью помехозащищенными, а их функционирование не демаскирует мобильный объект. Текущие навигационные данные с помощью ИНС определяются непрерывно и в режиме реального времени. Указанные достоинства сделали эти системы основой навигационного оборудования современных мобильных объектов как военного, так и гражданского применения. Описание жизненного цикла ИНС демонстрирует основные их тенденции развития.

**Ключевые слова:** инерциальные навигационные системы, датчики угловой скорости, жизненный цикл, навигация, прецизионные приборы

### Abstract

The control system of numerous mobile objects is inertial navigation systems (INS). ANNs are completely noise-immune, and their operation does not unmask the mobile object. The current navigation data using the ANN is determined continuously and in real time. These advantages made these systems the basis of navigation equipment for modern mobile objects of both military and civilian use. The description of the ANN life cycle demonstrates their main development trends.

**Keywords:** inertial navigation systems, yaw rate sensors, laser strapdown inertial systems, life cycle, navigation, precision instruments

Структура этапов жизненного цикла разных изделий распределяется крайне неравномерно. В зависимости от сложности конструктива и применяемых технологий соотношение стоимости и продолжительности этапов разработки, производства и эксплуатации могут меняться даже не в разы, а на порядки. На примере разработки и производства прецизионных серийных бесплатформенных навигационных систем (БИНС) [1] покажем, какое место в жизненном цикле сложной высокотехнологичной продукции занимают этапы научной и инженерной проработки.

В конце 80-х годов на одной из приборостроительных кафедр МГТУ им. Н.Э. Баумана образовался небольшой коллектив разработчиков кольцевых лазерных гироскопов (КЛГ) [2], который лег в основу будущего предприятия по разработке и производству прецизионных лазерных бесплатформенных инерциальных систем навигации, базовых элементов и оригинального программного обеспечения к ним. К началу 90-х был выпущен оригинальный лазерный гироскоп, который явился базовым элементом для бортовой инерциальной системы гражданских самолетов ТУ-204 и ИЛ-96-300, а также путеизмерительных вагонов.

Практика работы в области инерциальной навигации показала, что разработка и выпуск оригинальных БИНС затруднительны без собственного производства второго

ключевого чувствительного элемента системы – акселерометра. Поэтому, в начале 2000-х годов предприятием был разработан и освоен в серийном производстве кварцевый акселерометр серийного производства. На базе чувствительных элементов собственного производства были разработаны и внедрены в производство БИНС нового поколения. Дальнейшее совершенствование БИНС шло не столько в направлении повышения точности, сколько в направлении дальнейшего увеличения жизненного цикла изделия, улучшения эксплуатационных характеристик и снижения стоимости.

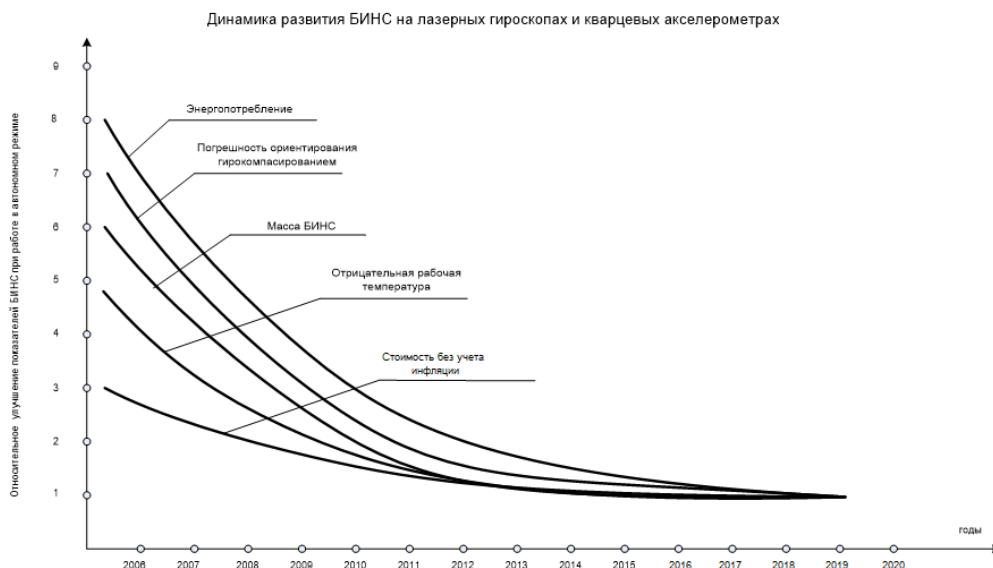
Выпуская серийную продукцию прецизионного класса точности, предприятие за счет собственных средств оснащалось парком необходимого лабораторного и испытательного оборудования для разработки и изготовления чувствительных элементов и изделий на их основе, а также, проведения необходимого комплекса автономных испытаний.

В 2010 – 2012 годах предприятием было введено в эксплуатацию порядка 1000 метров производственных площадей помещений чистой сборки, разработанных по индивидуальному проекту. Это позволило довести уровень годового выпуска разработанных навигационных систем до 50 комплектов в год, на собственной базе проводить НИОКР с полным циклом необходимых испытаний, включая государственные, и осуществлять гарантийное и послегарантийное обслуживание своих изделий. В итоге, производство ключевых элементов, сборка и регулировка всех систем осуществляется собственными силами, что позволяет обеспечить надежность систем в эксплуатации и качество гарантийного обслуживания. Все инерциальные системы разработаны на базе современной интегральной электроники, что повышает их надежность, удобство в обслуживании и эксплуатации.

В настоящее время серийные изделия производства указанного предприятия используются на мобильных объектах 1, 2 и 3 групп применения согласно ГОСТ РВ 20.39.304-1998. Реализация всей специфики жизненного цикла изделия, а конкретно, разработка, освоение, выпуск и сопровождение у заказчика изделия новой техники с обеспечением высокого качества происходит за счет:

- применения автоматизированных способов разработки конструкторской и технологической документации, а также проектирования оснастки на базе САПР;
- применения методов математического моделирования температурных и силовых воздействий при проектировании изделий лазерной техники и точной механики;
- постоянной модернизации номенклатуры применяемых изделий и продуктов программного обеспечения;
- оригинальной базы данных по хранению информации и отслеживанию изменений в документации по мере ее создания;
- 100% входного контроля применяемых материалов, в том числе и методами спектрального анализа;
- 100% ступенчатого выходного контроля наиболее важных оптических деталей (отражатели резонаторов гироскопов, моноблоки, пластины для акселерометров);
- 100% выходного контроля комплектующих деталей и сборок [3].

Результаты разработок предприятия за последние 15 лет сведены в приведенный график:



Из графика очевидно, что с точки зрения единства основных требований по энергопотреблению, времени готовности, массогабаритных показателей, стойкости к внешним воздействиям, стоимостным показателям, а также точностных показателей, актуальна разработка унифицированной аппаратуры БИНС межвидового применения. Такой подход позволит упростить конструкторское и технологическое сопровождение разработки и производства, что в конечном случае позволит увеличить жизненный цикл изделия при меньших экономических затратах.

Рассмотрим среднестатистические соотношения затрат на всех стадиях жизненного цикла разработки унифицированной БИНС. Опираясь на практический опыт, а также на ряд реальных государственных контрактов, будем считать, что существует заказ на 100 систем с поставкой ежегодно по 10 комплектов. Срок эксплуатации в составе объекта составляет 10 лет. Тогда отталкиваясь от условной стоимости системы, которую мы примем за единицу, сведем стоимостные затраты и время длительности этапов жизненного цикла в таблицу:

	Стадия жизненного цикла	Затраты на 1 ед.	Длительность этапа (года)
1	Подготовительный (предконтрактный) период	1	1
2	НИР (с учетом задела)	5 - 8	2
3	ОКР	8 - 10	3
4	Стоимость одного изделия	1	0,5
5	Эксплуатация в составе объекта	0,1	10
6	Утилизация	-	-

Исходя из требований ГОСТ 15.203- 2001, регламентирующий этапы проведения ОКР, затраты по стоимости и длительности каждого из этапов ОКР от общей стоимости распределятся примерно в соотношении

	Стадия жизненного цикла этапа ОКР	Затраты, %	Длительность этапа (м-ц)
1	Разработка эскизного и технического проекта	5	5
2	Разработка конструкторской документации	5	6
3	Изготовление первого опытного образца, проведение предварительных испытаний, присвоение изделию литеры «О». Корректировка КД. Доработка опытного образца.	30	7

4	Изготовление второго опытного образца. Проведение межведомственных испытаний. Корректировка КД. Доработка опытных образцов.	30	7
5	Проведение Государственных испытаний	20	8
6	Корректировка КД по итогам ГИ для организации серийного производства. Доработка опытных образцов по результатам ГИ.	5	2
7	Проведение межведомственной комиссии, присвоение изделию литеры «О1»	5	1

Из таблиц видно, что для высокотехнологичных изделий, каким является лазерная БИНС, научно-исследовательская и опытно-конструкторская проработка изделия по времени соизмерима со сроком службы изделия, то есть составляет примерно половину жизненного цикла изделия. Если считать норматив прибыли 20%, а именно такой уровень прибыли согласует Заказчик, то окупаемость проекта наступает примерно на сотом изделии. Приведенный контракт получается не прибыльным, но и не убыточным. Однако, проведя небольшие доработки, и заключив контракт на поставку разработанного БИНС на аналогичный объект, предприятие не только окупит разработку, но и получит прибыль для дальнейшего развития.

\*\*\*

1. Болотнов А.С. Применение лазерного гироскопа в бесплатформенных инерциальных системах. Политехнический молодежный журнал, 2019, № 10(39).
2. Лазерные гироскопы ГЛ-1Д, ГЛ-2Д, ГЛ-18. electrooptika.ru: веб-сайт. URL: <http://www.electrooptika.ru/index.php/produktsiya/bazovye-elementy> (дата обращения: 24.02.2021).
3. Прокудин В.Н., Манушина А.Е., Уфимцев Е.К. Использование подхода жизненного цикла информационного ракетно-космического комплекса в реализации масштабных проектов перестройки ракетно-космической отрасли // Системы управления полным жизненным циклом высокотехнологичной продукции в машиностроении: новые источники роста: Материалы III Всероссийской научно-практической конференции, Россия, Москва 6 октября 2020 г.

**Крутских В.В., Мирзоян А.Э., Ушков А.С.**

**Устройства поворота на полужкранированных диэлектрических волноводах**

*ФГБОУ ВО Национальный исследовательский университет "МЭИ"  
АО "НПК" СПП"  
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/sr-10-04-2021-31

#### **Аннотация**

В статье приводятся результаты исследования конструкций устройств поворота на полужкранированном диэлектрическом волноводе для топологического (в плоскости пластин) и нормального (в плоскости перпендикулярной плоскости пластин) устройства. Эта задача сформирована потребностью создания различных устройств в том числе антенных с сложной формой поверхности. Для решения задачи применялись в основном методы физического и численного моделирования, проверялись физическим экспериментом. Было показано, что нормальный изгиб в отличие от топологического даже на малых радиусах имеет малые потери на излучение и отражение.

**Ключевые слова:** Полужкранированный диэлектрический волновод, устройства поворота, NRD-waveguide, диэлектрический волновод

#### **Abstract**

The article presents the results of a study of the designs of turning devices on a semi-shielded dielectric waveguide for the topological (in the plane of the plates) and normal (in the plane perpendicular to the plane of the plates) devices. This task is formed by the need to

create various devices, including antennas with a complex surface shape. To solve the problem, the methods of physical and numerical modeling were mainly used, and they were verified by a physical experiment. It was shown that normal bending, in contrast to topological bending, even at small radii has small losses to radiation and reflection.

**Keywords:** Semi-shielded dielectric waveguide, turning devices, NRD-waveguide, NRD, dielectric waveguide

**Введение и постановка задачи.** С появлением нового стандарта связи 5G потребовались новые КВЧ решения в диапазоне 25-27 ГГц для создания малогабаритных стационарных и мобильных устройств. Для таких систем полужабурированный диэлектрический волновод (ПЭДВ) или NRD-waveguide, как его называют в зарубежной периодике, является хорошим решением, удовлетворяющим множеству показателей качества. Конструкции узлов на ПЭДВ были предложены в работах [1] и [2] еще в 1983 и 1986 году, а пути решения в работе [3] в 2012 г.

Обычно в теории неизлучающих ДВ (NRD-waveguide) рассматриваются топологические изгибы и повороты (Рис. 1 а), однако как таковой теории и закономерностей в этих работах приведено мало или вообще не приведено. Абсолютно не рассмотрены изгибы в в нормальной плоскости к поверхности пластин формирующих ПЭДВ (Рис. 1 б). Изломы (топология которых приведена на рисунке 1 г, е, ж) подробно рассмотрены в работе Э.М. Гутцайта [4].

Все эксперименты проведены, как для численных так и для физических моделей, при следующих условиях: диэлектрические стержни выполнены из полиэтилена ( $\varepsilon = 2,25$ ), измерения проведены на частотах в диапазоне 25 - 37 ГГц, на оборудовании R&S ZVA-50 и P2-65.

Основной задачей исследования было выявление закономерностей появляющихся в топологическом и нормальном изгибах для применения в различных устройствах в том числе с не плоскими параллельными пластинами (поверхностями).

**Базовые исследования.** Рассмотрим физическую и практическую модели построения устройств на топологических изгибах. Теорию изгиба регулярного (диэлектрического волновода) ДВ разработал еще в 50х годах П.Р. Череп [5], экспериментально проверили В.Ф. Взятыхшев [6] и Б.И. Рябов. Для нашей задачи изгибы ПЭДВ, были рассмотрены в работе Т. Йонямы в работе [2], при этом результаты ограничены узкой областью частот и размеров волновода. Приведем описание метода, который был предложен автором в работе [7] и в результате был получен патент на устройство поворота [8].

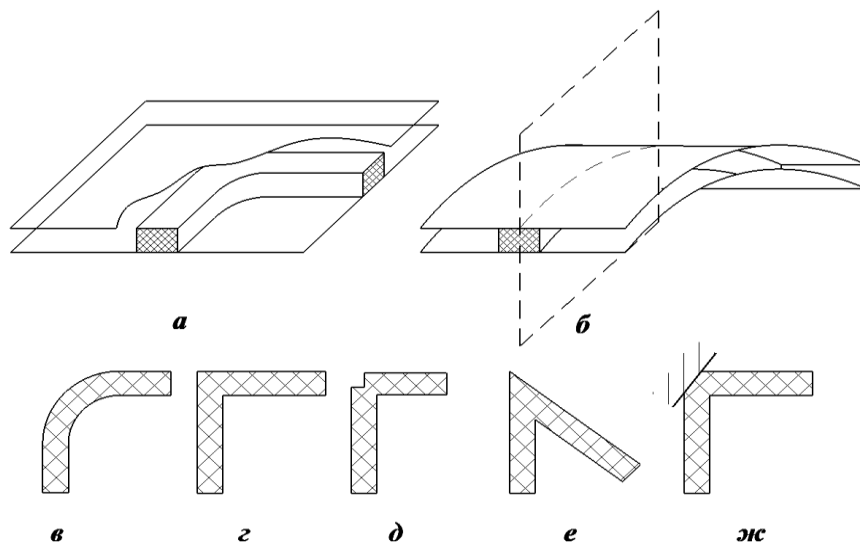


Рисунок 1 - Конструкция топологического (а) и нормального (б) изгиба ПЭДВ, различные конструкции топологий устройств поворота (г-ж)

На рисунке 2 приведен механизм излучения с топологического изгиба. В нашем случае, специфичность «волноводной» внешней для ДВ среды (пространство между пластин) требует ввести еще один параметр, характеризующий свойства волн ПЭДВ.

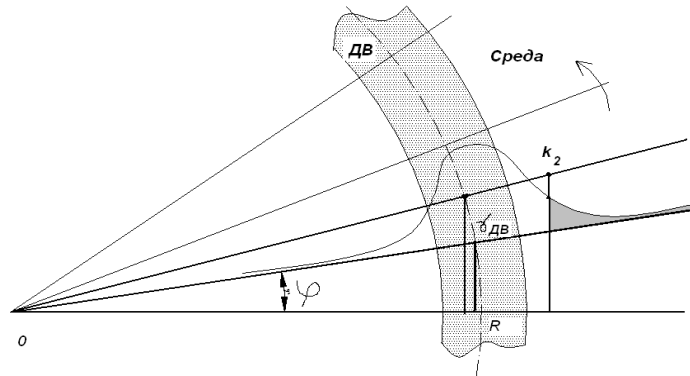


Рисунок 2 - К пояснению механизма излучения с изгиба ДВ

**Физика излучения с изгиба.** Механизм формирования излучения, иллюстрированный на рис. 2, обычно связывают с величиной замедления, поскольку:

- именно величина замедления определяет  $r_0$  по соотношению

$$\frac{r_0}{R} = U; \tag{1}$$

- именно замедление определяет внешнее волновое число  $\alpha$ , характеризующее экспоненциальное спадание внешнего поля

$$\alpha = k_2 \sqrt{U^2 - 1}. \tag{2}$$

С увеличением  $r$  линейная постоянная распространения уменьшается обратно пропорционально  $r$ . И при некотором  $r = r_0$  она сравнивается с постоянной распространения во второй среде  $k_2$ . Волновые числа  $(\alpha, \beta)$  волн ПЭДВ совпадают с  $(\alpha, \beta)$  планарного ДВ такой же ширины. Следовательно, должен совпадать и закон радиального распределения полей во внешней области. Но замедление волн в ПЭДВ всегда меньше, чем замедление в ПлДВ.

На первый взгляд, кажется, что вследствие уменьшения замедления излучение с изгиба ПЭДВ должно стать больше, чем излучение с изгиба планарного ДВ той же ширины. Действительно, в [9] приведено многократно экспериментально проверенное выражение

$$\alpha_{rad} = 8,2 R' \xi_0^{1/2} e^{-11 R' \xi_0^{1/2}}, \tag{3}$$

где  $R' = R / \lambda$  – относительный радиус изгиба,

$$\xi_0 = U_0 - 1 \tag{4}$$

– замедление на прямолинейном участке ДВ.

В соответствии с (4), основным параметром, определяющим величину радиационного затухания, является приведенный радиус изгиба

$$\tilde{R} = R' \xi_0^{3/2}, \tag{5}$$

входящий в показатель экспоненциальной функции в (2). Из характера этого соотношения следует, что для сохранения углового затухания на прежнем уровне требуется уменьшение  $\xi_0$  в 4 раза (например,  $U_0 = 1,05$  вместо  $1,20$ ) и увеличения радиуса изгиба в 8 раз.

Фундаментальная причина заключается в следующем. Излучение с изгиба ПЭДВ происходит в пространство между пластин, а не в свободное пространство как

для планарного ДВ. Подчеркнем при этом: сказанное справедливо только при симметричной форме сечения ПЭДВ, когда излучение возможно только в волну между пластинами соответствующего типа (например,  $LSM_{01}$  волна ПЭДВ излучает только в волну  $H_{01}$  ПлМВ). Все эти волны, как уже отмечалось, являются ускоренными. Их коэффициент замедления определяется как

$$U_{pp} = \sqrt{1 - \left(\frac{n}{2g'}\right)^2} < 1 \tag{6}$$

т.е. он всегда меньше единицы. Обратившись еще раз к рис. 2, мы увидим, что излучение в этом случае должно происходить не с радиуса (1), а с радиуса, определяемого соотношением

$$\frac{r_0}{R} = \frac{U}{U_{pp}} > 1; \tag{7}$$

Очевидно, эта величина больше, чем (1). Так что мы имеем основания сделать такие выводы:

- излучение с изогнутого ПЭДВ всегда меньше, чем излучение с планарного ДВ;
- излучение с изогнутого ПЭДВ близко к излучению эквивалентного планарного ДВ, замедление которого

$$\xi_{\mathcal{E}} = U_{\mathcal{E}} - 1 = \frac{U_{\mathcal{E}}}{U_{pp}} - 1. \tag{8}$$

На рис. 3 приведены зависимости замедления  $\xi_{\mathcal{E}}$  от высоты ПЭДВ при различных значениях замедления планарного ДВ  $U_{pl}$ . Они описываются зависимостью

$$U_{\mathcal{E}}^2 = \frac{U_{pl}^2 - \left(\frac{n}{2g'}\right)^2}{1 - \left(\frac{n}{2g'}\right)^2} \tag{9}$$

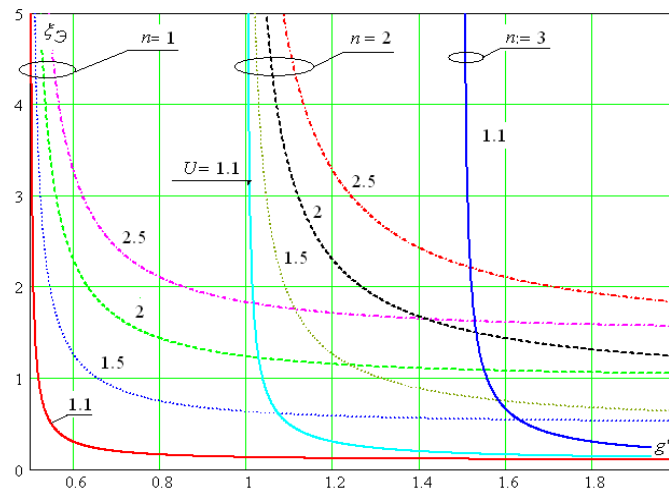


Рисунок 3 - Зависимости замедления  $\xi_{\mathcal{E}}$  от высоты ПЭДВ при различных значениях замедления планарного ДВ  $U_{pl}$  для первых трех вертикальных типов волн

Полезно еще сравнить радиусы изгиба, вызывающие то же самое радиационное затухание (имеющее то же значение приведенного радиуса изгиба). Назовем их отношение «габаритным по изгибу» коэффициентом  $k_{ГИ}$ . В соответствии с (5), мы получим

$$k_{ГИ} = \frac{R_{pl}}{R_{\Xi}} = \left( \frac{\xi_{\Xi}}{\xi_{pl}} \right)^{3/2}. \quad (10)$$

Используя (10), получаем

$$k_{ГИ} = \xi_{pl}^{-3/2} \left( \sqrt{\frac{(1 + \xi_{pl})^2 - A^2}{1 - A^2}} - 1 \right)^{3/2}, \quad (11)$$

где  $A = n / 2g' = f_{ППкр} / f$ ,  $f_{ППкр}$  – критическая частота пространства между ПП (для того типа волны, в виде которого будет происходить излучение с изгиба ПЭДВ; в случае волны  $LSM_{01}$  и симметричных облучков – это волна  $H_{01}$  с критической частотой  $f_{cr} = c / 2g$  ).

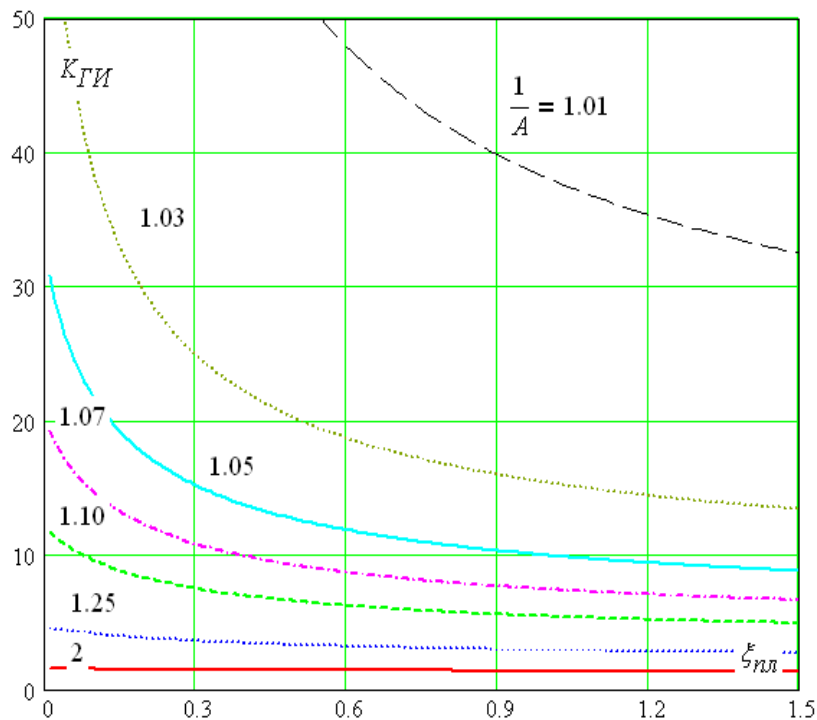


Рисунок 4 - Зависимости габаритного коэффициента по изгибам  $k_{ГИ}$  от  $\xi_{pl}$  при разных значениях отстройки по частоте от области запаривания излучения

**Экспериментальное исследование топологического изгиба.** Для оценки метода и выявления особенностей проектирования устройств поворота на топологическом изгибе см. рисунок 5 был проведен анализ проходных характеристик и коэффициентов отражения. Нужно, также отметить, что во всех экспериментах исследовался поворот стержня на  $90^0$ . Который показал, что в случае  $R_{изг} / \lambda > 6$ )

изменение проходного коэффициента не превышает 5%. При приближении радиуса изгиба к указанной величине появляются сопутствующие переотражения в высокочастотной части диаграммы. Уменьшение радиуса изгиба приводит к резкому увеличению потерь (рисунок 6) и появлению переотражений, резонансная частота которых слабо зависит от радиуса (рис. 5 в,г). Переотражения в этом случае обусловлены участками между изгибом и переходами. Одновременно с этим было выявлено влияние на появление отражений формата волноведущего стержня.

Из графиков приведенных на рисунке 6 видна характерная зависимость средних потерь от радиуса изгиба в диапазоне длин волн 8 - 12 мм, при этом для всех экспериментов характерно снижение уровня мощности на 2,5 дБ, эту величину можно считать методической погрешностью и вычитать из полученных результатов.

Было замечено, что при уменьшении формата до единицы, переотражения уменьшаются, а при ряде условий могут отсутствовать вовсе. Что позволяет, варьируя параметры стержня, создавать устройства поворота с малыми переотражениями, даже при радиусах изгиба меньше  $6\lambda$ , при этом частотный диапазон остается таким же широким, как и при больших радиусах.

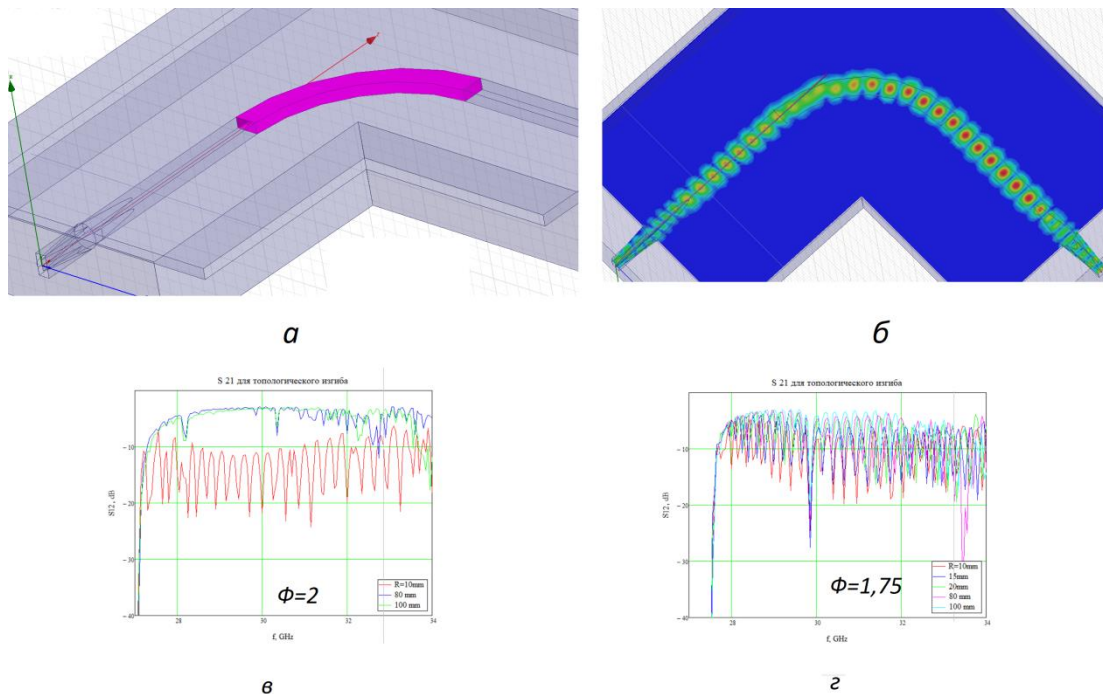


Рисунок 5 - Модель топологического изгиба: а – конструкция; б – картина интенсивности поля E; в, г – проходная характеристика  $S_{12}$  для различных форматов стержня из полиэтилена и высотой 2 мм

Эксперименты проводились для диэлектрического стержня с  $\epsilon = 2,25$  при различных форматах, но преимущество было отдано формату  $\Phi = 2,11$  поскольку этот формат соответствует стандартному полиэтиленовому диэлектрическому волноводу ПДВ-8. В результате была получена зависимость усредненной проходной характеристики от нормированного радиуса изгиба  $R'$

$$S_{12}(R') = -e^{-a \cdot R'^{-b}} - c, \quad (12)$$

где коэффициенты  $a, b, c$  зависят от формата диэлектрического стержня. Коэффициент  $c$  - предельное минимальное ослабление проходной характеристики обусловленное потерями в участке устройства и на возбуждителях, а коэффициенты  $a$  и  $b$  зависят от формата ДС и диэлектрической проницаемости. Эти коэффициенты получены опытным путем и приведены в таблице 1.

Таблица 1

Коэффициенты формулы (12)

Ф	a	b	c
1.00	1.6	3.1	2.7
1.25	1.2	3.3	2.8
1.50	0.9	3.4	2.8
1.75	0.8	3.8	2.9
2.00	0.8	4.0	3.5

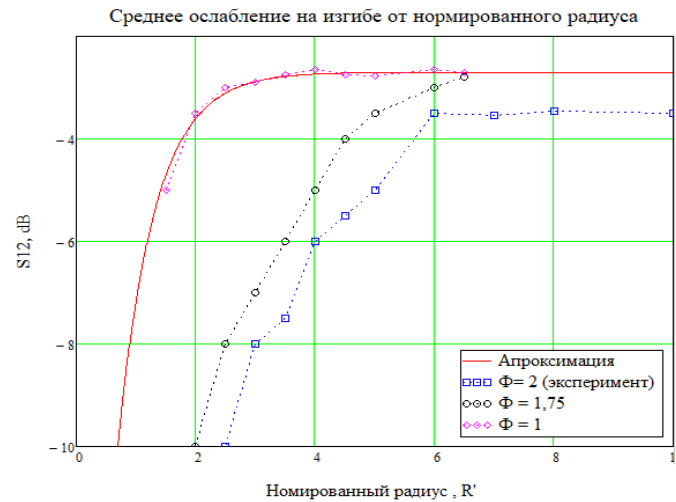


Рисунок 6 - Зависимость среднего ослабления проходной характеристики от приведенного радиуса топологического изгиба

**Изгибы в плоскости нормальной к ПП.** На рисунках 1 б и 7 а отображен так называемый “нормальный изгиб.” Ранее его не рассматривали по причине отсутствия надобности, ведь устройства СВЧ миллиметрового диапазона обычно изготавливали на плоскости и расчет устройств на нелинейной поверхности это отдельная сложная задача. Если же еще учитывать технологию изготовления, то вопрос о создании не плоскостных устройств даже не стоял.

Если принять во внимание, то что в каждом сечении вдоль линии распространения волны облик волновода не изменяется, то не должны изменяться и волновые числа. И к изогнутому в нормальной плоскости волноводу можно было бы отнести как к “псевдорегулярному.” Действительно, на больших радиусах кривизны изгиба ( $R_{izg} \gg 10\lambda$ ) волновод можно считать регулярным, а отражение от участка с изгибом будет иметь второй порядок малости по сравнению с прочими потерями.

Но, все же, наибольший интерес возникает, когда радиусы изгиба лежат в диапазоне  $\lambda < R_{izg} < 5\lambda$ . Как поведет себя устройство поворота? Какие могут быть препятствия для реализации таких устройств?

Чтобы ответить на этот вопрос был проведен физический и численные эксперименты показавшие, что для узла рис. 7 а значения ослабления проходного коэффициента составляет от 2 до 4 дБ (см. рис. 7). Фактически не зависят от кривизны радиуса изгиба, но очень чувствительны к длине устройства (при увеличении радиуса изгиба коэффициент прохождения  $S_{12}$  уменьшается линейно). Резкие выбросы на этом графике определяются переотражениями в высокочастотной части, поскольку при некоторых соотношениях размеров стержня и радиуса может возникать следующий тип волны с индексом 2, как по диэлектрической, так и металлической отсечке. Также эти выбросы могут возникать за счет переотражения от устройств возбуждения. Что

подтверждает график на рис. 8. На рисунке 8 б видно появление компонент волны  $LSM_{21}$ . Хотя перетекание в высшую моду и не существенно, но по распределению поля на концах участка с изгибом, можно сделать следующий вывод:

- На нормальном изгибе возможна прямая и обратная трансформации в ближайшую моду высшего типа и обратно. Причем наличие трансформации не зависит от радиуса изгиба, если устройство симметричное относительно оси распространения. Преобразование и обратное преобразование оказывается взаимным и на выходе устройства заметить появление высшей моды крайне сложно.

Поэтому при проектировании нужно придерживаться следующих рекомендаций:

- При уменьшении радиуса изгиба нужно уменьшать формат ДС.
- Изготавливать изгиб с по возможности малыми угловыми секторами и большими радиусами.

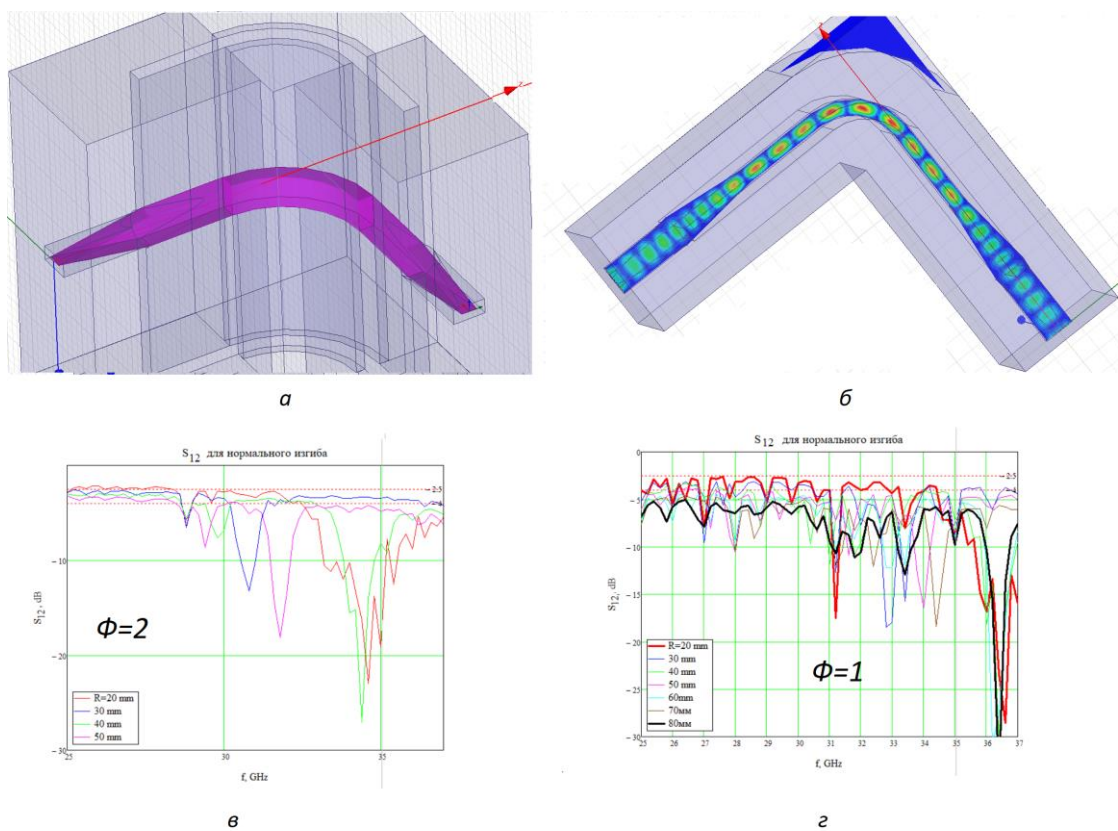


Рисунок 7 - Изгиб в нормальной плоскости: а – конструкция; б – картина интенсивности поля E; в, г – проходная характеристика  $S_{12}$  для различных форматов

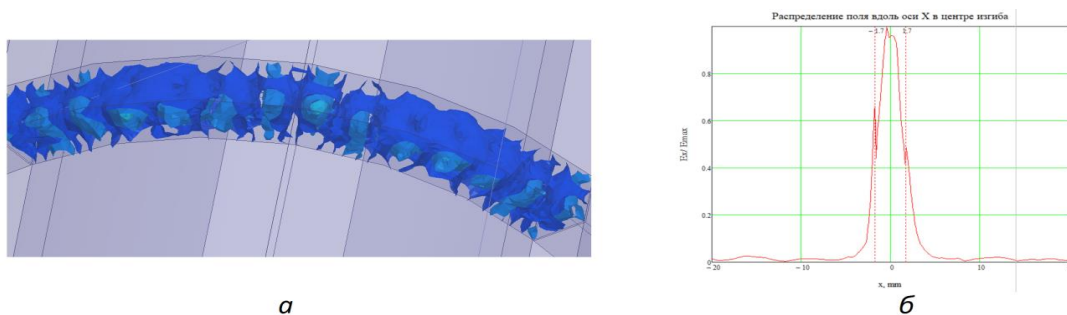


Рисунок 8 - Распределение поля E в нормальном изгибе а – объемная картина поля; б – распределение вдоль оси X в центре изгиба

**Выводы.** Топологические изгибы играют определяющую роль при проектировании устройств на ПЭДВ, поэтому наибольший интерес возникает к оценке потерь или (проходного коэффициента  $S_{21}$ ). В результате работы была экспериментально получена зависимость (12) определяющая ослабление от нормированного радиуса изгиба. А так же установлена связь формата и возникновения резонансов на проходной характеристике  $S_{12}$  из-за переотражений. С уменьшением формата число переотражений возрастает, при этом это явление слабо зависит от радиуса изгиба стержня.

Для **нормальных** изгибов, потери связанные с излучением в меньшей степени зависят от радиуса изгиба, но является определяющим фактором возникновения для появления переотражений и мод высших типов. Так же был замечен эффект прямого и обратного модового преобразования при различных форматах и малых радиусах изгиба.

Примерами применения полученных результатов можно считать потребность в создании не только плоских устройств, но и устройств со сложной формой поверхности для установки в интерьеры и на борт подвижных систем. Так например, для создания многолучевой антенной системы бортового РЛС малых размеров возможно плоскую систему свернуть в трубу при этом не потеряв в заданных характеристиках. Так же эта работа будет полезна при проектировании и антенных устройств располагаемых на сложных поверхностях.

\*\*\*

1. Yoneyama T., Nishida S. Nonradiative dielectric waveguide circuit components // International Journal of Infrared and Millimeter Waves. 1983. Vol. 4, № 3. P. 439–449.
2. Yoneyama T., Tamaki H., Nishida S. Analysis and measurements of nonradiative dielectric waveguide bends // Microwave Theory and Techniques, IEEE Transactions on. 1986. Vol. 34, № 8. P. 876–882.
3. Взятыхшев В.Ф. et al. Дифракционные устройства и системы КВЧ и СВЧ-диапазонов на базе диэлектрических структур: Принципы построения, волновая элементная база, ключевые явления // Известия высших учебных заведений. Физика. 2012. Vol. 55, № 8-3. P. 32–38.
4. Гутцайт Э. М. Свойства h-образного волновода и особенности конструирования электровакуумных приборов миллиметрового диапазона волн для тракта на основе металло-диэлектрического волновода: PhD thesis. Москва: МЭИ, 1960.
5. Череп П. Р. Изгиб диэлектрического волновода // Труды КВИАВУ ВВС. 1958. № 24. P. 56–62.
6. Взятыхшев В. Ф. Основы теории и принципы применения диэлектрических волноводов миллиметрового диапазона: PhD thesis. МЭИ, 1970.
7. Крутских В. В. Функциональные узлы на полужкранированных диэлектрических волноводах: Дисс. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук. -М.: МЭИ(ТУ), 2005.
8. RU49365U1, Устройство поворота диэлектрического волновода// Крутских В.В., Взятыхшев В.Ф., - 2005
9. Взятыхшев В. Ф. Диэлектрические волноводы. \-М:Советское Радио, - 970., -247с.

## РАЗДЕЛ XI. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

Ковалевская Т.А., Неудахина Н.Е.

### Контактный фазоразностный метод определения повреждения кабеля с пониженной изоляцией

*Тамбовский техникум железнодорожного транспорта – филиал Ростовского университета путей сообщения  
(Россия, Тамбов)*

doi: 10.18411/sr-10-04-2021-32

#### Аннотация

В данной статье предлагается метод определения кабеля с пониженной изоляцией

**Ключевые слова:** Трассоискатель, штырь, кабель, сигнал.

#### Abstract

The method for determining jfcable with reduced isolation is offered in this article

**Key words:** Pipe detectors, pin, cable, signal.

На современном этапе существуют два основных способа отыскания неисправностей кабелей.

Первый способ подразумевает проведение различных измерений с обоих концов кабеля с помощью соответствующих приборов. Такими приборами являются простейшие «мосты» и, разработанные на их основе, современные приборы типа ИРК-ПРО. Также широко используются приборы импульсного типа, от устаревших Р5-5, Р5-10, до современных рефлектометров с цифровой обработкой информации и обширной базой данных параметров различных кабелей.

Однако, несмотря на значительные успехи науки в области обработки данных, существенным недостатком данного способа является низкая точность результата. Это является не следствием несовершенства приборов, а вероятнее, стечением объективных факторов (запасы около муфт, изгибы траншеи при прокладке, изгибы самого кабеля в траншее, неоднородность кабеля и т. д.). Поэтому первый способ применяется в основном для предварительного определения (локализации) места повреждения.

Второй способ подразумевает использование различного вида «трассоискателей», общий принцип работы их основан на использовании генератора с частотой около одного кГц и приёмника.

Этот способ делится на бесконтактный и контактный.

При бесконтактном методе генератор подключается к кабелю и создаёт в нем электрический ток своей частоты и, соответственно, переменное электромагнитное поле (рисунок 1).

Приёмным элементом приёмника является катушка. Под действием магнитной составляющей в ней создаётся ЭДС, которая усиливается. В различных видах трассоискателей дальнейшая обработка сигнала происходит разными способами: от простого прослушивания до компьютерной обработки.

При контактном методе используются штыри, которые располагаются в земле и подключаются к входу приёмника. Существуют различные приёмы и способы работы со штырями, применение которых обуславливается конкретными условиями, а также знаниями и опытом оператора. Основным принципом является радиальное растекание тока в грунте в непосредственной близости от места повреждения. Если штыри будут

находиться на одинаковом расстоянии от места повреждения, то они будут иметь одинаковые мгновенные потенциалы и сигнал на входе приёмника будет минимален (в идеале он будет отсутствовать).

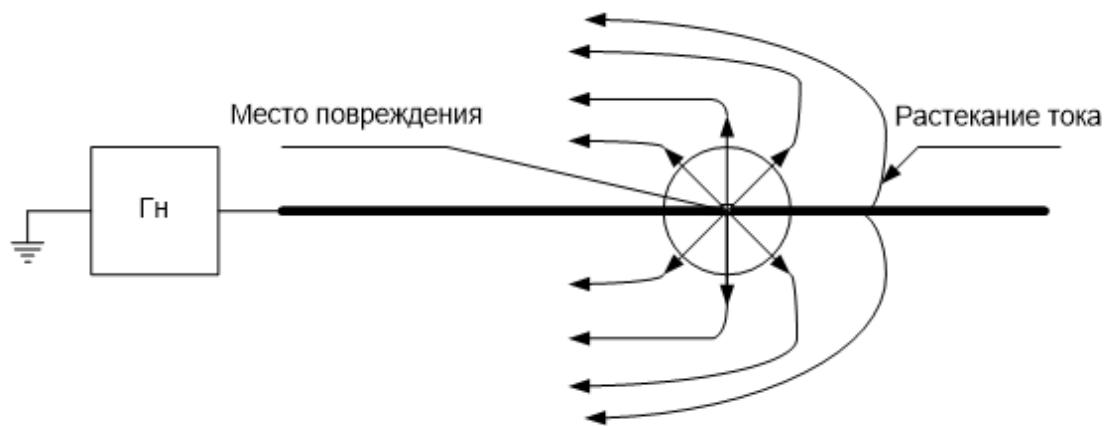


Рисунок 1 – Бесконтактный метод

При применении данного способа погрешности существующих на данный момент времени трассоискателей приобретают значения, соизмеримые с результатами измерений. Только очень опытные и квалифицированные специалисты в реальности пользуются данным методом. Это обусловлено использованием в качестве конечного параметра сигнала для дальнейшей обработки только его уровня.

Предлагаю в качестве выходного параметра сигнала наряду с уровнем использовать и фазу.

Для этого потребуется двухканальный приёмник и три штыря (рисунок 2).

Один будет являться общим (О), второй - условный плюс первого канала (А) и условный плюс второго канала (В).

В качестве информационного выхода для оператора на начальном этапе можно использовать двухканальный осциллограф.

Проходя по кабелю вне места повреждения и расставляя штыри вдоль трассы, мы всегда будем видеть осциллограмму с противофазными сигналами

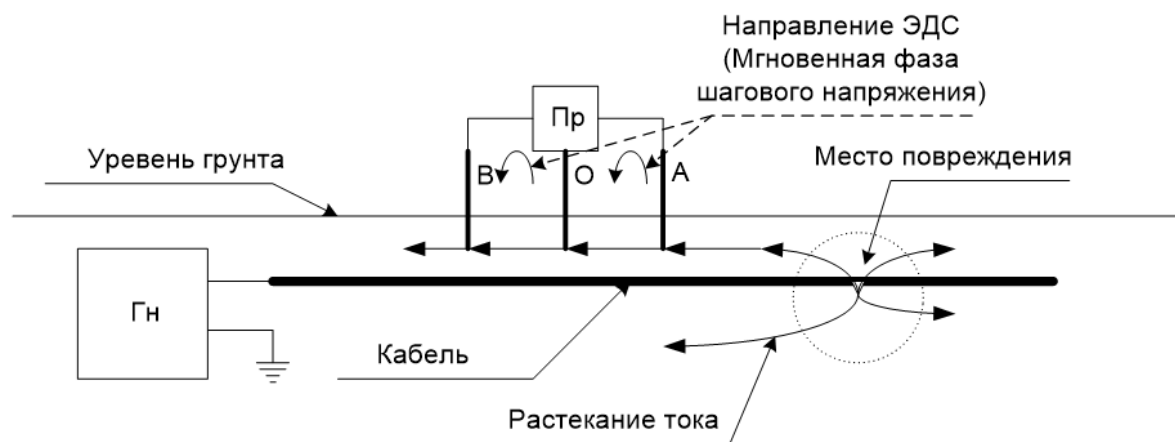


Рисунок 2- Контактный метод со штырями

Как только мы увидим, что осциллограммы сигналов стали синфазные, значит, повреждение находится между штырями «А» и «В» (рисунок 3).

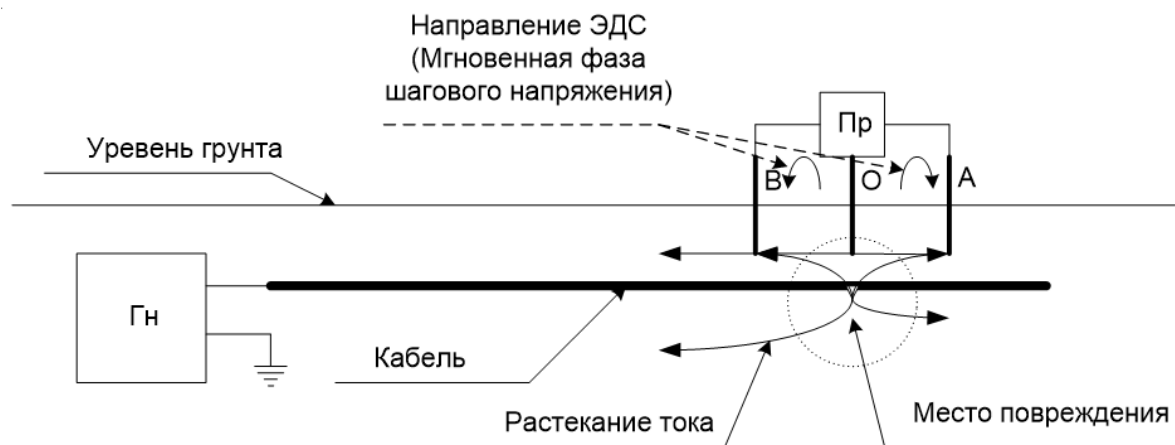


Рисунок 3- Контактный метод

Это позволит с одной стороны исключить ошибки и значительно уменьшить время поиска места повреждения, а с другой стороны, позволит производить поиск места повреждения менее квалифицированным персоналом.

При дальнейшем усовершенствовании прибора возможно применение различной обработки выходных сигналов приёмников. От измерителей разности фаз (упрощённый вариант) до компьютерной обработки сигналов в совокупности с уровнями и точного вычисления точки расположения повреждения относительно измерительных штырей.

\*\*\*

1. Ракк, М.А. Измерения в технике связи. [Электронный ресурс] : Учебники — Электрон. дан. — М. : УМЦ ЖДТ, 2008. — 312 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/59958>
2. «Автоматика, связь, информатика»: ежемесячный научно- популярный производственно - технический журнал, орган ОАО «РЖД».

**Патруев Ф.К., Колинко А.В.**

**Методика исследования влияния автоматической регулировки усиления на эффективность использования мощности ретранслятора связи в режиме многостанционного доступа с частотным разделением каналов**

*Академия Федеральной Службы Охраны Российской Федерации  
(Россия, Орел)*

doi: 10.18411/sr-10-04-2021-33

Спутниковая связь в последние годы является одним из наиболее динамично развивающихся видов телекоммуникаций и играет уже неотъемлемую роль в жизни практически каждого человека. Это обусловлено как очевидными преимуществами спутниковой связи, так и постоянным совершенствованием спутниковых телекоммуникационных технологий. Поэтому подготовка специалистов в области спутниковых телекоммуникационных систем является одной из приоритетных задач как отдельно взятых корпораций, так и государства в целом.

Одним из важнейших элементов спутниковой связи является ретрансляция сигнала в транспондере бортового ретрансляционного комплекса (БРК), которая сопровождается необходимым усилением сигнала в усилителе мощности (УМ). Наиболее простыми и распространенными являются (РС), которые работают в режиме прямой ретрансляции и осуществляют многостанционный доступ с частотным разделением каналов (МДЧР). Это обуславливает необходимость уделить особое

внимание изучению особенностей функционирования таких РС в ходе обучения специалистов в области спутниковых телекоммуникационных систем.

Ретрансляторы связи с МДЧР характеризуются эффектом снижения мощности многостанционного сигнала, подавлением слабого сигнала сильным, возрастанием уровня интермодуляционных искажений с переходом в режим насыщения УМ.

В целях уменьшения различных нежелательных явлений в транспондерах современных космических аппаратов реализуются следующие режимы работы УМ:

- режим фиксированного усиления с диапазоном регулировки усиления  $K_y$  не менее 20 дБ;
- с автоматической регулировкой усиления (АРУ) в диапазоне выходной мощности  $0 \dots -6$  дБ (от насыщения).

В режиме АРУ мощности поступающих и исходящих сигналов из транспондера с учетом метода многостанционного доступа (МСД) и переизлучения тепловых шумов соотносятся следующим образом

$$\left( \sum_{i=1}^N P_{2,i} + P_{ш2} \right) K_y = \sum_{i=1}^N P_{3,i} + \sum_{j=1}^M P_{3j} + P_{ш3}, \quad (1)$$

где  $\sum_{i=1}^N P_{2,i}$ ,  $\sum_{i=1}^N P_{3,i}$  – суммы мощностей поступающих и исходящих многостанционных сигналов ретранслятора,  $i = \overline{1, N}$ ;

$P_{ш2}$ ,  $P_{ш3}$  – мощность тепловых шумов на входной части приемного устройства транспондера в полосе частот  $\Delta F$ , которая также переизлучается на его выходе;

$\sum_{j=1}^M P_{3j}$  – сумма мощностей продуктов интермодуляционных искажений в полосе частот  $\Delta F$  транспондера, возникающая при усилении многостанционного сигнала в нелинейном режиме,  $j = \overline{1, M}$ .

Рассматривая прохождение радиосигнала через БРК с прямой (сквозной) ретрансляцией, весь приемопередающий тракт транспондера представляется как линейный усилительный элемент, который усиливает поступающий сигнал на его вход сигнала с некоторым одинаковым коэффициентом передачи ( $K_y$ ). таким образом, для сигнала  $i$ -й земной станции

$$P_{прд i}^{PC} = P_{прм i}^{PC} \cdot K_y, \quad (2)$$

где  $P_{прд i}^{PC}$  – мощность передаваемого сигнала транспондером,

$P_{прм i}^{PC}$  – мощность принимаемого сигнала транспондером от  $i$ -ой земной станции.

При работе БРК в режиме АРУ рабочая точка на амплитудной характеристики (АХ) УМ (рис. 1) устанавливается посредством изменения коэффициента усиления ( $K_y$ ) приемопередающего тракта. Уравнение (2) представлено в общем виде, который соответствует произвольному уровню поступающего на вход многостанционного сигнала. Учитывая вариант работы в большом динамическом диапазоне поступающих сигналов, рабочая точка при АРУ будет располагаться на линейном участке (точка 2 на рис. 1). Таким образом, обеспечивается минимально допустимый уровень (сопоставимый с тепловыми шумами) продуктов интермодуляционных искажений, которые отбирают некоторую часть мощности передаваемого сигнала.

Выражение (2) можно записать в виде:

$$\left( \sum_{i=1}^N P_{2,i} + P_{ш2} \right) K_y = \sum_{i=1}^N P_{3,i} + P_{ш3}. \quad (3)$$

Таким образом, при усилении сигнала в режиме, который близок к линейному, сохраняются пропорции относительных парциальных уровней многостанционного сигнала и шумов на входной и выходной частях транспондера

$$\frac{P_{2,i}}{\sum_{i=1}^N P_{2,i} + P_{ш2}} = \frac{P_{3,i}}{\sum_{i=1}^N P_{3,i} + P_{ш3}}, \quad (4)$$

$$\frac{P_{ш2}}{\sum_{i=1}^N P_{2,i} + P_{ш2}} = \frac{P_{ш3}}{\sum_{i=1}^N P_{3,i} + P_{ш3}},$$

что упрощает расчет энергетики линии, но дает лишь приближенный результат.

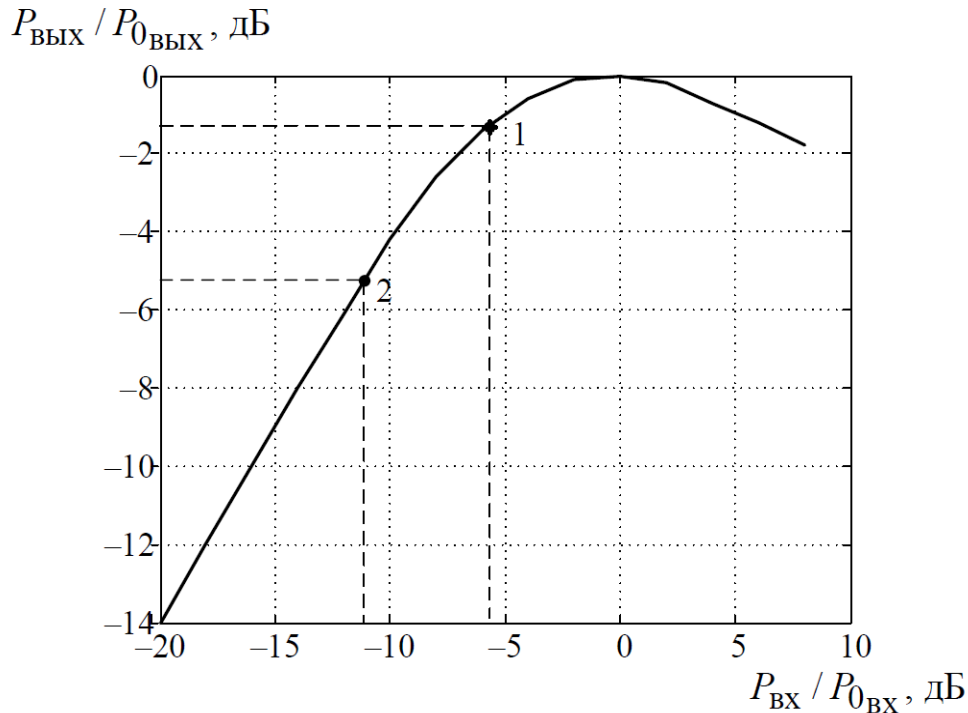


Рисунок 1. Нормированная относительно насыщения АХ УМ (по мощности)

Увеличить выходную мощность усилителя и в целом КПД транспондера можно, смещая рабочую точку ближе к насыщению, но данный участок ПХ является нелинейным (точка 1 на рис. 1). Поэтому находят отражение такие нелинейные эффекты как перераспределение мощности полезного многостанционного сигнала, тепловых шумов и продуктов интермодуляционных искажений, а также наблюдается эффект подавления слабого сигнала сильным, заключающийся в непропорциональном изменении относительных уровней парциальных сигналов.

Более точно оценить данные эффекты при усилении разноэнергетических входных сигналов с произвольной расстановкой частот позволяет метод гармонического анализа. Данный метод устанавливает любые соотношения уравнения (1) без учета нелинейного усиления шумов:

$$\left( \sum_{i=1}^N P_{2,i} \right) K_y = \sum_{i=1}^N P_{3,i} + \sum_{j=1}^M P_{3j}. \quad (5)$$

В предположении о сохранении пропорций уровня шумов относительно уровней входных и выходных многостанционных сигналов имеем:

$$\frac{P_{ш2}}{\sum_{i=1}^N P_{2,i}} = \frac{P_{ш3}}{\sum_{i=1}^N P_{3,i}} \quad (6)$$

и с учетом (4, 5) определяются уровни выходных сигналов транспондера в виде:

$$\frac{P_{3,i}}{\sum_{i=1}^N P_{3,i} + \sum_{j=1}^M P_{3j} + \frac{P_{ш2}}{\sum_{i=1}^N P_{2,i}} \sum_{i=1}^N P_{3,i}} P_{ВЫХ}, \quad (7)$$

где  $P_{\text{вых}}$  – выходная мощность, соответствующая оптимальной рабочей точке АХ УМ транспондера.

Умножив числитель и знаменатель дроби на  $\sum_{i=1}^N P_{3,i}$  и упростив выражение (7), получим:

$$P_{\text{вых}} \frac{P_{3,i}}{\sum_{i=1}^N P_{3,i}} \bigg/ \left( 1 + \frac{\sum_{j=1}^M P_{3j}}{\sum_{i=1}^N P_{3,i}} + \frac{P_{\text{ш2}}}{\sum_{i=1}^N P_{2,i}} \right) \quad (8)$$

Данное выражение удобно тем, что его составляющие имеют четкий физический смысл и легко вычислимы при известной АХ усилителя и уровнях входных сигналов транспондера.

Уровень мощности сигнала  $i$ -го радиоканала на входе приемника принимающей ЗС

$$P_{4,i} = \beta_i P_{\text{вых}} \frac{P_{3,i}}{\sum_{i=1}^N P_{3,i}} \bigg/ \left( 1 + \frac{\sum_{j=1}^M P_{3j}}{\sum_{i=1}^N P_{3,i}} + \frac{P_{\text{ш2}}}{\sum_{i=1}^N P_{2,i}} \right). \quad (9)$$

Мощность помех нелинейности на входе приемника принимающей ЗС в полосе сигнала  $i$ -го радиоканала

$$P_{\text{н4},i} = \beta_i P_{\text{вых}} \frac{\sum_{j=1}^m P_{\text{н3}j}(\Delta f_i)}{\sum_{i=1}^N P_{3,i} + \sum_{j=1}^M P_{\text{н3}j} + P_{\text{ш3}}}. \quad (10)$$

Для изучения влияния АРУ на эффективность использования мощности РС целесообразно использовать метод математического моделирования, потому что инструментальное исследование в данных обстоятельствах не может быть реализуемо. Поэтому был выбран вариант моделирования прохождения сигнала через УМ посредством программного среды Python.

Нелинейность передаточной характеристики УМ, представленная виде мгновенных значений, аппроксимируется полиномом 5-й степени для наилучшей точности

$$U_{\text{вых}}(t) = a_1 U_{\text{вх}} + a_3 U_{\text{вх}}^3 + a_5 U_{\text{вх}}^5. \quad (11)$$

Рассматривая прохождение  $n$  синусоидальных сигналов через УМ с произвольной амплитудой и разнесенных на некоторое расстояние по частоте, получим:

$$U_{\text{вх}}(t) = \sum_{i=1}^n U_i \sin \omega_i t, \quad (12)$$

В соответствии с выражениями (1), (2), (3) получаем значения уровней выходных сигналов на гармониках входных, и уровней гармонических составляющих, которые образуются комбинациями входных сигналов.

В качестве примера на условную модель передаточной характеристики (ПХ) мгновенных значений подадим два гармонических синусоидальных сигнала с небольшой амплитудой (0,15 дБ относительно входного напряжения насыщения УМ) и условными частотами (20 и 40 Гц). Для моделирования линейного режима выбираем рабочую точку 0,5 дБ. В результате на спектре выходного сигнала наблюдается появление побочных составляющих спектра, но усиление сигнала происходит в пределах заданных требований (рис. 2).

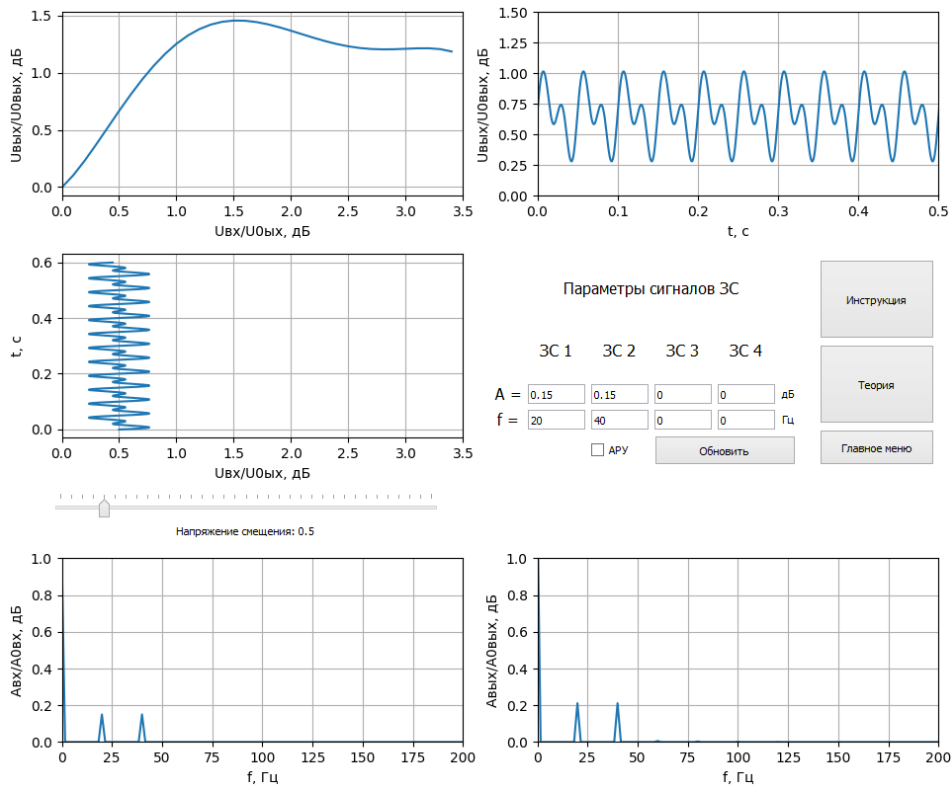


Рисунок 2. Графики ПХ мгновенных значений УМ (по напряжению); мощностей входного и выходного сигналов; спектров входного и выходного сигналов в двухсигнальном линейном режиме

Рассматривая прохождение тех же двух синусоидальных сигналов через усилитель мощности в режиме насыщения (рабочая точка 1.4 дБ), можно наблюдать графики, представленные на рис. 3. В результате преобразования в нелинейном режиме наблюдается сильное ослабление сигнала и искажение его формы.

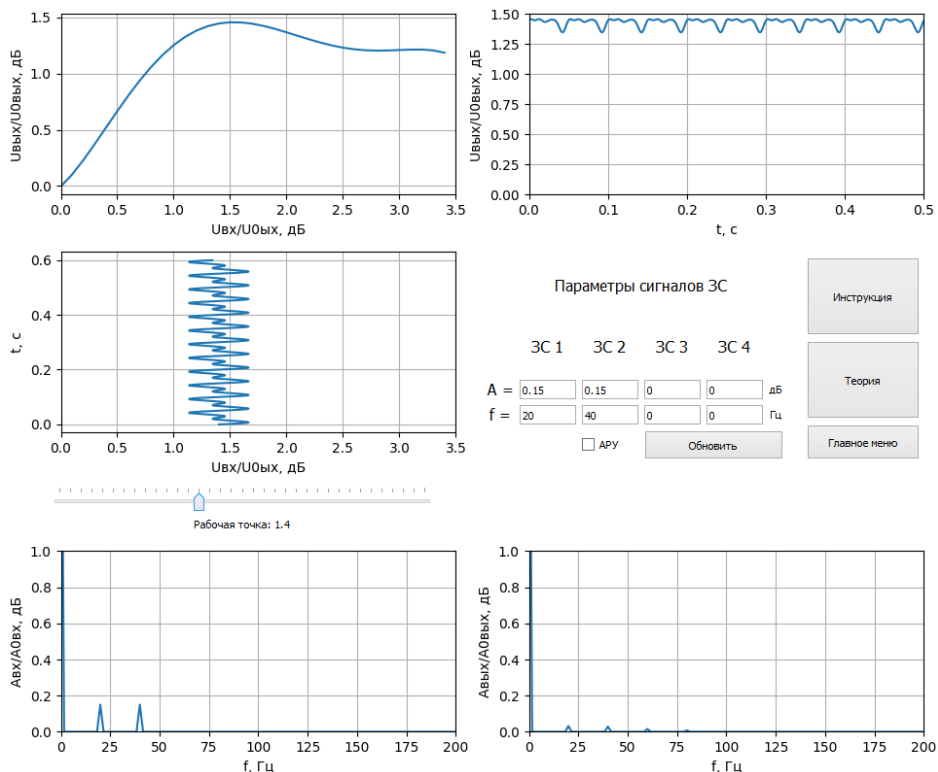


Рисунок 3. Графики ПХ мгновенных значений УМ (по напряжению); мощностей входного и выходного сигналов; спектров входного и выходного сигналов в двухсигнальном режиме насыщения

В режиме АРУ обеспечивается прохождение двух синусоидальных сигналов через усилитель мощности при минимально допустимом уровне интермодуляционных продуктов преобразований, и, как следствие, выходная мощность РС расходуется с большим КПД. Наибольший коэффициент усиления сигнала достигается в пиковой точке режима насыщения, но из-за сильного влияния интермодуляционных искажений посредством АРУ рабочая точка сдвигается на линейный участок таким образом, чтобы входящий многостанционный сигнал полностью попадал на линейную часть ПХ УМ (рис. 4). Условно линейный режим выбран в пределах от 0 до 0,75 дБ.

Таким образом, рабочую точку для усиления многостанционного сигнала можно рассчитать по формуле:

$$PT = 0,75 - U_{\Sigma}, \tag{13}$$

где  $U_{\Sigma}$  – амплитуда суммарного многостанционного сигнала на входе УМ.

При сложении двух гармонических сигналов

$$U_{\Sigma} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + 2U_1U_2 \cos|\omega_1 - \omega_2|t}. \tag{14}$$

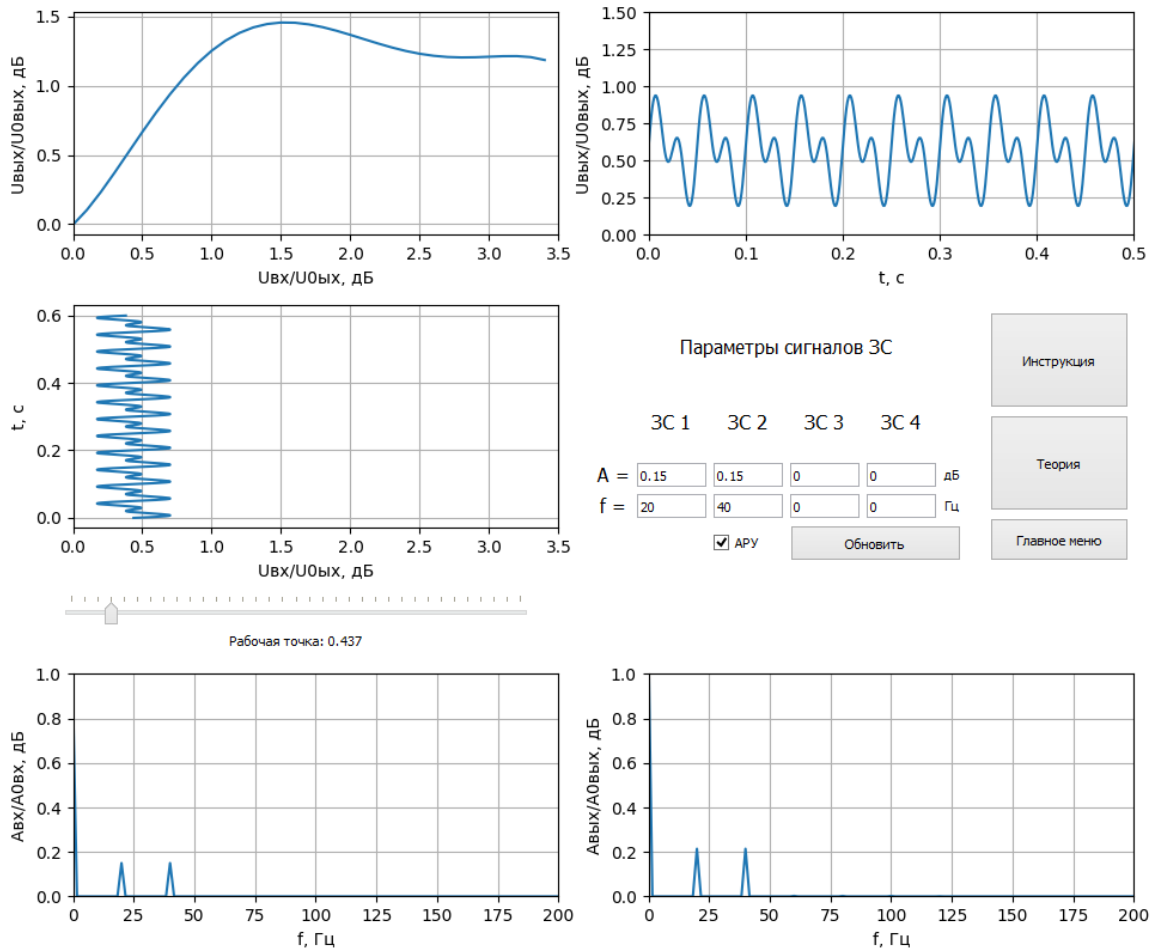


Рисунок 4. Графики ПХ мгновенных значений УМ (по напряжению); мощностей входного и выходного сигналов; спектров входного и выходного сигналов в двухсигнальном режиме АРУ

Аналогично рассматривая прохождение четырех синусоидальных сигналов через УМ в режиме АРУ, наблюдаем большее смещение рабочей точки, вызванной большей амплитудой входного результирующего многосигнального сигнала (рис. 5).

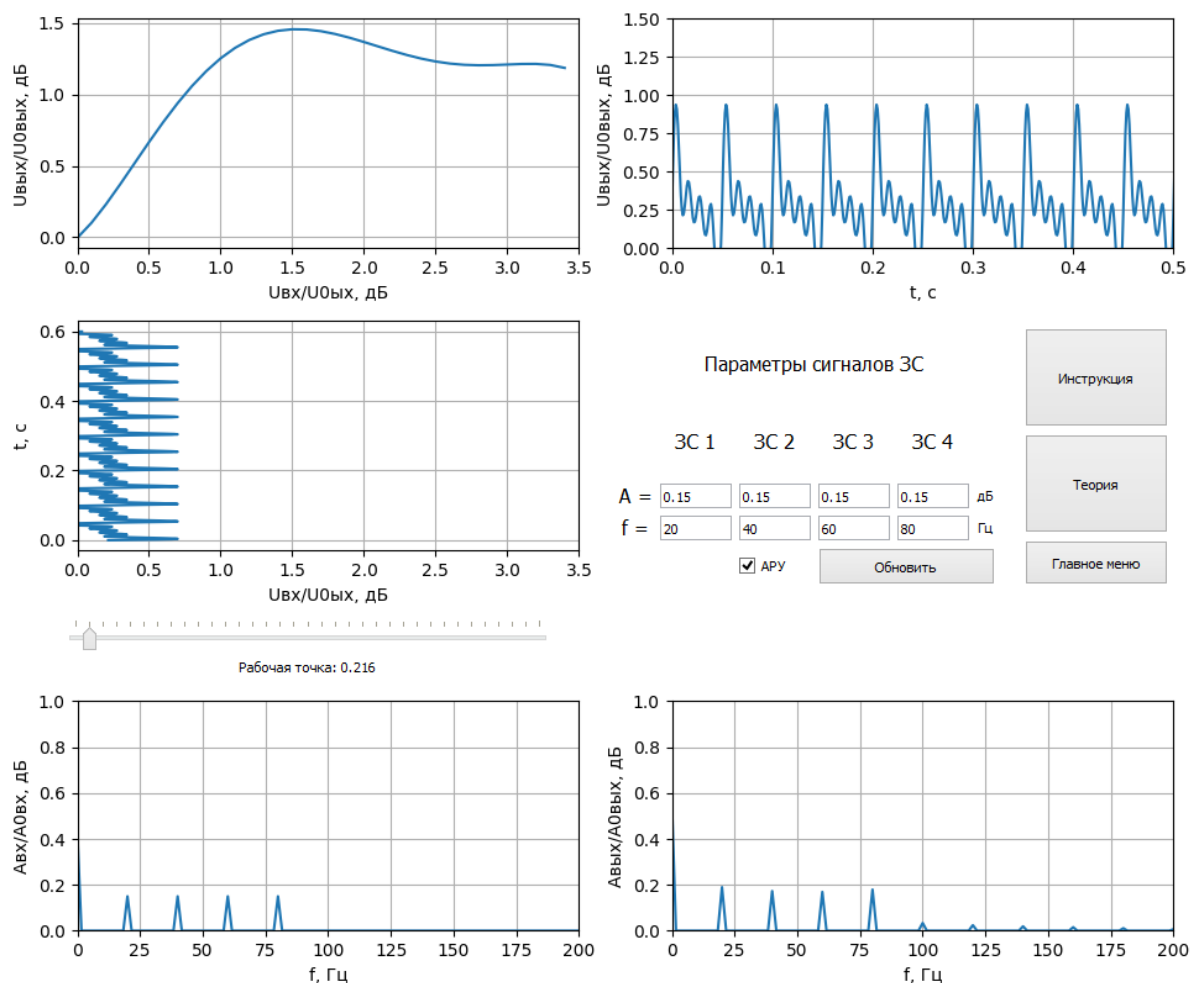


Рисунок 5. Графики ПХ мгновенных значений УМ (по напряжению); мощностей входного и выходного сигналов; спектров входного и выходного сигналов в четырехсигнальном режиме АРУ

Таким образом в работе демонстрируется методика исследования влияния АРУ на эффективность использования мощности РС в режиме МДЧР посредством разработанной имитационной модели УМ РС. Представленная методика позволяет более глубоко и наглядно изучить принципы и роль АРУ в РС при обучении специалистов в области спутниковых телекоммуникационных систем.

\*\*\*

1. Основы энергетического расчета радиорелейных и спутниковых систем передачи: учебно-методическое пособие / [А.В. Колинко, А.И. Ширко, Б.Г. Катygин, А.А. Корнилов] – Орёл: Академия ФСО России, 2020. – 190 с.
2. Основы построения радиорелейных и спутниковых систем передачи: учебное пособие / А. И. Ширко [и др.]. – Орёл: Академия ФСО России, 2015. – 328 с.
3. Основы энергетического расчета линий многоканальной радиосвязи: пособие по курсовому и дипломному проектированию / А.А. Илюхин, А.В. Колинко, В.М. Терентьев, И.А. Чаплыгин; под ред. А.В. Колинко. - Орел: Академия ФСО, 2007, 208 с.
4. Бортовой ретрансляционный комплекс (БРК) спутника связи. Принципы работы, построение, параметры / Орлов А.Г., Севастьянов Н.Н., науч. ред. В.Н. Бранец. – Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2014. – 208 с.

## РАЗДЕЛ XII. МЕТАЛЛУРГИЯ

Довыденков В.А., Кобылина Е.В.

### Влияние дополнительной термической обработки на свойства композиционного материала, полученного инфильтрацией

ООО «Наномет»

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»

(Россия, Йошкар-Ола)

doi: 10.18411/sr-10-04-2021-34

#### Аннотация

Работа посвящена изучению влияния дополнительной термической обработки на процессы формирования структуры и свойств материалов на основе железа и латуни, с целью повышения уровня физико-механических свойств.

**Ключевые слова:** Композиции, порошки железа, связующее, инфильтрация, псевдосплав, структура, прочность.

Инфильтрация пористых заготовок металлами является эффективным способом получения композиционных материалов с заданными свойствами. До сих пор исследования процессов инфильтрации таких материалов проводились на заготовках, полученных методом прессования и спекания порошков средней дисперсности (30-150 мкм). Вместе с тем, традиционные технологии имеют существенные ограничения по конфигурации изделий, такие как толщина стенок, форма отверстий, высота изделий и т.п., что снижает объем их производства. Данных ограничений можно избежать, если при изготовлении заготовок сложной формы использовать новые технологии порошковой металлургии, основанные на процессах литьевого формования смесей из тонких порошков (менее 30 мкм) и связующего [1-5]. Однако, высокодисперсные порошки железа, получаемые, как правило, карбонильным методом, значительно дороже порошков средней дисперсности. Согласно проведенным исследованиям, применение порошков металлов в комплексе с их оксидами позволяет получать детали сложной формы литьевыми технологиями и значительно уменьшить стоимость сырья (патент РФ №2310542). Варьируя соотношение компонентов и содержание инфильтрата, можно получать изделия с новыми технологическими и эксплуатационными свойствами [6,7]. Вместе с тем, процессы инфильтрации заготовок сложной формы, полученных пресс-литьевым способом, изучены недостаточно. Особый интерес представляет инфильтрация заготовок с гетерогенной структурой, состоящей из частиц железа средней дисперсности и высокодисперсного железа с размерами пор менее 1 мкм.

В качестве исходных компонентов для изготовления инфильтруемых образцов использовали: порошок железный А100S, порошок оксида железа (II, III) ElectrOxide 20. Насыпную плотность определяли по ГОСТ 19440-94. В качестве связующего использовали фенолформальдегидную смолу (ФФС) (ГОСТ 20907-75). Композиция смешивалась в смесителях, подвергалась валкованию, сушке и дроблению. Образцы изготавливались пресс литьём на гидравлическом прессе и подвергались двухстадийной термической обработке для пиролиза смолы и восстановления оксида.

Структура заготовок для инфильтрации (рис. 1 а) состоит из зерен феррита размерами 30-150 мкм с небольшими включениями перлита (около 10%), вокруг которых распределены участки с мелкозернистой и высокопористой структурой, состоящие примерно на 80% из феррита и на 20% из перлита с размером зерен 3-5 мкм. Мелкозернистые участки феррито-перлитной структуры представляют собой

восстановленное продуктами пиролиза фенолформальдегидной смолы железо. Размер пор в данной структуре составляет от 1 до 3 мкм (фото рис. 1 б).

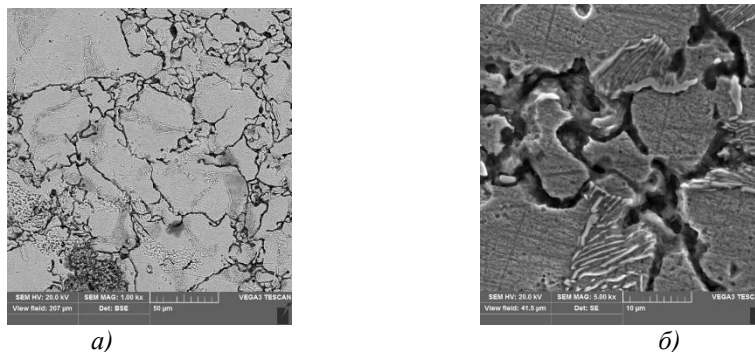
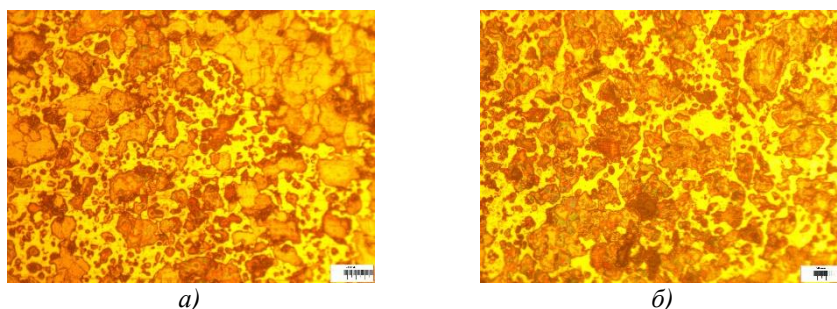


Рис. 1. Структура образца для инфильтрации, полученная на электронном микроскопе

Согласно проведенным исследованиям химического состава материала, в полученных заготовках оксидов железа и кислорода не обнаружено. Рентгеноструктурный анализ показал, что материал однофазный с объемноцентрированной кубической решеткой (ОЦК фазой). Таким образом, можно утверждать, что углерод, выделившийся в результате термодеструкции, обладает высокой реакционной способностью и вступает в химическое взаимодействие с исходной композицией, активно и практически полностью восстанавливая введенный оксид железа. Анализ химического состава материала по результатам рентгенофлуоресцентного метода исследования показал следующее содержание элементов: Cu - 0,08 %, Cr – 0,23%, Mn - 0,15 %, остальное - Fe .

В качестве материала инфильтрата использовали латунь марки Л63 – двухкомпонентный сплав с однофазной структурой,  $\alpha$  - твердый раствор замещения цинка в меди. Температура плавления латуни составляет 906°C.

Образцы для структурных исследований подвергались инфильтрации методом наложения материала инфильтрата при 950°C с изотермической выдержкой 15,30,60,600 секунд. На рисунке 2 приведены фотографии структур, полученные с помощью оптического микроскопа, с различным временем выдержки при инфильтрации. Заполнение пор заканчивается уже в течение 15 секунд (рис. 2, а), при этом латунь растворяет высокодисперсное железо, находящееся между частицами железа средней дисперсности, в результате чего области, заполненные медным сплавом, увеличиваются. Одновременно протекают процессы поверхностного растворения частиц железа средней дисперсности в меди - границы частиц железа «размыты» (рис. 2, а, б). Также происходит растворение меди в железе. При этом в структуре остается нерастворенное высокодисперсное железо в виде частиц неправильной формы и агломератов размером 1÷8 мкм (рис. 2, б) и при увеличении времени выдержки их размеры увеличиваются (рис. 2, в). При последующем охлаждении системы из пересыщенного раствора выпадает фаза на основе железа, в виде сферических частиц размерами 1÷5 мкм (рис. 2, г).



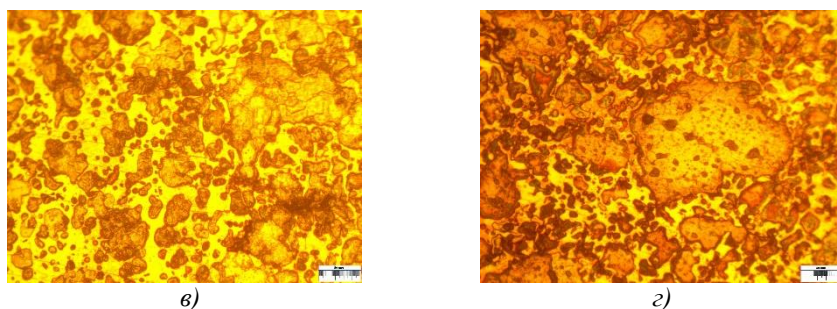


Рис. 2. Структура образцов после инфильтрации с различным временем выдержки: а) выдержка 15 секунд при  $t=950^{\circ}\text{C}$   $\times 200$ , б) выдержка 30 секунд при  $t=950^{\circ}\text{C}$   $\times 200$ , в) выдержка 60 секунд при  $t=950^{\circ}\text{C}$   $\times 200$ , г) выдержка 600 секунд при  $t=950^{\circ}\text{C}$   $\times 200$ .

Таким образом, микроструктура образцов после инфильтрации представляет собой крупные участки легированного и пересыщенного по границам феррита размером 30-150мкм, пространство вокруг которых заполнено медной фазой и участками легированного феррита размером 1-8мкм (выделявшееся из пересыщенного раствора железа).

На образцах определялись плотность, микротвердость и химический состав. Анализ химического состава материала показал: Cu - 27,11 %, Zn – 11,72%, Mn - 0,11%, остальное - Fe . В результате рентгеноструктурного анализа в материале обнаружено две фазы: с объемноцентрированной кубической решеткой на основе железа (ОЦК фазой) и с гранецентрированной кубической решеткой на основе меди (ГЦК фазой).

Таблица 1.

*Плотность и микротвердость образцов после инфильтрации при температуре 950°C*

	15 секунд	30 секунд	60 секунд	600 секунд
Плотность $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	7,77±0,08	7,75±0,08	7,71±0,08	7,69±0,08
Микротвердость, МПа				
Участки феррита 30÷150мкм	170±5	170±5	170±5	170±5
Участки феррита 1÷8мкм	159±5	183±5	208±5	251±5
Фаза на основе меди	84±5	98±5	116±5	142±5

Согласно приведенным данным, при увеличении времени изотермической выдержки при инфильтрации наблюдается некоторое уменьшение плотности образцов, которое очевидно, обусловлено растворением высокодисперсного железа в медном расплаве и испарением цинка. Одновременно происходит увеличение микротвердости фазы на основе меди, в то время как микротвердость крупных участков железа остается неизменной. Микротвердость феррита из восстановленного железа при увеличении времени изотермической выдержки повышается, что можно объяснить взаимным растворением восстановленного железа и латуни. При последующем охлаждении системы нерастворившееся восстановленное железо остается в структуре в виде частиц неправильной формы и их агломератов.

Большие возможности воздействия на структуру и свойства материалов для деталей машин открывает применение различных режимов термической обработки (ТО). Это позволяет повысить механические свойства материала, долговечность и надежность изделий, а также уменьшить их размеры и массу [8, 9]. Был выбран следующий режим термообработки: закалка в воду при 800-850°C и старение при 400-450°C в течение 4 ч. Температура закалки выбрана в соответствии со справочными данными для данного состава материала с содержанием углерода 0,19÷0,22%. Температура операции старения выбрана в соответствии с температурой соответствующей выделению второй фазы из пересыщенного твердого раствора железомедного сплава. После закалки при данных температурах имеет место

упрочнение железного каркаса, а последующее старение позволяет при сохранении прочности каркаса повысить пластичность материала [10-12].

После инфильтрации и последующей термической обработки микроструктура состоит из участков феррита, размерами 30-150 мкм, окруженных медной фазой и участков феррита (3÷8 мкм), выделившегося при кристаллизации расплава железа-латуни (рис. 3).

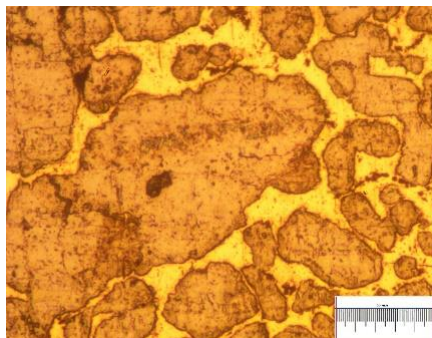


Рис. 3. Структура образца после термической обработки.  $\times 400$

В таблице 2 приведены результаты измерения механических свойств псевдосплава с последующей термической обработкой по указанным выше режимам.

Таблица 2.

*Механические свойства псевдосплава с последующей термической обработкой*

Показатель	Значение		
	Псевдосплав	Псевдосплав после закалки	Псевдосплав после закалки и старения
Твердость, НВ	98-123	170-195	210-221
Ударная вязкость, КСУ, Дж/см <sup>2</sup>	38,7-41,1	47,6-52,1	63,5-67,2
Предел прочности при растяжении, $\sigma_b$ , МПа	283,4-302,1	308,5-315,4	338,8-345,1
Относительное удлинение, %	7,70-9,00	9,06-9,63	11,36-11,62

Как следует из таблицы 2, механические свойства псевдосплава после термической обработки существенно повышаются.

**Выводы.** Дополнительная термическая обработка способствует упрочнению материала. Достигнутый при этом уровень механических свойств в рамках настоящей работы составляет: твердость НВ = 210÷220, предел прочности на разрыв  $\sigma_b = 330\div345$  МПа и относительное удлинение  $\delta > 11,0$  %.

\*\*\*

1. Дьячкова Л.Н., Витязь П.А., Воронцовская Л.Я. Псевдосплавы сталь-медный сплав антифрикционного назначения // Новые материалы и технологии: порошковая металлургия, композиционные материалы, защитные покрытия, сварка. Материалы докладов 10-й международной науч.-техн. конф. Минск, 12-14 сентября 2012 г., Минск, 2012 – с.52-54.
2. Тучинский Л.И. Композиционные материалы, получаемые методом пропитки. – М.: Металлургия, 1986, 208 с.
3. Прокошкина Д.С., Родин А.О., Есин В.А. Объемная диффузия железа в меди // Физика металлов и металловедения. 2012. Т. 113. №6. С. 615.
4. Францевич И.Н., Бойко Е.Б. Порошковая металлургия, 1964, № 1, с. 44-45.
5. Довыденков В.А., Зверева О.С. Технология изготовления деталей сложной формы путем формования и спекания композиций из порошков железа, его оксидов и связующего / В.А. Довыденков, О.С. Зверева // Порошковая металлургия, 2013, № 9/10 с. 137-143.
6. Ювелирное и художественное литье по выплавляемым моделям сплавов меди/ Урвачев В.П., Кочетков В.В., Горина Н.Б. - Челябинск: Металлургия Челябинское отделение, 1991. -168 с.
7. Довыденков В.А., Соловьева Е.В. Пропитка латуни заготовок на основе губчатого железа. М 341 Материалы I-ой Международной научно-практической конференции «Современные технологии в

- машиностроения и литейном производстве» (Чебоксары 22-24 октября 2015 г.): под ред. д.т.н., проф. И. Е. Илларионова. – Чебоксары: Чуваш. гос. ун-та, 2015. -416 с., с. 326-331.
8. Шалунов Е.П., Матросов А.Л. Наноккомпозиты: гранулированные композиционные материалы с механически синтезированными упрочняющими наночастицами // Нанотехнологии - производству-2006: Тез. докл. конф., Фрязино, 29-30 ноября 2006г. - М.: «Янус-К», 2006. - с.113-114.
  9. Шалунов Е.П., Матросов А.Л., Казаков Д.В. Влияние степени выдержки при горячем прессовании прутков из дисперсно-упроченного композиционного материала Cu-Al-C-O на их структуру и свойства//Материаловедение и металлургия Тр. Нижегородс. Гос. Техн. ун-та. – т. 57. – Нижний Новгород: НГТУ, 2006, с. 163-169.
  10. Дьячкова Л.Н., Витязь П.А., Воронцовская Л.Я. Псевдосплавы сталь-медный сплава антифрикционного назначения // Новые материалы и технологии: порошковая металлургия, композиционные материалы, защитные покрытия, сварка. Материалы докладов 10-й международной науч.-техн. конф. Минск, 12-14 сентября 2012 г., Минск, 2012 – с.52-54.
  11. Звонарев Е.В. Инфильтрованные материалы и их применение / Е.В. Звонарев, Л.Н. Дьячкова, В.М. Шенкина, Г.А. Миронович // Порошковая металлургия. Минск, 2004, № 27, с. 95-99.
  12. Dyachkova L.N. Effect of Steel Skeleton composition on the triboengineering properties of steel copper pseudo alloys produced by infiltration / L.N. Dyachkova, L.F. Kerzentseva, P.A. Vityaz //Jornal of Friction and wear. 2010, Vol 31, №4, - p. 270-275.

**Ноздрин И.В., Шагиев Э.Р., Баротов Ф.Б., Гизатулин Р.А.**

**Термодинамические особенности карботермического восстановления оксида вольфрама(VI) в плазменном потоке азота**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
(Россия, Новокузнецк)*

doi: 10.18411/sr-10-04-2021-35

**Аннотация**

Выполнен анализ термодинамических расчетов восстановления оксида вольфрама (VI) метаном в плазменном потоке азота. Установлена возможность 100 %-го восстановления  $WO_3$  до конденсированного вольфрама в диапазоне температур 1600 – 4800 К при стехиометрическом соотношении компонентов. При снижении температуры от 1600 К до 950 К наиболее термодинамически вероятной становится реакция образования карбида WC.

**Ключевые слова:** низкотемпературная плазма, термодинамический анализ, оксид вольфрама, вольфрам, карбид вольфрама, «константный» метод.

Термодинамические исследования восстановления различных соединений вольфрама в литературе описаны достаточно подробно. Однако большинство результатов применимо к условиям традиционных процессов порошковой металлургии. Термодинамическое моделирование взаимодействий в экстремальных процессах, например, для условий струйных плазменных реакторов весьма немногочисленны и разрознены. В большинстве случаев полученные данные описывают восстановление хлоридов и оксидов вольфрама водородом в аргоновой и водородной плазмах [1-6]. В работе [7] проведены результаты термодинамической оценки взаимодействия оксида вольфрама с конверсированным газом в интервале температур 400 – 5000 К в водородной плазме, свидетельствующая о возможности получения как металлического вольфрама, так и его карбидных фаз. Однако для азотной плазмы таких исследований практически не проводилось.

В связи с этим целью настоящей работы является проведение термодинамических расчетов карботермического восстановления  $WO_3$  метаном, как основной составляющей природного газа, в потоке азотной плазмы для

прогнозирования оптимальных параметров получения вольфрама и его карбидов (соотношения компонентов и температуры), определения равновесных показателей процесса (степени превращения сырья в металл, составов газообразных и конденсированных продуктов), оценки вклада в процессы образования вольфрамсодержащих продуктов газофазных реакций, обеспечивающих в условиях плазмометаллургических технологий эффективную переработку дисперсного сырья. Результаты расчетов позволяют, с определенной степенью вероятности, прогнозировать составы продуктов синтеза и способы управления их составами.

Плазменные струйные процессы получения тугоплавких металлов и их соединений как объекты термодинамического моделирования по сравнению с традиционными имеют ряд характерных особенностей: быстротечность процессов взаимодействия, что позволяет ряду исследователей ставить под сомнение возможность достижения термодинамического равновесия; возможность достижения высокого выхода продуктов только в условиях, обеспечивающих газофазный характер реакций образования. Целесообразность выполнения термодинамических расчетов равновесных составов металлообразующих систем при различных параметрах синтеза обусловлена недостаточностью информации для описания с необходимой точностью и достоверностью кинетики и механизма процессов образования металлов и их соединений. С учетом отмеченных особенностей результаты термодинамического моделирования процессов образования тугоплавких металлов и их соединений следует рассматривать с одной стороны, как прогнозные, требующие экспериментального подтверждения, а с другой – как технологические ориентиры и показатели совершенства реакторов и уровня организации в них процессов тепло- и массообмена [4,7 - 8].

Объектом термодинамического моделирования являлась система W–O–C–H–N. Учитывалась возможность образования следующих компонентов: (газообразные) O, C, H, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CN, HCN, CO, CO<sub>2</sub>, W, WO, WO<sub>2</sub>, WO<sub>3</sub>, WC, W<sub>2</sub>C, WN, W<sub>2</sub>N. При этом учитывалась возможность образования в конденсированном состоянии следующих фаз: W, WO<sub>2</sub>, WO<sub>3</sub>, W<sub>2</sub>C, WC, W<sub>2</sub>N, WN. Соотношения компонентов приведены в таблице 1.

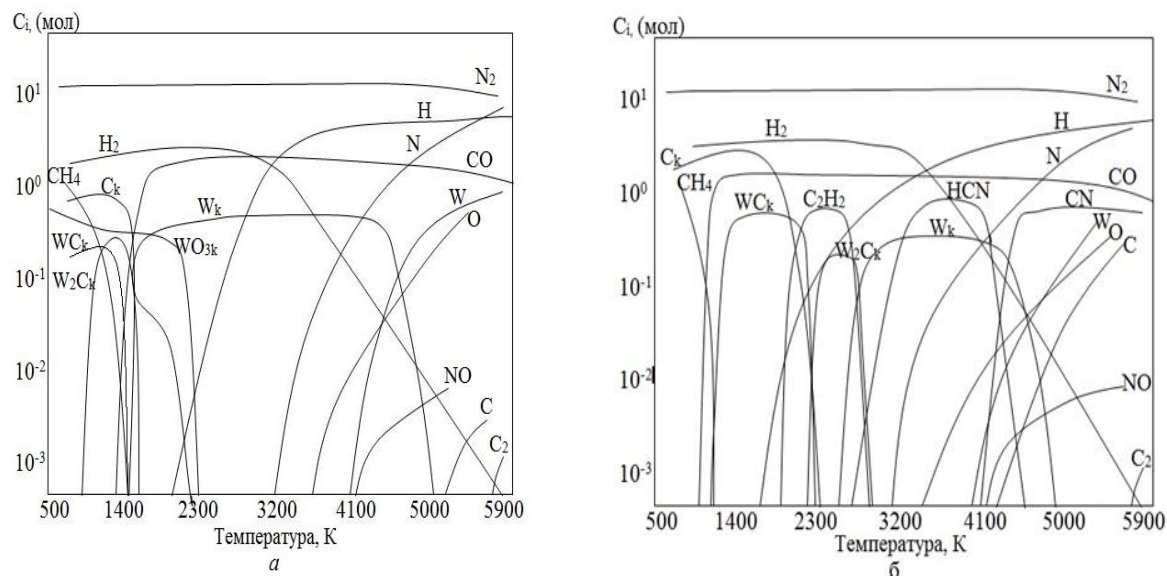
Таблица 1.

Соотношение исходных компонентов, г-ат.

Реакция	W : O : C : H : N
$WO_3 + 3CH_4 = W + 3CO + 6H_2$	0,5 : 1,5 : 1,5 : 6 : 22
$WO_3 + 4CH_4 = WC + 3CO + 8H_2$	0,5 : 1,5 : 2 : 8 : 22

Необходимые для анализа составы газообразных и конденсированных продуктов рассчитывались «константным методом». Расчеты выполнялись с использованием разработанной в ИХТТИМ СО РАН программы компьютерного моделирования высокотемпературных сложных химических равновесий «PLASMA» с вложенной базой данных термодинамических свойств индивидуальных веществ в области температур 500 – 5900 К при общем давлении в системе 0,1 Мпа. Программа основана на «константном» методе [8 - 9], предполагающем совместное решение уравнений закона действующих масс, материального баланса, постоянства суммарного числа молей газовой смеси и закона Дальтона. Недостающие данные рассчитывались по приближенным методикам [10-11].

Результаты расчета равновесных составов системы W–O–C–H–N представлены на рисунках 1(а,б).



а) равновесный состав системы W-O-C-H-N при соотношении  
 $W : O : C : H : N = 0,5 : 1,5 : 1,5 : 6 : 22$ ;

б) равновесный состав системы W-O-C-H-N при соотношении  
 $W : O : C : H : N = 0,5 : 1,5 : 2 : 8 : 22$ .

Рисунок 1. Результаты термодинамических расчетов системы W-O-C-H-N

Установлено, что в условиях термодинамического равновесия при рассматриваемых условиях возможно существование только трех продуктов восстановления оксида вольфрама(VI) – W, W<sub>2</sub>C и WC. Образование вольфрама и его карбидов W<sub>2</sub>C и WC наблюдается уже при соотношении реагентов равным стехиометрическому для получения вольфрама (рисунок 1а) и обусловлено возможностью конденсации вольфрама при температуре ниже 4800 К и образования карбидов W<sub>2</sub>C и WC ниже 1600 °К за счет протекания следующих реакций:



Однако выход монокарбида вольфрама в этих условиях не превышает 48,0 мол %.

Выход монокарбида вольфрама в диапазоне температур 1600 – 950 °К близок к 100%. Учитывая, что температура конденсации вольфрама выше температурной области существования карбидных фаз можно предположить, что в реальном процессе плазмохимического синтеза возможность образования карбидов вольфрама будет связана с кинетикой науглероживания конденсированных частиц вольфрама твердым углеродом термодинамически допустимой области температур. Поскольку время преобразования реагентов в плазмохимическом реакторе считается – 0,02с, то наиболее реальным представляется образование вольфрам-углеродной смеси со стехиометрическим для получения монокарбида соотношением компонентов 93,8 мас % W и 6,2, мол % C.

Увеличение количества восстановителя до стехиометрически необходимого для получения монокарбида приводит к расширению температурной области существовавших карбидных фаз (рисунок 1б): карбид W<sub>2</sub>C образуется при температуре 2600 – 2150 °К, а карбид WC – при температуре 2150 – 950 °К. В качестве карбидизатора в этом случае выступает ацетилен:



Однако в интервале температур 2150 – 950 °К конденсированных продуктах восстановления наряду с монокарбидом присутствует свободный углерод, образующийся при разложении ацетилена при температуре ниже 2150 К:



В связи с этим в равновесных условиях монокарбид вольфрама может быть получен лишь в смеси со свободным углеродом. Можно также, по-видимому, ожидать вследствие малого времени карбидизации образования дефектных по углероду фаз  $\beta - \text{WC}_{1-x}$  ( $0 \leq x \leq 0,4$ ).

Таким образом для экспериментального исследования процесса плазменного восстановительного синтеза оксида вольфрама можно рекомендовать соотношение исходных компонентов равным стехиометрическому, обеспечивающему достаточно большую температурную область существования вольфрама и его карбидов.

\*\*\*

1. E. Lassner. Tungsten Properties, Chemistry, Technology of the Element, Alloys, and Chemical Compounds / E. Lassner and W.D. Schubert // Kluwer Academic, Plenum Publishers, New York – 2009.
2. Ильин А.П. Получение нанопорошков вольфрама методом электрического взрыва проводников / А.П. Ильин [и др.]. // Известия Томского политехнического университета, 2004. - № 4. – С. 68-70.
3. Лыков А.М. Термодинамический анализ процессов получения карбидов из хлоридов металлов/ А.М.Лыков, А.Л.Сурис, С.Н. Шорин. – В кн.: II Всесоюзный симпозиум по плазмохимии: Тез. докл. Рига: Зи-натне, 1985, т.2, с.182-185.
4. Сурис А.Л. Термодинамика высокотемпературных процессов: справочник /А.Л. Сурис. – М.: Металлургия, 1985. – 568 с.
5. Shapoval V.L. Thermodynamics basis of electrochemical synthesis of tung-sten, molybdenum and boron carbides / V.L. Shapoval, Kh.B. Kushkhov, I.A. Navoselova // Inst. Obshchej i Neorganicheskoj Khimi, Ukraine – 2004.
6. Bikhan G. Zur gleichzeitigen Bildung von Blausaure und Acetylen im Stickstoffplasmastrahl / G. Bikhan, H.J. Spangenberg // Chem. Technik. – 1975. –№12. – P. 736-738.
7. Цветков Ю.В. Низкотемпературная плазма в процессах восстановления / Ю.В. Цветков, С.А. Панфилов – М.: Наука, 1980 – 240 с.
8. Ватолин Н.А. Термодинамическое моделирование в высокотемпературных неорганических системах /Н.А. Ватолин, Г.К. Моисеев, Б.Г. Трусов. – М.: Металлургия, 1994. – 352 с.
9. Синярев Г.Б. Применение ЭВМ для термодинамических расчетов металлургических процессов / Г.Б. Синярев, Н.А. Ватолин, Б.Г. Трусов, Г.К. Моисеев. – М.: Наука, 1982. –264 с.
10. Владимиров Л.П. Термодинамические расчеты равновесия металлургических реакций/ Л.П. Владимиров.– М.: Металлургия, 1970.– 528 с.
11. Киреев В.А. Методы практических расчетов в термодинамике химических реакций./ В.А. Киреев. – М.: Химия, 1970. – 519 с.





Научное издание

**Наука России: Цели и задачи**

Сборник научных трудов по материалам  
XXVI международной научно-практической конференции  
10 апреля 2021 г.

Подписано в печать 18.04.2021. Тираж 400 экз.  
Формат.60x84 1/16. Объем уч.-изд. л.4,37  
Бумага офсетная. Печать оперативная.  
Отпечатано в типографии НИЦ «Л-Журнал»  
Главный редактор: Иванов Владислав Вячеславович