

**Ежемесячный  
научный журнал  
№62 / 2020  
1 часть**

**Редакционный совет**

<b>Ответственный редактор – д.ю.н. Чукмаев А.И.</b>
<b>Секретарь конференции – к.ф.н. Варкумова Е.Е.</b>
<b>Редакционная коллегия</b>
Сорновская Н.А.
<b>Кажемаев А.В.</b>
<b>Каверин В.В.</b>
<b>Каримов П.Б.</b>
<b>Свистун А.А.</b>
<b>Селиктарова К.Н.</b>
<b>Артафонов В.Б.</b>
<b>Самиров А.И.</b>
<b>Семипалов С.А.</b>
<b>Новицкая О.С.</b>

**Ответственный редактор**

Чукмаев Александр Иванович

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

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

Адрес редакции: 620144, г. Екатеринбург, улица Народной Воли, 2, оф. 44

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

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

Учредитель и издатель Общество с ограниченной ответственностью  
"Евразийское Научное Содружество"

Тираж 1000 экз.

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

### Редакционный совет

<b>Ответственный редактор – д.ю.н.Чукмаев А.И.</b>
<b>Секретарь конференции – к.ф.н. Варкумова Е.Е.</b>
<b>Редакционная коллегия</b>
Сорновская Н.А.
<b>Кажемаев А.В.</b>
<b>Каверин В.В.</b>
<b>Каримов П.Б.</b>
<b>Свистун А.А.</b>
<b>Селиктарова К.Н.</b>
<b>Артафонов В.Б.</b>
<b>Самиров А.И.</b>
<b>Семипалов С.А.</b>
<b>Новицкая О.С.</b>

Художник: Венерская Виктория Александровна

Верстка: Коржев Арсений Петрович

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

### Международные индексы:



# СОДЕРЖАНИЕ

## ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Калов Р.О., Бекаров Г.А.*  
ТЕРРИТОРИИ С НЕУСТОЙЧИВОЙ  
ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬЮ В СТРУКТУРЕ ЭКОЛОГО-  
ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗОН .....4

## НАУКИ О ЗЕМЛЕ

*Попова У.Е., Молчанова Л.И.*  
РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ ЕЛИ ДО И ПОСЛЕ  
ПРОВЕДЕНИЯ РУБОК ПЕРЕФОРМИРОВАНИЯ. ....10

## СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

<i>Ельчинова О.А., Абдыкадыр кызы Кыял, Маушев Е.Д., Чичинова Г.В.</i> ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ПИОНА УКЛОНЯЮЩЕГОСЯ В УСЛОВИЯХ КУЛЬТУРЫ В НИЗКОГОРНОЙ ЗОНЕ ГОРНОГО АЛТАЯ .....14	<i>Третьякова О.Л., Засемчук И.В., Овчинников Д.Д.</i> СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЕКЦИОННО- ПЛЕМЕННОЙ РАБОТОЙ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ .....17
---	---

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Железняков В.А., Александров А.П., Куликов А.С.</i> УСИЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТОВ МЕТОДОМ ТОРКРЕТИРОВАНИЯ .....21	<i>Матиенко Л.В., Татарникова С.Р.</i> КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....35
<i>Железняков В.А., Александров А.П., Куликов А.С.</i> СТЫКОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ АРМАТУРЫ В МОНОЛИТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ .....25	<i>Серватинский В.В., Холодов С.П., Холодов В.С.</i> ВЛИЯНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И КОНСТРУКТИВНЫХ ФАКТОРОВ НА ОПТИМАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ УШИРЕНИЯ БУРОНАБИВНЫХ СВАЙ .....37
<i>Овчинцев А.М., Акимова С.С., Степанов А.А.</i> ОЦЕНКА ГРАНИЧНЫХ ИНТЕРВАЛОВ КОЛЬЦЕВЫХ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ НА УДС ГОРОДА ВОЛГОГРАДА .....28	<i>Шерстобитова Л.В., Пономарев А.Я.</i> ОЦЕНКА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ МУКОМОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ .....39

## ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Сахтеров В.И.</i> ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЗИСТИВНО-НАГРУЖЕННЫХ АНТЕНН ГЕОРАДАРА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФОРМЫ ДИПОЛЯ.....42	<i>Юров В.М., Гученко С.А., Салькеева А.К., Кусенова А.С.</i> К ВОПРОСУ ОБ ОБРАТНОМ ЭФФЕКТЕ ХОЛЛА-ПЕТЧА .....48
<i>Urusova B. I., Bolatchieva M. S.-X.</i> CALCULATING THE VALUES OF THE DIPOLE MOMENTS OF ELECTRONIC TRANSITIONS .....45	

# ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 332.362

## ТЕРРИТОРИИ С НЕУСТОЙЧИВОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬЮ В СТРУКТУРЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗОН

**Калов Ризуан Османович**

*доктор географических наук, профессор кафедры «Экономика»  
ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет  
им. В.М. Кокова  
г. Нальчик*

**Бекаров Гумар Аламахадович**

*кандидат экономических наук, доцент  
ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им.  
В.М. Кокова  
г. Нальчик*

## TERRITORIES WITH UNSTABLE FUNCTIONALITY IN THE STRUCTURE OF ECOLOGICAL-ECONOMIC ZONES

**Kalov Rizuan Osmanovich**

*Doctor of Geographical Sciences, Professor of the Department of Economics,  
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education,  
Kabardino-Balkarian State Agrarian University them. V.M. Kokova  
Nalchik*

**Bekarov Gumar Alamakhadovich**

*Ph.D. in Economics, Associate Professor of the  
Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokova  
Nalchik*

[DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2020.1.62.339](https://doi.org/10.31618/nas.2413-5291.2020.1.62.339)

### АННОТАЦИЯ

Разрабатывая проекты конструкций экономических каркасов горных долин Кабардино-Балкарии, авторы столкнулись с ситуацией, когда ряд важных функциональных фрагментов ландшафтов, с возрастающей частотой стали подвергаться различным видам опасных природных явлений. При этом большинство земельных угодий теряет прикладное значение, впоследствии восстанавливая функциональность в процессе естественной динамики или при компенсаторном вмешательстве человека. В обычное же время, нарушаемые стихией участки вполне исправно выполняют возложенные на них функции. В отдельных случаях, последствия внешнего воздействия стихийных бедствий исключают дальнейшее хозяйственное использование элементов ландшафтов.

Учитывая явно выраженную тенденцию глобального изменения климата, воздействие аномальных природных процессов на горные ландшафты, вероятно, будет продолжаться. В этой ситуации возникает дилемма, к какой категории земель следует относить участки с крайне высокой изменчивостью природных свойств.

Актуальность предложенной темы заключается в том, что в горах функциональные свойства земель нередко меняются в силу природных стихийных внешних воздействий. Поэтому при текущем проектировании адаптивных экономических каркасов применительно к горным долинам, часто возникает проблема определения места земель с неустойчивой функцией в конструкциях каркасов.

Целью работы является обоснование возможности функционального использования периодически накрываемых природной стихией горнодолинных угодий, целесообразности включения их в конструкцию экономических каркасов в качестве природных ресурсов с прикладным значением. Для достижения обозначенной цели решались следующие задачи:

- формулирование понятия «территория критического природопользования» (ТКП) и осмысление возможного ее места в проектах конструкций экономических каркасов горных долин;
- составление информационного блока исходных материалов о распространении, параметрах и частоте прохождения опасных природных явлений применительно к важным ареалам традиционного природопользования;
- ранжирование фрагментов территорий критического природопользования по частоте, досягаемости стихией различных их участков, чтобы выделить фрагменты ландшафта, которые практически всегда сохраняют функциональность.

**Методология.** В соответствии с намеченной целью и поставленными задачами, авторы опирались на следующие методы исследования:

- с помощью картографического метода рассмотрены очаги воздействия крупных опасных природных процессов на функциональные ландшафты и проанализированы парагенетические их связи со смежными фрагментами геосистем;

- маршрутный метод позволил проследить индикационные связи между нарушенными геокомплексами и антропогенным на них давлением в промежутке между Черком – Балкарским и Черком – Безенгийским;

- на базе прогнозного метода рекомендовано принятие управленческого решения о целесообразности смены функций целого ряда прикладных фрагментов ландшафтов;

- на основе экспериментального метода подтверждено достижение критического уровня нарушений в целом ряде мест, блокирующих сохранение прежних функций ландшафтов.

Настоящая публикация основывается на теоретических и эмпирических исследованиях российских и зарубежных ученых: Исаченко А.Г., Мамай И.И., Кочурова Б.И., Родоман Б.Б., Беручашвили Н.Л., дополненных спецификацией рассматриваемой территории.

#### ANNOTATION

While developing projects for the structures of the economic frameworks of the mountain valleys of Kabardino-Balkaria, the authors faced a situation when a number of important functional fragments of landscapes, with increasing frequency, began to be exposed to various types of dangerous natural phenomena. At the same time, most land plots lose their applied value, subsequently restoring functionality in the process of natural dynamics or with compensatory human intervention. In normal times, areas disturbed by the elements quite regularly perform the functions assigned to them. In some cases, the consequences of the external impact of natural disasters exclude further economic use of landscape elements.

Given the clearly pronounced trend of global climate change, the impact of anomalous natural processes on mountain landscapes is likely to continue. In this situation, a dilemma arises as to which category of land should be classified as sites with extremely high variability of natural properties.

The relevance of the proposed topic lies in the fact that the functional properties of lands in the mountains often change due to natural spontaneous external influences. Therefore, in the current design of adaptive economic frameworks in relation to mountain valleys, the problem often arises of determining the place of lands with an unstable function in framework structures.

The aim of the work is to substantiate the possibility of the functional use of mountainous lands periodically covered by the natural elements, the expediency of including them in the design of economic frameworks as natural resources with applied value. To achieve this goal, the following tasks were solved:

- formulation of the concept of "territory of critical nature management" (TKP) and understanding of its possible place in the projects of constructions of economic frames of mountain valleys;

- compilation of an information block of source materials on the distribution, parameters and frequency of occurrence of hazardous natural phenomena in relation to important areas of traditional nature management;

- ranking of fragments of territories of critical nature management in terms of frequency, reach by the elements of their various sections, in order to highlight fragments of the landscape, which almost always retain functionality.

Methodology. In accordance with the intended goal and tasks, the authors relied on the following research methods:

- using the cartographic method, the centers of the impact of large hazardous natural processes on functional landscapes are considered and their paragenetic connections with adjacent fragments of geosystems are analyzed;

- the route method made it possible to trace the indicative connections between disturbed geo-complexes and anthropogenic pressure on them in the interval between Cherek - Balkarsky and Cherek - Bezengiysky;

- based on the predictive method, it is recommended to make a management decision on the advisability of changing the functions of a number of applied landscape fragments;

- on the basis of an experimental method, the achievement of a critical level of disturbances in a number of places was confirmed, blocking the preservation of the former functions of landscapes.

This publication is based on theoretical and empirical studies of Russian and foreign scientists: Isachenko A.G., Mamay I.I., Kochurova B.I., Rodoman B.B., Beruchashvili N.L., supplemented by the specification of the territory under consideration.

**Ключевые слова:** опасные природные явления; территории критического природопользования; ландшафтно-динамическая ситуация; корректировка функции ландшафтов.

**Keywords:** dangerous natural phenomena; areas of critical nature management; landscape-dynamic situation; adjusting the function of landscapes.

**Результаты.** Функционально значимые фрагменты горных долин КБР подвержены выраженному росту внешнего воздействия широкого спектра опасных природных явлений (ОПЯ), нередко – разрушительных [1]. Участвовавшее «вторжение» природных стихий в пределы функционально обремененных участков нередко заканчивается прерыванием прикладного

значения территорий на определенный промежуток времени, некоторые элементы ландшафтов (фрагменты дорог, естественные кормовые угодья, рекреационные участки) изымаются из хозяйственного обращения безвозвратно [1].

Интенсификация внешнего воздействия разномасштабных природных стихий (селевые сходы, водная эрозия, обвалы, осыпи, снежные

лавины и др.), в целом ряде случаев, существенно осложнила сохранение старых функций. Следовательно, нынешние масштабы негативного влияния опасных природных процессов на функциональные земли таковы, что собственники и арендаторы угодий должны осознавать: автоматически пролонгировать прежние режимы землепользования не удастся. Глубокое изменение прикладных свойств отдельных фрагментов ландшафтов обуславливает необходимость компенсаторного вмешательства человека или коренной смены системы землепользования. Принятие управленческого решения по дальнейшему использованию горнодолинных ландшафтов зависит от размера нанесенных ранее ущербов и прогнозируемой частоты повторений стихийных бедствий [2].

Применительно к подобным территориям, считаем возможным применить авторский термин «территории критического природопользования» касательно ареалов влияния природных разрушительных стихий. В первом приближении, к ним можно отнести регулярно нарушаемые природными стихиями функциональные фрагменты ландшафтов, средняя продолжительность самовосстановления (или при компенсаторной поддержке человека) которых равен или больше периода устойчивого природопользования. Соотношение обозначенных временных рамок может варьировать в зависимости от особенностей использования природы и общественной значимости ландшафта, набор местных признаков землепользования можно отразить в республиканских подзаконных актах.

Одним из самых распространенных и разрушительных видов ОПЯ применительно к горам республики является сход селей. По частоте их проявления выделяется Баксанская долина, в первую очередь, субдолины притоков Адылсу и Адырсу. Так, грязекаменные сходы из-за прорыва озера Башкара, стали регулярными и причиной катастрофических селей в бассейне р.Адылсу в 1958, 1959, 1960 и 2017 гг. Каждый из них вызвал сложную цепь стадийных смен (сукцессий), имевших деструктивный, часто – длительный или необратимый характер.

Регулярно накрываются сходами селей рекреационные ландшафты в пределах альпинистских лагерей «Уллултау» и «Джайлык». Последний дважды вынужденно переносился после разрушения туристической инфраструктуры грязекаменными потоками. Каждое такое перемещение сопровождалось значительными финансовыми и материальными издержками предприятия.

С середины 70-х до середины 90-х годов прошлого века было задокументировано 7 особо крупных селевых сходов, вызванных ливневыми осадками. Неоднократно разрушался мост через р.Шхельда, затоплена часть построек альпинистского лагеря «Эльбрус». Была разрушена функционировавшая в ущелье Адылсу гидроэлектростанция, которая так и не была

восстановлена. Были случаи, когда для восстановления разрушенных объектов, потерпевшие хозяйствующие субъекты пользовались услугами банков, но стихия снова накрывала «ведомственные» ландшафты до расплаты с кредитным учреждением.

Для обозначения средней частоты схода крупных селей специалисты обычно используют термин «пятидесятилетний период» [3]. Практика последних десятилетий свидетельствует, о том что периодичность крупных сходов со склонов основных горных ущелий давно вышла за рамки «установленного норматива». Статистика зарождения разрушительных ОПЯ в очагах их формирования в последние годы не превышает 13–22 лет.

В сентябре 2017 года из-за прорыва оз.Башкара снесено 8 жилых объектов туристической базы «Джантуган», разрушены отдельные объекты в поселке Нейтрино, снесены 4 моста через р.Баксан. Стихия застала на маршруте 49 туристических групп, которых пришлось эвакуировать вертолетами. В ситуации постоянной угрозы находятся верхняя часть п. Эльбрус, УМЦ «Эльбрус», турбаза Кабардино-Балкарского государственного университета.

Возникает дилемма: либо каждый раз настойчиво восстанавливать разрушенную хозяйственную инфраструктуру, либо изъять из функционального использования и проекта конструкции экономического каркаса фрагменты ландшафтов, особо подверженных риску разрушения. Причем, вторичный гравитационный перенос твердого материала часто обуславливает практическую необратимость последствий для старых функций ландшафтов.

Кроме очевидных техногенных изменений теплового баланса, опасным природным явлениям предрасполагает специфика ландшафтно-динамической ситуации в горной зоне: высокая контрастность рельефа, широкое распространение карбонатных пород, устойчивый рост уровня антропогенного давления на склоны [4]. Локализация негативных тенденций осложнена длительным отсутствием систематических наблюдений за многофакторными очагами аккумуляции, зарождения и схода селей. Комплексной службы по прогнозированию ОПЯ в республике нет, ее роль периодически выполняют усеченные структурные подразделения, временно формируемые в сезон активизации селевых процессов.

«Настойчивое» продолжение использования территорий критического природопользования под различные функции чаще связано с крайне благоприятным их расположением и высокими прикладными свойствами этих земель во внестихийный период. Так, селитебные ландшафты, Тырныуза после катастрофического селя 2000 года продолжает выполнять эту функцию, даже после ликвидации градообразующего предприятия – экономического базиса населенного пункта [6].

Кроме астрономического экономического ущерба, нанесенного стихией, селевой поток объемом около 30 млн.м<sup>3</sup> грязекаменной массы накрыл населенный пункт мощностью до вторых этажей. Жителям был нанесен огромный социальный ущерб, связанный с людскими потерями, длительной моральной подавленностью населения города, серьезными нарушениями традиционного ритма общественной жизни.

Даже после социально-экономического потрясения, жители сохранили селитебные функции территории, что можно объяснить, в том числе, самым благоприятным расширением Баксанского ущелья на данном участке, транзитным по отношению к Приэльбрусью географическим положением самого высокогорного города России [7].

Восстановительные работы на Гирхожан-Су обнажили другую угрозу, исходящую из бассейна р.Камык-Су. В случае схода сели по Камык-Су, грязекаменная масса создаст пробку, которой негде будет разгрузиться: постселевые работы в пойме р.Баксан значительно ограничили емкость, предназначенную для отложения селевого материала.

Интенсификация опасных природных явлений, очевидно, связано и с ростом антропогенной нагрузки на нарушенные фрагменты ландшафтов со сниженной устойчивостью [8]. Не удалось обнаружить материалы экологических экспертиз к проекту строительства дороги от Актюпрака к поселку Былым, к экстремальной автомобильной дороге от с.Верхняя Балкария по террасе реки Чайнашки к перевалу Безенги и далее к ущелью р.Хазнидон. Указанные маршруты имеют преимущественно широтное направление вдоль крайне неустойчивого правого склона Главного Кавказского хребта.

Интенсивная рубка делового леса в Черекском ущелье за последние 30 лет спровоцировала выраженное нарушение экологической устойчивости [9]. На данном промысле сформировался теневой, экономически рентабельный бизнес, который вызвал интенсивные оползневые и карстовые процессы. Информация получила подтверждение в процессе полевых исследований в междуречье Черек Балкарский – Черек Безенгийский. Факт сведения лесной растительности позволяет спрогнозировать неизбежные последствия в виде нарушения почвы, влагооборота, теплового баланса, гравитационной устойчивости. Методически за отправную точку анализа последствий природных стихийных явлений приняты лесохозяйственное, пастбищное, рекреационное, горнодобывающее, энергетическое виды природопользования.

Предварительное нанесение на карту четвертичных отложений задокументированных гравитационных крупных сходов горных массивов и древних погребенных оползней позволило проследить динамику селевых процессов за последние десятилетия. Выявлено, что оползневые

явления интенсифицировались в верховьях практически всех горных ущелий республики – Чегемского, Баксанского, Черекского [7]. Однако, предварительная проработка очевидного факта в среде заинтересованных министерств и ведомств свидетельствует о неготовности властей различного уровня принять консолидированное распределение ответственности за обеспечение устойчивого и безопасного хозяйственного использования горных ландшафтов.

Между тем, назрела ситуация, когда для функциональных элементов горных ландшафтов, регулярно подвергающихся различным видам ОПЯ, необходимо разработать адаптированный к естественно – физиологическим свойствам территорий специальный правовой режим землепользования, так как отсутствие нормативной базы является лимитирующим фактором совершенствования системы землепользования в горных долинах [8].

Разработка нормативной базы сопряжена с проведением инвентаризации и нового межевания функционально используемых горных территорий с точки зрения присвоения им статуса территорий критического природопользования в соответствии с дифференциацией риска. Необходимо ранжировать функциональные элементы нарушаемых ландшафтов на группы по признаку среднестатистического уровня подверженности риску для обоснования режима их использования в условиях повышенной изменчивости. По мере изменения периодичности и масштабности ОПЯ, необходимо проводить актуализацию предыдущих оценок земель применительно к целевому их назначению.

Безусловно, корректировка функций угодий затронет земельные интересы пользователей (собственников, арендаторов), что обуславливает необходимость формирования в первоочередном порядке адекватной специфике горных долин нормативной базы. Она должна стать основой республиканской земельной политики в горной зоне Кабардино-Балкарии.

Республика должна взять на себя дополнительные контрольные функции по использованию земель. Данный тезис оправдан наличием в обществе социального напряжения по поводу прав собственности на землю. Институт частной собственности на сельскохозяйственные угодья в республике себя не оправдал. Представляется целесообразным поменять акценты в сфере землепользования: земля должна представлять интерес в большей степени как объект хозяйствования, а не как объект собственности. Следовательно, применительно к Кабардино-Балкарии, будет оправдано ограничение прав частного собственника в пользу арендатора земли. Смещение акцента в управлении землепользованием будет способствовать и некоторому усовершенствованию механизма оценки земельной ренты.

Для реализации идеи, авторами систематизированы и переданы республиканской

парламентской фракции «Партия Зеленых» документы по мониторингу основных ареалов функционального использования горнодолинных склонов, подверженных систематическим природным стихиям, материалы аэровизуальных и инструментальных наблюдений. В обращении к парламенту излагается обоснование целесообразности инициирования принятия следующих проектов документов:

- положение «о территориях критического природопользования» и механизме присвоения данного статуса горным территориям, подверженным частым воздействиям внешних опасных природных процессов;

- законодательной инициативы о государственном регулировании природопользования на территориях критического природопользования;

- положение об экспертном Совете по закреплению за территориями критического природопользования адаптивного режима функционального использования земель.

Положение о территориях критического природопользования в горных долинах должен был бы включить в свою юрисдикцию республиканский государственный реестр.

Однако, последний, с усеченными полномочиями не в состоянии эффективно управлять всем сложным комплексом вопросов землепользования. Функционировавший в 90-х годах Госкомитет по земельным ресурсам после нескольких этапов реорганизаций трансформировался в Росреестр. Но при этом были утрачены большинство полномочий: одни функции в земельной сфере перешли в разные министерства, другие – исчезли вообще.

В зависимости от частоты и масштаба опасных процессов, которым подвергаются горные территории прикладного значения, их, в первом приближении, можно сгруппировать на:

- участки с особым риском проявления опасных природных явлений;

- территории с умеренным риском проявления опасных природных процессов;

- участки с неопределенным, но возможным риском проявления опасных природных явлений.

Предлагаемая группировка по существу станет новой инвентаризацией горнодолинных земель, уточнением кадастровых их оценок, новым межеванием функциональных угодий.

Игнорирование хозяйствующими субъектами рекомендованной системы землепользования должно грозить последним отказом в компенсации понесенных ими убытков и не может рассчитывать на защиту своих имущественных интересов (в случае наступления страхового события).

#### **Заключение**

Функционально обремененные горные территории, которые характеризуются умеренным или маловероятным риском воздействия опасных природных явлений должны быть важными элементами проектов экономического каркаса горных долин (при создании комплекса

предупредительных естественных и технических механизмов защиты).

Горные ландшафты, имеющие прикладное значение, но при этом особо часто подвергаемые мощному воздействию опасных природных явлений, необходимо зонировать по характеру «затухания» волн негативного воздействия. При этом чрезвычайно важно установить максимальные радиусы влияния гравитационных сходов.

Ареалы, каждый раз охватываемые критическим воздействием стихии, должны быть изъяты из хозяйственного оборота. Более отдаленным от эпицентра зарождения опасных процессов участкам с минимальной вероятностью досягаемости стихией можно присвоить статус буферных зон применительно к смежным угодьям устойчивой функциональности.

В целях минимизации угроз природному и социальному окружению выраженных эпицентров зарождения опасных природных явлений, экспертному Совету необходимо вынести адекватное нешаблонное решение о характере дальнейшего пребывания этих участков в системе землепользования.

Статус территории критического природопользования должен закрепляться на основании законодательного акта с введением специального режима природопользования. В случае, если не удастся провести обозначенные проекты через региональный законодательный орган (в связи с крайней сложностью процедуры изменения категории земель), может быть предусмотрена и административная процедура признания территории критической. В этом случае нужно менять только разрешенный вид использования земли, что существенно проще, чем скорректировать категорию угодий. Тогда статус территории критического значения может присваиваться в порядке административной процедуры на уровне муниципалитета.

Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ.

Грант № 19-010-00882.

#### **Библиографический список**

1. Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. – М.: Высшая школа. – 1991. – 263с.
2. Мамай И.И. Динамика и функционирование ландшафтов. – М.: МГУ. – 2005. – 196с.
3. Беручашвили Н.Л. Методы комплексных физико-географических исследований. – М.: МГУ. – 1997. – 196с.
4. Кочуров Б.И. Экодиагностика и сбалансированное развитие. – Смоленск.: Маджента. – 2003. – 234с.
5. Родоман Б.Б. Территориальные ареалы и сети. Очерки теоретической географии. – Смоленск.: Ойкумена. – 2003. – 217с.
6. Сейнова И.Б., Золотарев Е.А. Ледники и сели Приэльбрусья (Эволюция оледенения и

селевой активности). М., – Научный мир. – 2001. – 273с.

7. Гуня А.Н. и др. Динамика и трендовые изменения высокогорных ландшафтов в горно-рекреационных районах Северного Кавказа // Вопросы географии. 2014. – № 137. – С. 521–542.

8. Авессаломова И.А., Петрушина М.Н., Хорошев А.В. Горные ландшафты: структура и динамика. – М.: Изд-во Московского ун-та. – 2002. – 156с.

9. Петрушина М.Н. Пространственно-временные изменения ландшафтов бассейна р.Баксан // Вестник Моск. ун-та. Сер. География. – 1987. – № 5. – С. 100–117.

10. Калов Р.О., Тогузаев Т.Х., Бекаров Г.А. Эколого-экономическая зона как сбалансированная природно-хозяйственная конструкция с заданными свойствами. / М.: АСВ. – 138с.

#### References

1. Isachenko A.G. Landscape studies and physical-geographical zoning. - М.: Higher school. - 1991. - 263p.

2. Mamay I.I. Dynamics and functioning of landscapes. - М.: Moscow State University. - 2005. - 196p.

3. Beruchashvili N.L. Comprehensive physical and geographical research methods. - М.: Moscow State University. - 1997. - 196p.

4. Kochurov B.I. Eco-diagnostics and balanced development. - Smolensk.: Magenta. - 2003. - 234p.

5. Rodoman B.B. Territorial areas and networks. Essays on theoretical geography. - Smolensk.: Oikumena. - 2003. - 217p.

6. Seinova I.B., Zolotarev E.A. Glaciers and mudflows in the Elbrus region (Evolution of glaciation and mudflow activity). М., - Scientific world. - 2001. - 273p.

7. Gunya A.N. et al. Dynamics and trend changes of high-mountain landscapes in mountain-recreational areas of the North Caucasus // Questions of geography. 2014. - No. 137. - P. 521–542.

8. Absalomova I.A., Petrushina M.N., Horoshev A.V. Mountain landscapes: structure and dynamics. - М.: Publishing house of Moscow University. - 2002. - 156p.

9. Petrushina M.N. Spatio-temporal changes in the landscapes of the Baksan river basin // Vestnik Mosk. un-that. Ser. Geography. - 1987. - No. 5. - P. 100-117.

10. Kalov R.O., Toguzayev T.Kh., Bekarov G.A. Ecological and economic zone as a balanced natural and economic structure with desired properties. / М.: ASV. - 138p.

# НАУКИ О ЗЕМЛЕ

## РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ ЕЛИ ДО И ПОСЛЕ ПРОВЕДЕНИЯ РУБОК ПЕРЕФОРМИРОВАНИЯ.

**Попова Ульяна Евгеньевна**

*Аспирант 35.06.02 Лесное хозяйство*

*«Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация»*

*Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова*

*Г.Архангельск*

**Молчанова Лариса Ивановна**

*Аспирант 35.06.02 Лесное хозяйство*

*«Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация»*

*Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова*

*Г.Архангельск*

## RADIAL GROWTH OF SPIRIT BEFORE AND AFTER REFORMING CUTTING.

**Popova Ulyana Evgenievna**

*Postgraduate student 35.06.02 Forestry*

*"Forestry, forestry, forest management and forest inventory"*

*Northern (Arctic) Federal University. M.V. Lomonosov*

*Arkhangelsk*

**Molchanova Larisa Ivanovna**

*Postgraduate student 35.06.02 Forestry*

*"Forestry, forestry, forest management and forest inventory"*

*Northern (Arctic) Federal University. M.V. Lomonosov*

*Arkhangelsk*

### АННОТАЦИЯ

В комплексе лесоводственных мероприятий наиболее эффективный способ преобразования лесных ландшафтов – рубки различного назначения и интенсивности, среди которых ведущая роль принадлежит рубкам ухода и формирования [1]. Основная их цель заключается в регулировании породного состава, формировании древостоев с лучшими эстетическими, санитарно-гигиеническими, защитными и рекреационными свойствами [2]. Эти рубки усиливают горизонтальную расчлененность, улучшают архитектурно-ландшафтную характеристику древостоя, создают объемность в структуре ландшафта. Планируются в первую очередь в молодняках, которые наиболее пригодны для формирования желаемого состава, но не исключены в древостоях старших возрастов [3].

### ANNOTATION

In the complex of silvicultural activities, the most effective way to transform forest landscapes is felling of various purposes and intensity, among which the leading role belongs to thinning and shaping [1]. Their main goal is to regulate the species composition, the formation of stands with the best aesthetic, sanitary, hygienic, protective and recreational properties [2]. These cuttings enhance horizontal dissection, improve the architectural and landscape characteristics of the stand, and create volume in the landscape structure. They are planned primarily in young stands that are most suitable for the formation of the desired composition, but are not excluded in older stands [3].

**Ключевые слова:** Радиальный прирост, ель, рубки переформирования

**Keywords:** Radial growth, spruce, reshaping felling

**Цель:** По результатам изменения радиального прироста ели, проследить влияние рубок переформирования на рост древостоя после первого и второго приёмов рубок, проведенных в 1973 и в 2002 годах соответственно.

**Материалы и методы:** Проведен анализ пробных площадей после проведения рубок переформирования в 1973 и 2002 году.

**Результаты:** Экспериментальные материалы были получены на пробных площадях, заложенных на участках, пройденных рубками переформирования различной давности.

Сбор экспериментального материала проводился в 2019 году на 3 пробных площадях,

заложенных по стандартам (ОСТ 56-69-83) в кв. 184 выделе 6 в Усть-Двинском участковом лесничестве на территории Архангельской области. Стандарт предусматривает закладку прямоугольных и близких к ним по форме пробных площадей, ограниченных визирами [4]. Тип леса – ельник черничный.

На всех временных пробных площадях проводили сплошной пересчет деревьев по двухсантиметровым ступеням толщины с разделением на жизнеспособные и сухие деревья.

В работе эффективность рубок переформирования рассматривалась с помощью изучения радиального прироста древесины ели.

Радиальным приростом является увеличение толщины дерева по радиусу. В данном случае исследование проводилось благодаря взятию образцов (кernов) у деревьев ели. Образцы брались возрастными свёрлами в основном шведского или финского производства (возрастной бур) на высоте от поверхности земли равной 1,3 м перпендикулярно продольной оси ствола.

У kernов измеряли ширину годовичного кольца за период с 1956 по 2019 г. с помощью измерителя kernов «Согит Мах» (разрешение 0,01 мм). Для анализа учитывали 10 лет до и после года проведения рубок (1973 г. и 2002 г.).

Статистические результаты сравнения приростов до и после проведения рубки в 1973 г. даны в таблице 1.

Таблица 1

**Статистические результаты сравнения приростов (мм) до и после проведения рубки в 1973 г.**

Участок	Средний прирост за период с 1958 по 1972 гг.	Средний прирост за период с 1974 по 1988 гг.	Фактический критерий Стьюдента	Табличный критерий Стьюдента
ПП-2	0,18±0,01	0,36±0,03	2,69	2,1
ПП-4	0,14±0,01	0,33±0,03	2,14	2,1
ПП-5	0,17±0,01	0,36±0,02	2,61	2,1

Результаты сравнения показали, что доказано увеличение среднего радиального прироста более чем в 2 раза после проведения рубок переформирования в 1973 г. на ПП2, ПП4, ПП5.

Статистические результаты сравнения приростов до и после проведения рубки в 2002 г. даны в таблице 2.

Таблица 2

**Статистические результаты сравнения приростов (мм) до и после проведения рубки в 2002 г.**

Участок	Средний прирост за период с 1991 по 2001 гг.	Средний прирост за период с 2003 по 2013 гг.	Фактический критерий Стьюдента	Табличный критерий Стьюдента
ПП - 2	0,41±0,02	0,73±0,04	2,54	2,1
ПП-4	0,36±0,02	0,74±0,05	2,19	2,1
ПП-5	0,38±0,02	0,70±0,04	2,66	2,1

Результаты сравнения показали, что доказано увеличение среднего прироста после проведения рубок переформирования в 2002 г. на пробных площадях, но увеличение прироста было незначительно несколько меньше, чем в 1973 году. После рубки 1973 г. прирост увеличился в 2-2,4 раза, после рубки в 2002 г. - в 1,5-2 раза.

По таблицам 1 и 2 видно, что фактический критерий Стьюдента больше, чем табличный, что говорит о положительном влиянии рубок переформирования на продуктивность древостоя.

Увеличение радиального прироста древостоя после первого и второго приёмов рубок переформирования связано с тем, что под полог стало попадать больше света, появилось больше пространства для лучшего роста и развития древостоя. По данным Н.В. Буровой и П.А.Феклистова (2007) доля выборки деревьев в пасажах составила 18% (по плану лесхоза – 45%), кроме того, прорубка волоков давала опушечный эффект и осветление [5].

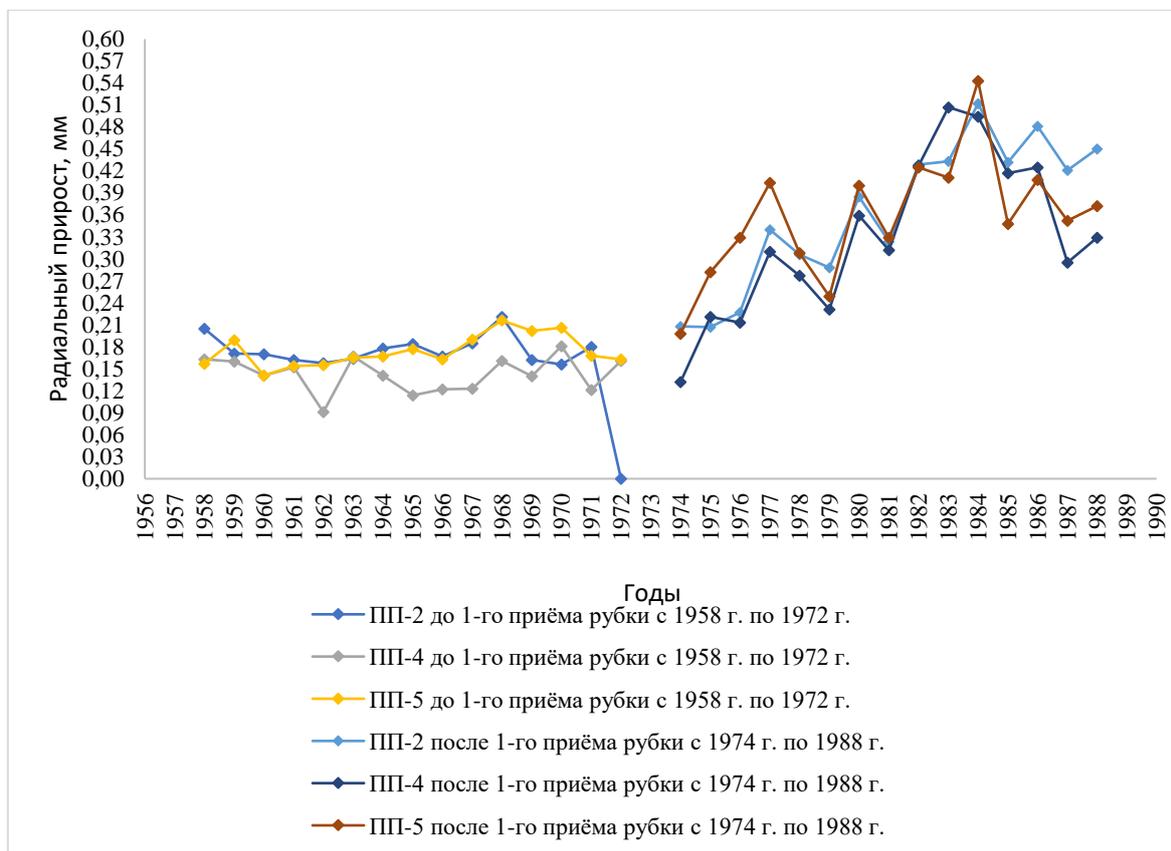


Рисунок 1- Радиальный прирост ели до и после проведения рубки в 1973г.

По графику на рисунке 1 видно, что после проведения первого приёма рубки в 1973 году, радиальный прирост увеличился по сравнению с данными до рубки. До проведения рубки максимальный радиальный прирост наблюдался по всем пробным площадям в 1968 году, и составлял

0,22 мм. После проведения рубки увеличение прироста продолжалось до 1984 года, когда максимальным радиальный прирост был в у и ПП5 составил 0,54 мм. Затем происходит незначительный спад прироста (в 1985 году до 0,42 мм) и далее радиальный прирост стабилизируется.

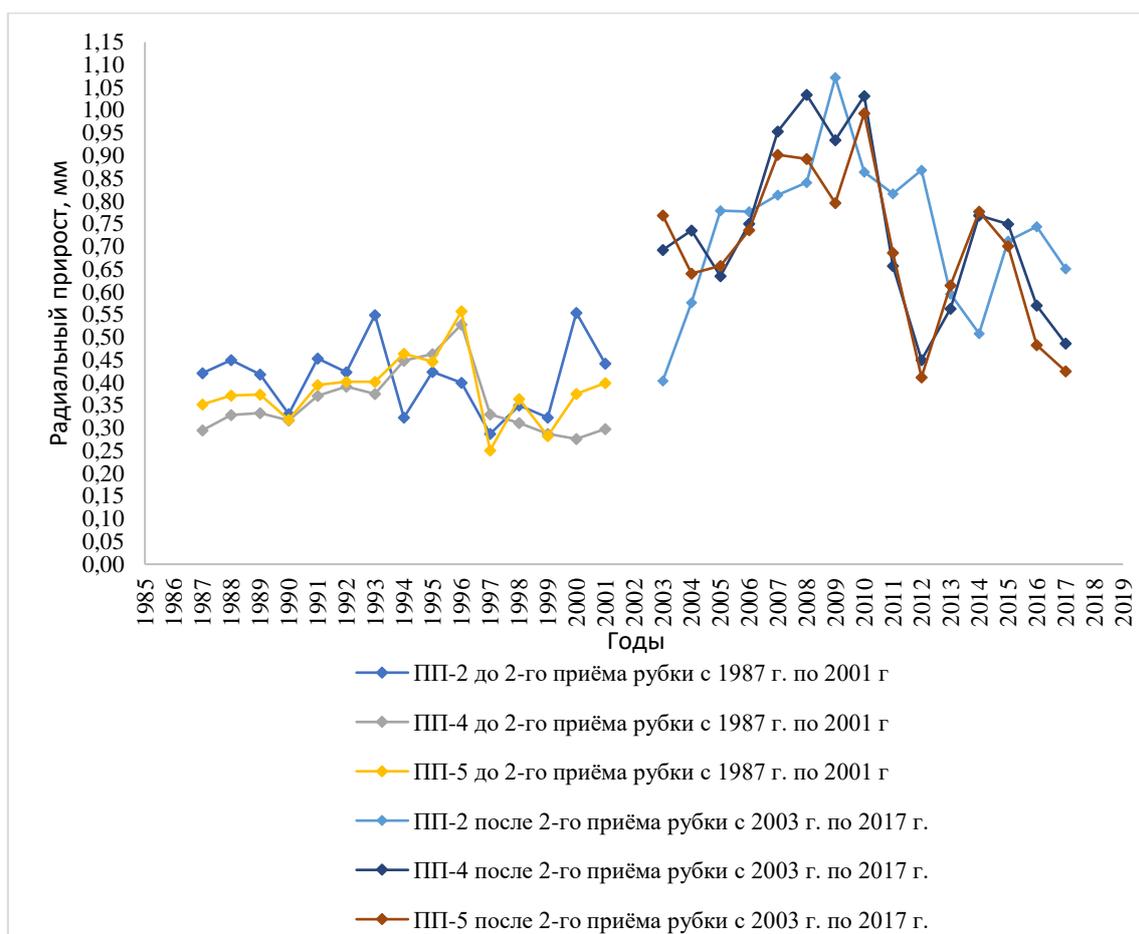


Рисунок 2- Радиальный прирост ели(мм) до и после проведения рубки в 2002г.

По графику на рисунке 2 также видна положительная динамика радиального прироста после проведения второго приёма рубок в 2002 году в сравнении с теми данными, что были до проведения рубок. Видно, что после проведения второго приёма рубки, радиальный прирост также увеличился по сравнению с приростом до рубки. До проведения рубки максимальный радиальный прирост наблюдался по всем пробным площадям в 1996 году, и составлял 0,55 мм. После проведения рубки увеличение прироста продолжалось до 2009 года, максимальный радиальный прирост можно наблюдать у ПП2 который составил 1,05 мм, затем происходит спад и далее прирост вновь стабилизируется.

Таким образом, можно отметить, что проведение рубок переформирования обеспечивает положительный лесоводственный эффект на оставшийся древостой, который выражается в увеличении радиального прироста, как в 1973 г, так и в 2002 год.

В результате проведения рубок переформирования в смешанных елово-березовых древостоях можно сделать следующие выводы: проведение двух приемов рубки переформирования приводит к увеличению радиального прироста ели.

Работа выполнена под руководством кандидатов сельскохозяйственных наук, доцентов А.С. Ильинцева и И.В. Цветкова.

#### Литература :

- 1.Дружинин- Н.А. Лесоводство: Методические указания / Н.А. Дружинин, Ф.Н. Дружинин, Л.В. Зарубина. - Вологда - Молочное: ИЦ ВГМХА, 2019. - 58с.
- 2.Никонов М.В. Лесоводство: учеб. пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2010.- 224 с.
- 3.Ковязин В.Ф. Основы лесного хозяйства и таксации леса: учеб. пособие.- 2-е изд./ В.Ф. Ковязин, А.Н. Мартынов, Е.С. Мельников, А.С. Аникин, В.Н. Минаев, Н.В. Беляева.- СПб.: Издательство «Лань», 2010.- 384 с.
- 4.Гусев И.И. Полевой справочник таксатора для таежных лесов Европейского севера/ И.И. Гусев, В.И. Калинин, О.А. Неволин, Н.М. Нефёдов, Н.А. Шишкин. Вологда: Северо-западное книжное издательство, 1971. – 196 с.
- 5.Бурова- Н.В. Антропогенная трансформация пригородных лесов: монография / Н.В. Бурова, П.А. Феклистов. - Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2007. - 264 с.

# СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

## ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ПИОНА УКЛОНЯЮЩЕГОСЯ В УСЛОВИЯХ КУЛЬТУРЫ В НИЗКОГОРНОЙ ЗОНЕ ГОРНОГО АЛТАЯ

**Ельчинова Ольга Анатольевна**  
доцент, д.с.-х.н.

Горно-Алтайский государственный университет,  
г. Горно-Алтайск

**Абдыкадыр кызы Кыял**

инженер-лаборант

Горно-Алтайский государственный университет,  
г. Горно-Алтайск

**Маушев Ержан Досжанович**

магистрант

Горно-Алтайский государственный университет,  
г. Горно-Алтайск

**Чичинова Гульфаруз Валерьевна**

аспирант

Горно-Алтайский государственный университет,  
г. Горно-Алтайск

## FEATURES OF GROWTH AND DEVELOPMENT OF PAEONIA ANOMALA UNDER CULTURE IN THE LOW MOUNTAIN ZONE OF GORNY ALTAI

**Elchininova Olga Anatolevna**

Associate professor, doctor of agricultural sciences

Gorno-Altaysk State University

Gorno-Altaysk city

**Abdykadyr kyzy Kyual**

Laboratory-engineer

Gorno-Altaysk State University

Gorno-Altaysk city

**Maushev Yerzhan Doszhanovich**

undergraduate

Gorno-Altaysk State University,

Gorno-Altaysk

**Chichinova Gulfaruz Valerievna**

graduate student

Gorno-Altai State University,

Gorno-Altaysk

DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2020.1.62.341

### АННОТАЦИЯ

Цель исследований – выявление особенностей роста и развития пиона уклоняющегося (*P. anomala* L.) в условиях культуры в низкогорной зоне Горного Алтая. Установлено, что в 2018 и 2019 гг. растения пиона уклоняющегося прошли все фазы развития и сформировали полновесные семена. Согласно шкале интродукционной устойчивости, разработанной Н.В. Трулевич (1973), пион уклоняющийся по большинству показателей занимает промежуточное положение между III и IV группами – соответственно устойчивые и высокоустойчивые растения.

### ABSTRACT

The purpose of the study is to identify the study of the growth and development of the paeonia anomala (*P. anomala* L.) under culture conditions in the low-mountainous zone of Gorno-Altai. It was found that in 2018 and 2019. *Paeonia anomala* plants under culture conditions have gone through all phenological phases and formed full-fledged seeds. According to the scale of introduction resistance, developed by N.V. Trulevich (1973), the evading peony in most indicators occupies an intermediate position between groups III and IV, respectively, resistant and highly resistant plants.

**Ключевые слова:** пион уклоняющийся, фенологические фазы.

**Keywords:** *paeonia anomala*, phenological phases.

Пион уклоняющийся – ценное лекарственное и декоративное растение. Он относится к числу редких и исчезающих видов. С 1975 г. занесен в

Красную книгу СССР, позднее – в Красную книгу России, в региональную Красную книгу «Редкие и исчезающие растения Сибири» и Красные книги

многих регионов. Это растение является эндемиком горных территорий. Основными лимитирующими факторами для сохранения данного вида в регионах Западной Сибири считаются: использование в декоративных и лекарственных целях, сенокосение, выжигание сухой травы на естественных сенокосах и пастбищах, вырубка лесов, дигрессия природных растительных сообществ при выпасе сельскохозяйственных животных [8]. Восстановление растения после выкопки корней происходит через 20-40 лет. Резкое сокращение его запасов в естественных местообитаниях в результате заготовок привело к необходимости возделывания в культуре. Цель исследований – выявление особенностей роста и развития пиона уклоняющегося (*P. anomala* L.) в условиях культуры в низкогорной зоне Горного Алтая.

Исследования проводили на территории Горно-Алтайского филиала Института водных и

экологических проблем СО РАН, расположенного в низкогорной зоне Горного Алтая (320 м над ур. моря) в 2018-2019 гг. Возраст растений 18 и 19 лет. По возрасту исследуемые растения, по данным Е.Л. Нухимовского [6], относятся к молодому генеративному состоянию (до 30 лет). По другим данным [5], продолжительность молодого генеративного состояния составляет 4-10 лет, что соответствует средневозрастному генеративному состоянию.

Пион уклоняющийся проходит следующие фенологические фазы: начало весеннего отрастания, активная вегетация, бутонизация, цветение, завязывание плодов, созревание плодов, окончание вегетации.

В таблице 1 приведены даты наступления фенологических фаз, а в таблице 2 – продолжительность межфазных периодов пиона уклоняющегося.

Таблица 1

#### Даты наступления фенологических фаз

Фаза	Дата наступления	
	2018 г.	2019 г.
Начало весеннего отрастания	15.04	28.03
Начало активной вегетации	18.04	15.04
Бутонизация	03.05	29.04
Цветение	27.05	19.05
Завязывание плодов	07.06	27.05
Созревание плодов	10.07	21.07
Окончание вегетации	19.09	10.09

За весеннее отрастание принимают период выхода ростков на поверхность почвы, т.к. травянистые пионы являются геофитами, т.к. почки возобновления зимуют ниже поверхности почвы [4,5]. По результатам наблюдений, начало весеннего отрастания в 2018 г. отмечалось 15.04, в

2019 г. – 28.03, что связано с ранним наступлением весны и сходом снежного покрова. Даты начала весеннего отрастания в разных регионах отмечаются примерно в одно время: в Башкортостане – 18-19.04 [7], в Новосибирской области – обычно во II декаде апреля (18-20.04) [5].

Таблица 2

#### Продолжительность межфазных периодов, дней

Межфазный период	Продолжительность	
	2018	2019
Начало весеннего отрастания – активная вегетация	4	19
Начало активной вегетации – бутонизация	15	14
Бутонизация – цветение	23	20
Цветение – завязывание плодов	11	8
Завязывание плодов – созревание плодов	33	55
Созревание плодов – окончание вегетации	71	51
Вегетационный период	157	167

Под активной вегетацией понимают период после отрастания побегов, включающий развертывание листьев, рост побегов, полное облиствление до момента появления первых изменивших окраску листьев.

Если в 2018 г. фаза активной вегетации началась практически сразу после весеннего отрастания, то в 2019 г. – через 19 дней после начала отрастания побегов, что обусловлено сложившимися метеоусловиями в этот период. Отмечалось даже установление временного

снежного покрова. Отрицательные температуры отмечались с 16.04.19 по 23.04.19.

Бутонизация связана с переходом зачатков генеративных органов от относительного покоя к их росту и развитию. Начало бутонизации отмечалось в конце апреля (29.04.19), на 4 дня раньше, чем в 2018 г. При этом продолжительность межфазного периода начало активной вегетации – бутонизация практически не различалась по годам, 14 и 15 дней соответственно. В условиях Башкортостана – начало бутонизации отмечалось

10-12.05 [7], Новосибирской области –18.04 - 15.05 [5].

Срок цветения пиона довольно растянут; продолжительность его зависит от погодных условий и составляет от 5-6 до 12 дней, а в отдельные наиболее благоприятные годы увеличивается до 15-18 дней. В годы с сухой жаркой погодой или ливневыми дождями пионы цветут меньше [3].

Длительность цветения вычисляли от начала цветения (у 5-10% растений зацветают единичные цветки) до полной потери увядания цветков (отцветают 75-80% растений). Начало цветения отмечалось 19.05.2019 г., на 8 дней раньше, чем в 2018 г. Окончание цветения – 04.06.2019 г. Продолжительность фазы составила 15 дней.

Началом плодоношения считается опадение венчика и набухание завязи, а началом созревания – время, когда семена начинают отделяться в массовом количестве от материнской особи (обсеменение). В 2019 г. завязывание плодов началось 27.05. Период завязывание плодов – созревание плодов длился 55 дней, что продолжительнее на 22 дня, чем в 2018 г. По данным О.В. Кузнецовой [5] созревание плодов происходит неодновременно, начиная с III декады июня, и длится до I-II декады августа. Осыпание семян из листовок происходит быстро, в течение 2-4 дней после раскрытия, однако листовки остаются на кустах в течение всего сезона.

Когда растение закончило плодоношение, и семена осыпались, оно начинает постепенно подсыхать. Засыхание растений происходит не сразу, а постепенно и может начаться еще тогда, когда не все семена осыпались. В условиях низкогорной зоны окончание вегетации отмечалось 10.09.2019 г, хотя дата первого заморозка отмечалось 01.10.2019 г. В условиях Новосибирской области крайние даты окончания вегетации были зафиксированы в III декаде июля - I декаде сентября [5].

В условиях низкогорной зоны Горного Алтая длительность вегетации, варьировала от 157 до 167 дней. По феноритмотипу пион уклоняющийся относится к весенне-летне-осенне-зеленым растениям, вегетирует с весны до первых осенних заморозков [1].

Одновременно велись наблюдения за ростом растений. Линейный рост побегов продолжается 25-27 дней до образования верхушечного цветка. За это время побеги пиона уклоняющегося вырастают за сутки на 0,3-4,0 см [2]. После перехода к цветению рост растений в высоту прекращается.

В 2018 году было установлено, что наиболее интенсивный рост растений в высоту отмечался в межфазный период активной вегетации – бутонизация, среднесуточный прирост составил 2,6 см в сутки, в то время, как в период от начала весеннего отрастания до активной вегетации среднесуточный прирост составил 1,6 см в сутки. В 2019 году до фазы цветения темпы роста растения были немного ниже, чем в 2018 году. В фазу

созревания плодов средняя высота растений составила 90,0 см в 2018 г. и 95,8 см в 2019 г.

Таким образом, в 2018 и 2019 гг. растения пиона уклоняющегося в условиях культуры прошли все фазы роста и развития и сформировали полновесные семена. Масса 1000 семян варьировала от 111,6±4,0 до 121±3,0 г, что выше, чем у растений, произрастающих в местах естественного обитания, где этот показатель варьировал от 63,8±4,6 до 105,1±2,7 г в зависимости от типа листовки (3,4,5-членная). Согласно шкале интродукционной устойчивости, которая является интегральным показателем биологической приспособленности растений к новым условиям существования, разработанной Н.В. Трулевич (1973) [9], пион уклоняющийся по большинству показателей занимает промежуточное положение между III и IV группами – соответственно устойчивые и высокоустойчивые растения: проходят полный цикл развития побегов; жизненное состояние высокое; по продуктивности, размерам эти растения соответствуют природным или превышают их; жизненная форма сохраняется.

#### Список литературы

1. Борисова И. В. Сезонная динамика растительного сообщества // Полевая геоботаника. 1972. Т. 4. С. 5-94.
2. Верещагина И. В. Дикорастущие пионы Алтая / И.В. Верещагина. – Барнаул: Изд-во Алт. гос. ун-та, 2003. – 229 с.
3. Дрягина И.В. Пионы / И. В. Дрягина, Н. Я. Грибова. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 222 с.
4. Карпионова Р. А. Методика фенологических наблюдений за травянистыми многолетниками в Отделе флоры ГБС АН СССР // Методика фенологических наблюдений в Ботанических садах СССР. – М., 1979. – С. 47-52.
5. Кузнецова О. В. Фенологическое развитие местных и инорайонных видов рода *Paeonia L.* при интродукции // Научные основы охраны и рационального использования растительного покрова Волжского бассейна : тр. XIII съезда
6. Нухимовский Е. Л. Основы биоморфологии семенных растений: в 2 Т. 1: Теория организации биоморф. М.: Изд-во Недр, 1997. – 630 с.
7. Реут А. А. Пионы. Биология и размножение. / А. А. Реут, Л. Н. Миронова. – Saarbrücken: LAMBERAcad. Publ., 2012. – 190 с.
8. Свириденко Б.Ф. Состояние популяций пиона уклоняющегося *Paeonia anomala (Paeoniaceae)* на северной границе распространения в Западной Сибири // Б.Ф. Свириденко, А.Н. Ефремов, З.А. Самойленко. – Вестник Томского государственного университета. – 2010. № 3 (11) – С. 38-46.
9. Трулевич Н.В. Онтогенез интродуцируемых растений // Ритм роста и развития интродуцентов: тезисы докладов Всесоюзного совещания – М., 1973. С. 164-165.

**СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЕКЦИОННО-ПЛЕМЕННОЙ РАБОТОЙ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ****Третьякова Ольга Леонидовна***доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор  
Донской Государственный Аграрный Университет  
п. Персиановский***Засемчук Инна Владимировна***доцент, кандидат сельскохозяйственных наук  
Донской Государственный Аграрный Университет  
п. Персиановский***Овчинников Дмитрий Дмитриевич***магистрант  
Донской Государственный Аграрный Университет  
п. Персиановский***MANAGEMENT SYSTEM OF BREEDING AND BREEDING WORK IN LIVESTOCK****Olga Tretyakova***Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Professor  
Don State Agrarian University,  
p. Persianovskiy***Inna Zasemcuk***Associate Professor, Candidate of Agricultural Sciences  
Don State Agrarian University,  
p. Persianovskiy***Dmitry Ovchinnikov***undergraduate  
Don State Agrarian University,  
p. Persianovskiy***АННОТАЦИЯ**

В статье рассматривается актуальный вопрос развития информационных и консультационных услуг для животноводческой отрасли. Ключевую роль играет информационная и консультационная служба. С его помощью можно сконцентрировать всю информацию о племенном животноводстве в одном информационном поле, использовать современные информационные технологии в племенном процессе и значительно повысить эффективность племенного разведения. Система состоит из отдельных блоков, с помощью которых определяются основные селекционные и генетические характеристики популяций племенных хозяйств и решаются конкретные задачи, связанные с селекцией. Все эти блоки отражены в статье и подробно раскрывают суть каждого элемента.

**ABSTRACT**

The article discusses the topical issue of the development of information and consulting services for the livestock industry. The information and consulting service plays a key role. With its help, it is possible to concentrate all information about livestock breeding in one information field, use modern information technologies in the breeding process and significantly increase the efficiency of breeding. The system consists of separate blocks, with the help of which the main breeding and genetic characteristics of the populations of breeding farms are determined and specific problems related to breeding are solved. All these blocks are reflected in the article and reveal in detail the essence of each element.

**Ключевые слова:** система, управление, служба, племенная работа, селекция, программа, СИФ, блок, эффективность.

**Keywords:** system, management, service, breeding, selection, program, CIF, block, efficiency.

Агропромышленный комплекс Ростовской области позволяет полностью обеспечить потребности населения в продовольствии. В области производится достаточное количество отдельных видов овощей и молочных продуктов. Динамично развивается производство мяса: птицы - компаний «Оптифуд», ООО «Евродон-Юг»; свинины - компании «Русская свинина», «Развильное»; говядины - ООО «Рафаэль» [2].

В целях защиты нашей собственной продовольственной безопасности особое значение имеет развитие информационных и

консультационных услуг для животноводческой отрасли. Следует отметить, что поток информации постоянно увеличивается, особенно в случае селекции информации, связанной с улучшением популяций, увеличением количества и качества производимой продукции, а также технологических процессов производства [4, 10].

Современное оборудование и устройства, используемые для контроля роста и развития животных, их физиологического состояния и качества производимой продукции, позволяют повысить точность оценки продуктивных качеств.

Автоматизированные системы (компьютерные программы) позволяют зоотехнический и племенной учет, сбор, первичную обработку, хранение и передачу информации. Все это

способствует использованию биометрических, математических, статистических и информатических методов при создании системы управления процессом отбора [6,9].

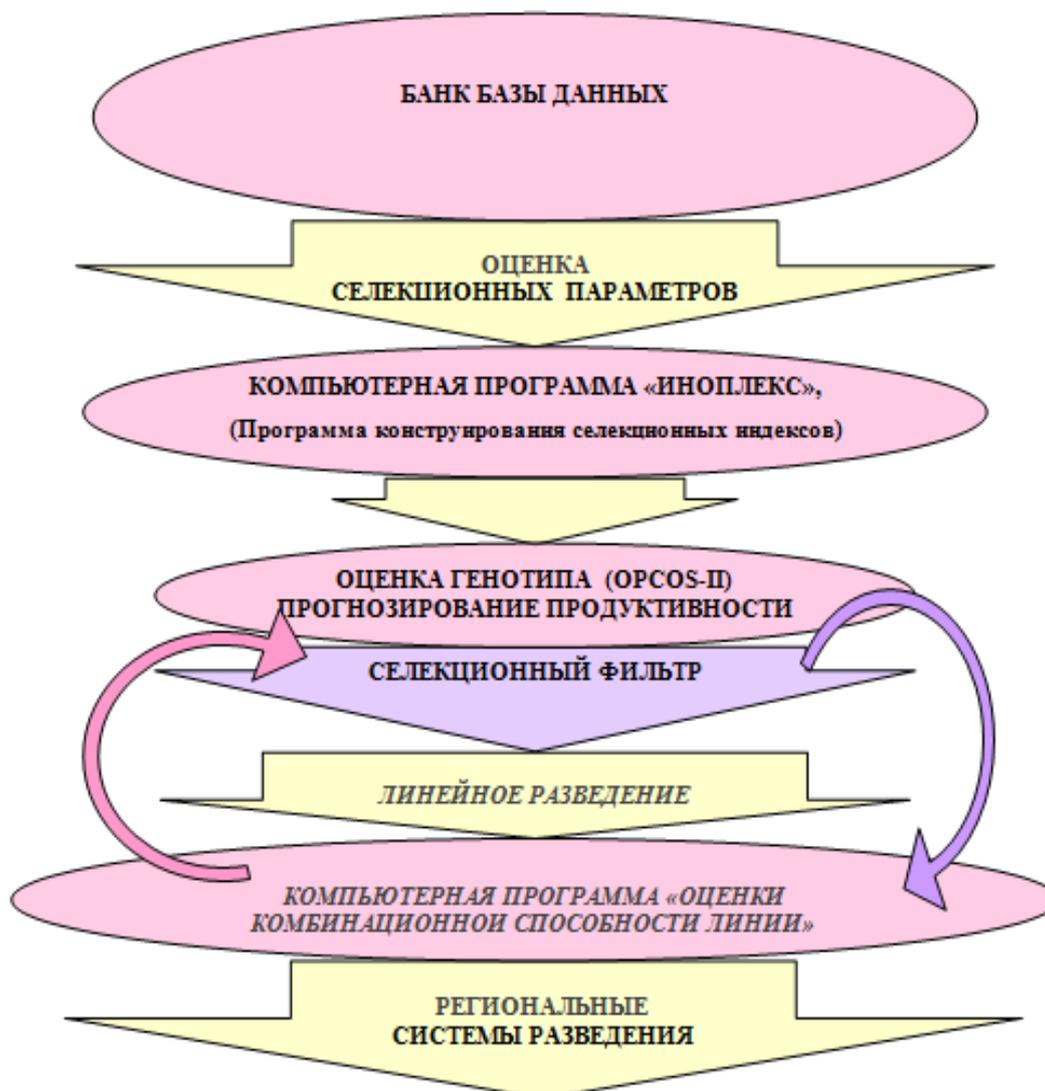


Рисунок 1. Система управления селекционным процессом в животноводстве

Сотрудники лаборатории теоретических основ селекции сельскохозяйственных животных Донского государственного аграрного университета в 2000 году приступили к созданию автоматизированной системы управления селекционным процессом в животноводстве (СИФ-селекционно-информационный фильтр) [7, 10]. СЕЛЕКЦИОННО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ ФИЛЬТР-представляет собой содержательный анализ популяций племенных хозяйств на основе имеющейся информации. Важность системы заключалась в объединении всех этапов работы с информацией, включая сбор, регистрацию, генетико-статистическую обработку, интерпретацию полученных результатов, их использование при корректировке процесса отбора, ее управление, оптимизация решений, разработка моделей прогнозирования. Задачей системы было повышение эффективности селекционного

процесса в племенных хозяйствах, координация их деятельности и разработка единой племенной программы в регионе. Работа велась в несколько этапов (рисунок 1).

Система СИФ основана на использовании стандартных программ M. Ofic и разработанных сотрудниками лаборатории теоретических основ селекции животных Донского ГАУ. Основой системы является банк баз данных о животных племенных хозяйств. В частности в свиноводстве используется программа «АСС».

Система состоит из отдельных блоков, с помощью которых определяются основные селекционные и генетические характеристики популяций хозяйств и решаются конкретные задачи селекционного отбора [7,8]

### **1. Блок определения основных селекционно-генетических показателей популяций - Информационный блок.**

Данный блок системы, извлекает из банка данных необходимую информацию. При обработке используется М. Excel, пакет «Анализ данных». Определялись среднестатистические показатели селекционных характеристик, среднее арифметическое, стандартное отклонение, коэффициенты вариации, ошибки выборки, достоверность средних значений. Определяются коэффициенты детерминации, уравнения множественной регрессии, гистограммы, ступенчатая регрессия, дисперсионный анализ и т.д.

Расчет средних данных для всей популяции, стада, линии, родственной группы, семьи, выборки или производственной группы животных, ранжирование животных по любому показателю. В зависимости от задач происходит группировка по классам, определение процента соответствующих частот, их накопление с накопительной суммой и распечатка гистограммы в зависимости от выбранного количества классов.

Характер пластичности популяции, ее динамика во времени определяется показателями асимметрии -  $A_s$  и эксцесса -  $E_x$  [10]. При проведении племенной селекции и разработке селекционных программ чрезвычайно важно определить коэффициенты корреляции между селекционными признаками. Другой элемент выбора - это степень, в которой одни характеристики определяются другими. Количественное выражение изменений характеристик рассчитывается с использованием уравнений регрессии.

### **2. Блок определения показателей наследуемости и повторяемости.**

Блок предусматривает вычисление коэффициентов наследуемости и повторяемости [8,10], по разработанным прикладным программам, основанным на различных алгоритмах определения показателя  $h$  и  $W_r$  (метод сдвигов, метод фактического наследования). Результаты определения величины коэффициента наследуемости позволяют выбрать методы селекции. При низкой величине коэффициента наследуемости любой отбор не результативен. В этом случае необходимо применять нетрадиционные методы селекции (косвенный отбор, оценку генотипа пробанда с привлечением всех имеющихся родственников и т.д.).

### **3. Блок определения селекционных границ отбора, средних значений признаков селекционной группы, прогноза продуктивности.**

Блок включает программу расчёта селекционных границ отбора в популяции при различной интенсивности отбора в 1,2,5,10, 15,20, 25, 30, 40, 50 %. Прогноз продуктивности определяется по значениям величины селекционного дифференциала и коэффициентов наследуемости.

### **4. Блок конструирования и оценки по селекционным индексам отбора.**

Блок позволяет в зависимости от исходной информации конструировать селекционные индексы для каждой конкретной популяции в программе «ИНОПЛЕКС», основанной на методе нормированных отклонений, методе линейных шкал. Индексы конструируются для оценки воспроизводительных качеств, продолжительности племенного использования, репродуктивной ценности, товарной массы гнезда в 6 мес., оценки откормочных качеств, оценки мясных качеств, комплексной оценки откормочных и мясных качеств. После завершения оценки всего стада в соответствии с индексами отбора, животные классифицируются в соответствии со значением индекса, и отбор для группы отбора производится в соответствии с установленными пределами отбора [9].

### **5. Блок ОРКОС-2 (компьютерная программа оптимизации комплексной оценки племенной ценности свиней).**

Блок основан на алгоритмах определения коэффициентов регрессии генотипа пробанда на соответствующие фенотипы для различных методов оценки (по предкам, боковому родству, потомству и их 52 комбинациям [8]. Выведены уравнения для оценки каждой комбинации отбора позволяющие повысить точность оценки племенной ценности пробанда. Всё это позволило разработать компьютерную программу ОРКОС- 2. Программа может быть использована для разного вида с.-х. животных и адаптирована для любого биологического объекта.

### **6. Блок оценки комбинационной способности линий, типов, пород животных при скрещивании и гибридизации (Пракс – 2).**

Блок основан на компьютерной программе оценки общей и специфической комбинационной способности (ОКС, СКС). Расчёт проводится в вариантах: прямые кроссы; обратные кроссы; прямые и обратные кроссы; прямые, обратные кроссы и родительские формы. Результаты можно получить для каждой линии в системе скрещивания или гибридизации по общей и специфической комбинационной способности, а так же по реципрокным эффектам. На основе построения дисперсионного анализа выдаётся информация по организованным факторам и "случайным" отклонениям. Блок предусматривает оценку и корректировку вариантов подбора при скрещивании групповых генотипов животных [5].

### **7. Блок "Ферма".**

Программа предусматривает автоматизацию определения основных технологических параметров работы свиноводческого предприятия при поточной и циклично-туровой системе опоросов [10]. Программа разрабатывает проектное задание, определяет единовременное поголовье свиней разных возрастных и половых групп, определяет ритм производства, определяет потребность в поголовье в машинных местах, рассчитывает потребность фермы в кормах, строит

циклограммы. Использование помещений определяет количество технологических групп на предприятии, размер поголовья в каждой технологической группе, производственную программу хозяйства на год, квартал, месяц, ритм и день производства.

Таким образом, система управления селекционно-племенной работой позволяет сконцентрировать всю племенную информацию о стаде в едином информационном поле, используя современные вычислительные технологии в племенном процессе и значительно повышая эффективность племенной селекции.

Эффективность применения системы заключается в следующем: сокращение времени подготовки и проведения селекционной оценки в результате ускорения сбора и обработки информации, повышение оперативности управления селекционным процессом; повышение точности и достоверности оценки племенной ценности животных на основе использования более сложных и эффективных алгоритмов увеличивающих объем используемых данных; автоматизация трудоемких процессов при определении основных генетико-статистических параметров популяций; расчет эффектов оценки комбинационной способности линий. Повышение оперативности в анализе оценки сочетаемости линий; усиление контроля за селекционным процессом, возможность его оптимизации.

#### Список литературы:

1. Демишкевич Г.М. Методические рекомендации по организации информационно-консультационных центров АПК и совершенствованию их деятельности. – М.: ФГУ РЦСК, 2008. – 4-51.
2. Колосов А.Ю. Автоматизированная система управления селекционным процессом в животноводстве /Ю.А. Колосов, В.Н. Приступа, О.Л. Третьякова //Вестник Донского государственного аграрного университета. 2014. №2 (12). - С. 37-45.
3. Колосов А.Ю. Перспективы использования информационных технологий для ускорения генетического прогресса в племенном животноводстве /А.Ю. Колосов, О.Л. Третьякова, Л.В. Гетманцева //Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2014. №3. С. 78-81.
4. Колосов Ю.А. Создание информационно-аналитической системы в Ростовской области /Ю.А. Колосов, О.Л. Третьякова //Сборник научных трудов Северо-Кавказского научно-исследовательского института животноводства. 2014. Т.2. №3. - С.104-110.
5. Михайлов Н.В. Применение прикладного программного обеспечения в селекции животных /Н.В. Михайлов, Э.В. Костылев, И.Ю. Свиначев, О.Л. Третьякова //Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. №85. - С.349-362.
6. Третьякова О.Л. Инновационные технологии в животноводстве /О.Л. Третьякова, А.Ю. Колосов, Г.И. Федин //Вестник аграрной науки Дона. 2013. №2 (22). - С. 87-94.
7. Третьякова О.Л. Развитие информационно-коммуникационных технологий в свиноводстве /О.Л. Третьякова, Л.В. Гетманцева //Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. 2014. Т.3. №7. – С. 589-593.

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

## УСИЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТОВ МЕТОДОМ ТОРКРЕТИРОВАНИЯ

**Железняков Владимир Александрович,**

*Магистрант кафедры железобетонных и каменных конструкций  
Донской государственной технической университет,  
Ростов-на-Дону, Россия*

**Александров Альберт Павлович,**

*Магистрант кафедры железобетонных и каменных конструкций  
Донской государственной технической университет,  
Ростов-на-Дону, Россия*

**Куликов Александр Сергеевич,**

*Магистрант кафедры железобетонных и каменных конструкций  
Донской государственной технической университет,  
Ростов-на-Дону, Россия*

## STRENGTHENING OF FOUNDATIONS BY TORCRETING

**Zheleznyakov Vladimir,**

*Master's student of the Department of Reinforced Concrete and Stone Structures  
Don State Technical University  
Rostov-on-Don, Russia,*

**Aleksandrov Albert,**

*Master's student of the Department of Reinforced Concrete and Stone Structures  
Don State Technical University  
Rostov-on-Don, Russia,*

**Kulikov Aleksander,**

*Master's student of the Department of Reinforced Concrete and Stone Structures  
Don State Technical University  
Rostov-on-Don, Russia*

## АННОТАЦИЯ

На примере здания Ростовского государственного драматического театра имени Максима Горького было рассмотрено применение торкретирования в качестве метода усиления конструкций фундаментов в объектах культурного наследия

## ABSTRACT

On the example of the building of the Rostov State Drama Theater named after Maxim Gorky, the use of shotcrete as a method of strengthening foundation structures in cultural heritage objects was considered

**Ключевые слова:** объект культурного наследия, торкретирование, усиление фундаментов, деформации, несущая способность.

**Key words:** cultural heritage object, gunning, strengthening of foundations, deformations, bearing capacity.

Сохранение объектов культурного наследия (ОКН) – является важной задачей строительства в нашей стране. В процессе длительной эксплуатации ОКН, без проведения капитальных плановых ремонтов, основные несущие конструкции зданий подвергаются повреждениям, деформациям и физическому износу, приводящему к снижению их несущей способности, жесткости и, как следствие, снижению их эксплуатационных качеств. Ростовская область относится к региону, где сосредоточено множество объектов, представляющих культурную ценность. В том числе и объекты культурного наследия федерального значения. Одним из самых знаменитых является здание Драматического театра им. Максима Горького на Театральной площади. Здание театра, на сегодняшний день, является градообразующим элементом Театральной площади и представляет собой

сложную объемно-пространственную композицию, в которой выделен центральный объем, фланкированный боковыми «крыльями», включающими выносные остекленные лестницы и застекленные галереи, высоко поднятые над землей на колоннах.

Боковые фасады разбиты террасами с двойной колоннадой, которая хорошо держит пространство.

Отсутствие капитальных плановых ремонтов (за период с послевоенного восстановления здания выполнялись только текущие ремонты и усиления аварийных конструкций на локальных участках); низкие физико-механические характеристики примененных материалов при строительстве и восстановлении здания [1] (в качестве заполнителя в железобетонных конструкциях применена галька, низкие прочностные характеристики бутовой кладки - как камня, так и растворной части кладки, в отдельных железобетонных конструкциях в

качестве арматуры применена чечевичная сталь); повышение уровня грунтовых вод, связанное с изменением гидрогеологических условий площадки застройки театра привели к значительному росту деформаций и повреждений железобетонных конструкций подземной части здания.

Здание театра представляет собой сложную объемно-пространственную конструктивную схему без должным образом организованных деформационных швов (за исключением террас и галерей), то есть уже при проектировании не были предусмотрены мероприятия против неравномерных осадок здания.

Фундаменты под колонны столбчатые, выполнены из бутовой кладки. Фундаменты под

несущие стены здания ленточные, выполнены из естественного бутового камня на сложном растворе. В стенах цокольного этажа выполненных из бутовой кладки, на участках стен по осям А2/4-8, С2/4-8 и С1-С2/8, отмечено разрушение растворной части кладки на глубину до 80 мм (рисунок 2). На участках интенсивного увлажнения стен в осях А2/4-8, Р/7-8 и Т-У/19 имеет место отсутствие растворной части кладки на глубину до 60 мм.

По месту сопряжения стен в осях С1/18 происходит вымывание частиц грунта подошвы основания, разрушение бутовой кладки фундамента [2-3]. Также отмечается низкая прочность растворной части бутовой кладки.



*Рисунок 1. Разрушение растворной части кладки в подвале*

Основным фактором, приведшим к разрушению растворной части кладки фундаментов, является повышение уровня грунтовых вод, связанное с изменением гидрогеологических условий площадки застройки театра и изменением физико-механических характеристик грунтов основания [4-5].

Для приведения подземной части здания в соответствие с действующими на сегодняшний день нормативными требованиями к зрелищным учреждениям культуры, имеющими статус памятника федерального значения, было принято решение выполнить усиление фундаментов методом торкретирования по специально разработанному проекту после проведения их дополнительного обследования в проблемных зонах.

Торкретирование – это нанесение слоя бетона на железобетонные конструкции под высоким давлением с целью заполнения трещин.

Ведение работ в стеснённых условиях, из подвала, определило выбор именно этого метода усиления локальных повреждений конструкций фундаментов.

При восстановлении здания в послевоенный период времени, практически все фундаменты, начиная с отметки выше уровня пола подвала на 20-50см, были усилены обоймой из монолитного железобетона. Вследствие воздействия влаги, замачивания стен, отсутствия естественной вентиляции наружный слой известкового вяжущего разрушен. Глубина разрушения структуры известкового вяжущего достигает 50-70мм. Для усиления этих фундаментов предусмотрена установка по периметру фундамента металлических сеток 8/8-100/100, выполненных из арматуры класса А400. В качестве опорных элементов при монтаже сеток используется анкера из арматуры диаметром 10 мм. Эти анкера устанавливаются с шагом 400х400мм (в шахматном порядке) с глубиной заделки в бутовую кладку 250-300мм. После установки анкеров необходимо заполнить образовавшиеся пустоты в кладке известково песчаным раствором. Это создаст плоскую поверхность внутренних стен. После набора раствором 50-70% прочности устанавливаются плоские сетки, которые привариваются к анкерам [6]. Торкретраствор

наносится с толщиной слоя 35 и более миллиметров.

Места торкретирования фундаментов по осям от А/2 до С/2 и от 1/1 и 22 представлены на рисунке 3. Схема монтажа анкеров и сеток - на рисунке 4.

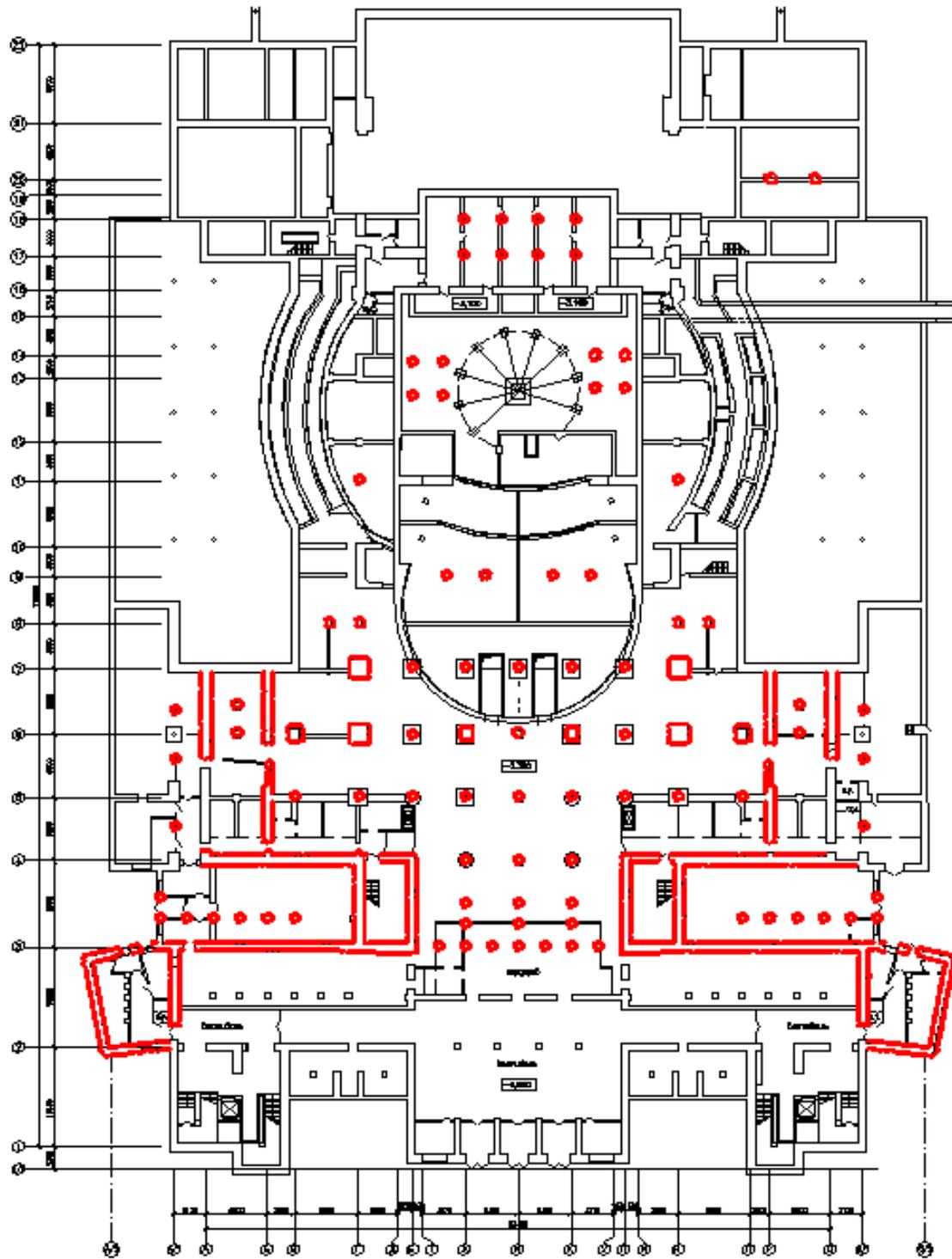


Рисунок 2. Места торкретирования фундаментов

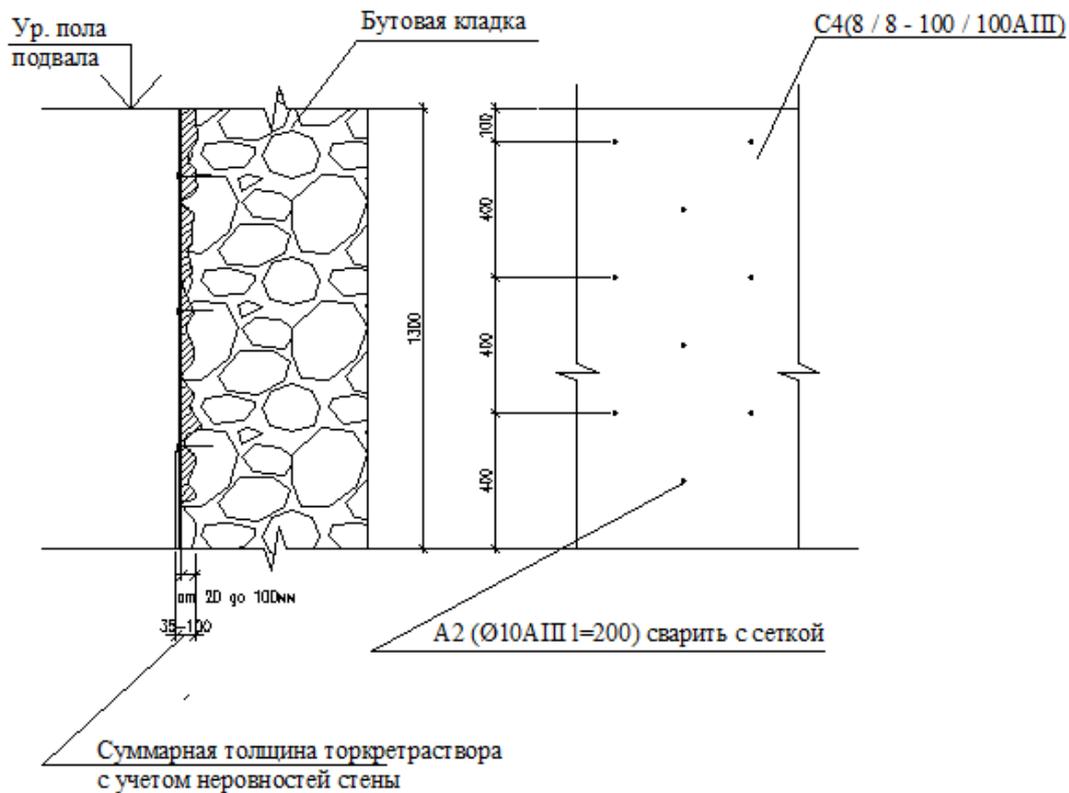


Рисунок 3. Схема монтажа анкеров и сеток

Важным преимуществом данного метода является отсутствие необходимости применения опалубки для формирования поверхности сложной конфигурации.

Данный метод нанесения раствора обеспечил надёжную гидроизоляцию конструкций

фундаментов и повысил устойчивость конструкций к влиянию низких температур.

За счёт того, что высокая адгезия уменьшает потери материала при набрызге, существенно сокращается расход материалов. Ведомость расхода материалов сведена в таблицу 1.

Таблица 1

**Объёмы выполняемых работ и расход материалов**

№	Наименование	Количество	Ед.изм.
1	Общая площадь торкретирования толщиной 7 см	1382	м <sup>2</sup>
2	Арматура для сеток d8A400	30404	пог.м.
3	Анкера из арматуры d10A400 L=200мм	17966	штук
4	Общая масса арматуры для сеток d8A400	11996	кг
5	Разработка грунта в ручную	1382	м <sup>3</sup>
6	Засыпка грунта в ручную	1382	м <sup>3</sup>

#### Список литературы

1. Несветаев Г.В., Халезин С.В. О прочности бетона с каркасной структурой // Интернет-журнал «Наукоедение» Том 7, 2015, №3. // [naukovedenie.ru/PDF/92TVN315.pdf](http://naukovedenie.ru/PDF/92TVN315.pdf). DOI: 10.15862/92TVN315.

2. Москвин В.М. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты. М.: Стройиздат, 1980. 536 с.

3. Мангушев Р.А., Карлов В.Д., Сахаров И.И., Осокин А.И. Основания и фундаменты. М.: Изд-во АСВ; СПб.: СПбГАСУ, 2014. 278 с.

4. Корниенко Н.А., Корниенко З.Ю. Усиление ленточных фундаментов и фундаментных стен // Международная научно-практическая конференция «Транспорт-2015». Ростов н/Д: РГУПС. 2015. С. 49-51.

5. Муханов А.В., Муханов В.В. Устройство для динамического контроля железобетонных конструкций. Журнал «Научное обозрение», № 4, 2012 г., Ростов-на-Дону, стр. 147-149

6. Чмшкян А.В. Совершенствование методов расчёта просадочных деформаций // Инженерный

вестник Дона»: 2012, №4, ч.2. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1256](http://ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1256).

#### References

1. Nesvetaev G.V., Khalezin S.V. Naukovedenie, 2015, Vol 7, №3. URL: [naukovedenie.ru/PDF/92TVN315.pdf](http://naukovedenie.ru/PDF/92TVN315.pdf)

2. Moskvina V.M. Korroziya betona i zhelezobetona, metody ih zashchity [Corrosion of concrete and reinforced concrete, methods for their protection]. Moscow: Strojizdat, 1980. 536 p.

3. Mangushev R.A., Karlov V.D., Saharov I.I., Osokin A.I. Osnovaniya i fundamenty. [Foundation

engineering]. Izdatel'stvo Associacii stroitel'nyh vuzov (Moskva), 2014. pp. 278.

4. Kornienko N.A., Kornienko Z.Yu. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Transport-2015» (International scientific-practical conference «Transport-2015»). Rostov-on-Don: RSTU, 2015. Pp. 49-51.

5. Muhanov A.V. Muhanov V.V. Ustroistvo dlya dinamicheskogo kontrolya jelezobetonnih konstrukcii. Jurnal «Nauchnoe obozrenie» № 4, 2012. Rostov-on-Don, Pp. 147-149.

6. Chmshkyan A.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2012, №4, p.2 URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1256](http://ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1256).

## СТЫКОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ АРМАТУРЫ В МОНОЛИТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

**Железняков Владимир Александрович,**

*Магистрант кафедры железобетонных и каменных конструкций  
Донской государственной технической университет,  
Ростов-на-Дону, Россия*

**Александров Альберт Павлович,**

*Магистрант кафедры железобетонных и каменных конструкций  
Донской государственной технической университет,  
Ростов-на-Дону, Россия*

**Куликов Александр Сергеевич,**

*Магистрант кафедры железобетонных и каменных конструкций  
Донской государственной технической университет,  
Ростов-на-Дону, Россия*

## BUTT JOINTS OF VALVES IN MONOLITHIC CONSTRUCTION

**Zheleznyakov Vladimir,**

*Master's student of the Department of Reinforced Concrete and Stone Structures  
Don State Technical University  
Rostov-on-Don, Russia,*

**Aleksandrov Albert,**

*Master's student of the Department of Reinforced Concrete and Stone Structures  
Don State Technical University  
Rostov-on-Don, Russia,*

**Kulikov Aleksander,**

*Master's student of the Department of Reinforced Concrete and Stone Structures  
Don State Technical University  
Rostov-on-Don, Russia*

## АННОТАЦИЯ

На протяжении многих лет проблема стыкования арматурных стержней на строительной площадке отсутствовала, так как преобладающим методом строительства было возведение зданий из сборного железобетона. Но в последнее десятилетие, в связи с активным строительством зданий и сооружений из монолитного железобетона и переходом строителей на применение термомеханически упрочненного арматурного проката класса А500 эта проблема стала актуальной.

### ABSTRACT

For many years there was no problem of joining rebars on the construction site, as the predominant construction method was precast buildings. But in the last decade, in connection with the active construction of buildings and structures from monolithic reinforced concrete and the transition of builders to the use of thermomechanically hardened reinforcing bars of the A500 class, this problem has become urgent.

**Ключевые слова:** арматура, стыки, муфта, монолитный железобетон, стыки внахлестку, сварные стыки.

**Key words:** reinforcement, joints, couplings, monolithic reinforced concrete, lap joints, welded joints.

Монолитное строительство — это технология возведения зданий, сооружений из железобетона, которая позволяет в короткие сроки возводить

здания и сооружения практически любой этажности и формы [1]. Благодаря жесткости металла и прочности бетона такие конструкции

выдерживают колоссальные нагрузки. Именно поэтому монолитное строительство так распространено по всему миру.

На сегодняшний день в строительстве используются следующие виды стыкования арматуры:

1) стыки внахлестку без сварки:

- с прямыми концами стержней периодического профиля диаметра до 40 мм;
- с прямыми концами стержней с приваркой или установкой по длине нахлестки поперечных стержней;
- с загибами на концах (крюки, лапки, петли); при этом для гладких стержней применяют только крюки и петли;

2) сварные и механические стыковые соединения:

- со сваркой арматуры диаметра до 40 мм;
- с применением специальных механических устройств (стыки с опрессованными муфтами, резьбовыми муфтами и др.).

Несмотря на то, что сварной способ является наиболее распространённым, простым и доступным способом соединения, он имеет существенный недостаток: термическая обработка металла вызывает ряд изменений в структуре самого металла [5]. Это приводит к уменьшению прочностных характеристик в местах соединения свариваемых элементов.

Рассмотрим подробнее стыки арматуры без использования сварки.

В случаях использования распространенных прутков марки А400, чтобы передать расчетные

усилия от одного стержня другому используют способ соединения без сварки. При этом места нахлеста арматуры связывают специальной проволокой. Такой метод имеет свои особенности и к нему предъявляются особые требования.

- Накладка профильных стержней с прямыми концами;
- Нахлест арматурного профиля с прямым окончанием с приваркой или монтажом на протяжении всего перепуска поперечно расположенных прутков;
- С загнутыми окончаниями в виде крюков, петель и лапок

При выполнении вязки стыков арматуры нахлестом существуют определенные строительной документацией правила. Выполнение этих правил позволяет создавать надежные железобетонные конструкции, и увеличивать срок их безаварийной работы. Данные правила определяют следующие параметры: величину накладки стержней; особенности расположения самих соединений в теле бетонизируемой конструкции.

Нахлестом рекомендовано соединять арматуру сечением не более 40 миллиметров. Такое ограничение обусловлено тем, что испытания надежности соединения большей по диаметру арматуры практически не проводились, а значит, каких-либо подтвержденных данных на этот счет не имеется.

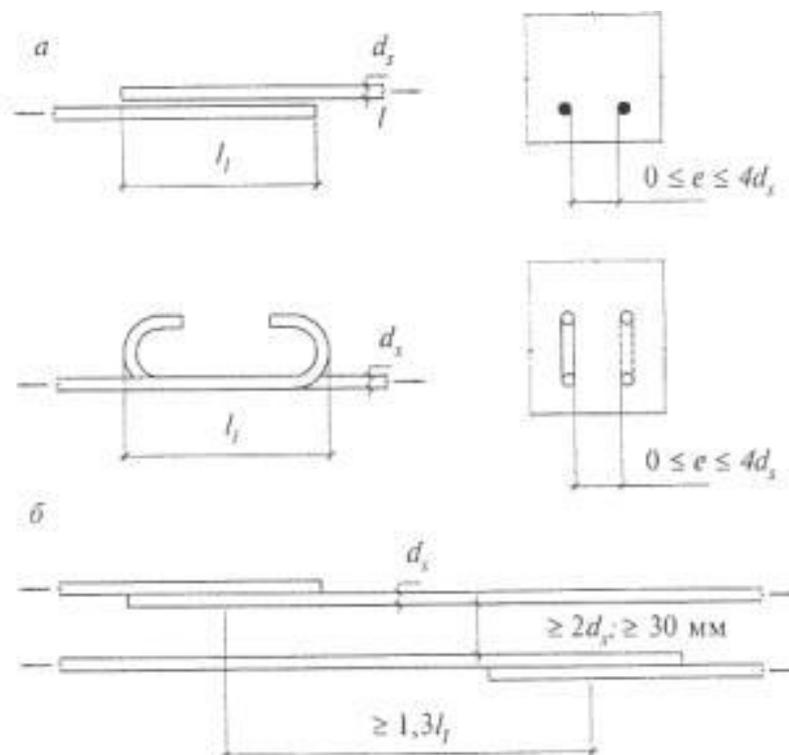


Рисунок 1. Расположение стержней, стыкуемых внахлестку, и самих стыков  
а - расположение стержней в стыке; б - расположение стыков

Основополагающим критерием при определении длины напуска арматуры при вязке, берется ее диаметр [4].

При этом величины могут колебаться не только от диаметра используемых прутков, но и от таких показателей как:

- Характер нагрузки;
- Марка бетона;
- Класс арматурной стали;
- Мест соединения;
- Назначения ЖБИ (горизонтальные плиты, балки или вертикальные колонны, пилоны и монолитные стены).

В зависимости от нагрузок и назначения железобетонных изделий длина нахлестных соединений стержневой стали изменяется в сторону увеличения:

В зависимости от класса бетона и характера нагрузки, применяемого для заливки монолитной ленты фундамента и прочих железобетонных элементов, минимальные рекомендуемые величины перепуска арматуры в процессе вязки будут следующими:

СП 52–101–2003 не допускает расположение мест вязки арматуры нахлестом в областях наибольшей нагрузки на них. Не рекомендуется располагать стыки и в местах, где стальные стержни испытывают максимальное напряжение. Все стыковочные соединения прутков лучше всего размещать в ненагруженных участках ЖБИ, где конструкция не испытывает напряжения.

Осуществлять соединение допускается как без вязальной проволоки, так и с таковой [3]. В последнем случае проволока используется для вязки арматуры. Специалисты советуют применять опрессованные соединения либо винтовые муфты при работе со стержнями сечением более 25 мм. Это связано с тем, что в данном случае:

• увеличивается уровень безопасности сооружения (на участках стыков наблюдается ограничение объема бетонизирующей смеси);

• снижаются финансовые затраты на армирование (нахлесты, как правило, требуют немого перерасхода арматуры – до 20–25 %).

Дистанция между арматурными стержнями, которые стыкуются нахлестом, в горизонтальном и вертикальном направлении обязана быть от 25 мм и выше. Соблюдение этого условия дает возможность бетону без проблем проникать в "укромные" места каркаса. Для арматуры сечением более 25 мм рекомендуется подбирать величину указанной дистанции, идентичную диаметру стержней. А вот наибольшее расстояние между элементами армирования по ширине фундаментной ленты должно составлять до восьми сечений арматурных деталей.

Для увеличения прочности силового каркаса фундамента очень важно правильно располагать нахлесты арматуры относительно друг друга в обеих плоскостях тела бетона [2].

Следует разносить вразбежку соединения, расположенные по соседству. Причем таким образом, чтобы одновременно в одном сечении соединилось до 50 (не более того) процентов стержней.

Серьезными недостатками этого метода считается перерасход арматуры за счет перепуска арматурных стержней. Кроме того, в зоне нахлестки возникает необходимость дополнительного поперечного армирования, что приводит к затруднению бетонных работ в зоне густоармированных конструкций. Нужно отметить тот факт, что при соединении арматуры внахлест передача усилий с одного стержня на другой осуществляется через окружающий стык бетон. Разрушение защитного слоя бетона в зоне нахлестки может впоследствии привести к полному разрушению конструкции.

В мировой практике накоплен значительный опыт по стыкованию арматурных стержней периодического профиля с помощью соединительных элементов – муфт. Наиболее перспективной системой стыкования арматурных стержней является система с муфтами на конической резьбе.

Муфта имеет внутреннюю коническую резьбу, а соединяемые арматурные стержни – коническую резьбу на концах. Такое соединение обеспечивает быстрое соединение, самоцентрирование и отсутствие возможных повреждений при стыковании резьбы. При нанесении конической резьбы равномерно срезаются все слои термомеханически упрочненной арматуры, что и обеспечивает равномерное распределение напряжений в зоне нанесения резьбы на арматуре.

На рисунке 1 показана работа механического соединения при растяжении, усилия распределяются равномерно по всем виткам резьбы, которые находятся в муфте и в зацепление вступают витки резьбы на термоупрочненной и не упрочненной зонах арматуры.

На сегодняшний день технология механического соединения арматуры муфтами с конической резьбой имеет широкое применение и на нашем строительном рынке. Так, механическое соединение используется при выполнении ряда конструкций (соединение арматурных стержней и сталежелезобетонных колонн, соединение арматуры железобетонных балок жесткости с металлоконструкциями сталежелезобетонных колонн, при армировании плит перекрытий и т.д.)

Строительство гостиничного комплекса «Крымская Ривьера Radisson» в городе Алушта, где армирование всех вертикальных конструкций выполняется с помощью муфт, что позволяет значительно сократить время выполнения работ по производству монолитного железобетонного каркаса здания в отличии от соединения арматуры этих конструкций с помощью сварки на металлической скобе-накладке.

Соединения арматуры с помощью позволяет получить значительный экономический эффект при соединении арматурного проката номинальным

диаметром от 28 мм до 40 мм. При этом значительно сокращаются сроки строительства, отсутствует необходимость привлечения для соединения арматуры высококвалифицированных рабочих.

Армирование таких конструкций, как колонны, ж/б балки жесткости муфтами улучшает соотношение между арматурой и бетоном за счет отмены половины стержней в зоне нахлестки. Такое соединение арматуры дает возможность уменьшения размеров колонн и других конструкций при проектировании и получения за счет этого максимальных площадей строящихся зданий [6].

С учётом сказанного выше можно сделать вывод о том, что технология механического соединения арматуры с помощью муфт имеет ряд неоспоримых преимуществ по сравнению с традиционными методами стыкования арматуры - метода ванной сварки и метода вязки арматурных перепусков.

Данная технология, открывая широкие перспективы, позволяет:

- повысить прочность, долговечность, жесткость и сейсмостойкость конструкций;
- уменьшить нагрузку на фундамент;
- исключить образование усадочных и температурных трещин;
- сократить расход бетона и арматуры, а также сократить время монтажа по сравнению со способами ванной сварки и вязки, и тем самым существенно снизить затраты и сроки строительства.

#### Список литературы

1. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. – М.: ФАУ «ФЦС», 2012.
2. Баженов Ю.М. Технология бетона. – М.: Изд-во АСВ, 2003

3. Польской П.П., Мерват Хишмах, Михуб Ахмад. К вопросу о деформативности балок из тяжелого бетона, армированных стеклопластиковой и комбинированной арматурой [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2012, №4, – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1308>

4. ГОСТ 12004-81: Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение. -Введ.01.07.1983 [Текст] // Изд-во стандартов,1981.

5. Мадатян С. А. Арматура железобетонных конструкций. – М.: Воентехлит, 2000.

6. Беленький Д.М., Ищенко А.В., Шамраев Л.Г. Изменение механических свойств стали при упругопластическом деформировании// Заводская лаборатория. – 1999. - № 8

#### References

1. SP 63.13330.2012. Betonnye i zhelezobetonnye konstrukcii. Osnovnye polozheniya. Aktualizirovannaya redakciya SNiP 52-01-2003. – М.: ФАУ «FCS», 2012.

2. Bazhenov YU.M. Tekhnologiya betona.– М.: Izd-vo ASV, 2003

3. Pol'skoj P.P., Mervat Hishmah, Mihub Ahmad. K voprosu o deformativnosti balok iz tyazhelogo betona, armirovannyh stekloplastikovoj i kombinirovannoj armaturoj [Elektronnyj resurs] // «Inzhenernyj vestnik Dona», 2012, №4, – Rezhim dostupa: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1308>.

4. GOST 12004-81: Stal' armaturnaya. Metody ispytaniya na rastyazhenie. -Vved.01.07.1983 [Tekst] // Izd-vo standartov,1981.

5. Madatyan S. A. Armatura zhelezobetonnyh konstrukcij. – М.: Voentekhlit, 2000.

6. Belen'kij D.M., Ishchenko A.V., SHamraev L.G. Izmenenie mekhanicheskikh svojstv stali pri uprugoplasticheskom deformirovanii// Zavodskaya laboratoriya. – 1999. - № 8

## ОЦЕНКА ГРАНИЧНЫХ ИНТЕРВАЛОВ КОЛЬЦЕВЫХ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ НА УДС ГОРОДА ВОЛГОГРАДА

**Овчинцев А.М.**  
(аспирант каф. СиЭТС),  
**Акимова С.С.**  
**Степанов А.А.**

Волгоградский государственный технический университет  
Институт архитектуры и строительства

#### АННОТАЦИЯ

В последние годы отечественными учеными нерегулируемым пересечениям было уделено значительно меньше внимания, чем светофорным объектам. Современное мировое состояние науки и практик в свою очередь основывается на постоянных исследованиях в этой области, модернизации существующих методик в области проектирования и оценки эффективности нерегулируемых и кольцевых пересечений.

**Ключевые слова:** граничные интервалы, принятый интервал, отклоненный интервал.

Очевидно, что применение современных мировых достижений в России невозможно без их

адаптации. Данное исследование направлено на разработку и освоение методов расчетов ключевых

параметров транспортного потока на нерегулируемых и кольцевых пересечениях, что позволит более эффективно применять методики проектирования и оценки эффективности пересечений данного типа в российских условиях движения. Разработанные методики позволят провести значительный ряд исследований, что даст возможность не только адаптировать существующие мировые достижения, но и позволит внести определенные изменения в теоретические знания.

Интервал следования – средний временной интервал между транспортными средствами, разъезжающимися в очереди после первого транспортного средства (во второстепенном направлении).

Граничный интервал – временной интервал, необходимый и достаточный первому стоящему в очереди транспортному средству (во второстепенном направлении) для въезда на перекресток.

Принятый интервал – временной интервал, который для определенного водителя был достаточным для въезда на перекресток (во второстепенном направлении).

Отклоненный интервал – временной интервал, который для определенного водителя был

недостаточным для въезда на перекресток (во второстепенном направлении).

Максимальный отклоненный интервал – временной интервал, который является максимальным из интервалов, отклоненных определенным водителем (во второстепенном направлении).

Для расчета граничных интервалов необходимо выбрать для каждого рассмотренного транспортного средства соответственно пары значений самого большого отклоненного интервала и принятого интервала. Транспортные средства, которыми не было отклонено ни одного интервала, в данном случае не учитываются [1]. Следует отметить, что не рассматриваются и те пары значений, для которых величина принятого интервала меньше величины отклоненного. Функцию распределения всех наибольших отклоненных интервалов, а также функцию распределения принятых интервалов необходимо сопоставить друг с другом для каждого рассматриваемого нерегулируемого пересечения.

#### **Проведение натурных наблюдений**

Для определения граничного интервала, было рассмотрено кольцевое пересечение на Набережной 62-ой Армии – 0-ой Продольной Магистрالی г. Волгограда (рис. 1).



*Рис.1. Кольцевое пересечение на Набережной 62-ой Армии – 0-ой Продольной Магистрالی*

Натурные наблюдения проводились с помощью видеокамеры. При этом было важно определить такую линию, при прохождении которой будет фиксироваться то или иное событие

(например, момент времени прохождения этой линии транспортным средством, движущимся в главном направлении). Пример определения такой линии показан на рисунке 2.

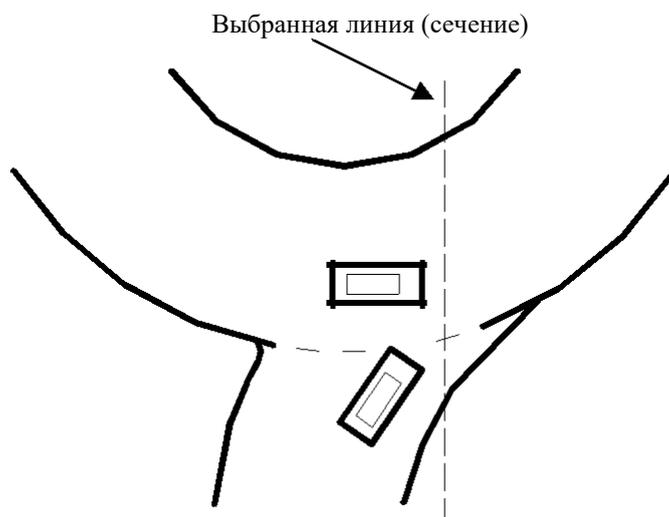


Рис.2. Определение линии (сечения) по которой будут определяться моменты совершения обследуемых событий (например, прохождение переднего бампера транспортного средства над данной линией)

Обработка видеоматериала на компьютере производится путем фиксации временных интервалов (принятые и отклоненные) и вносятся в установленную форму электронных таблиц в формате .XLS или .XLSX. Дальнейшая обработка двух полученных столбцов также осуществляется в программе MS-Excel.

Натурные наблюдения проводились в летнее время года, в часы пик, погодные условия – сухо. Определение интервалов движения осуществлялись на каждом подходе к кольцевому пересечению, где могла быть задержка транспортных средств (рис.3).



Рис.3. Схема точек наблюдения за интервалами движения на Naberezhной 62-ой Армии и 0-ой Продольной Магистрале

### Результаты исследования

После обработки видеоматериалов, результаты оценки граничных интервалов сводятся в таблицы 1-6.

Таблица 1.

**Результаты оценки граничных интервалов на 1 подходе «-».**

Интервал сек, авт	Частота, шт	Частость, %	Накопленная частость, %
0-1	8	19	19
1-2	14	34	53
2-3	15	37	90
3-4	4	10	100
	$\Sigma = 41$	100	

Далее из результатов таблиц строятся гистограммы, кривые распределения и кумулятивные кривые для сравнительного анализа каждой точки исследуемого кольцевого пересечения (рис. 4-9).

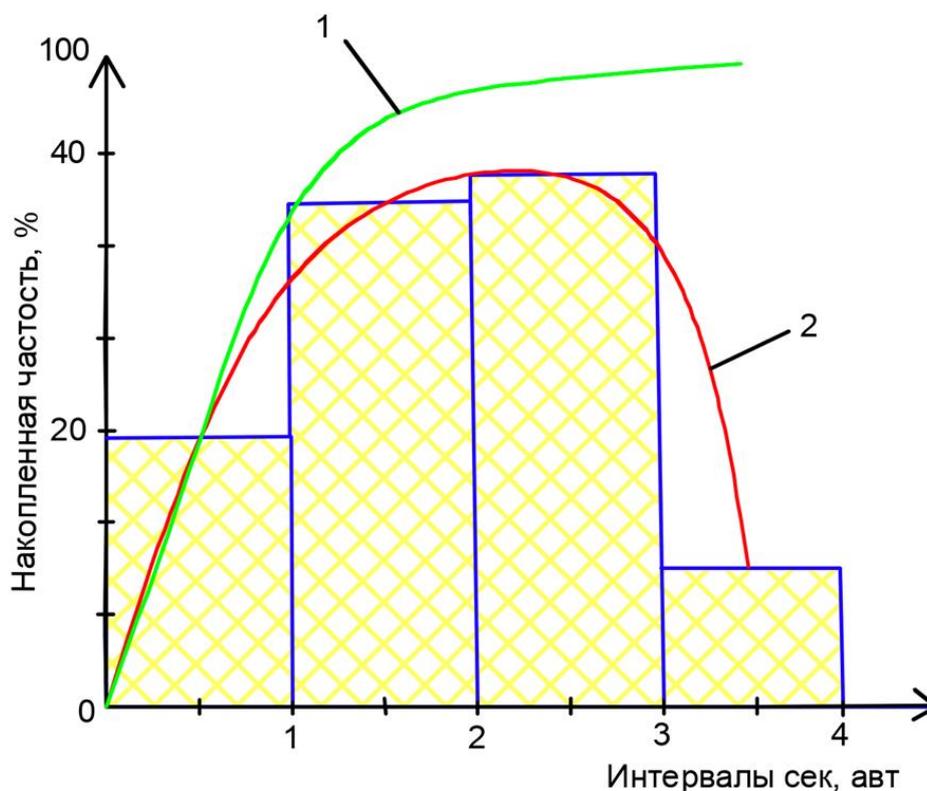


Рис.4. Гистограмма граничных интервалов на 1 подходе «-».  
1 – кумулятивная кривая. 2 – кривая распределения.

Таблица 2.

**Результаты оценки граничных интервалов на 1 подходе «+».**

Интервал сек, авт	Частота, шт	Частость, %	Накопленная частость, %
4-5	6	29	29
5-6	9	43	72
7-8	4	19	91
10-11	2	9	100
	$\Sigma = 21$	100	

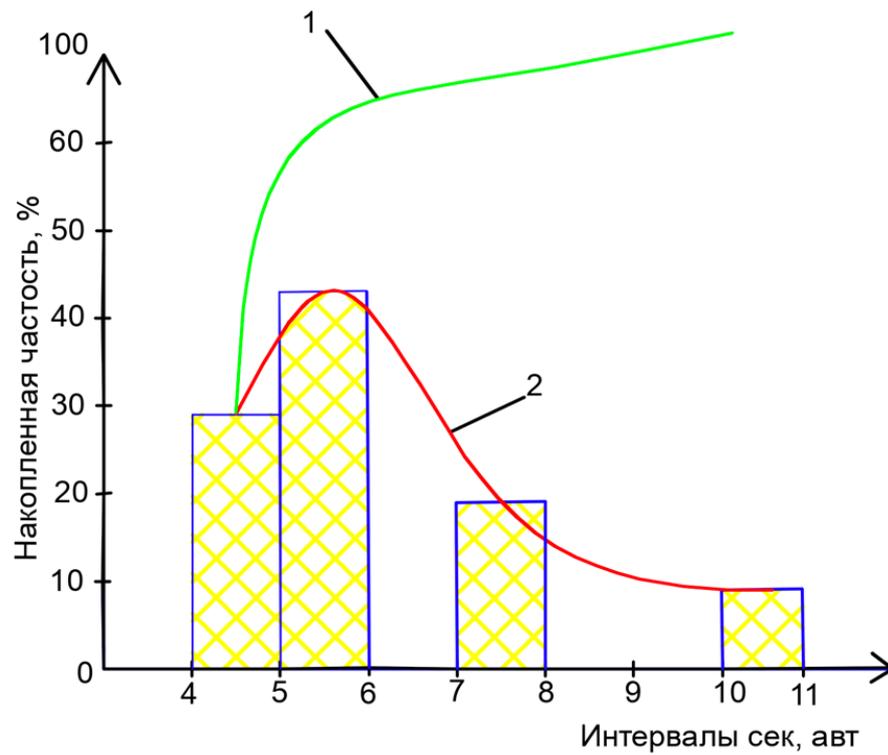


Рис.5. Гистограмма граничных интервалов на 1 подходе «+».  
1 – кумулятивная кривая. 2 – кривая распределения.

Таблица 3.

Результаты оценки граничных интервалов на 2 подходе «-».

Интервал сек, авт	Частота, шт	Частость, %	Накопленная частость, %
0-1	29	39	39
1-2	30	40	79
2-3	13	17	96
3-4	3	4	100
	$\Sigma = 75$	100	

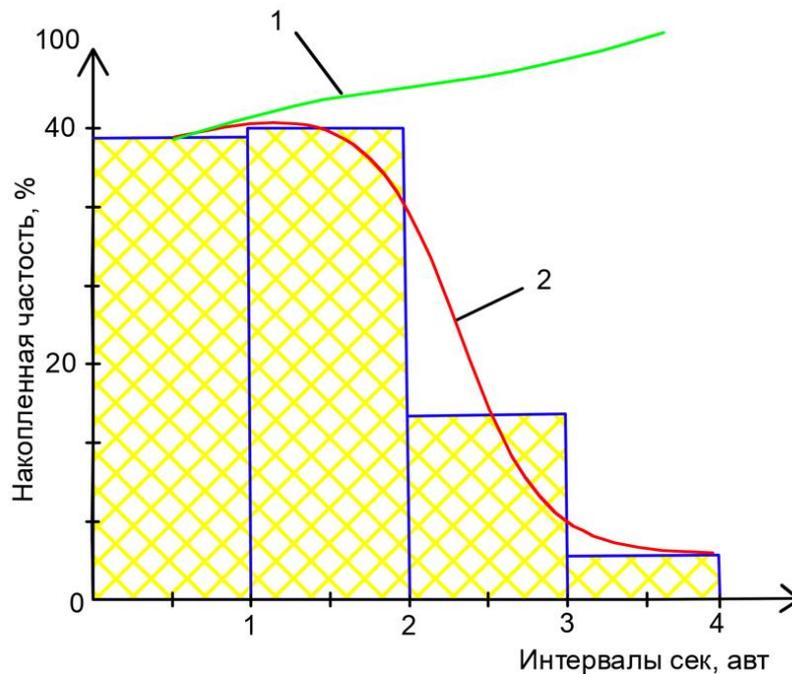


Рис.6. Гистограмма граничных интервалов на 2 подходе «-».  
1 – кумулятивная кривая. 2 – кривая распределения.

Таблица 4.

**Результаты оценки граничных интервалов на 2 подходе «+».**

Интервал сек, авт	Частота, шт	Частость, %	Накопленная частость, %
3-4	5	13	13
4-5	8	20	33
5-6	10	26	59
6-7	9	23	82
7-8	7	18	100
	$\Sigma = 39$	100	

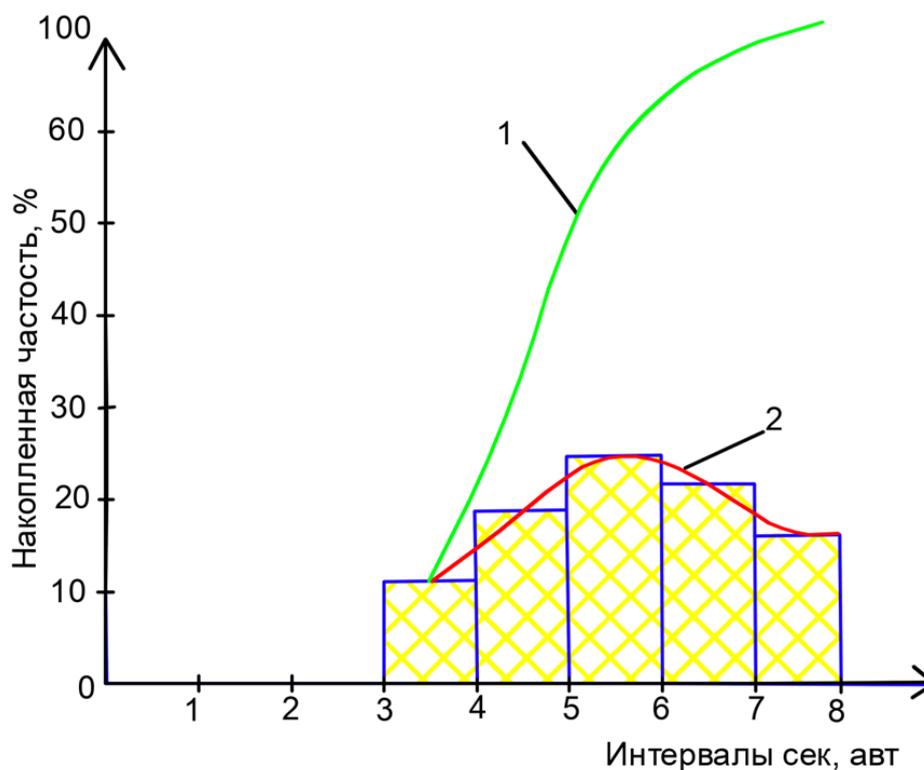


Рис. 7. Гистограмма граничных интервалов на 2 подходе «+».

1 – кумулятивная кривая. 2 – кривая распределения.

Таблица 5.

**Результаты оценки граничных интервалов на 3 подходе «-».**

Интервал сек, авт	Частота, шт	Частость, %	Накопленная частость, %
0-1	25	30	30
1-2	43	52	82
2-3	4	5	87
3-4	8	10	97
4-5	2	3	100
	$\Sigma = 82$	100	

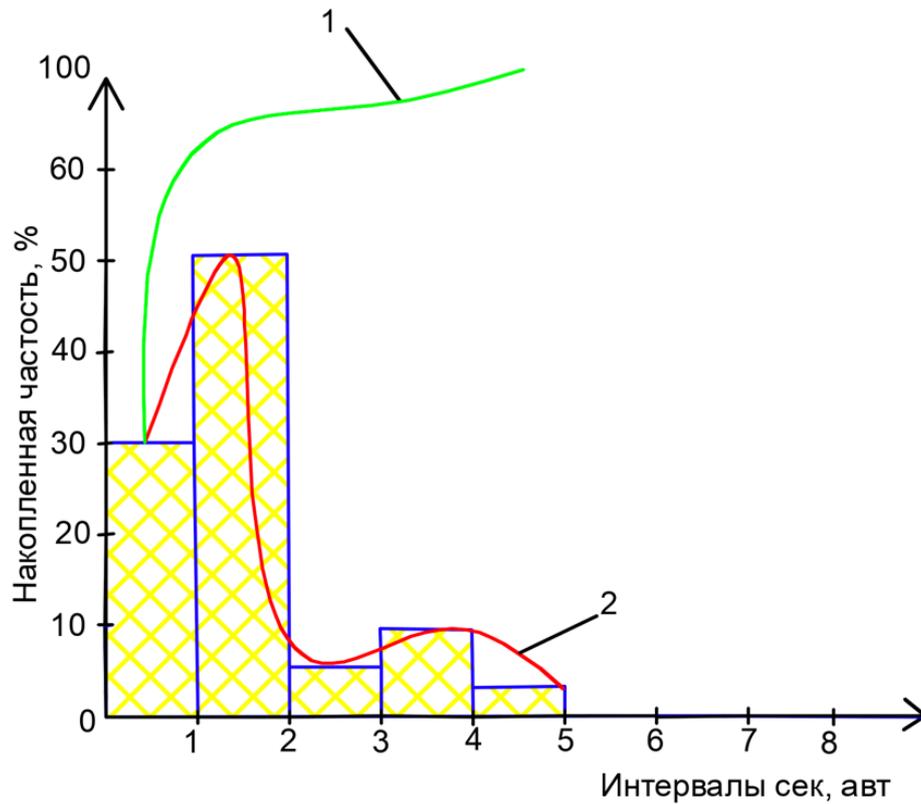


Рис.8. Гистограмма граничных интервалов на 3 подходе «-».  
1 – кумулятивная кривая. 2 – кривая распределения.

Таблица 6

**Результаты оценки граничных интервалов на 3 подходе «+».**

Интервал сек, авт	Частота, шт	Частость, %	Накопленная частость, %
1-2	5	13	13
2-3	15	38	51
3-4	19	49	100
	$\Sigma = 39$	100	

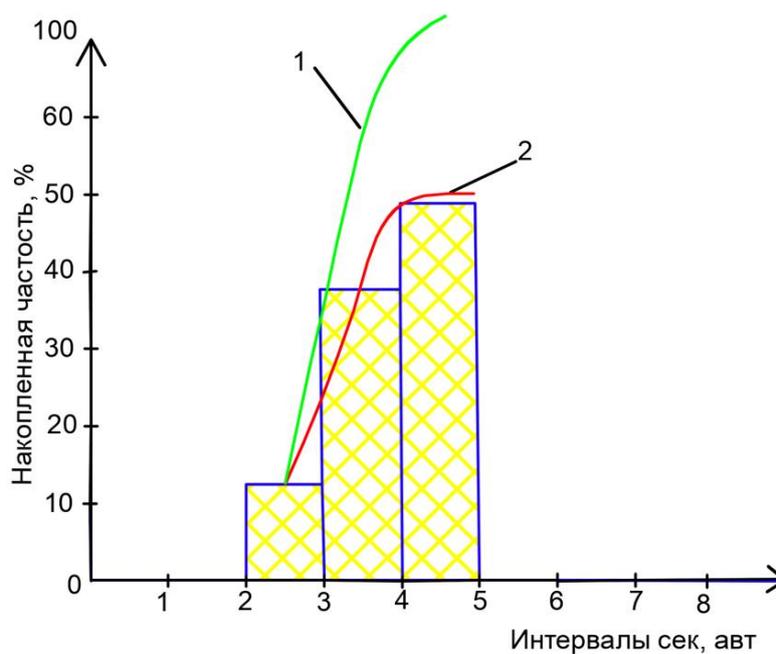


Рис.9. Гистограмма граничных интервалов на 3 подходе «+».  
1 – кумулятивная кривая. 2 – кривая распределения.

**Заключение**

На данном исследовании был представлен пример лишь одного кольцевого пересечения. Было показано, что определенному поведению водителей, которое характерно определенному региону, погодным условиям, времени года, а также от качества обустройства дорожного сооружения (кольцевого пересечения), соответствуют значения временных параметров, значительно отличающиеся от значений, полученных ранее. Это говорит о том, что для более полного представления того, как уширение проезжей части или длина участка ветвления

потоков на кольце или как другие местно-характерные условия движения влияют на пропускную способность второстепенного направления, необходимо провести значительный ряд исследований на различных кольцевых пересечениях с различными транспортными ситуациями.

**Список литературы**

1. Weinert A. Grenz- und Folgezeitlücken an Knotenpunkten ohne Lichtsignalanlagen / Schriftenreihe Lehrstuhl für Verkehrswesen, Heft 23, Ruhr-Universität Bochum, 2001

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ****Матиенко Л.В.**

*Кандидат технических наук, доцент,  
Иркутский государственный университет путей сообщения,  
Иркутск*

**Татарникова С.Р.**

*Кандидат технических наук,  
Иркутский государственный университет путей сообщения,  
Иркутск*

**COMPUTER SIMULATION IN EDUCATION PROCESS****Matiyenko L.V.**

*Candidate technical science, docent,  
Irkutsk state university ways of communication,  
Irkutsk*

**Tatarnikova S.R.**

*Candidate technical science,  
Irkutsk state university ways of communication,  
Irkutsk*

DOI: [10.31618/nas.2413-5291.2020.1.62.343](https://doi.org/10.31618/nas.2413-5291.2020.1.62.343)**АННОТАЦИЯ**

В статье рассматриваются возможности графического моделирования. Техническое моделирование - как метод развития эвристического мышления. Необходимость изучения компьютерной графики для студентов всех технических специальностей.

**ANNOTATION**

The article discusses the possibilities of graphic modeling. Technical modeling as a method for the development of heuristic thinking. The need to study computer graphics for students of all technical specialties.

**Ключевые слова.** Двухмерная – 2D, трехмерная -3D модель.

**Keywords.** Two-dimensional - 2D, three-dimensional – 3D model.

Целью высшего технического учебного заведения является подготовка квалифицированных специалистов, владеющих компьютерными технологиями моделирования, позволяющих создавать проекты с помощью различных графических пакетов САПР [1,2].

Чертеж, как основной технический документ должен быть представлен с определенными знаниями разделов инженерной графики и, возможно, с помощью эскизных разработок, но, зная правила построения чертежа, можно воспользоваться и компьютерным моделированием. Классический курс инженерной графики является основой для дальнейшего изучения специальных графических курсов, в том числе компьютерной графики.

С разработкой проектно-конструкторских, производственных вопросов применяются двухмерная – 2D и трехмерная 3D-опции построения чертежей в разных пакетах графического моделирования: AutoCAD, 3D MAX, ArchiCAD, Inventor, Solidworks, Компас - 3D. Графическая грамотность студента ВУЗа является одним из условий успешного овладения техническими знаниями. Умея читать и выполнять чертежи, студент легко моделирует необходимую конструкцию, например, сборочный чертеж, в начале в 2D – изображении, а затем и в 3D, а в некоторых случаях проще на компьютере выполнить объемное графическое изображение и от него перейти к чертежу на плоскости. При этом замечено, что трехмерные модели усваиваются студентами быстрее, способствуют освоению

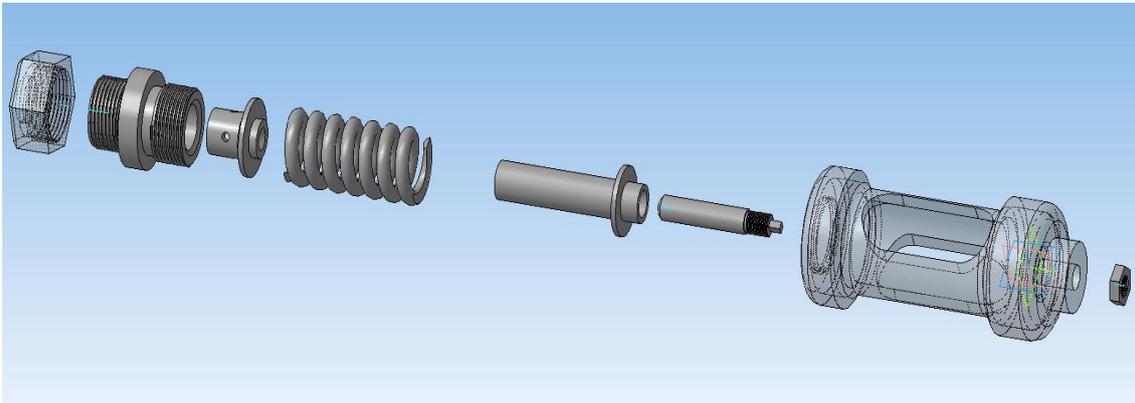
черчения, так как не вызывают особых трудностей из-за автоматизации построения 3D.

При этом роль карандаша для выполнения эскиза чертежа не отрицается, но в связи с лавинообразным расширением компьютерных технологий необходимо научиться сочетать работу с листом ватмана и работу над компьютерной моделью.

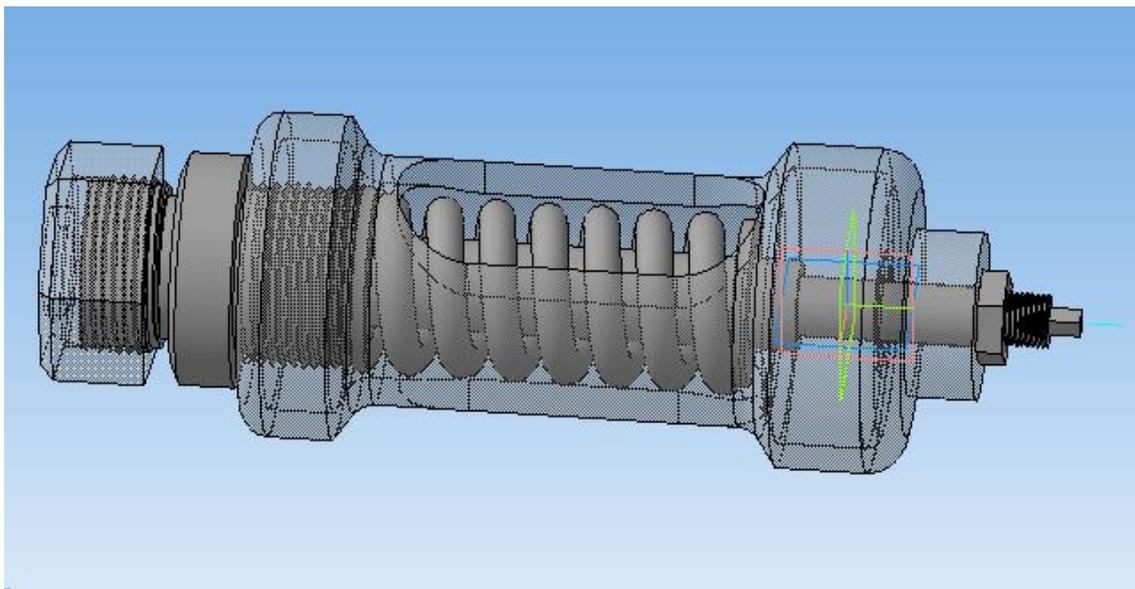
На первом этапе студент выполняет рабочие чертежи деталей, детально изучив стандарты, необходимые для выполнения чертежей. Особое

внимание уделяется простановке размеров, необходимых для изготовления детали. На втором этапе: по рабочим чертежам создаются их трехмерные модели [2].

Третий этап: сборка модели, показанная на рисунках 1 и 2, в два этапа. На сборочном чертеже студент должен правильно собрать все составные части сборочной единицы, правильно указать сопрягаемые поверхности и учесть величину вворачивания или посадки поверхностей при сборке.



*Рисунок 1 – Сопряжение компонентов сборочной единицы*



*Рисунок 2 - Трёхмерное изображение сборочной единицы*

На всех этапах студент приобретает навык создания реалистичной, виртуальной модели, которую возможно создать в реальности для машиностроительного производства. Изображение сборочной конструкции достаточно сложный и трудоемкий процесс, но для студента, получившего чертежи отдельных деталей в трехмерном изображении на компьютере, работа над сборочным чертежом значительно упрощается. Результат работы можно представить как в виде обычного сборочного чертежа, так и с использованием анимации сборочной конструкции, где, последовательно перемещая детали, можно

собрать трёхмерное изображение сборочной единицы, показав при этом чертеж прозрачным.

3-D технологии способствуют освоению черчения студентами, для которых имеет значение внешняя привлекательность компьютерных технологий – работа за компьютером, цвет и динамика формируемых моделей. Получив компьютерную подготовку в инженерной графике студент, на старших курсах, дополняет полученные навыки, рассчитывая спроектированные модели на жесткость, устойчивость и прочность.

**Литература**

1. Хейфец А.Л. Инженерная 3D – компьютерная графика : учебное пособие для бакалавров / А.Л. Хейфец, А.Н. Логиновский, И.В. Буторина, В.Н. Васильева ; под ред. А.Л. Хейфеца. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство

Юрайт, 2013. – 464 с. – Серия : Бакалавр. Базовый курс.

2. Большаков В.П., Бочкарев А.П., Сергеев А.А. 3D- моделирование в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, T-Flex: Учебный курс (+DVD). СПб.: Питер, 2011.- 336 с.: ил.

УДК 624.139.26

**ВЛИЯНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И КОНСТРУКТИВНЫХ ФАКТОРОВ НА ОПТИМАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ УШИРЕНИЯ БУРОНАБИВНЫХ СВАЙ**

**Серватинский В.В.**

*канд. техн. наук, доц.*

**Холодов С.П.**

*канд. техн. наук, доц.*

**Холодов В.С.**

*студент ИСИ СФУ*

*Сибирский федеральный университет,*

*660041, Россия, Красноярск, проспект Свободный, 79.*

**Состояние вопроса.**

Свайный фундамент из буронабивных свай с уширенной пятой является одним из наиболее эффективных видов фундаментов [1,2,3,4].

В сложных грунтовых и климатических условиях Сибири (большая глубина промерзания, воздействие сил морозного пучения и др.) преимущества его только возрастают [5,6,7].

Однако некоторые вопросы выбора оптимальных размеров уширенной пяты буронабивной сваи остаются недостаточно изученными [8,9].

В работе [10] показано, что при работе буронабивных свай с уширением на выдергивание, удельная несущая способность сваи (несущая способность отнесенная к объему сваи, кН/м<sup>3</sup>)

зависит от размеров уширения. С ростом размеров уширения она вначале растёт, а затем снижается.

В этой работе также предложена методика определения оптимального радиуса уширения  $R_{опт}$  обеспечивающего наибольшую удельную несущую способность сваи.

Логично будет предположить, что при работе сваи на вертикальную нагрузку, отмеченная зависимость сохранится.

**Постановка задачи.**

Для оценки эффективности конструкции, при работе сваи на вертикальную нагрузку, воспользуемся характеристиками и методикой предложенными в [10].

Так для оценки роста объема сваи за счет уширения, введем показатель  $m$ , равный отношению объемов сваи с уширением к обычной:

$$m = V_{уш}/V_c = 1 + 2 R^3 / 3r^2 \ell - R/\ell = 1 + d R^3 - eR,$$

где  $r$  – радиус скважины,  $l$  – длина сваи;  $d = 2/(3r^2\ell)$ ;  $e = 1/\ell$ .

Для оценки роста несущей способности сваи за счет уширения, введем показатель  $K$ , равный

отношению несущих способностей свай с уширением к обычной:

$$K = F_{d\ уш}/F_{d\ c} = \gamma_c (\gamma_{cR} R \pi R^2 + 2 \pi r \gamma_{cf} f \ell) / \gamma_c (\gamma_{cR} R \pi r^2 + 2 \pi r \gamma_{cf} f \ell) = (c R^2 + b)/a,$$

где  $\gamma_c, \gamma_{cR}, R, \gamma_{cf}, f, \ell$  приняты по формуле (7.8) [11];

$$a = \gamma_c (\gamma_{cR} R \pi r^2 + 2 \pi r \gamma_{cf} f \ell); b = \gamma_c 2 \pi r \gamma_{cf} f \ell; c = \gamma_c \gamma_{cR} R \pi.$$

Показателем эффективности применения уширения будет отношение удельной несущей способности сваи с уширением ( $K/m$ ) к этому же показателю для цилиндрической.

По методике [1] для определения  $R_{опт}$  необходимо взять производную от  $K/m$  по  $R$ , приравнять ее нулю и из этого выражения найти  $R=R_{опт}$ .

**Методика решения задачи.**

Для рационального применения уширения необходимо назначать радиус уширения  $R=R_{опт}$ , дающий максимальное значение показателя  $K/m$ .

$$K/m = (c R^2 + b) / a (1 + d R^3 - eR). \tag{1}$$

После выполнения преобразований, получим выражение вида:

$$R^4 + CR^2 + DR + E = 0, \quad (2)$$

где:  $C = (ce + 3db)/cd$ ;  $D = -2/d$ ;  $E = -be/cd$ .

Решением этого уравнения является выражение.

$$R_{\text{опт}} = R = -A/4 + (A^2/16 - y + D/A)^{1/2}, \quad (3)$$

где  $A = -(8y - 4C)^{1/2}$ ;  $y = (-q + Q)^{1/3} + (-q - Q)^{1/3}$ ;  $Q = (p^3 + q^2)^{1/2}$ ;

$$2q = 2s^3/27n - sk/3n^2 + z/n; \quad 3p = (3nk - s^2)/3n^2;$$

где  $n = 8$ ;  $s = -4C$ ;  $k = -8E$ ;  $z = 4EC - D^2$ .

Для конкретных условий: песок мелкий  
 $R = 2000$  кПа;  $f = 28$  кПа;  $\gamma_c = \gamma_{cR} = \gamma_{cf} = 1,0$ ;

$$l = 3,0 \text{ м}; \quad r = 0,1 \text{ м} \quad R_{\text{опт}} = 0,421 \text{ м}.$$

Удельная несущая способность сваи в этом случае  $K/m = 4,010$ , т.е. в четыре раза больше, чем у цилиндрической сваи.

Используем выражение (3) для определения влияния геологических ( $R$  и  $f$ ) и конструктивных ( $l$  и  $r$ ) факторов на оптимальный радиус уширения буронабивной сваи.

В таблице ниже представлены результаты расчета оптимального радиуса  $R_{\text{опт}}$  с увеличением значения факторов  $R$ ,  $f$ ,  $l$ ,  $r$  в два раза, что позволяет оценить их влияние на оптимальные размеры уширения.

Из таблицы можно видеть, что увеличение удельной несущей способности сваи происходит лишь при росте двух характеристик  $R$  и  $l$ .

Эффективность конструкции возрастает в более прочных грунтах (при увеличении расчетного сопротивления грунта  $R$ ).

Также рост удельной несущей способности наблюдается при увеличении длины сваи, но незначительно в сравнении с контрольными расчетами.

Таблица

Условия расчета	$R_{\text{опт}}$ , м	$m$	$K$	$K/m$ , кН/м <sup>3</sup>
Контроль: $R = 2000$ кПа; $f = 28$ кПа; $l = 3,0$ м; $r = 0,1$ м.	0,421	2,518	10,090	4,010.
Фактор: $R = 4000$ кПа.	0,43	2,623	13,317	5,077
Фактор: $f = 56$ кПа	0,40	2,287	6,597	2,885
Фактор: $l = 6,0$ м.	0,53	2,566	11,108	4,329
Фактор: $r = 0,2$ м.	0,66	2,377	7,965	3,351

#### Выводы:

1. Оптимальный радиус уширения сваи  $R_{\text{опт}}$  практически не зависит от геологических условий строительства (характеристик грунта  $R$  и  $f$ ).

При росте в два раза расчетного сопротивления грунта по острию сваи  $R$ ,

$R_{\text{опт}}$  растет на 2%, расчетного сопротивления грунта по боковой поверхности  $f$  снижается на 5%.

2. Размеры сваи  $l$  и  $r$  (конструктивные факторы) существенно влияют на  $R_{\text{опт}}$ ,

При росте в два раза длины сваи  $R_{\text{опт}}$  растет на 26%, радиуса скважины на 57%.

#### Литература.

1. ВСН 165-85. Устройство свайных фундаментов мостов (из буровых свай). – М.: Минтрансстрой СССР, 1985.

2. Сотников С. Н., Симагин В. Г., Вершинин В. П. Проектирование и возведение фундаментов вблизи существующих сооружений. Опыт строительства в условиях Северо-Запада СССР, Стройиздат, 1986.

3. ВСН 5-71 Временные указания по устройству коротких буронабивных бетонных и бутобетонных свай для малоэтажных сельских зданий. – М.: Минсельстрой СССР, 1971

4. ВСН 506-88 Проектирование и устройство грунтовых анкеров. – М.: Минмонтажспецстрой СССР, 1989.

5. Невзоров А.Л. Фундаменты на сезоннопромерзающих грунтах. – М.: Изд. АСВ, ISBN 5-93093-031-7, 2000.

6. Рекомендации по проектированию и устройству свайных фундаментов на пучинистых грунтах. – М.: ЦНИИЭПсельстрой, 1989.

7. Рекомендации по учету и предупреждению деформаций и сил морозного пучения грунтов. – М.: ПНИИИС, 1986.

8. Холодов С.П. Расчет буронабивной свай с уширением в климатических условиях Сибири. Системы. Методы. Технологии. Братский

государственный университет. ISSN 2077-5415, вып. 2, с. 138 – 142, 2017.

9. Буронабивные сваи с уширением в условиях большой глубины промерзания. Преснов О.М., Холодов С.П., Серватинский В.В., Современное строительство и архитектура. № 3 (07). ISSN 2411-3581, с. 40-44, 2017.

10. Выбор размеров уширения для буронабивных свай с уширенной пятой. Холодов С. П., Преснов О. М., Серватинский В. В. Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. Вып. 51(70), ISSN 1994-0351, с. 44-48, 2018.

11. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. – М.: Минрегион России ОАО «ЦПП», 2010.

## ОЦЕНКА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ МУКОМОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

*Шерстобитова Людмила Васильевна*

*Старший преподаватель,*

*Филиал Российского университета кооперации,*

*г. Владимир*

*Пономарев Анатолий Яковлевич*

*Доцент, кандидат технических наук,*

*Российский государственный социальный университет,*

*г. Москва*

## ASSESSMENT OF FIRE SAFETY OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF FLOUR-MILLING ENTERPRISES

*Sherstobitova Lyudmila Vasilyevna*

*Senior Lecturer,*

*Branch of the Russian University of Cooperation,*

*Vladimir*

*Ponomarev Anatoly Yakovlevich*

*Associate Professor, Candidate of Technical Sciences,*

*Russian state social university,*

*Moscow*

[DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2020.1.62.342](https://doi.org/10.31618/nas.2413-5291.2020.1.62.342)

### АННОТАЦИЯ

В статье приводится расчет избыточного давления взрыва, образующегося при объемном горении воздушно-мучной смеси. Полученные результаты позволяют спрогнозировать мероприятия и управленческие решения по обеспечению защиты людей и взрывобезопасности объекта.

### ANNOTATION

The article presents the calculation of the excess pressure of the explosion formed during the volumetric gorenje air-flour mixture. The results obtained allow us to predict measures and management decisions to ensure the protection of people and explosion safety of the object.

**Ключевые слова:** нижний концентрационный предел распространения пламени; пожарный риск; мучная пыль; пыленакопление; избыточное давление.

**Keywords:** lower concentration limit of flame propagation; fire risk; flour dust; dust accumulation; overpressure.

Функционирование мукомольных предприятий сопровождается образованием и поступлением в воздух производственных помещений органической пыли [5]. Превышение допустимых значений концентрации мучного аэрозоля в воздухе создает опасность возникновения взрыва или пожара. Такие высокие концентрации могут возникнуть при авариях либо в период нормальной работы аппаратов, при

котором образуется наибольшее количество пылевоздушных смесей. Мука становится взрывоопасной, когда ее частички будут диспергированы в воздухе. При поджигании такой воздушно-мучной смеси происходит быстрое объемное сгорание подобное взрыву [1, 4].

Потому уже на стадии проектирования технологического процесса и размещения технологического оборудования на предприятии

предусматривается комплекс мер по обеспечению пожарной безопасности, учитывая критерии:

- индивидуального пожарного риска;
- социального пожарного риска;
- регламентированных параметров пожарной опасности технологических процессов.

Для прогнозирования причин возникновения взрывопожароопасных ситуаций принимаются во

внимание свойства используемых материалов и события, реализация которых может привести к образованию горючей среды и появлению источника зажигания [2, 3].

Пожароопасные и физико-химические свойства пшеничной муки представлены в таблице 1 [5].

Таблица 1

**Пожароопасные и физико-химические свойства пшеничной муки**

Показатели	Значение показателя
Нижний концентрационный предел распространения пламени	35 г/м <sup>3</sup>
Максимальное давление взрыва	520 кПа
Плотность	650 кг/м <sup>3</sup>
Скорость нарастания давления	8 МПа/с
Температура воспламенения	250 °С
Температура самовоспламенения	380 °С
Температура тления	310 °С
Теплота сгорания	16807 кДж/моль

Анализ пожарной опасности технологических процессов является основой для определения комплекса мероприятий, реализация которых должна изменить параметры технологического процесса до уровня, обеспечивающего допустимый пожарный риск. При этом предусматриваются ситуации возникновения опасности для людей, оказавшихся в зоне поражения опасными факторами взрыва или пожара, это – избыточное давление и повышенная температура [2].

Для расчета избыточного давления при объемном сгорании мучного аэрозоля необходимо рассматривать наиболее неблагоприятные варианты:

- расчетной аварии предшествовало пыленакопление в производственном помещении, происходящее в условиях нормального режима работы;
- в момент расчетной аварии произошел аварийный выброс в помещение всей находившейся в аппарате мучной пыли.

Расчет избыточного давления взрыва  $\Delta p$  для горючих пылей проводится по формуле [3]:

$$\Delta p = \frac{m N_T P_0 Z}{V_{св} C_p T_0 \rho_v} * \frac{1}{K_H}$$

где:

$m$  – масса взвешенной в объеме помещения пыли, кг;

$N_T$  – теплота сгорания, Дж/кг;

$\rho_v$  – плотность воздуха при начальной температуре,  $T_0$ , кг/м<sup>3</sup>;

$T_0$  – начальная максимальная температура воздуха для данного региона в теплый период, К;

$C_p$  – теплоемкость воздуха, Дж/(кг\*К);

$K_H$  – коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения;

$V_{св}$  – свободный объем помещения, м<sup>3</sup>;

$P_0$  – начальное давление, кПа;

$Z$  – коэффициент участия взвешенной пыли в горении, определяется как  $Z=0.5F$ , где  $F$  – массовая доля частиц пыли размером менее критического, с превышением которого аэрозоль становится неспособной распространять пламя. Допускается принимать  $F = 1$ .

Свободный объем помещения определяется как разность между объемом помещения и объемом, занимаемым технологическим оборудованием. Если свободный объем помещения определить невозможно, то его допускается принимать условно равным 80% геометрического объема помещения.

Расчетную массу взвешенной в объеме помещения пыли, которая появляется в результате аварии, при отсутствии данных об объеме пылевоздушного облака можно рассчитать:

$$m = m_{вз} + m_{ав}$$

где:

$m_{вз}$  – расчетная масса взвихрившейся пыли, кг;

$m_{ав}$  – расчетная масса пыли, поступившей в помещение в результате аварийной ситуации, кг.

Расчетную массу взвихрившейся мучной пыли можно определить:

$$m_{вз} = m_{п} * K_{вз}$$

где:

$m_{п}$  – масса отложившейся в помещении пыли к моменту аварии, кг.

$K_{вз}$  – доля отложившейся в помещении пыли, способной перейти во взвешенное состояние в результате аварийной ситуации. Если невозможно получить экспериментальные сведения, то допускается принимать  $K_{вз} = 0,9$ .

Расчетную массу пыли, поступившую в помещение в результате аварийной ситуации, определяют по формуле:

$$m_{ав} = (m_{ап} + qT)K_{п}$$

где:

$m_{ап}$  – масса пыли (муки), выброшенная в помещение, кг;

$q$  – производительность, с которой поступает пыль в аварийный аппарат до момента отключения, кг/с;

$T$  – время отключения, с;

$K_{п}$  – коэффициент пыления, т.е. отношение массы взвешенной в воздухе пыли ко всей массе пыли, которая поступила из аппаратов в помещение. Учитывая полидисперсный состав мучной пыли, коэффициент пыления можно принять  $K_{п} = 0,5 – 1$ .

Массу отложившейся в помещении пыли к моменту аварии определяют по формуле:

$$m_{п} = \frac{K_{г}}{K_{у}} (m_{1} + m_{2})$$

где:

$K_{г}$  - доля горючей пыли в общей массе отложений пыли;

$K_{у}$  - коэффициент эффективности пылеуборки. Принимают равным 0,6 при сухой и 0,7 - при влажной пылеуборке (ручной).

$m_{1}$  - масса пыли, оседающей на труднодоступных для уборки поверхностях в помещении за период времени между генеральными уборками, кг;

$m_{2}$  - масса пыли, оседающей на доступных для уборки поверхностях в помещении за период времени между текущими уборками, кг.

Таким образом, можно рассчитать избыточное давление при объемном сгорании мучного аэрозоля, которое будет достигнуто на предприятии в аварийной ситуации. Полученные данные нужно сравнить с допустимым значением избыточного давления и увидеть прогнозируемый результат его воздействия на персонал и производственное здание. Типичные предельно допустимые значения избыточного давления с точки зрения повреждения зданий приведены в таблице 2 [3].

Таблица 2

**Типичные предельно допустимые значения избыточного давления с точки зрения повреждения зданий**

Степень поражения	Типичные предельно допустимые значения избыточного давления, кПа
Полное разрушение зданий	100
50%-ное разрушение зданий	53
Средние повреждения зданий	28
Умеренные повреждения зданий (повреждение внутренних перегородок, рам, дверей и т.п.)	12
Нижний порог повреждения человека волной давления	5
Малые повреждения (разбита часть остекления)	3

Оценка пожарной безопасности технологических процессов мукомольного предприятия на стадии проектирования, строительства, реконструкции, ввода в эксплуатацию, эксплуатации или прекращения эксплуатации, капитального ремонта, консервации, утилизации позволяет дать научно обоснованное предсказание вероятностного развития событий или явлений и на этой основе выработать предложения для принятия управленческого решения, чтобы гарантированно обеспечить пожаробезопасность и взрывобезопасность объекта.

Оценка пожарной безопасности помогает установить требования, направленные на обеспечение промышленной безопасности в целом, предупреждение аварий, случаев производственного травматизма на производственных объектах, на которых осуществляется хранение или переработка растительного сырья, в процессе которых образуются взрывоопасные пылевоздушные смеси, способные самовозгораться, возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления, а также осуществляется

хранение зерна, продуктов его переработки и комбикормового сырья, склонных к самосогреванию и самовозгоранию [5].

### Список литературы

1. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Федеральный закон «О пожарной безопасности» от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ.
3. ГОСТ Р 12.3.047-2012 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля».
4. Правила устройства электроустановок (утверждены Министерством энергетики Российской Федерации, приказ от 08.07.2002 г. № 204).
5. Приказ Ростехнадзора от 21.11.2013 № 560 (ред. от 15.11.2016) Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности взрывопожароопасных производственных объектов хранения и переработки растительного сырья».

# ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

## ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЗИСТИВНО-НАГРУЖЕННЫХ АНТЕНН ГЕОРАДАРА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФОРМЫ ДИПОЛЯ

*Сахтеров Владимир Иванович*

*кандидат физ.-мат. наук, с.н.с.*

*Институт земного магнетизма, ионосферы  
и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН  
Москва, Троицк*

## CHARACTERISTICS OF RESISTIVELY LOADED GPR ANTENNAS DEPENDING ON THE CHANGE OF THE DIPOLE SHAPE

*Sakhterov Vladimir*

*Candidate of Science, senior researcher*

*Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism,*

*Ionosphere and Radio Wave Propagation*

*Russian Academy of Sciences*

*DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2020.1.62.340*

### АННОТАЦИЯ

Рассмотрены экспериментальные результаты измерений характеристик резистивно-нагруженных антенн на измерительном стенде в ИЗМИРАН, приводятся результаты изменения усиления антенны, диаграммы направленности антенн в зависимости от геометрических размеров и способа формирования сопротивления антенны. Полученные результаты позволяют наглядно представить характеристики антенн. На основе полученных данных предложена новая антенна.

### ABSTRACT

Experimental results of measurements of resistive-loaded antennas at the measuring stand at IZMIRAN are considered, the results of changing the antenna gain, antenna radiation patterns depending on the geometric dimensions and the method of forming the characteristics of the resistors in the antenna are presented. The results obtained make it possible to visualize the characteristics of the antennas. Based on the data obtained, a new antenna was proposed.

**Ключевые слова:** антенна георадара, подповерхностное зондирование, георадиолокация.

**Keywords:** GPR antenna, subsurface sounding, georadar

В настоящее время широко используются георадары подповерхностного зондирования в различных областях сферы деятельности человека. При этом все работы по характеристикам таких антенн являются чисто теоретическими в плане компьютерного моделирования [1,2] либо выжимками из практических работ в виде сравнения полученных результатов [3,4]. В данной статье рассматриваются экспериментальные результаты, полученные на измерительном стенде, расположенном на территории ИЗМИРАН. Он представляет собой половину цилиндра, выполненного из радиопрозрачного материала и наполненного увлажненным песком. Измеряя параметры антенны на равноудаленном от нее расстоянии, можно получить сигнал, прошедший через грунт и воздух. Регистрируя изменения амплитуды первого импульса, получаем данные для вычисления характеристик антенн.

Нужно отметить важность характеристик приемной антенны. Например, на рис.1а приводятся диаграммы направленности резистивно-нагруженной антенны длиной 50 см и шириной 6 см, измеренные двумя приемными антеннами: согласованной по длине антенной 50 см и шириной 0,5 см (рис.2 №1) и измерительной

антенной длиной 9 см и шириной 0,5 см (рис.2 №2). Как видно на рисунке, диаграммы направленности излучающей антенны в этих случаях отличаются значительно, т. к. амплитуды измеренного сигнала отличаются примерно в 10 раз. Для наглядности максимальные значения нормированы к единице. Для проверки полученных результатов было проведено взаимное измерение согласованных антенн шириной 3 см и 0,5 см. Одна ставилась на излучение, второй производилось измерение, затем антенны менялись местами. Здесь и далее на графиках приводятся измеренные на клеммах антенн амплитуды в вольтах. Полученный результат приведен на рис.1б, за исключением погрешностей измерения он практически одинаковый. Измерение с антенной шириной 8 см подтвердило результат. Также отметим, что теоретические расчеты предположили [5], что уровень заднего лепестка должен составлять примерно 15% от амплитуды главного; измеренные данные показывают, что амплитуда заднего лепестка достигает 30%. Это говорит о необходимости разработки экранированных антенн с целью снижения воздушной помехи от зданий и других объектов.

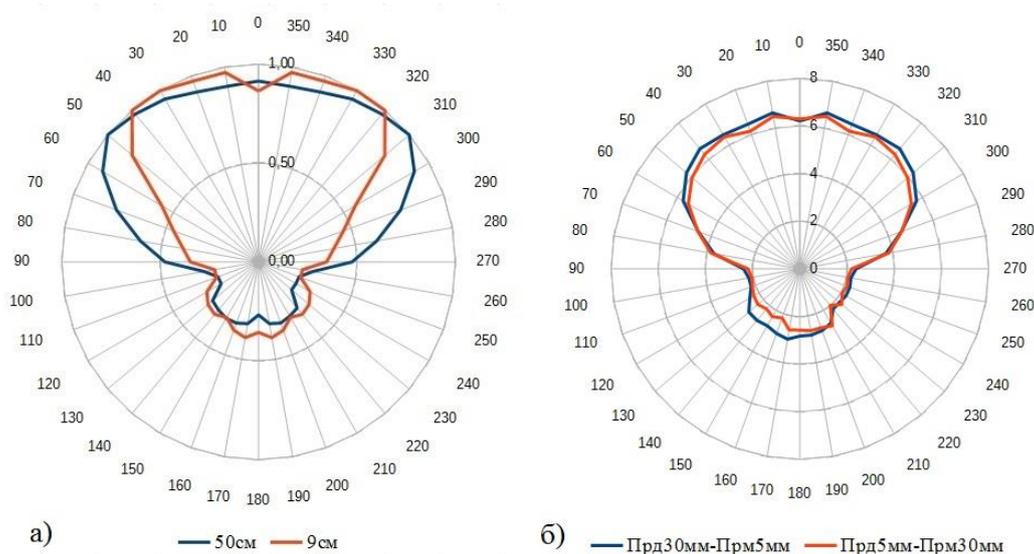


Рис.1 Диаграммы направленности резистивно-нагруженных антенн

Традиционно в импульсных георадарах повышенной мощности (1 МВт и выше) используются резистивно-нагруженные диполи, изготовленные из фольгированного стеклотекстолита. Обычно половина вибратора делится на одиннадцать одинаковых сегментов, в

места разрезов размещаются поглощающие резисторы. У каждого изготовителя свои расчеты, поэтому используем для всех видов измеряемых антенн одну линейку резисторов, например, как на антенне №3 на рис.2.

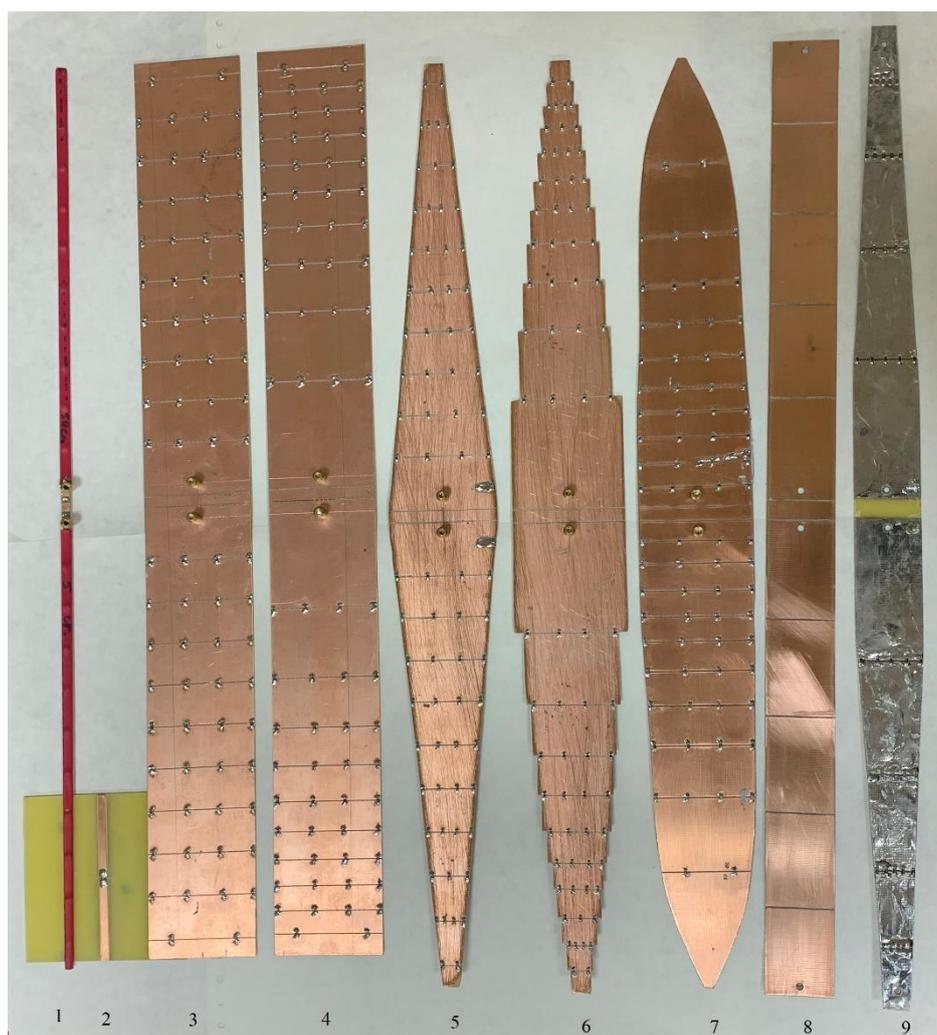


Рис.2 Внешний вид измеренных антенн.

Дальнейшие измерения проводились приемной антенной №1. Простое изменение ширины передающей антенны №3 от 0,5 см до 8 см вызывает увеличение амплитуды на клеммах приемной антенны примерно в 1,5 раза, и последующее увеличение ширины свыше 8 см не приводит к дальнейшему увеличению амплитуды, по крайней мере для длины 50 см. После анализа полученных результатов измерений для дальнейших исследований были изготовлены

несколько антенн: №4 - прямоугольная, длина сегментов от клемм уменьшается по экспоненте, №5 - трапецидальная, сегменты имеют одинаковую длину, №6 - дискретная трапеция, длина сегментов уменьшается по экспоненте, №7 - ширина уменьшается по экспоненте, длина сегментов увеличивается по экспоненте, №8 - прямоугольная антенна шириной 3 см с уменьшенным количеством резисторов.

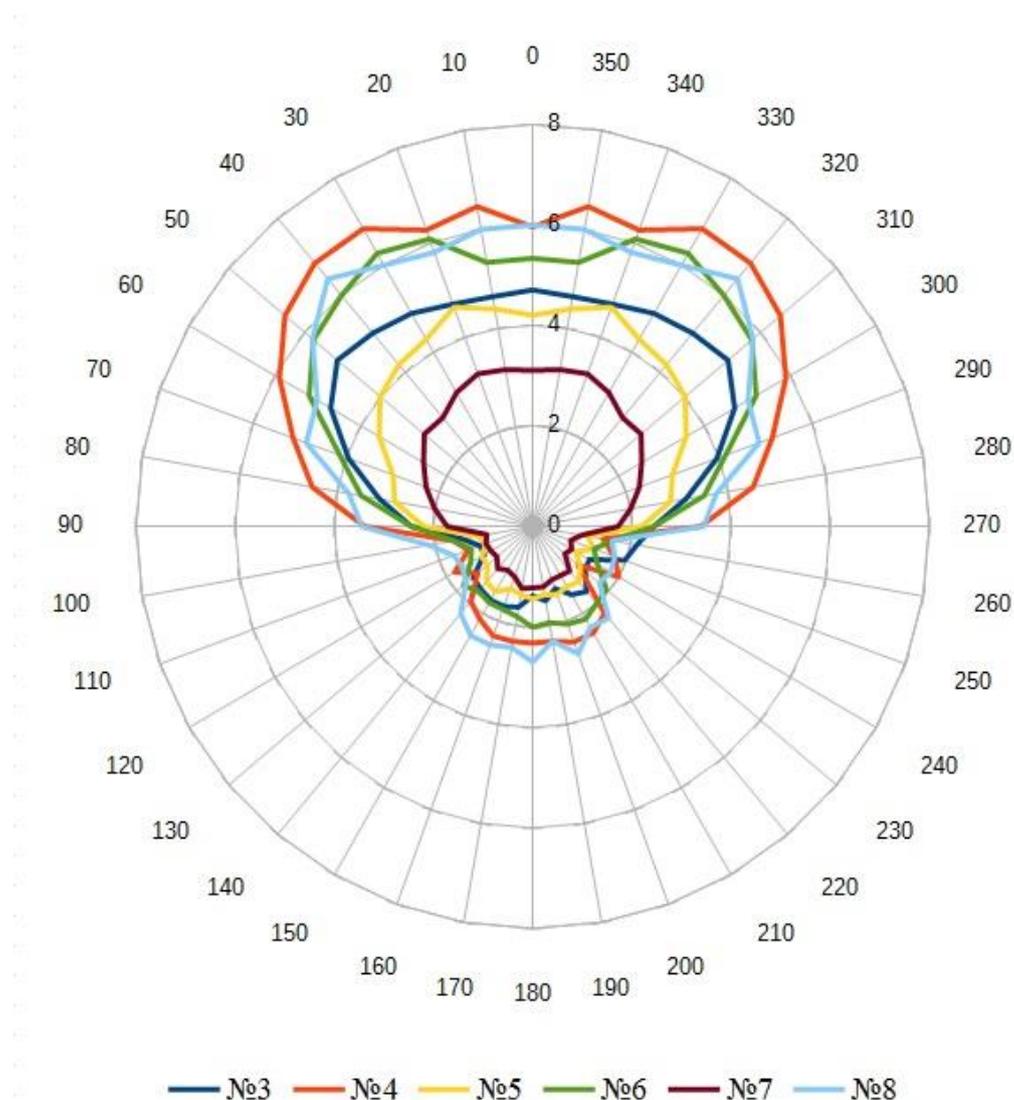


Рис.3 Измеренные диаграммы направленности антенн

В дальнейшем была разработана антенна №9 - трапеция с уменьшенным количеством резисторов, длина сегментов которой уменьшается по экспоненте. Измеренные диаграммы направленности антенн приведены на рис.3. Сравнение характеристик всех используемых антенн производится с характеристиками антенны №3, которую используем в качестве стандарта. Наиболее худшие характеристики у антенны №7, значения амплитуды ниже стандарта в 1,6 раза. Антенна №5 (трапеция) имеет амплитуду, сравнимую со стандартом, но при этом более узкую диаграмму направленности, что в принципе позволяет сделать вывод о возможности подбора ее

формы и ширины для оптимальной диаграммы направленности. Антенна №4 дает максимальное значение амплитуды и превышение боковых лепестков над главным в 1,1 раза. Антенна №6 имеет оптимальное значение диаграммы направленности: провал главного лепестка и максимальное значение амплитуды бокового лепестка под углом 30-40 градусов от центра. Антенна №8 с пониженным количеством сегментов имеет равное значение амплитуды в главном лепестке, немного меньшее значение бокового лепестка. Здесь произошло увеличение амплитуды за счет меньшего количества резисторов, что допускается обычно при зондировании влажных

сред, при хорошей емкостной связи антенны со средой. В случае измерений в сухих почвах возможно возникновение паразитных колебаний.

На основе полученных результатов экспериментов, проведенного анализа и дополнительных измерений была разработана антенна, приведенная на рис.2 под №9. Для длины 50 см и ширины 3,4 см применена плавная трапеция, длина сегментов уменьшается по экспоненте, количество сегментов равно пяти, в качестве резисторов используются чип-резисторы размера 1206. Применено параллельное включение 4 резисторов, при импульсной амплитуде передатчика 5 кВ и длительности до 15 нс они надежно работают. Диаграмма направленности антенны приблизительно равна характеристикам антенны №6 и здесь не приводится. Эксперименты показали, что для решения конкретно поставленных задач можно путем изменения геометрических параметров антенн находить их наиболее оптимальные варианты конструкций с наилучшими радиотехническими характеристиками.

#### Список литературы:

1. Гринев А. Ю., Темченко В. С., Ильин Е. В. Моделирование зондирующих и рассеянных

электромагнитных полей на основе дипольной аппроксимации характеристик антенны подповерхностного радара (Антенна 2009 № 12)

2. Попов А.В., Прокопович И.В., Едемский Д.Е., Морозов П.А., Беркут А.И., Меркулов С.В. Глубинный георадар: принципы и применение // Электромагнитные волны и электронные системы, т. 23, № 4 с. 28-36, 2018

3. Варенков В.В., Волкомирская Л.Б., Гулевич О.А., Резников А.Е., Сахтеров В.И. Исследование эффективности использования диэлектрических резонаторных антенн для георадаров, II Всероссийская научная конференция. // «Современные проблемы дистанционного зондирования, радиолокации, распространения и дифракции волн»/ «Муром 2018» /

4. Ю.А. Брусенцов, И.С. Филатов, М.Ю. Серегин, В.Г. Однолюк, И.Г. Проценко Улучшение избирательности антенн георадаров // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского 2009/6

5. Гарбацевич В.А. Исследование излучателей и сигналов ионозонда и георадара для диагностики геофизических сред. Дис.канд. физ-мат. наук. Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн. 2008.

UDC: 538.97

## CALCULATING THE VALUES OF THE DIPOLE MOMENTS OF ELECTRONIC TRANSITIONS

*Urusova B. I.<sup>1</sup>, Bolatchieva M. S.-X.<sup>2</sup>*

*Karachay-Cherkess state University named after U. D. Aliyev, doctor of physics, Professor, head of the Department of physics, Karachayevsk, Russia*

*Karachay-Cherkess state University named after U. D. Aliyev, 1st year post-graduate student, Physics and mathematics faculty, Karachayevsk, Russia*

### ANNOTATION

In this work, the values of dipole moments of electron transitions are calculated using the semiempirical method, taking into account the rotation of the molecule analytically (through  $3j$ - and  $6j$ -semivolts). Integrals of the intersection of vibrational wave functions of combining States are found. The absolute values of dipole moments of electronic transitions  $3l^3 A'_g \rightarrow 2p^3 A''_u$  necessary for calculating the coefficients of expansion of the wave function of the perturbed state of a triplet  $3s, 3d$ - complex of terms on the born-Oppenheimer basis and the overlap integrals of the number of negative wave functions corresponding to radiation transitions are determined. Using  $\chi^2$  the difference standard calculated by formulas optimization subroutine FUMIL the effective values of dipole moments of electronic components were determined  $3l^3 A'_g \rightarrow 2p^3 A''_u H_2$ .

**Keyword:** dipole moments electron transitions, wave function, overlap integrals, electronic levels.

The task of this paper is to find the values of dipole parameters by a semiempirical method.

To solve this problem, the rotation of the molecule was taken into account analytically (through  $3j$ - and  $6j$ -semivolts), and the critical integrals of vibrational wave functions of combining States were determined numerically.

Research of relative values of probabilities of electron-vibrational-rotational (EQ) transitions from the levels of the triplet  $3s, 3d$ -complex of terms of the

hydrogen molecule were performed semi-empirically [1].

Using laser-stimulated photo fragmentation spectroscopy, we found the probability ratios of spontaneous transitions from the EQ levels  $3l^3 A'_g$  - from the preassociating  $b^3 \Sigma_u^+$  - state  $c^3 \Pi_r^+$  - positions and the orbital quantum numbers of the valence electron in the corresponding unified atom  $\Lambda$  - a literal designation of the quantum number of the electron momentum projection operator on the inter-core axis. This method is based on the registration of the speed

spectrum of atoms formed during spontaneous transitions to unstable States[2-4]. Non-adiabatic calculations, which used nonempirical dependences of the total moments of electronic transitions  $3l^3A'_g \rightarrow 2l^3A''_u$ , led to a discrepancy with experimental values [5-6].

The semi-empirical analysis of these data made it possible to find the relative adiabatic values of the dipole moments of these electronic transitions. In addition, the results of our semi-empirical analysis of the force relations of the lines of various rotational branches of the electron-vibrational transition bands  $j^3A'_g \rightarrow c^3\Pi_u^\pm$  were in good agreement with the values measured by laser-induced fluorescence [7]. When describing the probabilities of transitions from the levels of the triplet  $3s, 3d$ -complex of terms of the hydrogen molecule, we will adhere to the formalism, developed by us when analyzing the relative probabilities of spontaneous transitions [8].

The formulas are based on the account of EQ level interactions only with the same values of vibrational and rotational quantum numbers in a closed triplet  $3s, 3d$ -complex of terms. In this case, the spin multiplet splitting of the levels is considered to be much smaller than the value of the effects associated with electron-vibrational and electron-rotational interactions. We will neglect the interaction  $b^3\Sigma_u^+$ , of both  $c^3\Pi_u^+$  – the States at which radiation transitions occur, and the dependences of the dipole moments  $3l^3A'_g \rightarrow 2p^3A''_u$  of

electronic transitions on the inter-nuclear distance. Taking these assumptions into account the formula for the probability of a spontaneous transition  $\gamma, v', N' \rightarrow c^3\Pi_u, v'', N''$ . Previously, we used a semi-empirical method to study the force relations of the lines of  $R$ -,  $Q$ -, and  $P$ -branches  $3l^3A'_g, v, N' \rightarrow c^3\Pi_u^\pm, v, N''$  – transitions and determined the values of three relations of dipole moments of electron beams:

$$3s^3\Sigma_g \rightarrow 2p^3\Pi_u, \quad 3d^3\Sigma_g \rightarrow$$

$$2p^3\Pi_u, \quad 3d^3A_g \rightarrow 2p^3\Pi_u \text{ to}$$

the dipole moment of transition  $3d^3\Pi_g \rightarrow 2p^3\Pi_u$  –

$$M_{2p\Pi}^{3s\Sigma} / M_{2p\Pi}^{3d\Pi} = 0.28 \pm 0.01,$$

$$M_{2p\Pi}^{3d\Sigma} / M_{2p\Pi}^{3d\Pi} = -0.82 \pm 0.02,$$

$M_{2p\Pi}^{3d\Pi} / M_{2p\Pi}^{3d\Pi} = -1.37 \pm 0.02$ . These values are used to describe the lifetime of electron-vibrational-rotational (EQ) have a smooth triplet  $3s, 3d$ -complex the MOU. The expression for the radiative lifetimes of the  $\gamma, v', N'$ . The EQ of the levels of the triplet  $3s, 3d$ -complex of terms caused by spontaneous transitions to electronic States resolved in the dipole approximation  $b^3\Sigma_u^+, c^3\Pi_u^\pm, e^3\Sigma_u^+$  и  $d^3\Pi_u^\pm$ , has the following form:

$$\tau_{\gamma v' N'}^{rad} = \left\{ A_b^{\gamma v' N'} + \sum_{v'', N''} \left( A_{cv'' N''}^{\gamma v' N'} + A_{ev'' N''}^{\gamma v' N'} + A_{dv'' N''}^{\gamma v' N'} \right) \right\}^{-1}, \quad (1)$$

where  $\gamma$  denotes the set of quantum numbers that characterize the electron state;  $A_b^{\gamma v' N'}$ ,  $A_{cv'' N''}^{\gamma v' N'}$ ,  $A_{ev'' N''}^{\gamma v' N'}$ ,  $A_{dv'' N''}^{\gamma v' N'}$  – the probabilities of spontaneous transitions from  $\gamma, v' N' -$ ,  $b^3\Sigma_u^+, c^3\Pi_u^\pm, v'', N'' -$ ,  $e^3\Sigma_u^+, v'', N'' -$  and  $d^3\Pi_u^\pm, v'', N'' -$  the state.

For transitions to stable EQ States, the probabilities of transitions along different rotational branches of the electron-vibrational bands of the progression are summed up in formula (1) в ветвях электронно-колебательных полос  $v'' -$ .

In the case of transitions to the  $b^3\Sigma_u^+$  – state, it is necessary to integrate the probability density over the

continuous spectrum of frequency-emission at the transition from this level. Since the wave number, the diagonal bands of transitions  $\gamma, v' N' \rightarrow (e^3\Sigma_u^+, d^3\Pi_u^\pm)$ ,  $v'', N''$  from the levels of the triplet  $3s, 3d$ -complex terms to the levels of the triplet  $3p$ -complex terms at least 3 times less than the wave number of the transitions in the  $b^3\Sigma_u^+$ , and  $c^3\Pi_u^\pm$ -state, and the probability of radiative transitions is known to have a cubic dependence on the magnitude of the wave number, then the further analysis we will not consider the transitions from these levels  $e^3\Sigma_u^+$ , and  $d^3\Pi_u^\pm$  – condition:

$$\begin{aligned} A_{cv'' N''}^{\gamma v' N'} &= \frac{64\pi^4}{3h} \left( c_{cv'' N''}^{\gamma v' N'} \right)^3 (2N' + 1)(2N'' + 1)^2 \times \\ &\times \left\{ \begin{matrix} N' & 0 & N' \\ N'' & 1 & N'' \end{matrix} \right\}^2 c_{3s\Sigma}(\gamma, v' N') M_{2p\Pi}^{3s\Sigma} \times \\ &\times \langle 2p\Pi, v'' N'' | 3s\Sigma, v' N' \rangle_0 \begin{pmatrix} N' & 1 & N'' \\ 0 & -1 & 1 \end{pmatrix} + \\ &+ c_{3s\Sigma}(\gamma, v' N') M_{2p\Pi}^{3d\Sigma} \times \\ &\times \langle 2p\Pi, v'' N'' | 3d\Sigma, v' N' \rangle_0 \begin{pmatrix} N' & 1 & N'' \\ 0 & -1 & 1 \end{pmatrix} + \\ &+ c_{3d\Pi}(\gamma, v' N') M_{2p\Pi}^{3d\Pi} \times \\ &\times \langle 2p\Pi, v'' N'' | 3d\Sigma, v' N' \rangle_0 \begin{pmatrix} N' & 1 & N'' \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix} + \end{aligned}$$

$$+c_{3d\Delta}(\gamma, v'N')M_{2p\Pi}^{3d\Delta} \times \langle 2p\Pi, v''N''|3d\Delta, v'N'\rangle_0 \begin{pmatrix} N' & 1 & N'' \\ -2 & 1 & 1 \end{pmatrix}, \quad (2)$$

where

$$\begin{pmatrix} j_1 & j_2 & j_3 \\ m_1 & m_2 & m_3 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} j_1 & j_2 & j_3 \\ j_4 & j_5 & j_6 \end{pmatrix}$$

$$A_b^{\gamma v'N'} = \frac{64\pi^4}{3h} (2N' + 1) \left( \int_0^\infty v^3 \langle 3L\Lambda, v'N'|b, v\rangle_0 dv \right) \times$$

$$\sum_{N''} (2N'' + 1)^2 \left\{ \begin{matrix} N' & 0 & N'' \\ N'' & 1 & N'' \end{matrix} \right\}^2 \left| c_{3s\Sigma}(\gamma, v'N')M_{2p\Sigma}^{3s\Sigma} \times \right.$$

$$\times \begin{pmatrix} N' & 1 & N'' \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} + c_{3d\Sigma}(\gamma, v'N')M_{2p\Sigma}^{3d\Sigma} \begin{pmatrix} N' & 1 & N'' \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} +$$

$$\times c_{3d\Pi}(\gamma, v'N')M_{2p\Pi}^{3d\Pi} \begin{pmatrix} N' & 1 & N'' \\ -1 & 1 & 0 \end{pmatrix} \quad (3)$$

where  $M_{2p\Sigma}^{3s\Sigma}, M_{2p\Sigma}^{3d\Sigma}$  и  $M_{2p\Pi}^{3d\Pi}$  - dipole moments of transitions from  $3l^3\Lambda_g$ -States to  $2p^3\Sigma_u$ , -state, and integration in formula (3) is carried out over the entire region of change in the wave number of the radiation transition of the molecule from  $3l^3\Lambda_g, v', N'$  - to the unstable  $b^3\Sigma_u^-$ -state [8].

To determine the values of the dipole moments of electronic transitions  $3l^3\Lambda_g \rightarrow 2p^3\Lambda_u''$ , the coefficients of the expansion of the wave function of the perturbed state of the triplet  $3s, 3d$  - complex of terms are required. Therefore we were determined via born-oppingaeroscope basis and the integrals of the overlap of the vibrational wave functions corresponding to the

radiation goon ladies[9]. Knowing the values of the four dipole moments of electronic transitions  $3d^3\Pi_g \rightarrow 2p^3\Pi_u, 3s^3\Sigma_g \rightarrow 2p^3\Sigma_u, 3d^3\Sigma_g \rightarrow 2p^3\Sigma_u,$  and  $3d^3\Pi_g \rightarrow 2p^3\Sigma_u$   $M_{2p\Pi}^{3d\Pi}, M_{2p\Sigma}^{3s\Sigma}, M_{2p\Sigma}^{3d\Sigma}$  и  $M_{2p\Sigma}^{3d\Pi}$ .

These values were considered as four independent parameters, which, within the framework of the model used, should describe the radiation lifetimes of EQ levels of the triplet  $3s, 3d$ -term complex.

Using  $\chi^2$  the mean-square differences calculated by the formulas (1) - (3) using the standard optimization subroutine FUMIL были определены FUMIL, the effective values of dipole moments were determined click  $3l^3\Lambda_g' \rightarrow 2p^3\Lambda_u''H_2$ .

Table 1

Electronic Transition	$\zeta$	Electronic dipole moments of the transitions a. e.						$\chi_{\min}^2$	
		$M_{2p\Sigma}^{3s\Sigma}$	$M_{2p\Sigma}^{3d\Sigma}$	$M_{2p\Sigma}^{3d\Pi}$	$M_{2p\Pi}^{3s\Sigma}$	$M_{2p\Pi}^{3d\Sigma}$	$M_{2p\Pi}^{3d\Pi}$		$M_{2p\Pi}^{3d\Delta}$
$i^3\Pi_g^-, j^3\Delta_g^- \rightarrow c^3\Pi_u$	15	-	-	-0.50(2)	-	-	1.87(3)	-2.56(6)	1.1
$h^3\Sigma_g^+, g^3\Sigma_g^+, i^3\Pi_g^+, j^3\Delta_g^+ \rightarrow c^3\Pi_u$	12	-0.12(1)	0.39(2)	-0.56(4)	0.54(2)	-1.63(3)	1.94(3)	-2.66(6)	6.1
$h^3\Sigma_g^+, g^3\Sigma_g^+, i^3\Pi_g^\pm, j^3\Delta_g^\pm \rightarrow c^3\Pi_u$	27	-0.12(1)	0.40(2)	-0.52(2)	0.54(2)	-1.61(3)	1.92(2)	-2.63(6)	3.5
Range $r$ , a. e.	-	1.6 - 2.7	1.5 - 2.8	1.6 - 2.7	1.6 - 2.7	1.5 - 2.8	1.6 - 2.7	1.5 - 3.0	
Semi-empirical data [9] for $r = 1$ a. e.	21	0.65	-0.50	-0.65 $\sqrt{2}$	0.21 $\sqrt{2}$	0.17 $\sqrt{2}$	1.86	-2.48	
Rating (HeI) [9]	-	1.269	2.170	-1.880 $\sqrt{2}$	1.269 $\sqrt{2}$	-1.085 $\sqrt{2}$	1.880	-2.658	
Rating (HI) [9]	-	0.542	2.452	-2.123 $\sqrt{2}$	0.542 $\sqrt{2}$	-1.226 $\sqrt{2}$	2.123	-3.003	

Thus, the empirical calculations of the values of radiation lifetimes of States using the studied values of dipole moments of electron transitions are in good agreement with the existing experimental data[10].

A comparison of the results obtained separately for  $3\Lambda_g^-$  и  $3\Lambda_g^+$  - the States of the  $3s, 3d$ -complex of terms  $H_2$  shows a good agreement of the values of the dande moments of the electronic transitions  $3d^3\Pi_g \rightarrow 2p^3\Sigma_u$  and  $3d^3\Pi_g \rightarrow 2p^3\Pi_u$ .

**Results :**

1.The values of the dipole moments of electron transitions are calculated by the semiy-empirical method, taking into account the rotation of the molecule analytically (including  $3p\epsilon_3$   $3j$ -and  $6j$ -semivoles).

2.Integrals of overlap of oscillatory wave functions of combining States are found.

3. absolute values of dipole moments of electronic transitions are Determined  $3l^3\Lambda_g' \rightarrow 2p^3\Lambda_u''$ .

4. The effective values of the dipole moments of electronic components are calculated  $3l^3 A'_g \rightarrow 2p^3 A''_u H_2$ .

#### REFERENCES

1. Moncuit D. These. Universite de Paris. / D. Moncuit // . Paris.: - 1981. -156 p.
2. Varshalovich D. AA., Moskalev am., Khersonskiy V. K. Quantum theory of angular momentum. / D. A.Varshalovich and others. / - L.: 1975 . P. 493 .
3. Trofimova T. I. Course of physics. / T. I. Trofimova // Moscow.:Publishing center "Academy", - 2008. - 17 reprint.- P. 560.
4. Moscow engineering physics Institute (state University) ; Col.: V. F. Petrunin et al.:

physicochemistry of ultradisperse (NASo-) systems, Moscow: MEFhI, 2006

5. Samoilenko P. I.: Fizika [Physics], Moscow: Akademiya, 2006
6. Grabovsky R. I.: Course of physics. Saint Petersburg: LAN Publ., 2005
7. Blokhintsev D. I.: Kvantovaya Mekhanika [Quantum mechanics], Moscow state University, 1988
8. Radunskaya street And.Л.: Die Legende vom Erfolg: Talente, Traume und Atome. - Lepzig: Urania, 1986
9. Landau, L. Teoreticheskaya Fizika V 10 TT. T. 4. Kvantovaya elektrodinamika / L. Landau, E. Lifshits. - Moscow: Fizmatlit, 2006. - 720 p.
10. Eikhenvald, A. A. Theoretical physics: Electromagnetic field. Eikhenvald, Moscow: Librokom Либрокомpublishing house, 2011, 376 p.

#### К ВОПРОСУ ОБ ОБРАТНОМ ЭФФЕКТЕ ХОЛЛА-ПЕТЧА

**Юров Виктор Михайлович**

кандидат физ.-мат. наук, доцент

**Гученко Сергей Алексеевич**

докторант PhD

**Салькеева Айжан Каришовна**

кандидат физ.-мат. наук, доцент

**Кусенова Асия Сабиргалиевна**

кандидат физ.-мат. наук, доцент

Карагандинский университет имени Е.А. Букетова,  
Казахстан, Караганда

#### TO THE QUESTION ABOUT HALLA-PATCH BACK EFFECT

**Yurov Viktor**

Candidate of phys.-mat. sciences, associate professor

**Guchenko Sergey**

PhD student

**Salkeeva Aizhan**

Candidate of phys.-mat. sciences, associate professor

**Kusenova Asiya**

Candidate of phys.-mat. sciences, associate professor

Karaganda University named after EA. Buketov,

Kazakhstan, Karaganda

#### АННОТАЦИЯ

До настоящего времени дискутируется эмпирический закон Холла-Петча и его обратный эффект. Предложены многочисленные модели и показана неисчерпаемость глубокой концепции Холла-Петча. В рамках настоящей работы, мы хотим показать, что обратный эффект Холла-Петча наблюдается не только в поликристаллах, но присущ и атомарно-гладким нанокристаллам. Для определения толщины поверхностного слоя атомарно-гладких нанокристаллов использовалась размерная зависимость физического свойства. Для предела текучести атомарно-гладких нанокристаллов нами получено уравнение, которое по форме совпадает с уравнением Холла – Петча. Однако коэффициенты пропорциональности в обеих формулах различаются. В рассматриваемом случае поведение предела текучести атомарно-гладких нанокристаллов определяется также величиной их поверхностного натяжения. Если в полученном уравнении для поверхностного натяжения учесть формулу Русанова А.И., то мы получим обратный эффект Холла-Петча.

Таким образом, обратный эффект Холла – Петча обусловлен размерной зависимостью поверхностного натяжения атомарно-гладких нанокристаллов и в конце концов зависит от атомного радиуса, который определяет толщину поверхностного слоя наноструктуры.

#### ABSTRACT

To date, the empirical Hall-Petch law and its inverse effect have been debated. Numerous models have been proposed and the inexhaustibility of the deep Hall – Petch concept has been shown. In the framework of this work, we want to show that the inverse Hall-Petch effect is observed not only in polycrystals, but also inherent in

atomically smooth nanocrystals. To determine the thickness of the surface layer of atomically smooth nanocrystals, we used the size dependence of the physical property. For the yield strength of atomically smooth nanocrystals, we have obtained an equation that coincides in shape with the Hall - Petch equation. However, the proportionality coefficients in both formulas are different. In the case under consideration, the behavior of the yield strength of atomically smooth nanocrystals is also determined by their surface tension. If the obtained equation for surface tension takes into account the formula of A.I. Rusanov, then we get the inverse Hall-Petch effect. Thus, the inverse Hall - Petch effect is due to the size dependence of the surface tension of atomically smooth nanocrystals and ultimately depends on the atomic radius, which determines the thickness of the surface layer of the nanostructure.

**Ключевые слова:** эффект Холла-Петча, атомарно-гладкий нанокристалл, размерность.

**Key words:** Hall-Petch effect, atomically smooth nanocrystal, dimension.

**Введение.** Приведенный в работе [1] обзор основных экспериментальных результатов, касающихся пластичности и прочности микро - и наноматериалов, и их анализ с дислокационно-кинетических позиций показывают, что и прямое, и обратное соотношения Холла-Петча являются результатом дислокационных процессов, протекающих в объеме и границах зерен.

Статья [2] носит критический и обзорно-обобщающий характер. В работе в рамках объема статьи рассмотрено современное состояние вопроса по проблеме Холла-Петча. Дана классификация поликристаллического агрегата зерен по размерам. Описаны основные композитные модели зерен. Классифицированы модели, позволяющие получить соотношение Холла-Петча для мезо и микрочерен. Рассмотрена зависимость коэффициента Холла-Петча от среднего размера зерна. Расставлены акценты на всех нерешенных проблемах. В работах [3, 4], удастся показать, во-первых, перспективы интенсивных исследований механических характеристик нанокристаллов, во-вторых, важность таких работ для физики прочности и, в-третьих, неисчерпаемость глубокой концепции Холла-Петча. Здесь же сделана оценка толщины границ зерна в размере 0,5-1 нм.

В работе [5] сделан вывод, что обнаружено согласование картин локализации пластического течения в поликристаллическом алюминии с характером выполнения соотношения Холла-Петча

в нем. В работе [6] описана модель, позволяющая рассчитывать параметры соотношения Холла-Петча (величину коэффициента зернограницного упрочнения  $K$  и предел макроупругости для нано- и микрокристаллических металлов, полученных методами интенсивного пластического деформирования.

Примером компьютерного моделирования является работа [7], где в рамках инженерии границ зерен выявлены два типа ротационно-волновых потоков, которые определяются углом разориентации смежных зерен. Первый тип зернограницных потоков развивается в малоугловых границах и генерирует в объеме зерен дислокации, определяющие прямой эффект Холла-Петча. Второй тип зернограницных потоков развивается в большеугловых границах и приводит к обратному эффекту Холла-Петча.

В рамках настоящей работы, мы хотим показать, что обратный эффект Холла-Петча наблюдается не только в поликристаллах, но присущ и атомарно-гладким кристаллам.

**Описание модели**

В работах [8, 9] обобщена, предложенная нами, модель поверхностного слоя атомарно-гладких металлов. Эта модель отвечает многоуровневой модели в мезомеханике [10]. Схематически модель представлена на рис. 1. Слой де Бройля  $d_0 = \lambda_{дБ} = h/p$  для металлов составляет от 0,01 до 0,1 нм. В этом слое начинаются квантовые размерные эффекты [11].

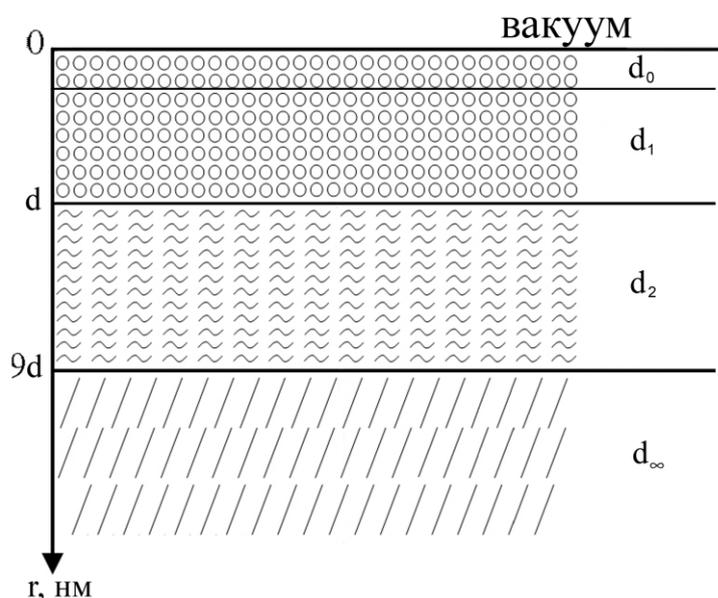


Рисунок 1 - Схематическое изображение многоуровневой модели поверхностного слоя

Для определения толщины поверхностного слоя различных соединений нами использовалась размерная зависимость физического свойства  $A(r)$ .

Слой  $d_1 = d(I)$  описывается зависимостью:

$$A(r) = A_0 \cdot \left(1 - \frac{d}{d+r}\right), d_0 \leq r \leq d. \quad (1)$$

В слое  $d(I)$  с атомами чистых металлов происходит реконструкция и релаксация, связанная с перестройкой поверхности [12]. Для золота постоянная решетки равна  $a=0,41$  нм и поверхность перестраивается на расстоянии ( $d(I)_{Au}=1,2/0,41 \approx 3$ ) трех атомных монослоев. Размерные эффекты в слое  $d(I)$  определяются всем коллективом атомов в системе (коллективные процессы). Такие «квазиклассические» размерные эффекты наблюдаются только в наночастицах и наноструктурах [13].

Слой  $d_2=d(II)$  описывается зависимостью:

$$A(r) = A_0 \cdot \left(1 - \frac{d}{r}\right), r \gg d. \quad (2)$$

Параметр  $d$  связан с поверхностным натяжением  $\sigma$  формулой:

$$d = \frac{2\sigma v}{RT}, \quad (3)$$

Здесь  $\sigma$  – поверхностное натяжение массивного образца;  $v$  – объем одного моля;  $R$  – газовая постоянная;  $T$  – температура. В работе [8], а также [14], показано, что с точностью до 3% выполняется:

$$\sigma = 0.7 \cdot 10^{-3} \cdot T_m. \quad (4)$$

где  $T_m$  – температура плавления твердого тела (К). Соотношение выполняется для всех металлов и

для других кристаллических соединений. При  $T = T_m$  получим:

$$d(I) = 0.17 \cdot 10^{-9} v. \quad (5)$$

Уравнение (5) показывает, что толщина поверхностного слоя  $d_1 = d(I)$  определяется одним фундаментальным параметром – молярным (атомным) объемом элемента ( $v = M/\rho$ ,  $M$  – молярная масса (г/моль),  $\rho$  – плотность (г/см<sup>3</sup>)), который периодически изменяется в соответствии с таблицей Д.И. Менделеева. Слой  $d_2=d(II)$  простирается примерно до размера  $d(II) \approx 10d = d_\infty$  где начинается объемная фаза. С этого размера начинаются размерные свойства.

Ряд исследователей высказывает мнение, что верхний предел (максимальный размер элементов) для наноструктур должен быть связан с неким критическим характерным параметром: длиной свободного пробега носителей в явлениях переноса, размерами доменов/доменных стенок, диаметром петли Франка-Рида для скольжения дислокаций и т.п. [15]. Значит в слое  $d(II)$  должно быть много размерных эффектов, связанных с оптикой, магнетизмом и другими свойствами согласно уравнению 2.

#### Атомарно-гладкие металлы

В табл. 1 приведена толщина поверхностного слоя  $d$  – металлов, приведенная около температуры плавления (за исключением атомов 7-го периода), рассчитанная по уравнению (5). Все размеры  $d(I)$  имеют значения около 2 нм (исключая иттрий и скандий). Толщина поверхностного слоя для золота, определенная методом скользящих рентгеновских лучей оказалась равной 1,2 нм [16]. С учетом коэффициента теплового расширения золота эта величина совпадает с табл. 1.

Таблица 1

**Толщина поверхностного слоя  $d$  – металлов**

Me	$d(I)$ , нм						
Sc	2,6	Ta	1,8	Fe	1,2	Pd	1,5
Y	3,4	Cr	1,2	Ru	1,4	Pt	1,6
Ti	1,7	Mo	1,6	Os	1,4	Cu	1,6
Zr	2,2	W	1,6	Co	0,7	Ag	1,7
Hf	2,3	Mn	1,3	Rh	1,4	Au	1,8
V	1,7	Tc	1,4	Ir	1,4	Zn	2,0
Nb	1,8	Re	1,3	Ni	1,1	Cd	2,2

В табл. 2 толщина слоя  $d(I)$  приведена для лантаноидов.

Здесь наблюдаются значения от 4 до 5,5 нм, что в два раза больше толщин слоя для  $d$ -элементов.

Именно поэтому  $f$  – элементы не образуют высокоэнтропийных сплавов.

Таблица 2

**Толщина поверхностного слоя  $d(I)$  лантаноидов**

Me	$d(I)$ , нм	Me	$d(I)$ , нм	Me	$d(I)$ , нм
Ce	3.8	Eu	5.8	Er	5.5
Pr	4.2	Gd	5.3	Tm	5.2
Nd	4.5	Tb	5.3	Yb	4.6
Pm	4.4	Dy	5.3	Lu	5.7
Sm	4.4	Ho	5.5	-	-

**Прямой и обратный эффект Холла-Петча**

В поликристаллических металлах влияние среднего размера зерна  $d$  на величину предела текучести  $\sigma_T$  принято описывать с помощью соотношения Холла-Петча [17, 18]:

$$\sigma_T = \sigma_0 + K \cdot d^{-1/2}, \quad (6)$$

где  $\sigma_0$  – напряжение, характеризующее сопротивление пластической деформации со стороны кристаллической решетки и дефектов решетки, препятствующих движению решеточных дислокаций;  $K$  – коэффициент, характеризующий вклад в упрочнение со стороны границ зерен.

В работе [19] для предела текучести атомарно-гладких нанокристаллов нами получено:

$$\sigma_T = \sigma_0 + C \cdot \sigma \cdot d^{-1/2}. \quad (7)$$

Уравнение (7) по форме совпадает с уравнением Холла – Петча (6). Однако коэффициенты пропорциональности в обеих формулах различаются. В рассматриваемом случае поведение предела текучести малых частиц определяется также величиной их поверхностного натяжения  $\sigma$  по формуле (3). Для малых  $d$  Русанов получил асимптотическую линейную зависимость [20]:

$$\sigma = K \cdot d. \quad (8)$$

Здесь  $K$  – коэффициент пропорциональности. Формула (8) получена на основе термодинамического рассмотрения и должна быть применима к малым объектам различной природы.

В этом случае уравнение (7) принимает вид:

$$\sigma_T = \sigma_0 + C \cdot K \cdot d^{1/2}. \quad (9)$$

Уравнение (9) представляет собой обратный эффект Холла – Петча.

**Выводы и дальнейшие перспективы исследований.**

Таким образом, обратный эффект Холла – Петча обусловлен размерной зависимостью поверхностного натяжения наночастиц и наноструктур, которая определяется формулой Русанова (8). Поскольку  $C$  и  $K$  являются константами, то  $\sigma_T - \sigma_0$  линейно зависит от поверхностного натяжения  $\sigma$ , и в конце концов от атомного радиуса  $\nu$  в соответствие с формулой (5).

Дальнейшие перспективы исследований связаны с толщиной поверхностного слоя не только атомарно-гладких металлов, но и аморфных твердых тел, стекол и полимеров, минералов и т.д. Это связано с тем фактом, что в рамках предложенной модели поверхностный слой  $d(I)$  представляет собой наноструктуру и определяется одним фундаментальным параметром – атомным объемом твердого тела.

**Литература**

1. Малыгин Г.А. Пластичность и прочность микро- и нанокристаллических материалов. // ФТТ, 2007, Т.49, вып. 6. – С. 961-983.
2. Козлов Э.В., Жданов А.Н., Конева Н.А. Барьерное торможение дислокаций. Проблема Холла–Петча. // Физическая мезомеханика, 2006, Т.9, №3. – С. 81-92.
3. Козлов Э.В., Жданов А.Н., Конева Н.А. Механизмы деформации и механические свойства наноматериалов. // Физическая мезомеханика, 2007, Т.10, №3. – С. 95-103.
4. Козлов Э.В., Конева Н.А., Попова Н.А. Зеренная структура, геометрически необходимые дислокации и частицы вторых фаз в поликристаллах микро- и мезоуровня. // Физическая мезомеханика, 2009, Т.12, №4. - С. – 93-106.
5. Зуев Л.Б., Зариковская Н.В., Федосова М.А. Макролокализация пластического течения в алюминии и соотношение Холла–Петча. // Журнал технической физики, 2010, том 80, вып. 9. – 68-74.
6. Нохрин А.В., Чувильдеев В.Н., Копылов В.И., Лопатин Ю.Г., Пирожникова О.Э., Сахаров Н.В., Пискунов А.В., Козлова Н.А. Соотношение Холла–Петча в нано-и микрокристаллических металлах, полученных методами интенсивного пластического деформирования. // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского, 2010, № 5(2). - С. 142–146.
7. Панин В.Е., Моисеенко Д.Д., Елсукова Т.Ф. Многоуровневая модель деформируемого поликристалла. Проблема Холла-Петча // Физическая мезомеханика, 2013, Т. 16, № 4. – С. 15–28.
8. Юров В.М. Толщина поверхностного слоя атомарно-гладких кристаллов // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. - Тверь: Твер. гос. ун-т, 2019 Вып. 11. - С. 389-397.
9. Юров В.М., Лауринас В.Ч., Гученко С.А. Толщина поверхностного слоя атомарно-гладких магнитных наноструктур // Нано- и микросистемная техника, 2019, №6. – С. 347-352.
10. Панин В.Е., Гриняев Ю.В. Физическая мезомеханика - новая парадигма на стыке физики и механики деформируемого твердого тела // Физическая мезомеханика, 2003, Т.6, №4. – С. 9-36.
11. Арутюнов К.Ю. Квантовые размерные эффекты в металлических наноструктурах // ДАН ВШ РАН. 2015. №3(28). – С. 7-16.
12. Оура К., Лифшиц В.Г., Саранин А.А., Зотов А.В., Катаяма М. Введение в физику поверхности. - М.: Наука. 2006. - 490 с.
13. Уваров Н.Ф., Болдырев В.В. Размерные эффекты в химии гетерогенных систем // Успехи химии. 2001. Т. 70 (4). – С. 307-329.
14. Рехвиашвили С.Ш., Кишტიкова Е.В., Кармокова Р.Ю. К расчету постоянной Толмена // Письма в ЖТФ, 2007, Т. 33, вып. 2. – С. 1-7.
15. Андриевский Р.А., Глезер А.М. Размерные эффекты в нанокристаллических материалах. I.

Особенности структуры. Термодинамика. Фазовые равновесия. Кинетические явления. // Физика металлов и металловедение. 1999. Т. 88. № 1. - С. 50-73.

16. Guo J. X-Rays in Nanoscience: Spectroscopy, Spectromicroscopy, and Scattering Techniques. - Wiley-Vch. Verlag. 2010. - 263 p.

17. Hall E.O. The deformation and ageing of mild steel: III discussion of results. // Proc. Phys. Soc., 1951, V. 64B. - P. 747-753.

18. Petch N.J. The cleavage strength of polycrystals. //J. Iron. Steel. Inst., 1953, V. 174. - P. 25-28.

19. Юров В.М., Лауринас В.Ч., Гученко С.А. Некоторые вопросы физики прочности металлических наноструктур // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. – Тверь: Твер. гос. ун-т., 2013, Вып. 5. – С. 408–412.

20. Русанов А.И. Фазовые равновесия и поверхностные явления. – Л.: Химия, 1967. – 346 с.

ISSN 2413-5291

НАЦИОНАЛЬНАЯ АССОЦИАЦИЯ УЧЕНЫХ (НАУ)

## **Ежемесячный научный журнал**

**№62 / 2020**

**1 часть**

### **Редакционный совет**

<b>Ответственный редактор – д.ю.н.Чукмаев А.И.</b>
<b>Секретарь конференции – к.ф.н. Варкумова Е.Е.</b>
<b>Редакционная коллегия</b>
Сорновская Н.А.
<b>Кажемаев А.В.</b>
<b>Каверин В.В.</b>
<b>Каримов П.Б.</b>
<b>Свистун А.А.</b>
<b>Селиктарова К.Н.</b>
<b>Артафонов В.Б.</b>
<b>Самиров А.И.</b>
<b>Семипалов С.А.</b>
<b>Новицкая О.С.</b>

### **Ответственный редактор**

**Чукмаев Александр Иванович**

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

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

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

Адрес редакции: 620144, г. Екатеринбург, улица Народной Воли, 2, оф. 44

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

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

Учредитель и издатель Общество с ограниченной ответственностью  
"Евразийское Научное Содружество"

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии 620144, г. Екатеринбург,  
улица Народной Воли, 2, оф. 4