

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ФОРУМ  
«100-ЛЕТИЕ ГОСУДАРСТВЕННОСТИ УДМУРТИИ:  
ИСТОРИЧЕСКИЕ ВЕХИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ»**

**«МОЛОДЕЖЬ И ИННОВАЦИИ:  
РАЗВИТИЕ НАУЧНО-ИННОВАЦИОННОГО  
ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНА»**

*Сборник материалов Второго республиканского форума*

Ижевск, 28–29 октября 2020 г.



Минобрнауки России  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова»

**«МОЛОДЕЖЬ И ИННОВАЦИИ:  
РАЗВИТИЕ НАУЧНО-ИННОВАЦИОННОГО  
ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНА»**

*Сборник материалов Второго республиканского форума*

Ижевск, 28–29 октября 2020 г.



УИР ИжГТУ  
имени М. Т. Калашникова  
Ижевск 2021

УДК 62(06)  
ББК 30у  
М75

Редакционная коллегия:

Председатель: *В. П. Грахов*, д-р экон. наук, проф., ректор.  
*А. Н. Копысов*, проректор по научной и инновационной деятельности –  
заместитель председателя;  
*О. А. Дегтева*, начальник УНИР;  
*А. Н. Гуменюк*, начальник отдела инновационного развития;  
*С. А. Пигалев*, директор бизнес-инкубатора;  
*И. А. Кайсина*, заведующая научно-образовательной лабораторией  
«Беспилотные системы», председатель совета молодых ученых

М75 **«Молодежь и инновации: развитие научно-инновационного потенциала региона»** : сборник материалов Второго республиканского форума, Ижевск, 28–29 октября 2020 г. – Ижевск : Управление информационных ресурсов ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2021. – 127 с. – 5,05 МБ. – Текст: электронный.

ISBN 978-5-7526-0896-4

Сборник представлен материалами молодых ученых, содержащими результаты их научно-инновационной деятельности и подготовленными для Второго республиканского форума «Молодежь и инновации: развитие научно-инновационного потенциала региона» (ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова», г. Ижевск, 28–29 октября 2020 г.). В рамках форума состоялось заседание круглого стола «Сетевое взаимодействие вузов и предприятий Удмуртской Республики в научно-исследовательской и инновационной деятельности». В работе круглого стола приняли участие представители министерств и ведомств Удмуртской Республики, представители вузов, академического сообщества, высокотехнологичных промышленных предприятий, общественных организаций, молодые ученые и инженеры. В ходе работы круглого стола было отмечено, что Россия ставит перед собой цели долгосрочного развития, заключающиеся в обеспечении высокого уровня благосостояния населения и закреплении геополитической роли страны как одного из лидеров, определяющих мировую политическую повестку дня. Единственным возможным способом достижения этих целей является переход экономики на инновационную социально ориентированную модель развития.

Мероприятие проводилось в рамках Международного научно-практического форума «100-летие государственности Удмуртии: исторические вехи и перспективы развития».

УДК 62(06)  
ББК 30у

ISBN 978-5-7526-0896-4

© ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2021  
© Оформление. УИР ИжГТУ  
имени М. Т. Калашникова, 2021

*А. А. Алыпина*, бакалавр; [alypowa.alina201700795@yandex.ru](mailto:alypowa.alina201700795@yandex.ru)  
*А. В. Седова*, кандидат наук, доцент, [sedovaanastasiia@yandex.com](mailto:sedovaanastasiia@yandex.com)  
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, Институт строительства и архитектуры  
имени В. А. Шумилова, кафедра «Архитектура»

## **Творческий метод Николая Ладовского: век спустя**

*Николай Ладовский является реформатором в системе высшего архитектурного образования, основоположником метода психофизиологического построения объемно-пространственных композиций и новатором в использовании учебного художественного макетирования. Целью данной работы было исследование теории архитектуры Ладовского и сравнительный анализ заданий, предлагаемых студентам Высших художественно-технических мастерских (ВХУТЕМАС) в начале XX века и современным учащимся архитектурного факультета ИжГТУ, для выявления основных подходов формирования композиции.*

*Анализ теории архитектуры Николая Ладовского позволил выявить основу его метода преподавания. Изучены главные задачи, которые Ладовский ставил перед своими студентами, проведен анализ работ учащихся архитектурного отделения ВХУТЕМАСа. Рассмотрены работы студентов ИжГТУ имени М. Т. Калашникова касательно применимости художественного метода Николая Ладовского в современном процессе проектирования.*

*Полученные в результате анализа работ результаты позволили выявить преимущества художественного метода Ладовского и определить основные аспекты и тенденции развития объемно-пространственных композиций в современном мире.*

**Ключевые слова:** Николай Ладовский, архитектура рационализма, психофизиология восприятия формы, «объективный» метод преподавания, учебное макетирование, объемно-пространственные композиции.

### **Введение**

На сегодняшний день имя Николая Ладовского известно в архитектурных и искусствоведческих кругах в связи с возникновением в архитектуре 20-х годов XX века рационалистического течения и деятельности Ассоциации новых архитекторов (АСНОВА), трактовавших рациональный подход к архитектуре как путь создания объекта экономии психической энергии при восприятии пространственных и функциональных свойств сооружения. Но, помимо этого, Ладовскому принадлежит концепция революционного преобразования архитектурного вузовского образования и разработка новых методов преподавания в Высших художественно-технических мастерских (ВХУТЕМАС) [6]. Впоследствии на базе этой школы вырос Московский архитектурный институт, но заложенные Николаем Ладовским основы построения объемно-пространственных композиций по-прежнему входят в программу учебного процесса студентов-архитекторов России, в том числе и ИжГТУ.

Исследование метода преподавания Ладовского невозможно без четкого понимания его взгляда на архитектуру в целом. В связи с этим необходимо

осознание исторического контекста. Потрясения начала XX века в России, идеологическая революция и общая социально-культурная атмосфера в стране вызывают ответную реакцию, поиск новых способов в формировании архитектуры. Ладовский, отвергая идеи отображения социалистического строя с помощью классических архитектурных форм и приемов, искал новый способ выражения архитектуры сложившегося общества [1, 2].

Он рассматривал архитектуру с точки зрения оперирующего пространством искусства. Решение пространственных задач Ладовский называл основной целью архитектора, и с помощью принципа соподчиненности: пространство – форма – конструкция может быть создана новая объемно-пространственная композиция, объективно отображающая действительность. Этот принцип отражает соподчиненную роль конструкции и предоставляет свободу для пространственного мышления архитектора [3].

### **Творческий метод преподавания Николая Ладовского в Высших художественно-технических мастерских (ВХУТЕМАС)**

В начале XX века происходит поиск нового пространственного языка архитектуры, новых средств художественной выразительности. Рассматривая архитектуру с точки зрения психофизиологического восприятия формы, Ладовский стремится выявить рациональные, объективные закономерности читаемости человеком архитектурного объекта [4].

Николай Ладовский ищет альтернативу существовавшему тогда введению студентов в дисциплину архитектуры с изучения классического ордена. Главной задачей он ставит освоение основных элементов архитектуры посредством создания объемно-пространственных композиций, и в первое же задания для студентов вводится такая форма подачи концепции, как макет. Создание нового профессионального языка архитектуры, совершенствование приемов и средств, соответствующих времени и уровню строительной техники, происходит в процессе обучения студентов. А благодаря «объективному» методу преподавания, включавшему в себя комплекс дисциплин: архитектура (пространство) – скульптура – живопись, происходит всестороннее развитие объемно-пространственного мышления обучающегося [4].

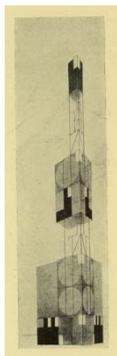
### **Принципы построения объемно-пространственных композиций**

Практическая сторона метода Ладовского сводится к последовательному изучению художественной организации пространства на основе психофизиологии восприятия. Это происходит путем проработки заданий на художественную выразительность основных видов пространственных форм: поверхности, объема и ограниченного пространства (интерьера) [4].

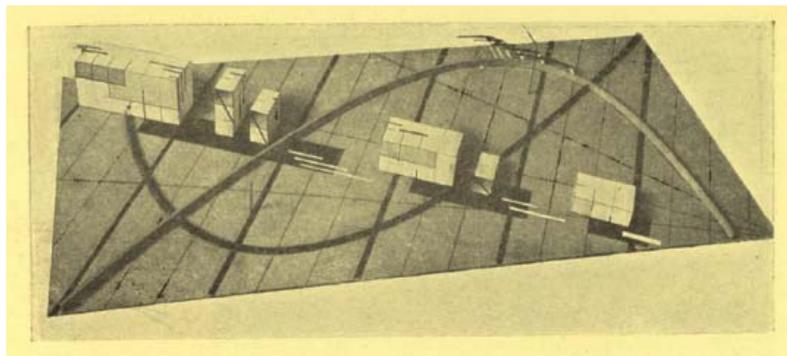
Перед этим студенты изучали такие средства художественной выразительности, как пропорции, ритм и метр, динамика и статика, цветовое наполнение. Они выполняли задания на выявление массы и веса композиции, равновесия, напряженности и т. д. Им предлагались подчеркнута элементарные геометрические объемы: куб, шар, пирамида, цилиндр, параллелепипед и др. Основной задачей был поиск различных сочетаний предлагаемых объектов для создания цельного образа [4].

Каждое поставленное задание студенты ВХУТЕМАСа прорабатывали в двух направлениях. В первую очередь они создавали абстрактные объемно-пространственные композиции, основанные на использовании определенных средств художественной выразительности. После этого они переходили к «производственному» (контекстуальному) решению задачи – проектированию конкретного объекта с привязкой к определенной местности [4, 5].

На рис. 1 и 2 представлены «отвлеченные» (абстрактные) работы учащихся первого курса основного отделения факультета архитектуры. Студентам были предложены задания на выявление динамики, ритма, отношений и пропорций в вертикальной композиции (рис. 1) и на плоскости (рис. 2).



*Рис. 1.* I курс. Раб. студ. Г. И. Глущенко. 1924 г.  
Рук. проф. Н. А. Ладовский

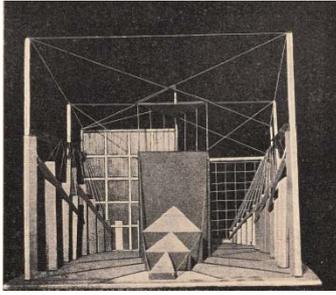


*Рис. 2.* I курс. Раб. студ. Г. И. Туркуса. 1923 г.  
Рук. проф. Н. А. Ладовский

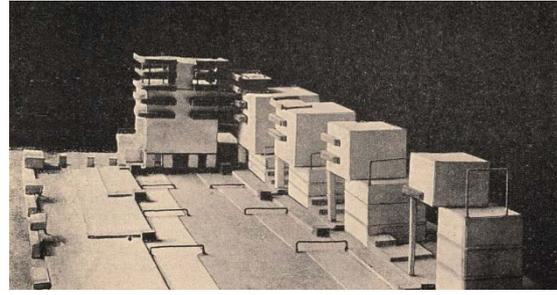
В первом случае расположенный в абстрактной среде объект является центром своей композиции, формирует окружающее пространство. Представленная форма подчеркнута тектонична, динамика и вертикальный ритм композиции задаются за счет чередования цельных пропорциональных друг другу объемов и элементов каркаса. Правильные окружности одного диаметра контрастируют по отношению к прямолинейным объемам, но при этом являются связующим звеном всей композиции. Более темные, тяжелые материалы стабилизируют композицию, уравнивают ее в пространстве, в то время как легкие конструкции взаимодействуют с облегченными окружностями.

Во второй работе студентом рассматривался комплекс форм, выявлялось их положение относительно друг друга и зрителя. Динамика композиции развивается в плоскости, расположение прямолинейных объемных объектов подчеркнута плоскостными направляющими элементами. Общий ритм композиции задается правильными параболами и диагональными направляющими элементами ландшафта. Использованный минимальный набор материалов и цветов – простая бумага и однотонный картон – не перегружают композицию и подчеркивают объемно-пространственные элементы. Архитектурные формы в данном случае рассматриваются с точки зрения геометрических качеств – соотношения и характера поверхностей относительно друг друга.

Переход от абстрактного к контекстуальному проектированию мы можем наблюдать в работе другого учащегося основного отделения ВХУТЕМАСа (рис. 3 и 4).



*Рис. 3.* I курс, основное отделение, студенческая работа № 1. Задание на построение пространства. 1926/27 уч. г.

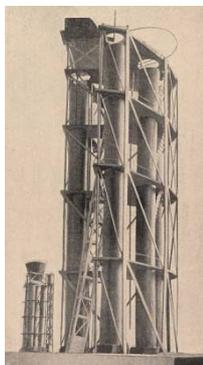


*Рис. 4.* I курс, основное отделение, студенческая работа № 2. Задание на построение пространства. 1926/27 уч. г.

Решение одной и той же пространственной задачи вначале предлагается в виде «отвлеченного» макета, основным заданием на который было выявление глубины пространства, создание ритмичной формы. Впоследствии выявленные методы по созданию художественной выразительности были использованы для проектирования объекта, привязанного к определенной местности и имеющего заданную функцию. И в том, и в другом случае ритм задается за счет противопоставления элементов разной формы – правильных прямоугольников и треугольников. Конструкции являются основным формообразующим пространством элементом и задают перспективу композиции. С помощью тех же базовых материалов становится возможным создать цельную архитектурную форму, которую можно рассматривать с точки зрения ее физических качеств – соотношения массы, формы и пространства.

По мере повышения уровня подготовки учащихся происходило развитие возможностей макетирования за счет усложнения пространственных форм и предлагаемых точек зрения на них, определения роли окружающей среды объектов. К контекстуальным задачам предъявлялись более жесткие требования по конструктивной и функциональной составляющей, от учащихся ждали комплексного подхода к решению градостроительных, объемно-планировочных и архитектурно-композиционных задач.

В заданиях для студентов второго курса исследовалось взаимодействие объема и пространства, внимание уделялось выразительности архитектурных конструкций (рис. 5 и 6).



*Рис. 5.* II курс. Водонапорная башня. Раб. студ. Г. И. Ламцова. 1921 г.  
Рук. проф. Н. А. Ладовский



*Рис. 6.* II курс. Башня для выработки щелока. Раб. студ. Г. И. Грущенко. 1922 г.  
Рук. проф. Н. А. Ладовский

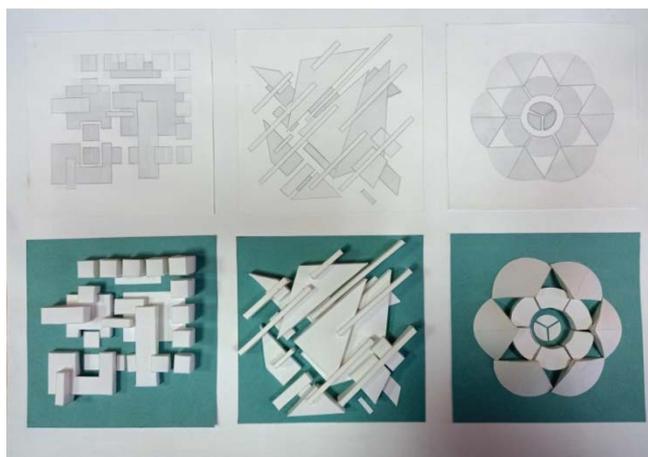
Все это следствие развитий заданий первого курса на выявление массы и пространства. Абстрактные тектонические элементы преобразуются в несущие конструкции, формы, оперирующие пространством, наполняются функциональной составляющей. В процессе макетирования студенты осваивают новые материалы (металл, дерево), позволяющие иначе выразить вес и материальность объектов. При этом не нарушается целостность художественной выразительности, работа с пространством остается основным критерием формообразования объекта архитектуры.

В основе задач, которые ставил перед своими студентами Николай Ладовский, лежала его теория исследования архитектуры. Данная система обучения позволяла комплексно решать проблему организации пространства, учащиеся архитектурного факультета осваивали основные принципы зрительного восприятия любого пространственного объекта и могли применять свои знания для создания все более сложных форм.

### **100 лет спустя – что изменилось в учебном макетировании со времен ВХУТЕМАСа на примере анализа работ студентов-архитекторов ИжГТУ**

Основы преподавательской деятельности, заложенные Николаем Ладовским в начале XX века, по-прежнему не теряют своей актуальности. И сейчас студенты ИжГТУ с первого курса работают над созданием абстрактных и контекстуальных композиций в макетной технике.

Обязательной дисциплиной на первом и втором курсе архитектурного факультета является предмет учебного моделирования. Одним из заданий является создание трех объемно-пространственных композиций, отражающих те или иные средства художественной выразительности в архитектуре. Пример выполнения такого задания представлен на рис. 7. Задание состоит в составлении трех независимых композиций.



*Рис. 7. I курс. Раб. студ. А. А. Алыповой. 2018 г. ИжГТУ. Рук. И. А. Изюрьева*

Первая композиция статична и массивна, геометрические правильные параллелепипеды различаются только пропорциями и размерами. Ритм задается за счет чередования объемов различной высоты и их взаимодействием друг с другом. Объемы самостоятельны и замкнуты, дальнейшее развитие формы не предполагается.

Во второй композиции основной целью было создание динамичной структуры, развивающейся в плоскости. Диагональные облегченные элементы практически не обладают весом и задают лишь направление движения. Элементы по форме и массе контрастны по отношению друг к другу, их расположение обусловлено необходимостью создания ритмичности композиции. В данном случае формы не являются геометрически правильными, что уже не идет на пользу всей композиции, поскольку тяжелое основание сбивает общую динамику и объем замыкается в заданной ему плоскости, перегружая окружающее пространство.

Последняя композиция более тектонична, представленный объем является отсылкой к растительной форме. Использованный принцип полной симметрии, композиция развивается от центра к краям, растет изнутри наружу. Объемы сами по себе являются производными от правильных цилиндра и шара – более характерных для живой природы форм (в отличие от прямоугольных и треугольных объемов). Данный способ построения композиции абсолютно не характерен для рационалистической архитектуры, представителем которой был Ладовский, поскольку больше является символом, чем оперирующей пространство формой.

Эскизные поисковые макеты на отвлеченные и контекстуальные темы выполняются студентами архитектурного факультета на протяжении всего процесса обучения. Они являются выразительным средством для передачи концепции проектного предложения. Помимо этого, одним из заданий студентов второго курса архитектурного факультета является создание отвлеченного объемного объекта, отвечающего определенному набору средств художественной выразительности. Задание индивидуально для каждого учащегося, общие требования – соответствие заданию и масштабность объекта по отношению к человеку.

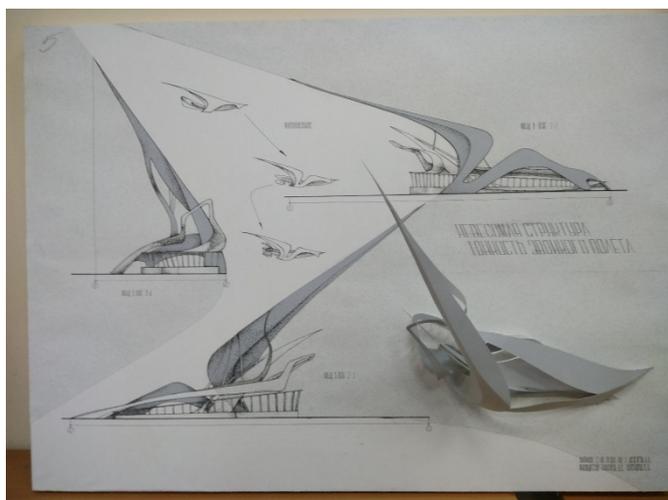


Рис. 8. II курс. Раб. студ. 2018 г. ИжГТУ



Рис. 9. II курс. Раб. студ. 2018 г. ИжГТУ

Заданием для студента (рис. 8) было создание композиции на тему «Невесомая структура. Тонкость звонкого полета». Несмотря на сложность поставленного задания, в основе построения пространственного образа также лежат главные средства художественной выразительности. В данном случае компози-

ция динамически развивается вверх, легкий тектоничный объем словно стремится оторваться от земли. Подъем главной треугольной формы сложного профиля поддерживается плавными направляющими и противопоставляется ритмичными вертикалями основания. Данный объект масштабен по отношению к человеку и, не уходя от поставленных требований, взаимодействует с пространством и воспринимается из любой точки.

На рис. 9 представлено решение более «осовремененного» задания – «Ассиметричное равновесие. Верткое проворство стройной пластики». Архитектура рационализма оперировала геометрически правильными формами, в этой же работе возможно наблюдать решение пространственных задач с помощью пластичных криволинейных форм. Однако объект по-прежнему соответствует основным средствам художественной выразительности, ритм и тектоника создаются благодаря символическим элементам конструкции и сомасштабности предложенных объемов. Цветовые акценты и малые формы закручивают композицию, определяют объект в окружающем его пространстве.

### **ВХУТЕМАС – ИЖГТУ: сравнение**

Таким образом, видно, что метод макетирования для передачи пространственного образа, впервые предложенный Николаем Ладовским в начале XX века, и сейчас является неотъемлемой частью в процессе проектирования [7]. Однако произошел явный уход от использования чистых форм, изменились и материалы для создания макетов, и возможности дальнейшего технического и конструктивного воплощения архитектурного объекта. Реалии современного мира требуют решения несколько иных задач, чем во времена Ладовского, но, несмотря на возможности интеллектуального 3D-моделирования, процесс макетирования по-прежнему является лучшим средством для передачи идеи и выявления окружающего пространства. Выделим несколько отличий в учебном макетировании во ВХУТЕМАСе и в ИЖГТУ.

Во-первых, «подчеркнуто тектоничная динамика», характерная для большинства макетов, выполненных студентами в ВХУТЕМАСе, заметно ослабевает при рассмотрении работ студентов ИЖГТУ. Ей на смену приходят более легкие формы, для которых характерна динамичность композиции, иногда благодаря подчеркнутой атектоничности.

Во-вторых, сегодня, криволинейные объемы, берущие начало в параментической и бионической архитектуре, приходят на смену преобладанию прямолинейных объемов, использовавшихся во ВХУТЕМАСе. В абстрактных учебных макетах, выполненных студентами ИЖГТУ 2-го курса, в отличие от ВХУТЕМАСа, не наблюдается ярко выраженного наделения формы функциональной и конструктивной составляющей. То есть в ИЖГТУ переход от абстрактного к контекстному проектированию происходит позже, чем в ВХУТЕМАСе, где переход происходит на 2-м курсе, когда студенты начинают создавать объемно-пространственные композиции, обладающие выразительностью архитектурных конструкций.

В-третьих, для придания наибольшей динамики композиции студенты ВХУТЕМАСа использовали «правильные параболы и прямолинейные объе-

мы», а также «правильные окружности» сейчас, на смену которым пришли более сложные по развитию в пространстве линии. Авторы статьи предполагают, что макеты, сделанные студентами ИжГТУ, существуют в четырех пространствах, так как благодаря активной динамике, у них появляется измерение времени, которое необходимо для того, чтобы рассмотреть и понять созданную студентом композицию, то есть появляется четвертое пространство – пространство движения. Тогда как макеты, созданные студентами в прошлом веке во ВХУТЕМАСе, существуют в трех пространствах. Это связано с общими тенденциями развития современной архитектуры.

### **Заключение**

Несмотря на найденные отличия в учебном макетировании, основные методы пространственного выражения формы, такие как ритм, контраст объемов, динамика, предложенные в начале 20-х годов прошлого века Николаем Ладовским, не теряют своей актуальности и через 100 лет. Разработанная им теория архитектуры, лежащая в основе художественного метода преподавания, может быть интерпретирована и актуализирована для современных методов построения пространственных форм. Можно сказать, что необходимо грамотно применять проверенные методы и приемы для решения объемно-планировочных задач и грамотного оперирования пространством.

### **Список литературы**

1. Хан-Магомедов, С. О. Николай Ладовский. – Москва : Архитектура-С, 2007. – 88 с.
2. Казусь, И. А. Советская архитектура 1920-х годов: организация проектирования. – Москва : Прогресс-Традиция, 2009. – 464 с.
3. Ладовский, Н. Основы построения теории архитектуры // Известия АСНОВА. – 1926. – С. 4–7.
4. Хан-Магомедов, С. О. ВХУТЕМАС, 1920–1930. – Москва : Ладья, 2000. – 488 с.
5. Архитектура. Работы архитектурного факультета ВХУТЕМАСа. 1920–1927. – Москва : ВХУТЕМАС, 1927. – 45 с.
6. Мастера советской архитектуры об архитектуре. – Том 1 / под общ. ред. М. Г. Бахрина [и др.]. – Москва : Искусство, 1975. – 544 с.
7. Козловский, В. Д. Психоаналитический метод Н. Ладовского в контексте наследия ВХУТЕМАСА – ВХУТЕИНА // Вестник МГУКИ. – 2016. – № 2 (70). – С. 85–89.

*Г. А. Благодатский*, кандидат технических наук, доцент,  
ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, blagodatsky@gmail.com  
*А. Н. Копысов*, кандидат технических наук, доцент, ИжГТУ имени М.Т. Калашникова  
*В. В. Хворенков*, доктор технических наук, профессор,  
ИжГТУ имени М.Т. Калашникова  
*А. С. Батулин*, главный конструктор, АО «СРЗ»

## **Разработка метода принятия решений об эффективных маршрутах передачи информации в гетерогенной среде приемников-передатчиков**

*В работе приводится постановка задачи на принятие решений о выборе эффективных путей передачи информации в гетерогенной среде приемников-передатчиков. Рассмотрено понятие радиолинии, введено понятие гетерогенной среды, как графа с различным типом узлов. Введено понятие маршрута и его эффективности. Предложено применение критериев принятия решений для выбора лучших маршрутов в нестационарных условиях. Приведен алгоритм адаптации системы к изменяющимся условиям внешней среды.*

**Ключевые слова:** эффективность, радиолиния, маршрут, гетерогенность, обучение, критерии принятия решений.

### **Введение**

Гетерогенная среда передачи информации характеризуется множеством участников информационного обмена. Участники этого обмена обладают различным оборудованием и используют разные каналы передачи данных. Выбор канала передачи данных должен быть оптимален по нескольким направлениям [1–5]. Выбор должен обеспечивать повышение (соответствие) уровня надежности, снижение ресурсоемкости (энергетическая, частотная, вычислительная эффективность), повышение скорости информационного обмена. При переходе информации по каналу от одного участника к другому изменяются характеристики цели оптимизации передачи сообщений. В качестве меры эффективности передачи информации от одного участника к другому необходимо использовать специальный показатель, который связывает в одну структуру цели, преследуемые при этом обмене, средства их достижения и программно-аппаратные комплексы [1].

Будем рассматривать гетерогенную среду передачи данных, в которой между различными радиостанциями идет обмен информацией по различным радиолиниям. Под радиолинией мы будем понимать систему из передатчика, канала распространения и приемника (рис. 1).

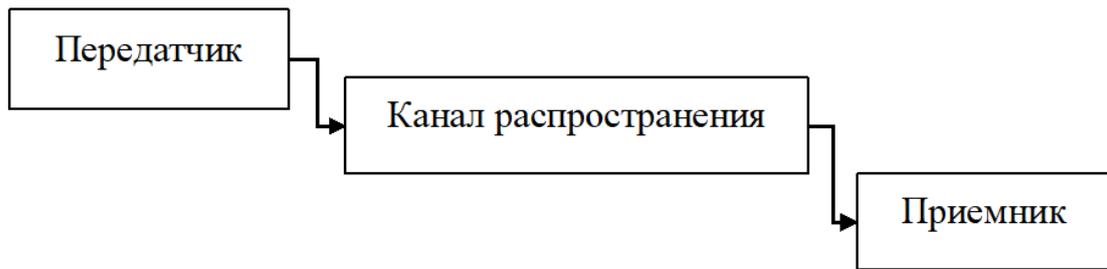


Рис. 1. Радиолиния

### Представление системы в виде графа

Представим данную среду, как взвешенный, ориентированный граф  $G = (V, C)$ . Граф содержит множество узлов  $V = \{V_i\}$  и множество дуг  $C = \{C_j\}$ . Каждая дуга графа  $C_i$  соответствует конкретной радиолинии рассматриваемой радиосистемы, где  $C_i = \{V_k, V_l, c_i^e\}$  – дуга, ведущая из вершины  $V_k$  к вершине  $V_l$ , с весом  $c_i^e$  (рис. 2). Вес дуги  $c_i^e = \left\| \{l_j\} \right\|$ ,  $j = \overline{1, n}$ , (где  $l_j$  – характеристики радиолинии, влияющие на эффективность передачи данных по ней) определяется как норма вектора  $l$ . Типовые  $l_j$  – энергия, затрачиваемая на передачу единичного объема информации; соотношение сигнал-шум в канале; скорость передачи единицы информации; задержка при передаче единицы информации, стоимость в денежном выражении на передачу единицы информации. Определим вес дуги  $c_i^e$ , как показатель *эффективности связи* между узлами (эффективность радиолинии) [1–5],

$$c_i^e = \left\| l_j \right\|_1^n = \sum_{j=1}^n w_j l_j, \quad (1)$$

где  $w_j$  – вклад параметра  $l_j$  радиолинии  $C_i$  в общую эффективность передачи данных  $c_i^e$  этой линии [1–5].



Рис. 2. Элементы, формирующие эффективность связи  $c_i^e$

Вектор  $w$  определяется при анализе иерархической структуры (рис. 2), показывающей воздействие управляющих параметров на прием-передачу сообщений между узлами  $V_i$  и  $V_j$  при разных целях. Узлы гетерогенной среды представлены несколькими типами радиостанций  $T = \{T_i\}$  (рис. 3).

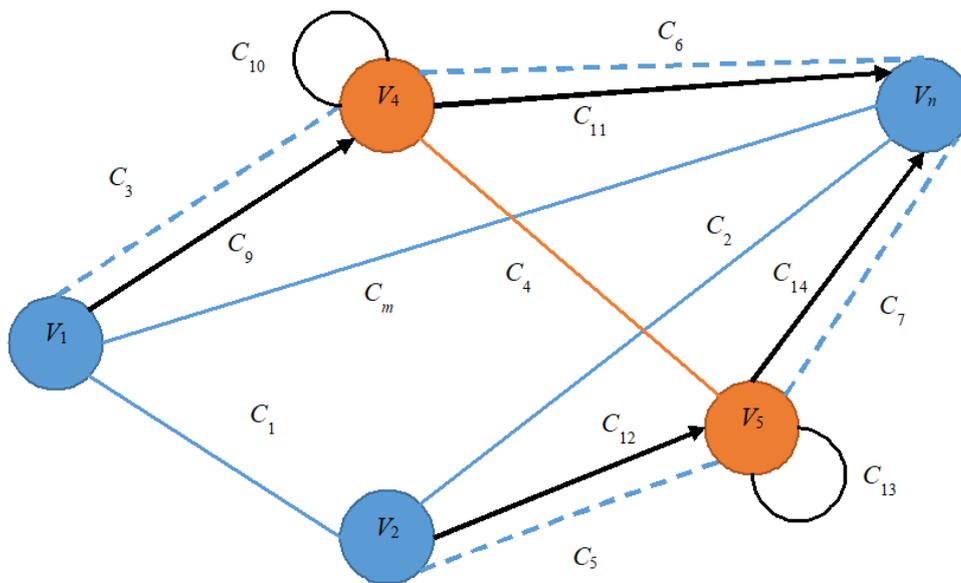


Рис. 3. Гетерогенная среда передачи информации

Введем понятие смежности. Если возможен прямой информационный обмен между узлами  $V_i$  и  $V_j$ , то они считаются смежными. Смежность узлов будем задавать матрицей смежности  $H = (h_{ij})$ , где  $h_{ij}$  – количество ребер, соединяющих узлы  $V_i$  и  $V_j$ .

Введем понятие инцидентности. Если из узла  $V_i$  передается информация в вершину  $V_j$  через дугу  $C_l$ , то вершина  $V_i$  инцидента дуге  $C_l$ . Инцидентность дуг будем задавать матрицей  $U = (u_{ij})$ , где  $u_{ij} = 1$ , если дуга  $C_j$  исходит из  $V_i$ , и  $u_{ij} = -1$ , если входит.

Матрицы инцидентности и смежности являются основой построения адаптивных таблиц маршрутизации («умные» алгоритмы маршрутизации необходимы для организации MANET (англ. Mobile Ad hoc Network) беспроводные децентрализованные самоорганизующиеся сети, состоящие из мобильных устройств, способных устанавливать соединения между произвольными узлами [6]).

#### **Анализ матриц инцидентности и смежности позволяет найти:**

1. Эффективные пути (от  $V_i$  к  $V_j$ ) передачи информации построить матрицу расстояний  $R$  (содержит характеристику эффективнейших путей). Данная матрица расстояний будет являться таблицей маршрутизации в стационарных состояниях гетерогенной среды ( $Q$ -таблица).

2. Пути передачи информации, проходящие через все  $V_i$  (гамильтоновы пути для информирования всех участников – для определения  $k$ -оптимальных маршрутов).

3. Пути передачи информации, проходящие через все  $C_j$  (эйлеровы для активации всех радиолиний (для алгоритмов маршрутизации с волновым распространением служебной информации)), – для построения новой карты гетерогенной среды, в сильно нестационарных условиях и определения новых таблиц маршрутизации.

В гетерогенной среде передачи информации существуют установившиеся маршруты передачи информации. При изменении существующих маршрутов

затрачиваются ресурсы на переключение узла с одной радиолинии на другую. Данное переключение позволяет *повысить общую эффективность* передачи информации по маршруту, несмотря на затраченные ресурсы, так как прежний маршрут передачи информации может быть еще более затратным.

Необходимо учитывать вероятность  $p_{ij}$  успеха установления соединения при реализации маршрута передачи информации между узлами графа с переключением радиолиний (это необходимое условие организации реактивных протоколов маршрутизации).

Будем рассматривать эффективность передачи данных [5] по маршруту  $M_{V_k V_l}$  в виде мультипликативной модели

$$M_{V_k V_l}^e = \prod_{i \in M_{V_k V_l}} c_i^e p_i, \quad (2)$$

где  $V_k$  – начало маршрута;  $V_l$  – конец маршрута;  $i$  – номер дуги, входящей в маршрут  $M_{V_k V_l}$ ;  $c_i^e$  – длина  $i$ -й дуги;  $p_i$  – вероятность успешной передачи данных по  $i$ -й дуге.

Введем обозначение маршрута передачи данных

$$M_i = \{C_j\} \subset C_{V_l V_k}^i, \quad i = \overline{1, m}, \quad (3)$$

где  $m$  – количество альтернативных маршрутов;  $\{C_j\}$  – подмножество множества дуг графа, принадлежащего маршруту  $M_i$  из вершины  $V_l$  в вершину  $V_k$ .

### Пример маршрута

Рассмотрим выход из строя (потеря возможности использовать) радиолинии  $C_m$  между узлами  $V_1$  и  $V_n$  (рис. 3, прямая линия между  $V_1$  и  $V_n$ ). Существует множество альтернативных вариантов маршрутов передачи информации между узлами  $V_1$  и  $V_n$ .

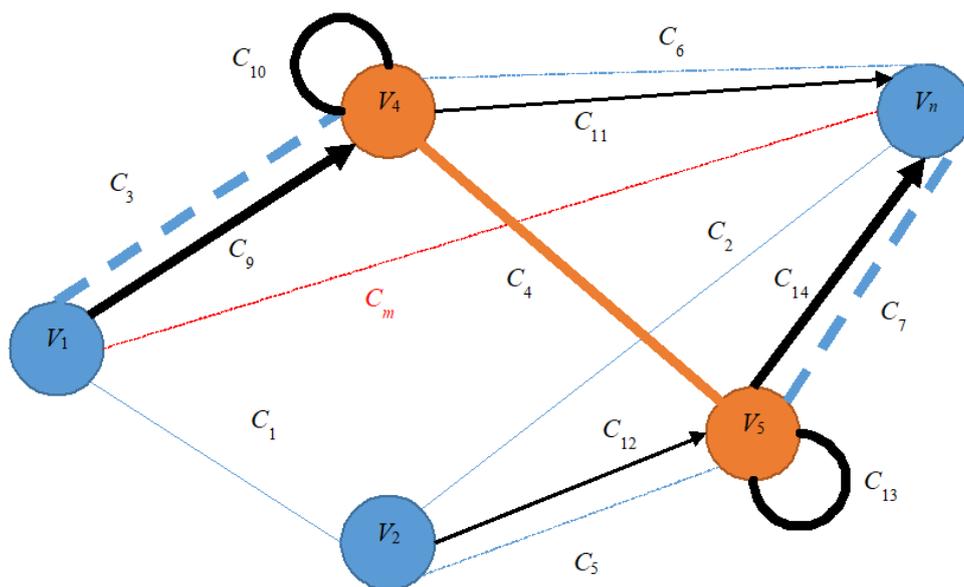


Рис. 4. Маршруты альтернативной передачи информации в гетерогенной среде

Пусть первый вариант маршрута передачи информации задействует однотипные узлы  $V_1, V_2, V_n$  (ретрансляция осуществляется в гомогенной среде приемо-передатчиков), тогда маршрут  $M$  будет состоять из ребер  $C_1, C_2$  и иметь, соответственно, эффективность  $M_1^e = c_1^e * c_2^e$ .

Второй вариант маршрута передачи информации задействует другой тип узла  $V_4$  (рис. 4, жирные линии), тогда она сложится из ребер  $C_3$  (установление связи между узлами  $V_1$  и  $V_4$ , установление связи проходит с вероятностью  $p_{14}$ ),  $C_{10}$  (настройка режима ретрансляции узла  $V_4$  на тип радиолинии узла  $V_2$ ),  $C_3$  (ответ о готовности к ретрансляции),  $C_9$  (трансляция сообщений на узел  $V_2$ ),  $C_{11}$  (ретрансляция сообщений на узел  $V_2$ ). Эффективность данного маршрута  $M_2^e = (c_3^e * c_{10}^e * c_3^e * c_{11}^e * p_{14})$ . Альтернативный маршрут может быть более эффективным, чем маршрут в гомогенной среде приемо-передатчиков  $M_2^e > M_1^e$ , поэтому необходимо выработать алгоритм переключений на него.

### **Принятие решений в условиях стохастического состояния внешней среды и внутренней среды системы**

При изменении конфигурации гетерогенной среды со временем, в силу воздействия случайных факторов и перемещения в пространстве узлов, можно рассматривать данную сеть, как *ad hoc*-структуру, и применять к маршрутизации реактивные алгоритмы (варианты обучения с подкреплением *Q-learning* методы) [7].

Реактивные алгоритмы используют информацию динамически формируемых локальных таблиц маршрутизации (*Q*-таблиц). В данных таблицах содержится информация о «длинах» путей доставки информации в различные конечные точки.

### **Построение локальных таблиц маршрутизации**

Для выбора лучшего маршрута подходят модифицированные алгоритмы семейства *Q-routing*, основанные на машинном обучении (применение статистических методов, методов исследования операций и искусственного интеллекта). Ближайшим аналогом разрабатываемого алгоритма является алгоритм *K-Optimal Path Q-Routing Algorithm* (КОQRA) – адаптивный алгоритм маршрутизации, который улучшает качество обслуживания с точки зрения стоимости канала связи и среднего времени доставки [8]. В нем выбор маршрута передачи информации осуществляется на основе отношений вероятности времени доставки к времени задержки пакета на узлах, входящих в сеть. Маршрут с наибольшим отношением наиболее вероятно выбирается для передачи пакета. Выбор кратчайшего пути для построения *Q*-таблиц в этом алгоритме осуществляется по алгоритму Дейкстры (*OSPF*-протокол динамической маршрутизации, основанный на технологии отслеживания состояния канала (*link-state technology*)). *IS-IS* – протокол маршрутизации промежуточных систем (основа это алгоритм Дейкстры). Это протокол внутренних шлюзов (*IGP*), стандартизированный ISO и использующийся в основном в крупных сетях провайдеров услуг).

## Альтернативные алгоритмы для построения Q-таблиц

1. Алгоритм Беллмана-Форда (алгоритм *RIP* для ARPANET допустимы ребра с отрицательным весом) [9].

2. Алгоритм Йена (находит  $K$  кратчайших путей из заданной вершины до остальных) [10].

3. Поиск в ширину (открытие всех вершин, достижимых из заданной вершины) (например, алгоритм *Q-routing Full Echo*) [11].

### Выбор оптимального маршрута

Введем задачу принятия решений о выборе маршрута передачи в условиях стохастического внешнего окружения.

Пусть для передачи сигнала из  $V_1$  в  $V_n$  использовалась радиолиния  $C_m$ , которая вышла из строя. Тогда для передачи данных алгоритм поиска наикратчайших маршрутов выбрал  $k = 4$  наикратчайших маршрута (синий, желтый, зеленый и красный, рис. 5).

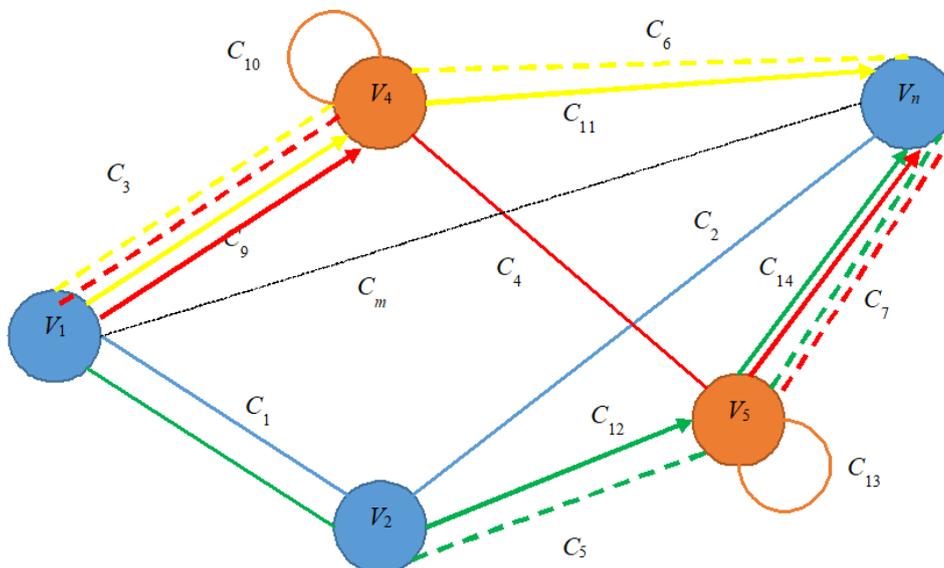


Рис. 5. Выбор оптимального маршрута

Это классическая задача выбора оптимального из них. При этом надо учитывать, что при прохождении информации по маршруту возможно возникновение различных обстоятельств, препятствующих прохождению по нему. Данные внешние события характеризуются различной вероятностью их появления. С учетом этого необходимо предложить алгоритм настройки системы маршрутизации для выбора лучших маршрутов передачи информации (для этого хорошо подходят критерии принятия решений [12]).

Согласно критериям принятия решений, оптимальный  $M_i$  выбирается с учетом внешних условий  $F_j, j = \overline{1, n}$ , где  $n$  – количество рассматриваемых ситуаций, в которых необходим выбор маршрута (различных событий, таких как перемещение одного из узлов маршрута за препятствие, возникновение помех в канале, критическое снижение емкости батарей на узле сети и т. п.). Наступление  $F_j$  характеризуется вероятностью  $q_j$ .

Каждый  $M_i$  при каждой комбинации внешних условий  $F_j$  и  $q_j$  характеризуется своим значением функции эффективности (2). Обозначим значение функции (2) маршрута  $M_i$  при факторе  $F_j$  через  $e_{ij}$ :

$$e_{ij} = M_i^e(F_j) = \prod_{k \in M_i} c_k^e(F_j) p_k(F_j). \quad (4)$$

Составим матрицу решений  $\{e_{ij}\}$ ,  $i = \overline{1, m}$ ;  $j = \overline{1, n}$ :

$$\begin{bmatrix} e_{11} & e_{12} & \dots & e_{1n} \\ e_{21} & \dots & & \\ \dots & & & \\ e_{m1} & \dots & & e_{mn} \end{bmatrix}. \quad (5)$$

Для решения задач выбора оптимальных решений при стохастических внешних ситуациях разработаны критерии принятия решений [12]. В соответствии с конкретным критерием  $Z_k$  принятия решений каждый  $M_i$  характеризуется результирующим значением  $e_{ir}$ . Таким образом, задача выбора оптимального режима работы системы сводится к решению задачи принятия решений:

$$M_o = \{M_i : e_{ir} = Z_k, i = \overline{1, m}\} \quad (6)$$

Используя (5), составим расширенную матрицу решений для  $l$  вариантов  $Z_k$ :

$$\begin{array}{c|cccc|cccc} F_j & F_1 & F_2 & \dots & F_n & & & & \\ M_i & q_1 & q_2 & \dots & q_n & Z_{k_1} & \dots & Z_{k_l} & \\ \hline M_1 & e_{11} & e_{11} & \dots & e_{1n} & e_{1r1} & \dots & e_{1rl} & \\ M_2 & e_{21} & \dots & & e_{2n} & e_{2r1} & \dots & & \\ \dots & & \dots & & & \dots & & & \\ M_m & e_{m1} & & \dots & e_{mn} & e_{mr1} & \dots & e_{mrl} & \end{array} \quad (7)$$

Будем рассматривать множество  $l$  критериев принятия решений  $Z_k$ . Например, возьмем в качестве  $Z_k = \{Z_{MM}, Z_{BL}, Z_S\}$ .

1.  $Z_{MM}$  – минимаксный критерий (7). Критерий характеризуется крайней осторожностью при принятии решений. Применяется в случае, когда необходимо исключить любой риск.

$$Z_{MM} = \max_i e_{ir}, e_{ir} = \min_j e_{ij}. \quad (8)$$

2.  $Z_{BL}$  – критерий Байеса – Лапласа (8). Критерий предполагает знание вероятностей появления состояний  $F_j$ .

$$Z_{BL} = \max_i e_{ir}, e_{ir} = \sum_{j=1}^n e_{ij} q_j, \quad (9)$$

где  $\sum_{j=1}^n q_j = 1$ .

3.  $Z_S$  – критерий Сэвиджа (9). Критерий ориентирован на отыскание заведомо не худших  $E_i$ .

$$Z_s = \min_i e_{ir}, \quad e_{ir} = \max_j a_{ij}, \quad (10)$$

где  $a_{ij} = \max_i e_{ij} - e_{ij}$ , величина  $a_{ij}$  понимается, как максимально возможный результат от применения в состоянии  $F_j$  оптимального для этого состояния варианта  $E_i$ .

По каждому из критериев определим множество  $M_o = \{M_i : e_{ir} = Z_k, i = \overline{1, m}\}$ . Выбирая предпочтительный критерий  $Z_k$  или находя пересечение множеств  $M_o$  для группы предпочтительных критериев (определим предпочтительность критериев методом парных сравнений), выберем оптимальные маршруты для рассмотренных внешних ситуаций  $F_j, j = \overline{1, n}$ .

Информацию о выбранном маршруте будем использовать для уточнения локальных  $Q$ -таблиц (уменьшения весов для участвующих в маршруте узлов – организация обратной связи при обучении системы маршрутизации). С учетом приведенных обстоятельств предложен алгоритм настройки системы маршрутизации для повышения эффективности передачи информации в гетерогенной среде приемников-передатчиков (рис. 6).

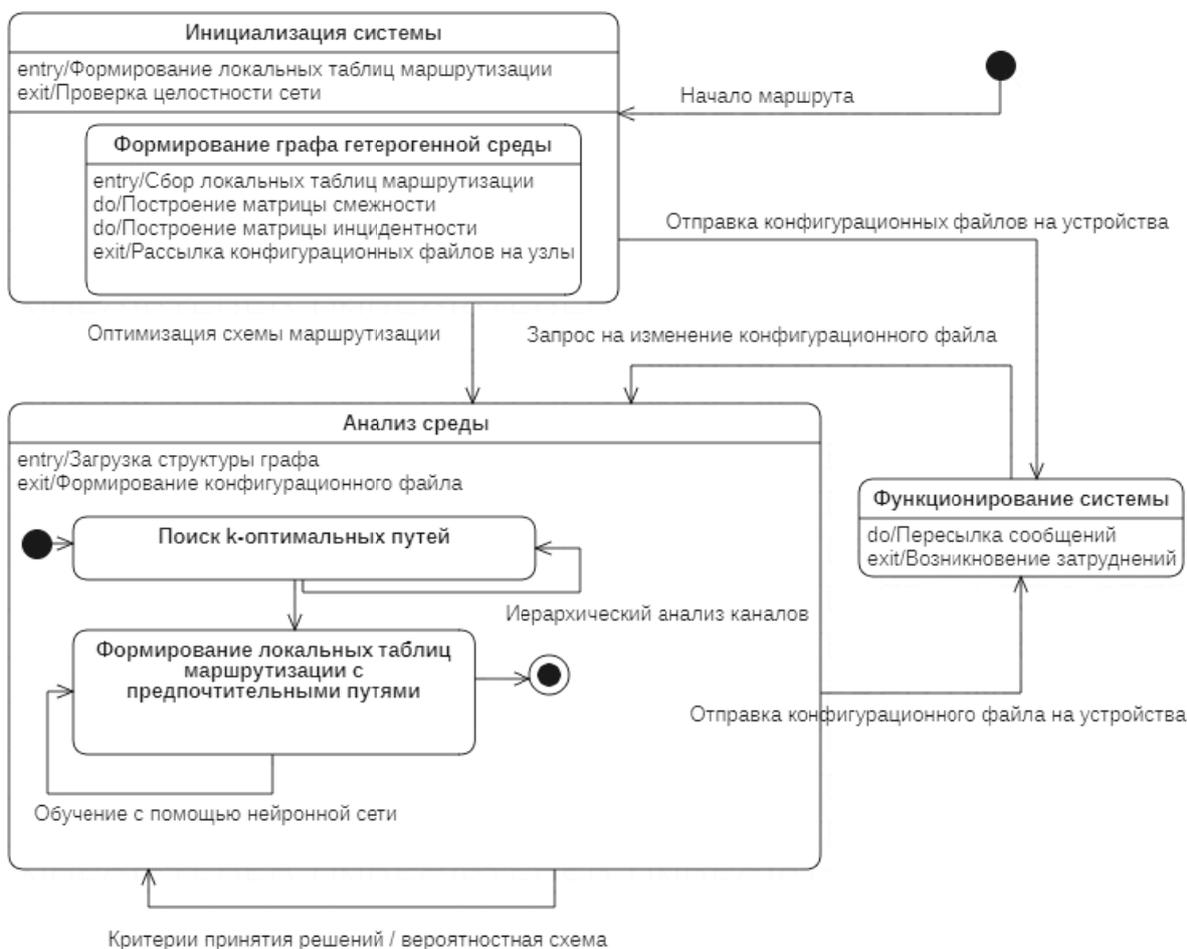


Рис. 6. Алгоритм настройки элементов системы для выбора оптимальных маршрутов

## Заключение

Выбор радиолинии для передачи данных должен быть оптимален по нескольким направлениям: выбор должен обеспечивать повышение (соответствие) уровня надежности, снижение ресурсоемкости (энергетическая, частотная, вычислительная эффективность), повышение скорости информационного обмена. Объединение этих целей в одну иерархическую структуру дает показатель эффективности радиолинии. В гетерогенной среде передачи информации существуют установившиеся маршруты передачи информации. При изменении существующих маршрутов затрачиваются ресурсы на переключение узла с одной радиолинии на другую. Данное переключение позволяет повысить общую эффективность передачи информации по маршруту. При этом надо учитывать, что при прохождении информации по маршруту, возможно возникновение различных обстоятельств, снижающих эффективность передачи данных, при прохождении по нему (до остановки передачи данных). Данные внешние события имеют вероятностную природу. С учетом этого предложен алгоритм настройки системы маршрутизации для выбора лучших маршрутов передачи информации.

## Список литературы

1. Анализ иерархической модели автоматизированной системы управления параметрами радиолиний когнитивной радиосистемы / Г. А. Благодатский, А. Н. Копысов, В. В. Хворенков, И. С. Батулин // *Наукоемкие технологии в космических исследованиях Земли*. – 2018. – Т. 10, № 6. – С. 51–67. – DOI: 10.24411/2409-5419-2018-10187.
2. Алгоритм управления режимами работы системы когнитивного радио / Г. А. Благодатский, А. Н. Копысов, В. В. Хворенков, И. С. Батулин // *Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова*. – 2019. – Т. 22, № 4. – С. 93–106. – DOI: 10.22213/2413-1172-2019-4-93-106.
3. Blagodatsky G.A., Kopysov A.N., Khvorenkov V.V., Baturin I.S. Research and development of hierarchical models of automated control systems for the parameters of the radio-line of the cognitive radio system // 2019 J. Phys.: Conf. Ser.1368 042001. DOI: 10.1088/1742-6596/1368/4/042001.
4. *Копысов, А. Н.* К вопросу применения метода парных сравнений при разработке когнитивных систем связи / А. Н. Копысов, Г. А. Благодатский, В. В. Хворенков // *Сборник материалов VI Всероссийской научно-практической конференции Технологии разработки и отладки сложных технических систем / Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана, Центр инженерных технологий и моделирования «Экспонента»*. Москва, 27–28 марта 2019 г. – Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2019. – С. 106–115.
5. Blagodatsky G.A., Kopysov A.N., Khvorenkov V.V., Baturin I.S. System analysis of the cognitive radio system operation algorithm efficiency // 2020 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 862 042018. DOI: 10.1088/1757-899X/862/4/042018.
6. Bruzgiene, R. MANET network in internet of things system // *Ad Hoc Networks*. – 2017. – P. 89–114.
7. Sutton, R. Reinforcement Learning: An Introduction / R. Sutton, A.G. Barto // MIT Press, Cambridge, MA. – 1998. – 328 p.
8. Hoceini, S. Average-bandwidth delay Q-routing adaptive algorithm / S. Hoceini, A. Mellouk, B. Smail // 2008 IEEE International Conference on Communications. – IEEE, 2008. – С. 1840–1844.
9. Чертков, А. А. Автоматизация выбора кратчайших маршрутов судов на основе модифицированного алгоритма Беллмана-Форда // *Вестник государственного универси-*

тета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова. – 2017. – Т. 9, №. 5. – С. 1113–1122.

10. Yen, Jin Y. (1970). "An algorithm for finding shortest routes from all source nodes to a given destination in general networks". Quarterly of Applied Mathematics. 27 (4): 526–530. DOI:10.1090/qam/253822.

11. Boyan J. A., Littman M. L. Packet routing in dynamically changing networks: A reinforcement learning approach // Advances in neural information processing systems. – 1994. – P. 671-679.

12. Мюшик, Э. Методы принятия технических решений / Мюшик Э., Мюллер П. – Москва : Мир, 1990. – 208 с.

## Статистически значимые триграммы с компонентом *уши* в древнерусских летописях

*В работе описываются результаты исследования запросов, направленных на выявление статистически значимых сочетаний с заданным компонентом. Делаются выводы: 1) о важности применения количественно-статистических методов при исследовании больших массивов текстовых данных; 2) необходимости и результативности применения инструментов автоматического анализа материала при выявлении n-грамм, претендующих на статус устойчивых сочетаний.*

*Выявлено, что количественно-статистический метод определения устойчивых сочетаний позволяет получить лингвистически обоснованные результаты.*

**Ключевые слова:** n-граммы, триграммы, статистически устойчивые сочетания.

### Введение

В настоящее время количественно-статистические методы являются актуальными и востребованными при изучении больших массивов текстовых данных. Подобные способы анализа материала дают возможность более глубокого проникновения в сущность языковых процессов.

И. А. Мельчук в работе [1] акцентировал внимание на важности проведения лингвистического описания, исходя из количественных параметров. Использование количественно-статистического метода исследования в настоящее время востребовано и при анализе устойчивых с лексической точки зрения единиц, изучение становления и функционирования которых является актуальным в истории русского языка. Вопрос о статусе фразеологических сочетаний в древнерусском языке является открытым.

Известно, что язык летописей отличается насыщенностью языковыми средствами, которые имеют признаки фразеологизмов в современном понимании, но данные признаки в совокупности не позволяют нам использовать по отношению к ним термин «фразеологизм», в рамках данного исследования нами используются понятия «коллокация», «устойчивое сочетание».

Целью данной работы стало выявление и анализ семантически устойчивых сочетаний (триграмм) с заданным компонентом.

В качестве инструментов для исследования использованы модули ИАС «Манускрипт» (<http://manuscripts.ru/>) – модуль выборки и запросов, модуль n-грамм.

Модуль n-грамм позволяет провести статистический анализ языковых единиц с помощью мер ассоциации (Mutual Information (MI), Pointwise Mutual Information (PMI), T-score, Log-Likelihood, Dice, Inside и др.) и выявить в тексте / корпусе текстов статистически значимые многокомпонентные сочетания (о модуле см., например, [2; 3]).

Материалом для данного исследования является полнотекстовый корпус русских летописей, включающий три разновременных списка – Лаврентьевский, Ипатьевский, Радзивилловский и опубликованный на портале ИАС «Манускрипт» (URL: <http://manuscripts.ru/mns/portal.main?p1=23>).

### Результаты исследования

В современном русском языке лексема *уши* довольно часто встречается в составе устойчивых оборотов. Например, *вешать лапшу на уши*, *звенеть в ушах*, *ездить по ушам*, *пропускать мимо ушей*, *стоять на ушах*, *лить в уши* и т.д. В рамках данной работы была осуществлена попытка выявить коллокации, претендующие на статус устойчивых в древнерусском языке. Для этого мы провели два эксперимента, сформировав два запроса: первый запрос направлен на выявление триграмм, первый компонент которых начинается на букву *в* (так как в современном русском литературном языке (далее – СРЛЯ) есть, например, сочетания *вешать лапшу на уши*), а триграммы второго запроса начинаются на букву *л* (так как в СРЛЯ есть, например, сочетание *лить яд в уши*). В качестве статистической меры в рамках данной работы использована мера *T-score*, которая позволяет определить, насколько неслучайна сила связанности между словами в словосочетании. Результаты эксперимента оказались довольно показательными, несмотря на то, что среди всех *n*-грамм, полученных в результате выборки, мы получили всего четыре статистически значимых сочетания.

Считаем необходимым проиллюстрировать выборки.

Данные табл. 1 демонстрируют, что наиболее частотными триграммами запроса являются сочетания **всаки<sup>н</sup>мн оузор<sup>о</sup>уь н оудн<sup>в</sup>н** (2х) и **вела<sup>н</sup>мъ оу<sup>ч</sup>нтн** (3х). Отметим, что найденные сочетания не содержат интересующий нас компонент. Несмотря на высокую для данной выборки частотность единиц, выделенные выше *n*-граммы не являются статистически устойчивыми.

Интерес представляет триграмма **вошло во оушн** (1х), которая по данным нашей выборки демонстрирует статистическую устойчивость, но в лексикографических источниках не фиксируется как фразеологизм: см. контекст **н рѣ нмъ нзаславъ посолъ аже оустонте оу кртъно цѣлованъ н азъ ба брата являю тако мн вошло во оушн шже ма веде<sup>т</sup>е ма льст<sup>ю</sup>** (ИЛ, л. 127).

Для того чтобы установить степень спаянности компонентов сочетания, необходимо проанализировать значения лексем, входящих в состав оборота. Опираясь на семантику контекста, мы можем утверждать, что сочетание *вошло во оуши* употребляется в значении ‘*стать известным*’. Однако словари не фиксируют это значение для данного оборота. Напротив, в СлРЯ 11–17 вв. находим данный контекст с сопутствующим значением для глагола *войти* ‘*проникнуть, попасть*’ [СлРЯ 11–17 вв., с. 311]. Мы понимаем, что сочетание *вошло во оуши* не может восприниматься буквально в соответствии со значением данного глагола, следовательно, можем предполагать переосмысление основного понятия и заявлять о триграмме *вошло во оуши* как о сочетании, претендующем на статус устойчивого.

Таблица 1. Результаты запроса «в% - % - оу%»

№	N-грамма	F	F(w <sub>1</sub> )...F(w <sub>x</sub> )	T-score
1	всакимин оу зороуьн оу днвн	2	всакимин(6) оу зороуьн(3) оу днвн(5)	1.41403
2	вела нмъ оу унтн	3	вела(59) нмъ(850) оу унтн(8)	1.07008
3	взвѣшаѣса смнренье мь оукрашаѣса	1	взвѣшаѣса(1) смнренье мь(1) оукрашаѣса(1)	1.00000
4	вѣщаѣтъ нджѣ оумно жнтъс	1	вѣщаѣтъ(1) нджѣ(3) оумно жнтъс(1)	0.99999
5	вѣзвѣшаѣса смнрени немъ оукрашаѣса	1	вѣзвѣшаѣса(2) смнрени немъ(1) оукрашаѣса(1)	0.99999
6	велнудаютъса моу унт елн оудержатъ	1	велнудаютъса(1) моу унт елн(2) оудержатъ(3)	0.99998
7	весе оуѣса рад оу нса оукрѣплѣса	1	весе оуѣса(1) рад оу нса(6) оукрѣплѣса(1)	0.99998
8	вѣзлѣ бѣрегъ оукар атн	1	вѣзлѣ(1) бѣрегъ(1) оукар атн(6)	0.99998
9	вѣтрнла золотомъ оу строена	1	вѣтрнла(1) золотомъ(9) оу строена(1)	0.99997
10	векмъ амннъ оувѣда вше	1	векмъ(1) амннъ(4) оувѣдавше(6)	0.99993
11	вѣкомъ амннъ оувѣда вше	1	вѣкомъ(1) амннъ(4) оувѣдавше(6)	0.99993
12	вскрсе ѣвнса оу ункмъ	1	вскрсе(1) ѣвнса(30) оу ункмъ(1)	0.99991
13	всакимин оу зороуьмѣн оу днвн	1	всакимин(6) оу зороуьмѣн(1) оу днвн(5)	0.99991
14	вѣсталн што оуспѣлн	1	вѣсталн(1) што(36) оуспѣлн(1)	0.99990
15	внноватнн блюдоу ун са оугоръ	1	внноватнн(1) блюдоу ун са(2) оугоръ(22)	0.99987
16	вѣроуѣте да оузрнте	1	вѣроуѣте(1) да(1227) оузрнте(6)	0.97896
17	вошло во оушн	1	вошло(1) во(828) оушн(10)	0.97634
18	вндѣвше ратннн оуст ремншаса	1	вндѣвше(63) ратннн(14) оуст ремншаса(10)	0.97479
19	вндѣвѣ александръ оубоѣса	1	вндѣвѣ(71) александръ(8) оубоѣса(16)	0.97403
20	волѣнане а оу лтнун	1	волѣнане(2) а(4549) оу лтнун(1)	0.97400

Результаты второго запроса (см. табл. 2) демонстрируют наличие трех триграмм с компонентом *уши*: *летѣвѣ(1) сквозн(1) оушн(10)*, *летѣ(5) сквозѣ(1) оушн(10)*, *летѣ(5) сквозѣ(25) оушн(10)*. По сути, это одно устойчивое сочетание, состоящее из лексем в разных грамматических формах. Данная триграмма не зафиксирована в словарях как устойчивое сочетание. Глаголы *летѣти / летати* имеют значения ‘лететь, перемещаться по воздуху’, ‘падать, упасть’, ‘быстро передвигаться, мчаться’, ‘быстро проконеѣнн (ЛЛ, л. 16). Согласно фрагменту глагол *летѣти* употреблен в своем

первом, прямом, значении, то есть копье летело мимо ушей / сквозь уши. Однако выборка показывает статистическую устойчивость компонентов **сквозь оушн**, что свидетельствует о приобретении данным сочетанием статуса устойчивого. Подтверждение этому мы находим в фактах современного русского языка: *пропускать мимо ушей; в одно ухо влетело, в другое вылетело.*

Таблица 2. Результаты запроса «л% - % - оу%»

№	N-грамма	F	F(w <sub>1</sub> )...F(w <sub>x</sub> )	T-score
1	лѣтѣвъъ сквозн оушн	1	лѣтѣвъъ(1) сквозн(1) оушн(10)	0.9997
2	лѣтѣ сквозѣ оушн	1	лѣтѣ(5) сквозѣ(1) оушн(10)	0.99986
3	локѣтн своѣа оустремла дѣть	1	локѣтн(1) своѣа(401) оустремладѣть(1)	0.99885
4	лнцѣм млстнѣвъ оубогн мѣ	1	лнцѣм(9) млстнѣвъ(7) оубогнмѣ(8)	0.99856
5	лѣтѣ сквозѣ оушн	1	лѣтѣ(5) сквозѣ(25) оушн(10)	0.99643
6	любѣа црквнѣна оустав ы	1	любѣа(41) црквнѣна(9) оуставы(7)	0.99262
7	любѣашѣ во оумѣ	1	любѣашѣ(1) во(828) оумѣ(14)	0.96687
8	ловѣща въ оустѣн	1	ловѣща(3) въ(2581) оустѣн(9)	0.80084
9	людѣскнм н оубогнм	1	людѣскнм(1) н(30612) оубогнм(5)	0.56258
10	лн что оутрѣ	1	лн(559) что(331) оутрѣ(1)	0.47121
11	лвобн же оубодшѣмоу	1	лвобн(24) же(10066) оубодшѣмоу(1)	0.30959
12	людѣм же оузѣѣгшнм ѣ	1	людѣм(24) же(10066) оузѣѣгшнмѣ(1)	0.30959
13	лѣстьковон н оубѣдн	1	лѣстьковон(1) н(30612) оубѣдн(8)	0.30012
14	лтѣ сѣпг оубѣѣнѣ	1	лтѣ(1621) сѣпг(2) оубѣѣнѣ(77)	0.28658
15	лтѣ побѣѣнн оугрѣ	1	лтѣ(1621) побѣѣнн(3) оугрѣ(59)	0.18003
16	любо сѣ оуладнмѣ	1	любо(222) сѣ(681) оуладнмѣ(2)	0.13589
17	люднн нѣ оунтн	1	люднн(71) нѣ(4491) оунтн(1)	0.08874
18	лтѣ сѣоѣ оумрѣ	1	лтѣ(1621) сѣоѣ(2) оумрѣ(101)	0.06422

Таким образом, в ходе исследования мы выявили, что: 1) количественно-статистический метод определения устойчивых сочетаний позволяет получить лингвистически обоснованные результаты; 2) модули ИАС «Манускрипт» позволили выявить устойчивые сочетания, не закрепленные в лексикографических источниках; 3) наличие и использование инструментальной базы, позволяющей автоматизировать обработку информации и классифицировать результаты выборки, является важным условием при работе с большим массивом текстовых данных.

## Список источников и сокращений

### Словари

СлРЯ – Словарь русского языка (XI–XVII вв.) [Электронный ресурс] // Этимология и история слов русского языка. Режим доступа: <http://etymolog.ruslang.ru/index.php?act=xi-xvii>, свободный.

### Электронный корпус русских летописей

ЛЛ – Лаврентьевская летопись 1377 г. (РНБ, Ф.п.IV.2) [Электронный ресурс] // Портал «Манускрипт: Славянское письменное наследие». Режим доступа: [http://manuscripts.ru/mns/main?p\\_text=32500902](http://manuscripts.ru/mns/main?p_text=32500902), требуется регистрация.

ИЛ – Ипатьевская летопись перв. пол. (сер.?) XV в. (БАН, 16.4.4) [Электронный ресурс] // Портал «Манускрипт: Славянское письменное наследие». Режим доступа: [http://manuscripts.ru/mns/main?p\\_text=32151080](http://manuscripts.ru/mns/main?p_text=32151080), требуется регистрация.

РЛ – Радзивилловская летопись кон. XV в. (БАН, 34.5.30) [Электронный ресурс] // Портал «Манускрипт: Славянское письменное наследие». Режим доступа: [http://manuscripts.ru/mns/main?p\\_text=43296853](http://manuscripts.ru/mns/main?p_text=43296853), требуется регистрация. ПВЛ – Повесть временных лет об. – оборотный лист л. – лицевой лист.

## Список литературы

1. Мельчук, И. А. О стандартной форме лингвистических описаний // Вопросы языкознания. – 1963. – № 1. – С. 8.

2. Баранов, В. А. Модуль n-грамм исторического корпуса «Манускрипт»: структурные и лингвистические параметры // Научное наследие В. А. Богородицкого и современный вектор исследований Казанской лингвистической школы: тр. и матер. междунар. конф. : в 2 т. – Казань : Изд-во Казан. ун-та, 2016. – Т. 1. – С. 50–61.

3. Баранов, В. А. Опыт создания модуля n-грамм системы «Манускрипт» и оценки эффективности его использования для поиска коллокаций в корпусе М. В. Ломоносова // Интеллектуальные системы в производстве. – 2016. – № 4 (31). – С. 124–131.

М. Р. Галияхматов, магистрант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова,  
galiahmatovmarat@gmail.com

С. С. Черепанов, магистрант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

## **Виртуальный расходомер в реальном времени для мониторинга дебита скважины**

*В данной статье рассматривается проблема мониторинга добычи нефти и пути их решения. В эксплуатации часто возникают проблемы замера дебита скважины, данные проблемы связаны с различными технико-экономическими факторами. В настоящее время в нефтяной промышленности все больше наблюдается потребность в интеллектуальных скважинах. Основным преимуществом данных скважин являются оптимизация добычи нефти, сокращение остановок, увеличение наработки на отказ.*

**Ключевые слова:** расходомер, виртуальный расходомер, косвенные показатели, ЭЦН, станция управления.

Нефтегазовые компании прилагают немалые усилия для повышения операционной эффективности и оптимизации производства. Информация является базовым ресурсом управления функционированием современных производственных систем, а уровень используемых информационных технологий определяет конкурентоспособность предприятия или организации [1, с. 373]. На данный момент есть несколько вариантов определения дебита скважины, например, при помощи автоматизированных групповых замерных установок (АГЗУ) или же по косвенным показателям скважины.

Традиционные методы измерения дебита скважины влекут за собой большие затраты на установку и эксплуатацию АГЗУ. Кроме высокой стоимости существуют такие проблемы, как недостаточно высокая надежность и сложность эксплуатации. На сегодняшний день разработана комплексная программа, являющаяся альтернативой определения дебита – «виртуальный расходомер». Данная программа имеет ряд преимуществ перед другими системами. Этот алгоритм позволяет по косвенным измерениям определять дебит скважины.

Для электроцентробежных насосов ЭЦН одним из основных способов определения дебита скважины является расчет по напорно-расходным и энергетическим характеристикам, рис. 1.

Данный метод может найти применение в современных нефте- и газопроводах, в трубопроводных системах водоснабжения в ЖКХ и др., в качестве оценочного метода для измерения расхода перекачиваемой жидкости НА [2].

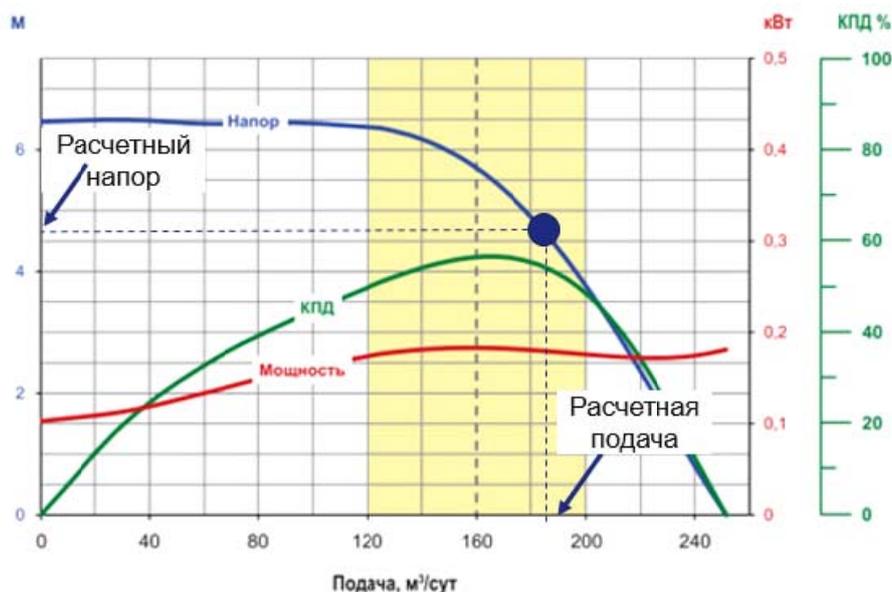


Рис. 1. Паспортная характеристика ЭЦН

Зависимость напора от расхода может быть выражена как математическая функция

$$H = H(Q). \quad (1)$$

Данная функция может быть задана в виде таблицы, графика или аналитически в виде формул. В виде графика напорная характеристика предоставлена на рис. 1, в виде таблицы в таблице 1, в виде формул в формуле 2.

$$H(Q) = H_0 + H_1 \cdot Q_i + H_2 \cdot Q_i^2. \quad (2)$$

где  $H_0$ ,  $H_1$  и  $H_2$  – постоянные коэффициенты, не зависящие от дебита.

Таблица 1. Дебит и соответствующий ему напор для определенного типоразмера ЭЦН

$Q$	$H$
0	6,5
40	6,5
80	6,5
120	6,4
160	5,75
200	3,75
250	0

$H_0$ ,  $H_1$  и  $H_2$  – постоянные коэффициенты (полиномы), берутся из каталога, либо запрашиваются у завода изготовителя. Также данные коэффициенты можно оцифровать при помощи алгоритма, описанного ниже.

*Процедура получения полиномов, описывающих график НРХ*

Для этого потребуется программа Excel. Оцифровываем исходный график НРХ или задаем по точкам рис. 2.

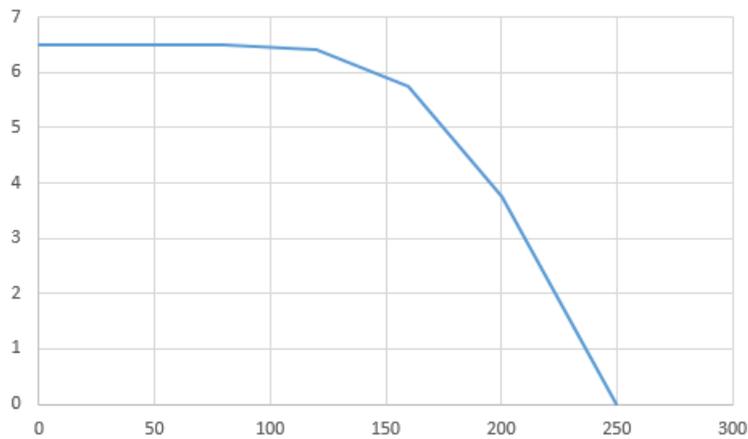


Рис. 2. Зависимость дебита от напора, построенная по табличным данным

Добавляем линию тренда: полином 3–6-й степени рис 3.  
Коэффициенты в формуле и есть полиномы рис. 3.

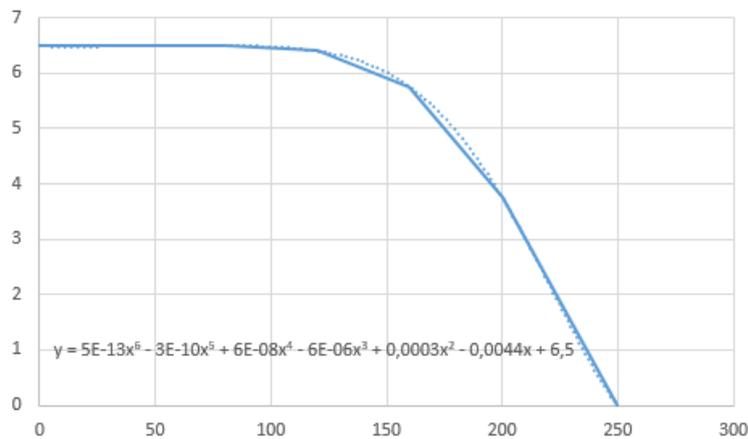


Рис. 3. Построенная по табличным данным зависимость дебита от напора с описывающим его полиномиальным уравнением

Численное решение уравнения (2) сводится к итерационной процедуре вычисления по методу Ньютона или другими математическими методами, как вариант, метод половинного деления (бисекции). Метод Ньютона сводится к итерационному численному методу нахождения нуля заданной функции, метод половинного деления может быть использован в качестве альтернативного итерационному методу Ньютона. Метод бисекции реализован на последовательном сужении интервала, содержащего единственный корень уравнения, до того времени пока не будет достигнута заданная точность.

Достоинства данного метода:

1. Не требует установки дополнительного оборудования.
2. Определяет дебит и подачу насоса.
3. Метод может использоваться не только в нефтяной отрасли, а также в сфере энергетики и жилищно-коммунального хозяйства.

Таким образом, в этой статье рассматривается метод измерения дебита жидкости с помощью виртуального расходомера. Данный метод позволяет не

только находить расход перекачиваемой жидкости, но и решать задачи, связанные с математическим моделированием.

#### Список литературы

1. *Григорьев, Л. И.* Системные основы управления конкурентоспособностью в нефтегазовом комплексе / Л. И. Григорьев, В. Я. Кершенбаум, А. И. Костогрызлов. – Москва : Изд-во НИИГ, 2010. – 373 с.

2. *Майстренко, А. В.* Косвенное измерение расхода жидкости, перекачиваемой насосными агрегатами / А. В. Майстренко, А. А. Светлаков // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2014. – № 4 (34). – С. 215–219.

О. Б. Главатских, кандидат экономических наук, доцент,  
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, e-mail: ob901@yandex.ru;

Н. Н. Пушина, кандидат экономических наук, доцент,  
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

М. В. Пониткин, магистрант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

## **Содержание и сущность трудовой мотивации как функции управления персоналом**

*Актуальность данной статьи состоит в том, что переход России к рыночным условиям хозяйствования и выход ее на мировые рынки сбыта продукции требует от предприятий и организаций повышения эффективности производства и конкурентоспособности своих товаров и услуг. В этих условиях перед руководителями современных предприятий встает ряд вопросов, связанных со стратегией и тактикой управления предприятием, организацией результативной финансовой деятельности и повышением эффективности управления персоналом через вовлеченность, приверженность и лояльность работников. Решение этих задач требует реализации продуктивной мотивационной системы в симбиозе с высокой организованностью и дисциплиной. Мотивация персонала является основной частью трудового процесса в экономике страны [2].*

*В настоящее время для высокопродуктивной деятельности предприятия требуются работники, имеющие не только соответствующее профильное образование, инициативу, высокий уровень ответственности, но и стремящиеся реализовать конкретные личностные цели. Все перечисленные выше необходимые качества работников сложно поддерживать лишь с помощью классических способов управления персоналом. При этом важно знать, что все разнообразие методов управления персоналом оказывает многовариантное воздействие на работников. От того, насколько правильно замотивирован персонал, зависит успех работы всего предприятия. Сегодня управление персоналом на предприятии – это управление их мотивацией.*

**Ключевые слова:** мотивы, мотивация, виды мотивации, потребности.

### **Введение**

С переходом нашей страны на рыночные отношения возросла конкуренция между предприятиями и усилилась динамика изменений, происходящих во внешней среде. В этих условиях хозяйствования главным направлением деятельности современных предприятий стало удовлетворение запросов конечных потребителей и заказчиков, что означает ориентацию производственного менеджмента на потребителя. Как известно, продукция создается на предприятии, а ее качество и своевременность появления на рынке зависят от трудовой мотивации работников и отношения между ними в рабочем коллективе. Предприятие, взаимодействуя с персоналом, обеспечивает его трудовой деятельностью и вознаграждает за ее осуществление. Человека в организации часто представляют в виде ресурса, пусть даже и самого ценного, но работники – это не только средство, а еще и смысл существования промышленного предприятия.

Отсутствие должного внимания и заботы к работникам приводит к разрушительным последствиям, поэтому обоснован выросший интерес к их мотивам, который не должен ограничиваться лишь повышением профессионализма, обучением и адаптацией. К сожалению, на многих предприятиях личные потребности и желания людей мало интересуют высшее руководство и не всегда учитываются в процессе управления персоналом [1].

Для благополучной реализации рабочих обязанностей важно понимание того, что сотрудники должны быть заинтересованы в качестве выполняемой работы. Особенности трудовых процессов предприятий машиностроения заключаются в том, что конечный итог выполняемых функций определяется в течение всего периода их осуществления. С целью достижения выдающегося успеха следует уделять пристальное внимание не только результатам работы, но и самому процессу ее выполнения. Это может быть достигнуто в том случае, если трудовая деятельность станет насыщенной и привлекательной для работников, то есть правильно их замотивировать [3].

Целью данного исследования является изучение и обобщение теоретического материала по особенностям мотивации работников в профессиональной сфере, а также определение влияния трудовой мотивации на эффективность управления персоналом в целом.

### **Основная часть**

На сегодняшний день можно выделить несколько подходов к определению сущности и содержания трудовой мотивации. В научной литературе существуют различные трактовки данного понятия.

По мнению А. В. Варенова, трудовая мотивация есть комплекс внутренних и внешних факторов, подталкивающих человека к работе, указывающих пределы и виды трудовых функций, а также направляющих деятельность работника на достижение целей, стоящих перед организацией [7].

С точки зрения А. П. Егоршина, трудовая мотивация – это влияние на производственное поведение человека с целью получения результата от выполнения индивидуальных или коллективных задач [5].

Л. В. Ивановская полагает, что трудовая мотивация является важным составляющим элементом управления персоналом, посредством которого трудовые затраты людей, работающих в организации, отражаются в производственном поведении персонала, предсказуемым итогом которого становятся результативные совместные действия, помогающие достигать стоящие перед организацией цели [3].

Как считает А. Я. Кибанов, трудовая мотивация представляет собой желание человека удовлетворить нужду, то есть приобрести некоторые выгоды от выполняемой работы [2, 4].

Поводя итоги рассмотренным выше трактовкам, следует отметить, что трудовая мотивация изучается в качестве:

- комплекса побудителей к труду;
- мотивов к активности в работе;
- применения в трудовой деятельности поведенческих побудителей;

- направляющей причины, импульса;
- ключевого элемента системы управления персоналом.

В ходе обзора трактовок трудовой мотивации нами были выделены их различия и сходства, классифицирующие ее в контексте подталкивания человека к выполнению работы.

Данные взгляды взаимодополняют друг друга, отражая все элементы трудовой мотивации как виденья. Объединяя разные подходы к определению сущности трудовой мотивации, мы определяем ее в качестве внутренней силы, подталкивающей человека к работе, задающей направление на формирование мотиваторов производственного поведения под воздействием комплекса различных факторов.

В научной литературе выделяют три типа мотивации труда [8]:

1) Законодательная (общепризнанная). Она устремляет человека к конкретному типу производственного поведения посредством психологических методов влияния, например: призывы, мораль, общение.

2) Репрессивная (силовая). Данный тип мотивации в качестве инструмента воздействия привлекает внушение, увещевания и угрозы невозможности получения работником желаемых благ в случае невыполнения требований руководства или плохого исполнения своих обязанностей.

3) Поощряющая (побуждающая). Данная мотивация не влияет напрямую на самого работника, а воздействует на внешние факторы в виде предоставления желаемых вариантов поощрения, подталкивающих его к конкретному типу производственного поведения.

В управлении человеческими ресурсами приоритетным направлением является исследование влияния трудовой мотивации на производственное поведение персонала, восприятие им реальности, понимания и осознания своих роли и места в структуре организации, выявления наиболее важных для себя трудовых функций. В сущности мотивации труда находятся потребности, которые можно условно разделить на денежные, моральные и общественные.

Детальная группировка трудовых мотивов состоит из следующих видов потребностей, а именно: стабильности; авторитета; состояния здоровья; коммуникации; включения в коллектив; риска; статусности; автономности и др. [7].

Потребности как осознаваемое отсутствие чего-либо наделены следующими качествами:

1) Качественный и количественный рост до уровня насыщенности. После наполненности низовых потребностей происходит движение вверх к удовлетворению высших.

2) Взаимозаменяемость высших потребностей. Например, плохие условия труда могут компенсироваться интересной и содержательной работой.

3) Свойственность людей сопоставлять уровень удовлетворения своих потребностей с другими работниками и регулярно их корректировать в сторону корпоративных стандартов.

В научной литературе зачастую можно встретить трактовку трудовых мотивов, тождественную трактовке потребностей. Наиболее универсальная груп-

пировка мотивов труда включает в себя материальные, нематериальные и бенефитные потребности. Кроме этого, можно данную классификацию дополнить мотивами новизны, самостоятельности, стабильности, самосовершенствования.

Содержание трудовой мотивации работников можно рассмотреть через типологическую модель В. И. Герчикова, позволяющую определить степень выраженности каждого из типов мотивации, предложенных автором (табл. 1) [6].

**Таблица 1. Характеристика мотивационных типов по В. И. Герчикову**

Тип мотивации	Краткая характеристика
Инструментальный	Работник, у которого преобладает данный тип мотивации, стремится в своей деятельности к повышению материального благополучия. Для него не имеет особого значения, какую работу выполнять. Главным приоритетом является финансовое благополучие. Он готов на выполнение даже самой непрезентабельной работы, но за достойное вознаграждение. Для него важно осознание зарабатывания денег, а не их получения
Профессиональный	Работник с данным типом мотивации будет стремиться к профессиональному совершенствованию. Ему важно содержание работы, а не денежное вознаграждение. В случае выбора данный работник предпочтет менее оплачиваемую работу, но более интересную и содержательную. Для него важен профессиональный рост и становление его как профессионала, хорошего специалиста
Патриотический	Работник с патриотическим типом мотивации будет стремиться быть нужным и полезным своему коллективу и организации, в которой он трудится, даже в ущерб своим собственным интересам. Для него приоритетным является возможность трудиться во благо другим. Такой работник ценит благодарность, признание его заслуг, публичную похвалу
Хозяйский	Работник с хозяйским типом мотивации ценит в работе автономность, самостоятельность. Он сам по себе является очень ответственным, способным мобилизовать как свои собственные силы, так и людей, работающих с ним на выполнение производственных задач. Такой тип мотивации будет в работе ценить доверие, минимум контроля, децентрализацию и делегирование полномочий
Люмпенизированный	Работник с таким типом мотивации всячески стремится избегать какой-либо работы. Он безответственен, не проявляет инициативу сам и осуждает за это других. Это единственный тип мотивации, по отношению к которому поощряется применение наказаний, взысканий, жесткий контроль. Замотивировать такого работника можно при помощи страхов, угроз

Как видно из таблицы, к разным мотивационным типам следует применять различные методы поощрения. Те методы, которые для одних являются важным, для других не представляют никакой ценности.

Нам также представляется интересной интерпретация мотивационных типов, предложенная Р. В. Весниным и представленная в табл. 2 [6].

**Таблица 2. Характеристика мотивационных типов по Р. В. Веснину**

Тип мотивации	Краткая характеристика
Самостоятельные	Работник, у которого преобладает данный тип мотивации, занят поиском новых решений, творческих подходов. Способен выполнять задания повышенной сложности, нести полную персональную ответственность за порученное дело, но при этом готов отстаивать свою точку зрения, невзирая на статус вышестоящих
Осторожные	Работники с данным типом мотивации в первую очередь ориентируются на запланированные показатели в работе, четко следуют инструкциям, предпочитают работать по принципу «Семь раз отмерь, один раз отрежь»
Добросовестные	Работники с данным типом мотивации обладают способностью глубоко прорабатывать задания, творчески относиться к делу, но при этом обладают заниженной самооценкой и легко теряют интерес к работе
Терпеливые	Работники с таким типом мотивации безропотно выполняют порученные задания, добросовестно относятся к своим обязанностям, готовы нести персональную ответственность за работу и не любят конфликтовать

Как видно из табл. 2, при выборе мотивационных механизмов воздействия на персонал следует учитывать не только устремления работников, но их личностные особенности, акцентуации их характера.

Все многообразие приведенных выше мотивационных типов свидетельствует о том, что в настоящее время нет единого видения по данному вопросу, следует лишь учитывать уникальность каждого из них и стремиться поощрять работников с учетом их индивидуальных особенностей, специфики предприятия и ярко выраженных, преобладающих потребностей.

### **Заключение**

Таким образом, проведенное нами исследование показало наличие в настоящее время множества классификаций мотивационных типов, а также многовариантность взглядов на понимание самой трудовой мотивации, что затрудняет единое осмысление данного понятия. На наш взгляд, помимо этого мотивация труда слабо связана с процессами внутреннего восприятия человека с психологической точки зрения. В ходе проведенного нами теоретического анализа было определено, что трудовая мотивация определяется в качестве внутренней силы, подталкивающей человека к работе, задающей направление на формирование мотиваторов производственного поведения под воздействием комплекса различных факторов. В ее основе лежат разные уровни потребностей, которые можно разделить на денежные, духовные и социальные, а ее структура представляет собой модель, состоящую из различных мотивационных типов.

Итак, в заключение можно сделать общий вывод о том, что на современных промышленных предприятиях применяются различные подходы и концепции мотивационных теорий, которые в конечном итоге направлены на повышение эффективности деятельности работников.

### Список литературы

1. *Галиахметов, Р. А.* Внедрение системы КРІ как фактор повышения эффективности труда служащих предприятий ОПК / Р. А. Галиахметов, Н. Н. Пушина // Технические университеты: интеграция с европейскими и мировыми системами образования: материалы VIII Международной конференции. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2019. – В 2 т. – Т. 2. – С. 528–534.
2. *Главатских, О. Б.* Содержание и роль мотивации труда в современных условиях хозяйствования / О. Б. Главатских, А. А. Пикулева // Экономика и управление народным хозяйством: генезис, современное состояние и перспективы развития : материалы II Международной научно-практической конференции. – Воронеж : Воронежский экономико-правовой институт, Орловский филиал Финуниверситета, 2018. – Часть 2. – С. 89–95.
3. *Глушкова, М. А.* Формирование ключевых показателей эффективности в системе стимулирования персонала предприятий перерабатывающей промышленности / М. А. Глушкова, О. Б. Главатских, А. И. Троянская // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2018. – Т. 21, № 4. – С. 60–64.
4. *Лизинский, В. М.* Профессионально-личностное выгорание и способы повышения сохранности и способности качественно выполнять свои профессиональные и социальные обязанности : монография. – Москва : Центр «Педагогический поиск», 2019. – 908 с.
5. *Лузаков, А. А.* Структура мотивационного профиля работника // Вестник науки и образования. – 2017. – № 12 (36). – С. 103–106.
6. *Миляева, Л. Г.* Теоретико-методические аспекты мотивации и стимулирования труда персонала организаций: монография. – Ногинск : Аналитика РОДИС, 2017. – 178 с.
7. *Пономарев, И. П.* Мотивация работой в организации : монография. – Москва : Едиториал УРСС, 2004. – 224 с.
8. *Разиньков, П. И.* Мотивационное развитие персонала предприятия : монография. – Тверь : ТвГТУ, 2016. – 235 с.

О. Б. Главатских, кандидат экономических наук, доцент,  
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова  
О. М. Соловьева, магистрант,  
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, Olya5745@mail.ru

## **Модернизация технологий организации труда в результате проведения кадрового аудита**

*Трансформация рынка на сегодняшний день влияет на деятельность каждой компании, стремительные инновации меняют привычные подходы к организации труда на предприятиях, темпы цифровизации растут с каждым годом. К сожалению, не все организации способны своевременно анализировать трансформирующийся рынок и модернизировать свой бизнес. Применение современных технологий работы, как показывает практика, способно многократно повысить эффективность деятельности организации. Провести анализ существующего состояния работы с персоналом организации и увидеть возможные направления ее модернизации позволяет кадровый аудит [1].*

*В статье проанализировано понятие кадрового аудита, дающего возможность разобраться в причинах неэффективности выстроенного организационного поведения, и рассмотрен вопрос: как улучшить показатели эффективности деятельности персонала в условиях трансформации рынка, модернизировав существующие методы работы. В статье рассматривается влияние современных технологий организации труда на ключевые показатели результативности деятельности персонала. Проводится анализ существующих показателей эффективности работы персонала путем проведения кадрового аудита и рассчитывается влияние предложенной меры модернизации работы на функционирование организации.*

**Ключевые слова:** кадровый аудит, модернизация, персонал, эффективность деятельности персонала.

### **Введение**

В период становления цифровой экономики и ее взаимосвязи с социумом особую значимость приобретает вопрос анализа и развития персонала в организациях. Цифровизация экономики обуславливает необходимость анализа проблем развития компании, связанных с эффективностью использования персонала. Положительное влияние модернизации рабочих процессов на эффективность деятельности предприятия неоспоримо и определяет актуальность данного исследования [3].

На сегодняшний день существует огромное множество путей модернизации деятельности внутри организации. Наиболее актуальными из них на данный момент являются те, что опираются на автоматизацию и роботизацию процессов, которыми ранее занимался человек. К самым распространенным из них можно отнести следующие [5, 9]:

- внедрение облачных технологий;
- внедрение системы электронного документооборота;

- внедрение CRM-систем;
- внедрение BPM-систем.

Кадровый аудит как главный инструмент по сбору информации в организации позволяет провести оценку существующего состояния эффективности деятельности персонала и увидеть возможные пути его улучшения, модернизации существующих методов работы, вычислить один из важнейших показателей результативности деятельности персонала – выручку от продаж на единицу труда. Данный показатель вычисляется сопоставлением величины дохода и общего числа сотрудников.

### Основная часть

Персонал является не только наиболее важным, но и наиболее материально затратным активом эффективно работающего предприятия. В период цифровизации и непрерывной трансформации рынка организации должны быть уверены в том, что они делают все для эффективного использования трудовых ресурсов [4, 6].

Состав кадров всегда находится в движении. Он определяется приемом, увольнением и внутренним перемещением работников. Неотъемлемый этап проведения эффективного кадрового аудита – проведение анализа движения персонала. Анализ движения численного состава работников предприятия позволяет выявить основные тенденции его развития и определяет возможные направления, требующие модернизации. Рассмотрим опыт проведения анализа движения персонала в рамках кадрового аудита на примере ООО «Газпром межрегионгаз Ижевск» (табл. 1).

Таблица 1. Анализ движения персонала

Наименование показателя	2019 г.	2020 г.	Изменение, (+, -)	Динамика, %
Численность персонала на начало года, чел.	242	250	8	103,31
Приняты на работу, чел.	40	37	-3	92,5
Выбыли, чел:	32	39	7	121,88
по собственному желанию, чел.	21	14	-7	66,67
уволены за нарушение трудовой дисциплины, чел.	2	8	6	400
по сокращению, чел.	4	5	1	125
призыв в армию, чел.	1	0	-1	0
выход на пенсию, чел.	3	6	3	200
по окончанию трудового договора, чел.	3	6	3	200
Численность персонала, на конец года, чел.	250	248	-2	99,2
Среднесписочная численность персонала, чел.	218	229	11	105,05
Коэффициент оборота по приему работников	0,18	0,16	-0,02	88,06
Коэффициент оборота по выбытию работников	0,15	0,17	0,02	116,02
Коэффициент текучести кадров	0,124	0,118	-0,006	95,2
Коэффициент постоянства кадров	0,96	0,92	-0,04	95,65
Коэффициент замещения	0,04	-0,01	-0,05	-23,8

Анализируя данные таблицы, можно сделать вывод о том, что среднесписочная численность работников в 2020 году увеличилась на 11 человек, или на

5,05 %. Коэффициент оборота по приему работников снизился на 11,94 % в связи с увеличением среднесписочной численности.

Коэффициент оборота по выбытию за анализируемый период возрастает на 16,02 % за счет значительного роста количества выбывших работников. Коэффициент постоянства кадров в отчетном периоде снизился на 4,35 % вследствие увеличения среднесписочной численности работников. Коэффициент замещения в 2020 году сильно снизился и составил –0,01. Это связано с тем, что в 2020 году из предприятия выбыло 39 человек, что на 21,88 % больше, чем в 2019 году.

Не секрет, что целью каждого предприятия является получение наибольшего дохода наименьшим количеством персонала. В связи с этим организации ищут возможность получения наибольшего дохода от каждого сотрудника. Поэтому при сопоставлении величины дохода и общего числа сотрудников мы получим важный показатель результативности деятельности персонала – выручку от продаж на единицу труда.

Для вычисления данного показателя необходим кадровый аудит как система мероприятий по сбору информации на всех уровнях функционирования организации, анализу и оценке этой информации в контексте эффективности организации труда [10].

Рост данного показателя напрямую зависит от технического прогресса и модернизации производства. Данный показатель определяется как отношение выручки от реализации к численности как всех работников предприятия, так и рабочих в частности.

Организация должна стремиться к максимально возможному значению показателя выручки от продаж на одного работника, так как чем выше его значение, тем эффективнее компания использует свой персонал в условиях цифровой трансформации.

Рассмотрим опыт расчета эффективности деятельности персонала путем проведения кадрового аудита на примере ООО «Газпром межрегионгаз Ижевск». Данные, полученные в результате проведения кадрового аудита, представлены в табл. 2.

**Таблица 2. Анализ эффективности использования персонала**

Показатели	2019 г.	2020 г.	Изменение, (+, –)	Изменение, %
Выручка по оплате, тыс. руб.	8865181	9562249	697068	107,86
Среднесписочная численность персонала, чел.	226	229	3	101,33
В том числе рабочих, чел.	121	121	–	100
Удельный вес рабочих в составе работающих	0,54	0,53	–0,01	98,69
Время, отработанное рабочими:				
человеко-дней, дн.	26015,3	26378,52	363,22	101,4
человеко-часов, час.	206559,10	205484,62	–1074,48	99,48
Средняя продолжительность рабочего дня, час.	7,94	7,79	–0,15	98,11

Окончание табл. 2

Показатели	2019 г.	2020 г.	Изменение, (+, -)	Изменение, %
Среднегодовая выручка от продаж газа:				
на одного работника, тыс. руб.	39226,46	41756,55	2530,08	106,45
на одного рабочего, тыс. руб.	73265,96	79026,85	5760,89	107,86
Выручка от продаж газа на одного рабочего:				
среднедневная, тыс. руб.	340,77	362,50	21,73	106,38
среднечасовая, тыс. руб.	42,92	46,53	3,62	108,43
Среднее число дней, отработанных одним рабочим, дн.	215	218	3,00	101,4

Из табл. 2 видно, что среднегодовая выручка от продаж газа на одного работника в отчетном году по сравнению с предыдущим годом выросла на 2530,08 тыс. руб., или на 6,45 %, а на одного рабочего – на 5760,89 тыс. руб., или на 7,86 %. Такое изменение объясняется увеличением числа отработанных дней.

В результате кадрового аудита существующей ситуации на предприятии был выявлен путь уменьшения трудоемкости работ в результате модернизации и внедрения новой технологии организации труда.

Рассмотрим увеличение результативности деятельности персонала при условии, что предприятие сократит штат работников за счет внедрения новой современной технологии работ.

В настоящее время на различных предприятиях большую популярность приобретают системы электронного документооборота. Данная система может быть разработана как внутри предприятия (между структурными подразделениями), так и со сторонними предприятиями (контрагентами).

Обмен электронными документами является самым простым способом безбумажного взаимодействия с контрагентами. Внедрение электронного документооборота, безусловно, уменьшит и упростит работу сотрудников предприятия, которые непосредственно взаимодействуют с контрагентами. За счет внедрения системы электронного документооборота у предприятия появляется возможность сократить свой штат на три человека [2, 8].

Расчеты по изменению результативности деятельности персонала за счет внедрения новой современной технологии организации труда представлены в табл. 3.

Проанализировав данные таблицы, можно сделать вывод о том, что модернизация труда, повлекшая за собой сокращение штата на трех сотрудников, позволяет увеличить среднегодовую выручку от продаж на одного работника на 554,29 тыс. руб., а среднечасовую на 2,54 тыс. руб. Среднегодовая выручка от продаж газа на одного рабочего выросла на 1328,18 тыс. руб., а среднедневная на 6,09 тыс. руб.

**Таблица 3. Результаты выполнения рекомендации по модернизации труда, разработанной в результате проведения кадрового аудита**

Показатели	Существующее состояние	После модернизации	Изменение, (+, -)
Выручка по оплате, тыс. руб.	9562249	9562249	0,00
Среднесписочная численность персонала, чел.	229,00	226,00	-3
Среднесписочная численность рабочих, чел.	121,00	119,00	-2
Время, отработанное рабочими человеко-дней, дн.	26378,52	25942,52	-436,00
Время, отработанное работником человеко-дней, дн.	49922,97	49268,97	-654
Выручка от продаж газа на одного работника, тыс. руб.:			
среднегодовая	41756,55	42310,84	554,29
среднедневная	191,54	194,08	2,54
Выручка от продаж газа на одного рабочего, тыс. руб.:			
среднегодовая	79026,85	80355,03	1328,18
среднедневная	362,50	368,59	6,09

Таким образом, проведение модернизации существующих технологий работ, рекомендованной в результате проведения кадрового аудита, позволяет увеличить эффективность использования персонала на предприятии.

### **Заключение**

Цифровизация и стремительная трансформация рынка побуждает руководителей предприятий сосредоточиться на поиске новых современных методов улучшения эффективности работы организации. Одним из самых популярных методов является передача части функций работников различным программам с целью ускорения выполнения бизнес-процессов. Однако прежде чем применять новшества, необходимо проводить анализ существующего состояния предприятия, в том числе анализ движения персонала и анализ эффективности использования персонала. Анализ движения численного состава работников предприятия позволяет выявить основные тенденции его развития и определяет возможные направления, требующие модернизации. Анализ эффективности использования персонала позволяет определить, получает ли организация наибольший доход от каждого сотрудника. Именно кадровый аудит позволяет собрать, структурировать и проанализировать необходимую информацию о персонале и оценить эффективности его работы в организации [7].

Как показало исследование, внедрение системы документооборота позволяет существенно улучшить такой показатель эффективности использования персонала, как выручка от продаж на единицу труда. За счет внедрения нового современного метода взаимодействия среднегодовая выручка от продаж на одного работника возросла 554,29 тыс. руб., на одного рабочего – на 1328,18 тыс. руб. На сегодняшний день существует огромное множество путей модернизации деятельности внутри организации и внедрение новых технологий в деятельность должно быть непрерывным для достижения максимальной эффективности.

### Список литературы

1. Трансформация управленческих систем под воздействием цифровизации экономики: монография / Ю. В. Вертакова, Т. О. Толстых, Е. В. Шкарупета, В. В. Дмитриева. – Курск : ЮГЗУ, 2020. – 156 с.
2. Использование элементов кадрового аудита в управлении корпоративной культуры конкурентоустойчивых предприятий / О. Б. Главатских, Н. Н. Харитоновна, О. М. Соловьева, А. С. Нелюбина // Наука и бизнес: пути развития : научно-практический журнал. – Москва, 2020. – С. 111–114.
3. *Дащенко, Ю. Ю.* Цифровая экономика как экономика будущего // Тенденции развития науки и образования. – 2018. – № 35-1. – С. 18–19.
4. Инновационное развитие как фактор повышения конкурентоспособности в экономической среде: монография / В. К. Тюрев, Д. М. Кучерявенко, Л. Г. Ким, В. Л. Шмелев, Н. Н. Пушина, Д. Д. Зайцева, А. С. Тонких, А. В. Ионов, С. А. Ионов, Л. Г. Гайсина, А. И. Троянская, О. Б. Главатских, А. А. Силукова. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2014. – 176 с.
5. *Казакова, Н. А.* Аудит: учебник для бакалавриата и специалитета. – Москва : Юрайт, 2019. – 409 с.
6. *Малкова, Т. Б.* Управление персоналом в цифровой экономике / Т. Б. Малкова, О. А. Дони́чев. – Москва : Русайнс, 2018. – 242 с.
7. Маркетинг персонала: монография / Ю. Г. Одегов, Р. А. Галиахметов, К. Х. Абдурахманов, М. Р. Галиахметова. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2015. – 348 с.
8. *Соловьева, О. М.* Значение кадрового аудита в управлении персоналом / О. М. Соловьева, О. Б. Главатских // Технические университеты: интеграция с европейскими и мировыми системами образования : материалы VIII Международной конференции. – Т. 2. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2019. – С. 616–620.
9. *Фоминых, М. А.* Обзор рынка консалтинговых услуг / М. А. Фоминых, Н. Г. Соколова // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2018. – № 1. – С. 50–60.
10. *Яшкова, Н. В.* Кадровый аудит в системе управления персоналом / Н. В. Яшкова, Л. В. Тимофеева // Фундаментальные исследования. – 2019. – № 2. – С. 55–59.

*В. А. Евсягина*, бакалавр, кафедра «Архитектура», Институт строительства и архитектуры имени В. А. Шумилова, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова  
*А. Д. Макаров*, бакалавр, кафедра «Архитектура», Институт строительства и архитектуры имени В. А. Шумилова, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова  
*Д. А. Пешкова*, бакалавр, кафедра «Архитектура», Институт строительства и архитектуры имени В. А. Шумилова, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова  
*А. А. Федорова*, бакалавр, кафедра «Архитектура», Институт строительства и архитектуры имени В. А. Шумилова, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова,  
e-mail: fiodorova.nastia2011@yandex.ru

*Д. А. Шарафеева*, бакалавр, кафедра «Архитектура», Институт строительства и архитектуры имени В. А. Шумилова, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова  
*А. В. Седова*, кандидат технических наук, доцент кафедры «Архитектура»,  
Институт строительства и архитектуры имени В. А. Шумилова,  
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова,  
e-mail: sedovaanastasiia@yandex.com

### **Анализ формообразования и полихромии урбанизированной среды на примере Первомайского района города Ижевска**

*Города отличаются друг от друга по цвету и форме архитектурных компонентов. Цвет может находиться в гармонии с формой здания, а может вступать в конфликт с ней. Данная статья направлена на выявление отношений между формой и цветом в Первомайском районе города Ижевска. Авторами проведен анализ формы зданий и анализ сложившейся городской полихромии. На основании чего было составлено проектное предложение по модернизации существующей полихромии и даны рекомендации по восстановлению связи между формой и цветом в городской среде.*

**Ключевые слова:** цвет, форма, колористика в городской среде, городская полихромия, Первомайский район города Ижевска.

#### **Введение**

Роль цвета в жизни человека велика и многообразна [5]. Цвет на протяжении многих лет был синонимом эмоций, оказывающим определенное воздействие на физиологическое и психологическое состояние человека, эстетическое и информативное восприятие [4].

Пространство города в значительной степени формируется благодаря его цветовому решению. Цветовая среда города влияет на восприятие города в целом [7]. С одной стороны, архитектурные формы в городе могут органично вписываться в сложившуюся естественную и искусственную среду, с другой – вступать с ними в контраст, в результате чего современные города представляют из себя чередование гармонично вписанных и контрастирующих элементов. По мере роста городов их формообразование и колористика усложняются, что часто приводит к дисбалансу городской среды, как отмечалось многими учеными и архитекторами [1, 3–5, 9]. В последнее время большое влияние в архи-

тектурной среде уделяется изучению архитектурной полихромии [8]. Эти вопросы подробно рассмотрены в работах А. В. Ефимова [3–6].

Цвет является неотъемлемой составляющей окружающей человека предметно-пространственной среды в городе [5]. Отдельно от формы цвета в природе не существует, как не существует бесцветной формы. Так, два способа модернизации городской среды – изменение цвета и изменение формы ее архитектурных составляющих. Изменение формы является очень дорогостоящим, так как изменение формы городской среды подразумевает изменение формы ее микро-, мезо- и макропространств. При изменении цвета, принадлежащего той или иной форме, изменяются свойства, определяющие в восприятии человека предыдущую форму, и устанавливаются другие, принадлежащие новой форме [5]. Изменение цвета является менее радикальным способом модернизации городской среды, чем изменение формы. Таким образом, в данной статье приведен анализ модернизации городской колористики на примере двух улиц в городе Ижевске, где цвет рассматривается как основной компонент, изменяющий свойства формы городской среды.

#### **Анализ формообразования Первомайского района города Ижевска**

Город Ижевск разделен на 5 районов [2]. Первомайский район находится в южной части города и ограничен улицей Ленина с севера и рекой Подборенкой с запада (см. рис. 1).



*Рис. 1.* Первомайский район города Ижевска

#### *Этажность*

Этажность зданий – это наиболее важный параметр в городском формообразовании. Для анализа формы была составлена карта этажности жилых и нежилых зданий Первомайского района. На рис. 2 условными обозначениями

выделена этажность жилых зданий или функция нежилых: фиолетовый – магазины/крупные магазины и гипермаркеты; голубой – социальные объекты; бирюзовый – 1–2 эт. (индивидуальные жилые дома); желтый – 3–5 эт.; зеленый – 6–9 эт.; красный – более 9 эт.

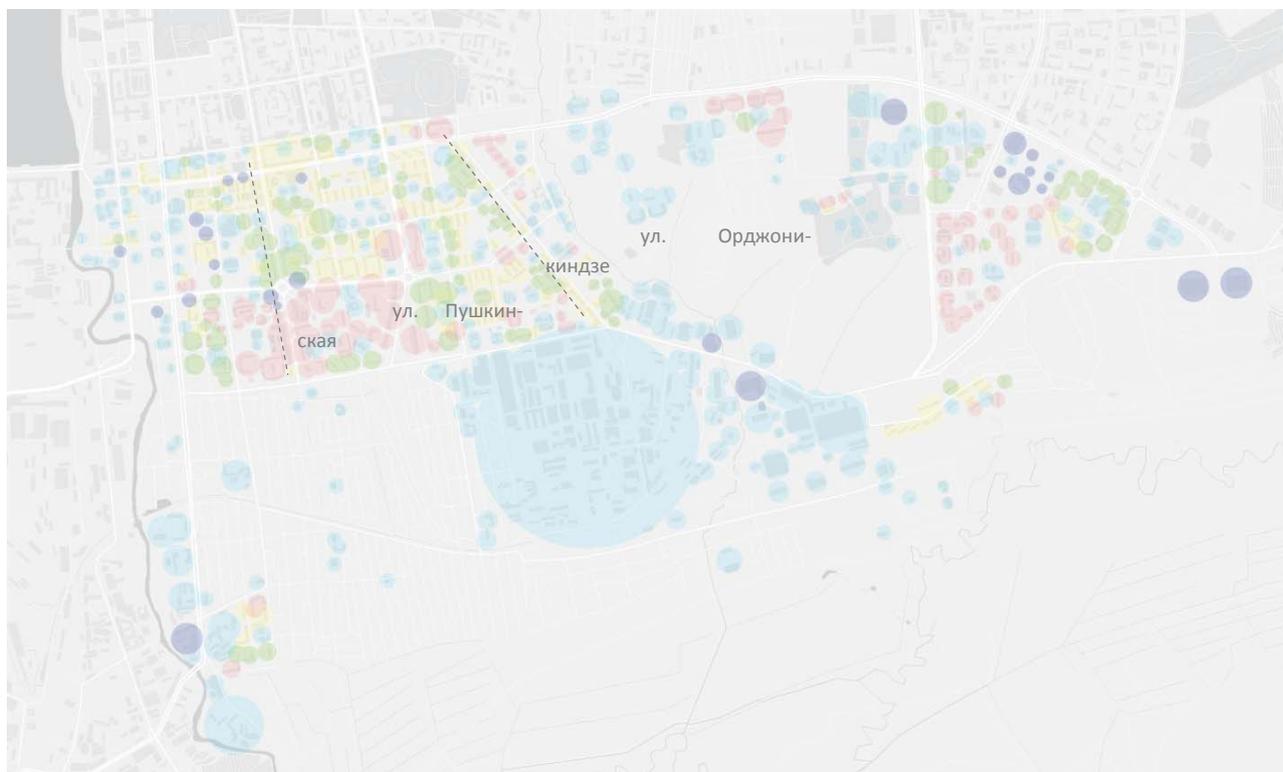


Рис. 2. Этажность зданий

На рис. 2 видно, что здания с наибольшей высотой сконцентрированы в одном месте и граничат с малоэтажными зданиями и индивидуальными жилыми домами, соответственно, необходимо провести анализ на масштаб и сомасштабность зданий.

Авторами был произведен анализ зданий Первомайского района на масштабность, он приведен на рис. 3. Городские доминанты, которые представлены наиболее высокими зданиями, являются проблемными участками в городском формообразовании. Данные здания вступают в контраст с прилегающей застройкой. Кроме того, выделенные доминанты становятся преградой для движения воздушных масс и вызывают вихри, принципиальная схема этого процесса представлена на рис. 4. Резкое изменение высоты наблюдается в некоторых кварталах района, но больше всего встречается на границе многоквартирных жилых домов и частных жилых секторов. Так как в основном такие случаи встречаются на периферии, участки которых застраиваются новыми жилыми комплексами, при дальнейшем градостроительном проектировании надо учитывать этот фактор. Обязательно при анализе градостроительной ситуации учитывать высотность застройки и не превышать допустимых значений. Например, в Нью-Йорке действует интересный принцип про КВОТЫ ВЫСОТНОСТИ: на каждый земельный участок есть квота в количестве метров высоты

для возводимого здания, а если застройщик хочет строить выше квоты, то он может докупить необходимые метры высоты у соседнего участка (и только у соседнего). Это позволяет регулировать высотность плавно от участка к участку.



Рис. 3. Анализ городских доминант

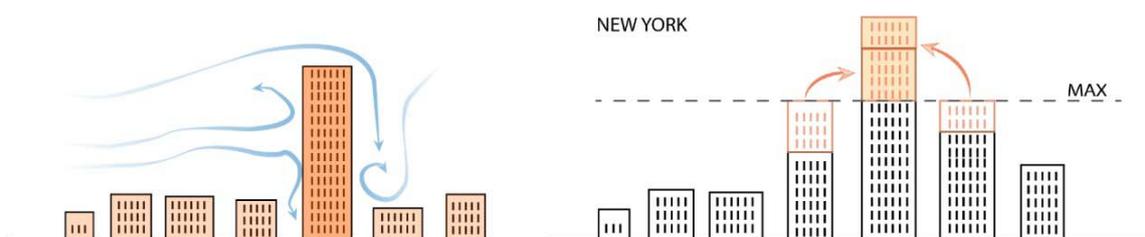
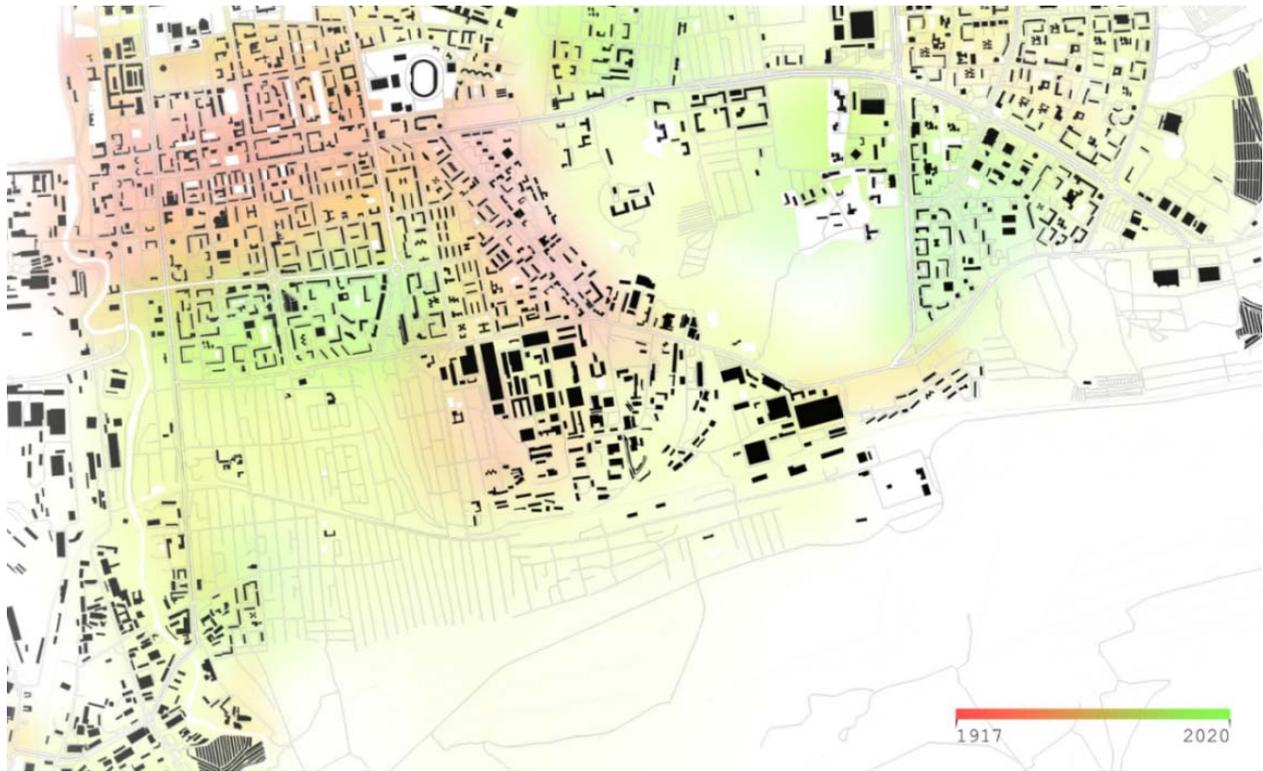


Рис. 4. Движение воздушных масс и завихрения около городских доминант

### История построек

Важной характеристикой влияющей на формообразование зданий в городской среде является их историческая принадлежность. Архитектурные объекты, принадлежащие к разным историческим эпохам, часто имеют разную форму. Первомайский район частично захватывает исторический центр города Ижевска, по карте, представленной на Рис. 5 можно увидеть направление развития города: красным цветом на карте показана старая застройка, зеленым – современная.



*Рис. 5. Первوماйский район: постройки по годам*

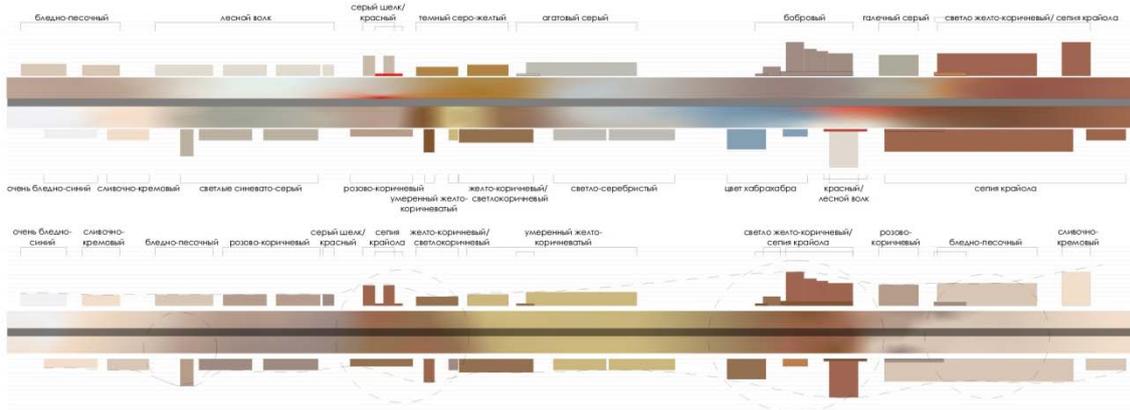
По карте, представленной на рис. 5, можно сделать вывод, что современные здания имеют более разряженную в плане форму и располагаются на большем расстоянии друг от друга. По мере приближения к настоящему времени мы можем наблюдать за увеличением придомовых и межродовых пространств.

### **Анализ колористики Первوماйского района города Ижевска**

Цветовая среда города является неотъемлемой частью градостроительной системы, также цвет может помогать в навигации, подсказывая людям функцию здания. Также цвет определяет атмосферу пространства и может сказываться как положительно, так и отрицательно на настроении человека.

Проанализировав две улицы Первوماйского района: Пушкинскую и Орджоникидзе, – была составлена схема их существующего и предлагаемого колористического решения (см. рис. 6).

**Развертка по ул.Пушкинской**  
М.1:5000



**Развертка по ул.Орджоникидзе**  
М.1:5000

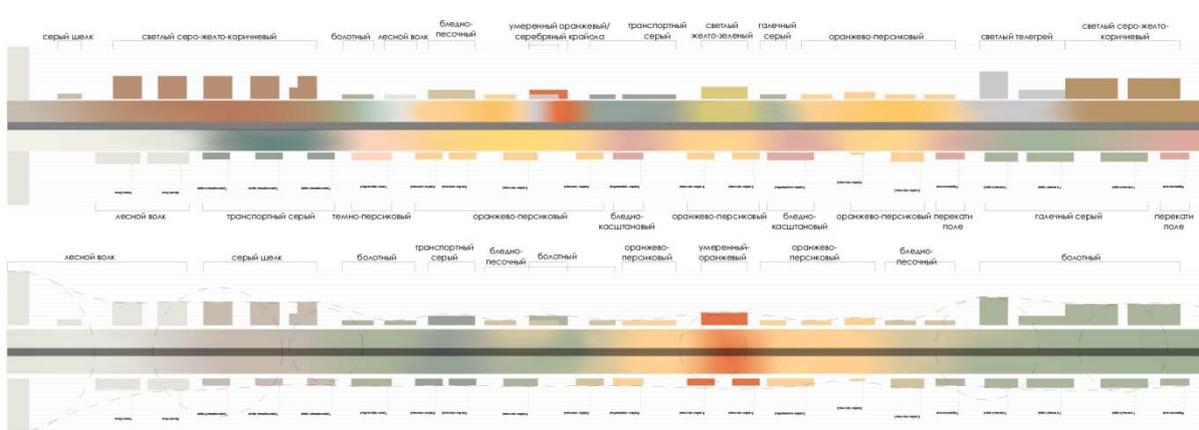


Рис. 6. Полихромия улиц Пушкинской и Орджоникидзе

**Улица Пушкинская**

В существующей ситуации выявлены яркие пятна зданий, которые создают колористический диссонанс и представляют собой незначительную функциональную нагрузку в градостроительной застройке. В существующей полихромии улицы преобладают разбеленные песочные, серые и землистые цвета. Различная по форме и этажности застройка выполнена в одной цветовой гамме, что не способствует созданию резких контрастов в городской среде. Тем не менее, было выявлено наличие ярких контрастных пятен на зданиях и постройках, не являющихся городскими доминантами, то есть в случаях, где цвет существует отдельно от формы. Согласно Ефимову, процесс отделения цвета от формы ведет к нарушению в восприятии человека исходной формы архитектурного объекта и установлению других, принадлежащих новой форме характеристик [5]. Таким образом, возникает конфликт формы и цвета в городской среде.

Предлагаемая полихромия улицы направлена на преодоление упомянутого выше конфликта. Проектное колористическое решение не имеет радикальный характер, оно направлено на восстановление связи между формой и цветом архитектурных форм в городской среде согласно приведенным ниже принципам:

Сокращение разнообразия цветовых схем при помощи монохромных оттенков;

- 1) применение близких цветов из цветовой палитры;
- 2) ограничение применяемой цветовой палитры;
- 3) выделение доминирующих пятен исходя из высотности застройки.

#### *Улица Орджоникидзе*

При обследовании данной улицы было выявлено излишнее разнообразие цветовой гаммы, что препятствует построению логического визуального ряда формообразования улицы. Выраженные доминанты по форме не являются выраженными доминантами по цвету. Таким образом, существующая полихромия улицы Орджоникидзе, по аналогии с лицей Пушкинской, свидетельствует о конфликте формы и цвета в городской среде.

В проектном предложении полихромии рассматриваемой улицы главная доминанта обозначена в начале улицы, это высотное офисное здание. Предлагаемое колористическое решение выражается в сдержанной цветовой палитре. Кроме этого, был поставлен акцент на центральной части улицы, тем самым организуя и «собирая» оттенки в яркое насыщенное ядро.

#### **Заключение**

Форма и цвет – две наиболее важные характеристики архитектурных объектов, которые участвуют в формировании городской среды. Как отмечалось ранее, изменение цвета городской среды является менее радикальным и менее ресурсозатратным способом модернизации городской среды, но одновременно с тем не менее эффективным, чем изменение формы объектов.

В рассматриваемых улицах выявлены конфликты разрыва формы и цвета, которые могут быть преодолены путем обновления городской полихромии. Проектная полихромия направлена на усиление «сильных» сторон сложившейся городской среды и нивелировании «слабых сторон». Таким образом, городская застройка может быть эффективно модернизирована при небольших трудовых и экономических затратах.

Первомайский район города Ижевска имеет большой потенциал, обширные незастроенные территории, а также свою идентичность – соотношения формы и цвета, которые надо вывести из конфликтного состояния. Выявление неблагоприятных моментов и устранение их на данном этапе формирования района поможет в его последующем развитии.

#### **Список литературы**

1. *Ворожейкина, В. А.* Универсальная методика создания колористической карты города (на примере Новосибирска) // Баландинские чтения. – 2018. – № 1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/universalnaya-metodika-sozdaniya-koloristicheskoy-karty-goroda-na-primere-novosibirska> (дата обращения: 05.12.2020).
2. Генеральный план города Ижевска. – URL: <https://www.izh.ru/i/info/14720.html> (дата обращения 5.12.2020).
3. *Ефимов, А. В.* Дизайн архитектурной среды - архитектурная профессия // Academia. Архитектура и строительство. – 2019. – № 3. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dizayn-arhitekturnoy-sredy-arhitekturnaya-professiya> (дата обращения: 05.12.2020).
4. *Ефимов, А. В.* Колористика города. – Москва : Стройиздат, 1990. – 272 с.

5. *Ефимов, А. В.* Влияние полихромии на формообразование / А. В. Ефимов, Н. Г. Панова // АМІТ. – 2014. – № 4 (29). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-polihromii-na-formoobrazovanie> (дата обращения: 05.12.2020).

6. *Ефимов, А. В.* Из опыта проектирования колористики исторических городов / А. В. Ефимов, Н. Г. Панова // АМІТ. – 2016. – № 4 (37). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/iz-opyta-proektirovaniya-koloristiki-istoricheskikh-gorodov> (дата обращения: 05.12.2020).

7. *Малоян, Г. А.* Основы градостроительства : учеб. пособие. – Москва : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2004. – 120 с.

8. *Трибельская, Е. Г.* Изучение архитектурного контекста как основа предпроектного анализа / Е. Г. Трибельская, И. В. Соковнина // АМІТ. – 2018. – № 4 (45). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-arhitekturnogo-konteksta-kak-osnova-predproektnogo-analiza> (дата обращения: 05.12.2020).

9. *Усембаева, А. Н.* Цвет в урбанизированной среде / А. Н. Усембаева, А. В. Ходжиков // Наука и образование сегодня. – 2019. – № 10 (45). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsvet-v-urbanizirovannoy-srede> (дата обращения: 05.12.2020).

*А. В. Егоров*, бакалавр, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова  
*И. Д. Канаков*, бакалавр, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова,  
e-mail: kanakov1999@bk.ru

*Ю. Г. Кислякова*, зав. кафедрой «ПГС», канд. пед. наук, доц.,  
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

*О. Л. Симченко*, ст. преподаватель, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

*Е. Л. Чазов*, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

## **Исследование технологии струйной цементации грунтов для увеличения несущей способности фундаментов на естественном основании**

*В настоящей статье рассматривается способ укрепления фундамента путем струйной цементации грунтов. Представлены различные методы их применения, параметры и характеристики. Описано действие данного метода на грунты, его технологический процесс и разновидности методов струйной цементации. На основе этих показателей составлен вывод о необходимости и важности данной технологии в реконструкции в условиях плотной застройки.*

**Ключевые слова:** струйная цементация, укрепление грунтов, цементный раствор, лидерная скважина, грунтобетон.

### **Введение**

В последнее десятилетие наблюдается увеличение количества зданий, подвергнутых реконструкции. Это связано с необходимостью переоборудования существующих промышленных и гражданских зданий с целью модернизации производства, улучшения условий труда, а также повышения комфортности проживания.

Перед началом реконструкции проводится обследование существующего строительного объекта с целью выявления проблемных элементов здания.

С учетом того что фундамент воспринимает нагрузки от всех вышележащих конструкций и передает их на основание, особую значимость приобретает проблема обеспечения несущей способности фундаментов на естественном основании. Поскольку недостаточная несущая способность грунта основания, изменение геологических условий по причине размыва грунта или земельных работ, полное или частичное разрушение фундамента может привести к разрушению всего здания. В связи с этим становится актуальным применение технологии струйной цементации для увеличения несущей способности грунтов основания.

В настоящей статье авторами проанализирован процесс увеличения несущей способности основания фундамента путем использования технологии струйной цементации грунтов.

### **Основная часть. Понятие струйной цементации грунтов. Виды и применение данной технологии**

В настоящее время под понятием струйной цементации грунтов подразумевается способ улучшения несущих характеристик грунтов благодаря подаче

цементного раствора под высоким давлением через лидерную скважину для измельчения и одновременного перемешивания грунта с подающимся цементным раствором методом «mix-in-place» (перемешивание на месте) [4]. В результате данной операции после твердения и набора прочности цементного раствора получается новый материал – грунтобетон, который имеет хорошие показатели по деформационным и прочностным характеристикам.

Применение данной технологии возможно практически во всех видах грунтов, начиная от мелкодисперсных глин, заканчивая гравелистыми и крупнообломочными грунтами [1]. Данная технология является достаточно предсказуемой, что позволяет рассчитать геометрические и прочностные характеристики грунтобетонных свай еще до начала выполнения работ по их устройству. Главными преимуществами данной технологии являются отсутствие ударных нагрузок при устройстве грунтоцементных свай и компактность установки. Это делает технологию струйной цементации незаменимой при проведении работ в черте города в условиях плотной городской застройки.

Технология струйной цементации – Jet-grouting – применима:

- для увеличения несущей способности фундаментов при реконструкции и надстройке зданий и сооружений;
- для улучшения прочностных показателей слабых грунтов при реконструкции и строительстве сооружений, залегающих под землей;
- для устройства противодиффузионных завес;
- для заполнения пустот, образовавшихся в карстовых грунтах или в результате воздействия подземных вод.

Устройство струйной цементации производится при прямом и обратном ходе буровой колонны (рис. 1).

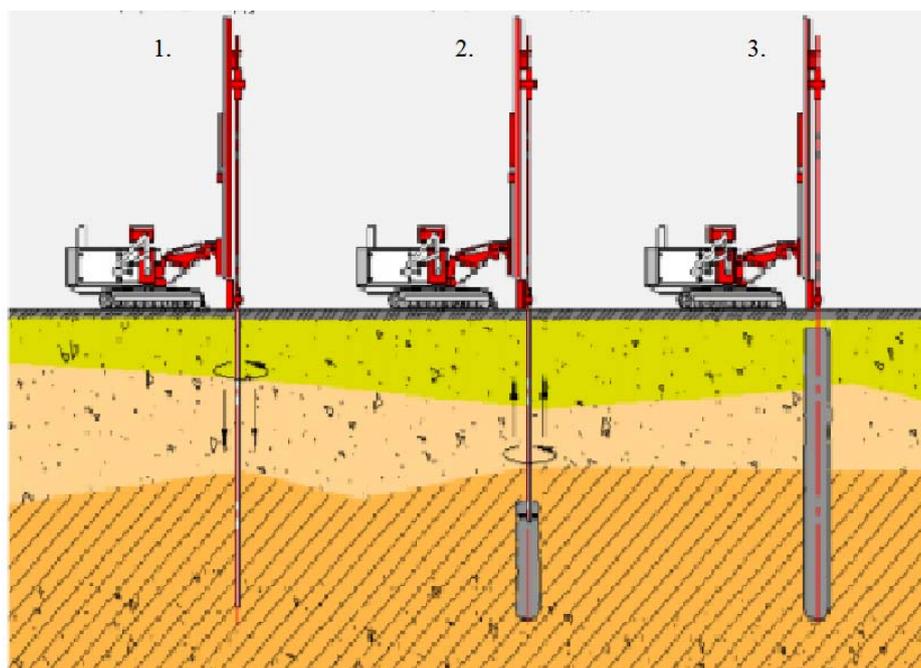


Рис. 1. Схема производства струйной цементации: 1 – прямой ход – бурение лидерной скважины; 2 – обратный ход – подача цементного раствора с вращением буровой колонны; 3 – готовая грунтобетонная колонна

При прямом ходе осуществляется бурение лидерной скважины до установленной в результате геологических исследований отметки. В зависимости от залегающих в основании грунтов в качестве инструмента для разрушения грунта применяют перьевые долота для мягких пород и шарошечные долота с твердосплавными элементами – для разработки твердых и техногенных грунтов. При обратном ходе в буровую колонну подается цементный раствор под высоким давлением. В зависимости от преследуемых целей буровая колонна поднимается с вращением или без него. В случае подъема колонны с вращением в грунтовом массиве формируются элементы в виде колонн. При подъеме колонны без вращения элементы будут представлять собой тонкие грунтобетонные панели, которые чаще всего используются для устройства противофильтрационных завес и экранов [4].

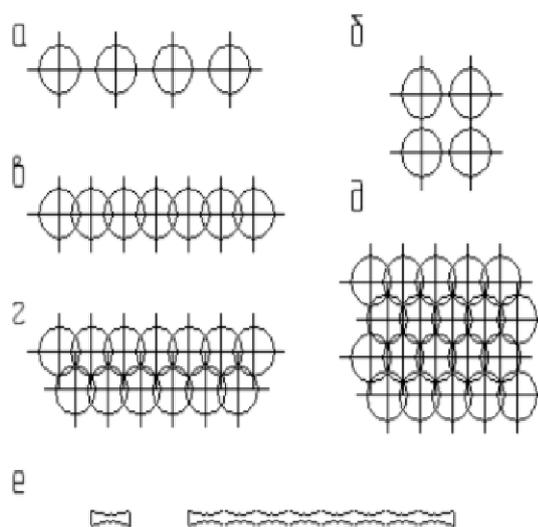


Рис. 2. Схема расположения свай: а – одиночная свая, б – свайный куст, в – однорядная «стена в грунте» из секущихся свай, г – двухрядная «стена в грунте» из секущихся свай, д – фундаментная плита, е – фильтрационная завеса из одного или нескольких элементов, сооруженных без вращения буровой колонны

В данной статье представлен краткий обзор основных методов.

### **Однокомпонентная технология – Jet1**

При применении данного метода грунт разрушается струей цементного раствора, которая подается через специальный цементирувочный насос под давлением от 400 до 600 атмосфер. При разрушении грунт перемешивается с поступающим цементным раствором и схватывается. После твердения и набора прочности происходит образование нового материала – грунтобетона.

Однокомпонентная технология менее трудозатратна по сравнению с остальными [5], но характеризуется минимальным диаметром получаемых свай. Диаметр сваи зависит от грунта, в котором производятся работы. В песках максимальный диаметр сваи при использовании данной технологии составляет 1 м. В глинистых грунтах диаметр колонн не превышает 0,6 м.

Существует способ, позволяющий увеличить диаметр колонн при производстве работ в плотных грунтах. Для этого после бурения лидерной скважины

производят обратный ход буровой колонны с подачей воды под давлением от 200 до 300 атмосфер. Вследствие этого происходит размыв грунта. После данной операции буровую колонну снова опускают до установленной отметки и начинают подачу цементного раствора. При этом воды вытесняются из скважины цементным раствором за счет разницы плотностей. Применение данного способа позволяет увеличить диаметр свай приблизительно на 10 %.

### **Двухкомпонентная технология – Jet2**

В сравнении с предыдущим методом при устройстве грунтобетонных конструкций по двухкомпонентной технологии для увеличения радиуса действия цементного раствора используют сжатый воздух, который поступает непосредственно в зону подачи цементного раствора.

Для этого используются двойные концентрические полые шланги, в которых отдельно подается цементный раствор и сжатый воздух. Поступление цементного раствора осуществляется по внутренним шлангам, а воздуха – по внешним. Принципиально сложной стала и конструкция монитора, включающая в себя сопло для распределения водоцементного раствора, и кольцевое сопло, формирующее воздушную рубашку вокруг основной струи [4].

Производя защиту водоцементного раствора, данная рубашка позволяет увеличивать разрушающую способность струи [4] за счет снижения сопротивления, образующегося по боковым поверхностям окружающей среды. Нагнетаемое давление, образующееся в шлангах с цементным раствором, сопоставимо с давлением в однокомпонентной технологии.

Исходя из этого, можно сказать, что давление подающегося воздуха в двухкомпонентной технологии равно 0,6–0,8 атм. с учетом подачи 7–10 м<sup>3</sup>/час. Колонны, образующиеся по данной технологии, имеют диаметр: 2,5 м – в гравии, 2,0 м – в песке, 1,5 м – в супесях и суглинках, 1,2 м – глинах [4].

Хотелось бы отметить, что некоторые зарубежные организации используют компрессорные станции увеличенной мощности. Это позволяет увеличить диаметр колонн за счет подачи в грунтовые массы водоцементного раствора под давлением 15–20 атм. и сжатого воздуха объемом 20–25 м<sup>3</sup>/час. В этом случае диаметр колонн может достигать 3,5–5 м.

### **Трехкомпонентная технология – Jet3**

От предыдущих методов данная технология отличается тем, что в грунте образуются полости за счет нагнетания водовоздушной смеси, в которые в дальнейшем заливают цементный раствор [4]. Положительной стороной данной технологии можно считать создание колонн из цементного раствора без примесей грунта. Но трехкомпонентный метод имеет свои недостатки. Предварительно к отрицательным моментам данной технологии можно отнести трудоемкость с применением тройных концентрических шлангов, которые позволяют отдельно подавать в грунт цементный раствор, воду и сжатый воздух. Также этот метод требует использования специализированного оборудования, такого как дополнительный компрессор и цементирувочный насос. Если тщательно соблюдать технологию трехкомпонентного метода с правильным использованием оборудования и расчетом материала, то в конечном итоге можно получить колонны диаметром до 2,5 м в песчаных грунтах.

Обзор основных параметров всех технологий цементации представлен в таблице.

### Основные параметры струйной цементации [2, 3]

Параметры технологии			Вариант		
			Jet1	Jet2	Jet3
Давление	Вода	МПа	ПРГ	ПРГ	30-50
	Цементный раствор	МПа	40-60	40-60	4-6
	Сжатый воздух	МПа	Не исп.	8-12	0,8-1,2
Расход	Вода	л/мин	ПРГ	ПРГ	70-100
	Цементный раствор	л/мин	60-150	150-250	150-250
	Сжатый воздух	м <sup>3</sup> /час	Не исп.	6-18	6-18
Количество сопел	Вода	шт.	ПРГ(1)	ПРГ(1)	1-2
	Цементный раствор	шт.	2-6	1-2	1
Диаметр сопел	Вода	мм	ПРГ(1,6-2,4)	ПРГ(1,6-2,4)	1,8-2,5
	Цементный раствор	мм	1,6-3,0	2,0-3,0	3,5-6,0
Скорость вращения монитора		Об/мин	10-30	10-30	10-30
Время подъема монитора на 4 см		с	4-15	10-20	15-25
Диаметр колонн	Песчаный грунт	м	0,6-1,0	1,0-2,0	1,5-2,5
	Глинистый грунт	м	0,5-1,0	1,0-1,5	1,0-2,0

*Примечание:* Jet1 – однокомпонентная технология; Jet2 – двухкомпонентная технология; Jet3 – трехкомпонентная технология; ПРГ – предварительный размыв грунта.

### Заключение

В данной статье авторами изучены основные методы технологии струйной цементации грунтов. Подводя итог всему вышесказанному, можно сделать вывод, что применение данной технологии позволяет повысить несущую способность грунтов основания без проведения масштабных земляных работ в условиях плотной городской застройки. Благодаря высокой точности прогнозов есть возможность заранее выбрать технологию проведения работ, необходимую для данного объекта, рассчитать необходимое количество материалов и трудоемкость работ. Все перечисленные факторы позволяют уменьшить объем незапланированных затрат и уменьшить себестоимость работ.

### Список литературы

1. Грахов, В. П. Системный анализ при оптимальном проектировании составов ячеистых бетонов / В. П. Грахов, О. В. Титова, К. Л. Домнина // Экономика и предпринимательство. – 2015. – № 3 (56). – С. 435–437.
2. Засорин, М. С. Исследование технологических параметров струйной цементации глинистых грунтов // Горный журнал. – 2011. – № 8. – С. 37–39.
3. Конюхов, Д. С. Строительство городских подземных сооружений мелкого заложения. – Москва : Архитектура, 2005. – 298 с.
4. Малинин, А. Г. Струйная цементация грунтов. – Пермь : Пресстайм, 2007. – 168 с.
5. Файзуллин, Р. В. Модели оценки эффективности облачных технологий и туманных вычислений / Р. В. Файзуллин, Ш. Херинг, К. А. Василенко // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2020. – № 8. – С. 30–31.

С. В. Казанцев, инженер-конструктор отдела 565, ООО «ИРЗ ТЭК»;  
А. С. Корепанов, инженер-конструктор отдела 565, ООО «ИРЗ ТЭК»

## **Разработка высокотемпературного погружного блока по техническим требованиям ПАО «Лукойл» и ПАО «НК «Роснефть»**

*Разработан и внедрен высокотемпературный погружной блок под технические требования ПАО «ЛУКОЙЛ» и ПАО «РОСНЕФТЬ». Проведены опытно-промышленные испытания у заказчика, начаты серийные поставки. Отличительная особенность от серийной телеметрии – рабочая температура до 170 °С. Совместимость с серийной наземной телеметрией сохранена.*

**Ключевые слова:** погружной блок, схемотехнические решения, температурный режим.

### **Введение**

Благодаря экономическому эффекту и высокому коэффициенту извлечения нефти (КИН), распространение получила технология добычи тяжелой вязкой нефти SAGD. SAGD (Steam Assisted Gravity Drainage) – технология добычи, в которой понижение вязкости нефти обеспечивается подачей высокотемпературного пара в зону добычи. Температура пласта в такой скважине достигает 140...160 °С.

Также активно вводятся в эксплуатацию сверхглубокие скважины (6000 м). С повышением глубины скважины на 100 м температура поднимается на 1,5 и более градусов. Так, температура рабочей зоны погружной телеметрической системы (ТМС) в скважинах с аномальными температурами (особо тонкая кора, магма близко к поверхности) с учетом перегрева погружного электродвигателя (ПЭД) достигает 140–160 °С.

Исходя из вышеперечисленных условий эксплуатации, для обеспечения ресурса и работоспособности погружной телеметрии ПАО «Лукойл» и НК «Роснефть» выдвигают ТТ для БП, рабочая температура которых должна быть не менее 170 °С, передача информации должна осуществляться по универсальному цифровому протоколу ЕП ТМС («Лукойл») и Трансфер (НК «Роснефть»). Протоколам передачи данных на нашем предприятии соответствуют погружные блоки (БП) с рабочей температурой до 150 °С. Превышение данной температуры приводит к снижению ресурса и выходу из строя приборов. Высокотемпературные приборы представлены БП на 200 °С: с аналоговым каналом связи по линии питания ПЭД для неглубоких скважин (1000м). Применяются на месторождениях с технологией добычи «пароциклика» (подача высокотемпературного пара в зону пласта через ту же скважину, по которой идет добыча); и БП на 230 °С с аналоговым каналом связи по отдельному кабелю.

### **Задачи**

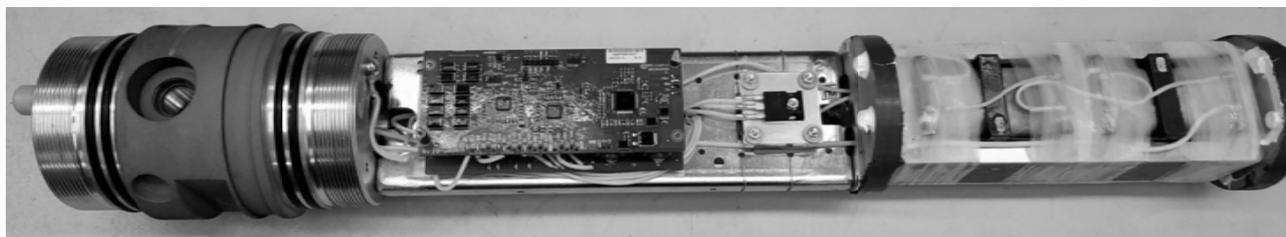
Задачи при проектировании проистекают из основного требуемого функционала изделия. Осложняющие факторы же диктуются особенностями эксплуатации. Основными задачами являются:

- обеспечение измерения телеметрической информации;
- совместимость с серийной телеметрией;
- обеспечение наименьшей себестоимости;
- обеспечение питания БП и защиты погружного и наземного блока от перенапряжения линии связи.

Основная проблема при проектировании блока выражается в повышенной температуре эксплуатации, которая накладывает свои ограничения на применяемую компонентную базу, а соответственно, и на используемые технические решения. Так, с целью удешевления изготовления прибора за основу была взята конструкция серийных блоков. Из чего последовала проблема падения сопротивления изоляции при температуре 170 °С, что привело к необходимости подбора новых материалов для изготовления изоляторов.

Были подобраны материалы. Отброшены те материалы, которые были слишком дорогие. Из тех материалов, что остались, были изготовлены опытные образцы. Проведены испытания на температуре и вибрации (температура 180°С, перегрузка 10g, частота 50Гц, время испытания 1 час). После всех испытаний и анализа их результатов изготовлены изоляторы из высокотемпературного стеклотекстолита (СТ-ЭТФ-М (-60 – +200 °С)). Также из серийных блоков были заменены материалы всех резиновых колец на АФ (афлас) (+200 °С).

В результате было получено оборудование, имеющее следующий вид (рис. 1):



*Рис. 1.* Внешний вид погружного блока без гильзы

Конструкция максимально унифицирована с серийными приборами, что в значительной мере удешевляет изготовление прибора. За счет унификации не потребовалось изготовление оснастки для прогона и регулировки приборов в цехе. Потребовалось лишь поднять температуру при прогоне и регулировке до 170 °С.

Также на данный момент ведется разработка конструкции для зарубежного рынка с гидрелинией и дополнительным датчиком давления.

### **Схемотехнические решения**

В связи с ограниченной номенклатурой и дороговизной высокотемпературных интегральных компонентов был подобран не очень удобный АЦП (4 шины питания: питание аналоговой части, цифровой и интерфейсной, опорное питание). Два шины питания объединены и реализованы с использованием ШИМ на микроконтроллере. Потребовалось собрать схему согласования логических уровней АЦП и МК на дискретных компонентах из-за отсутствия на рынке подходящих. Блок-схема платы управления приведена на рис. 2.

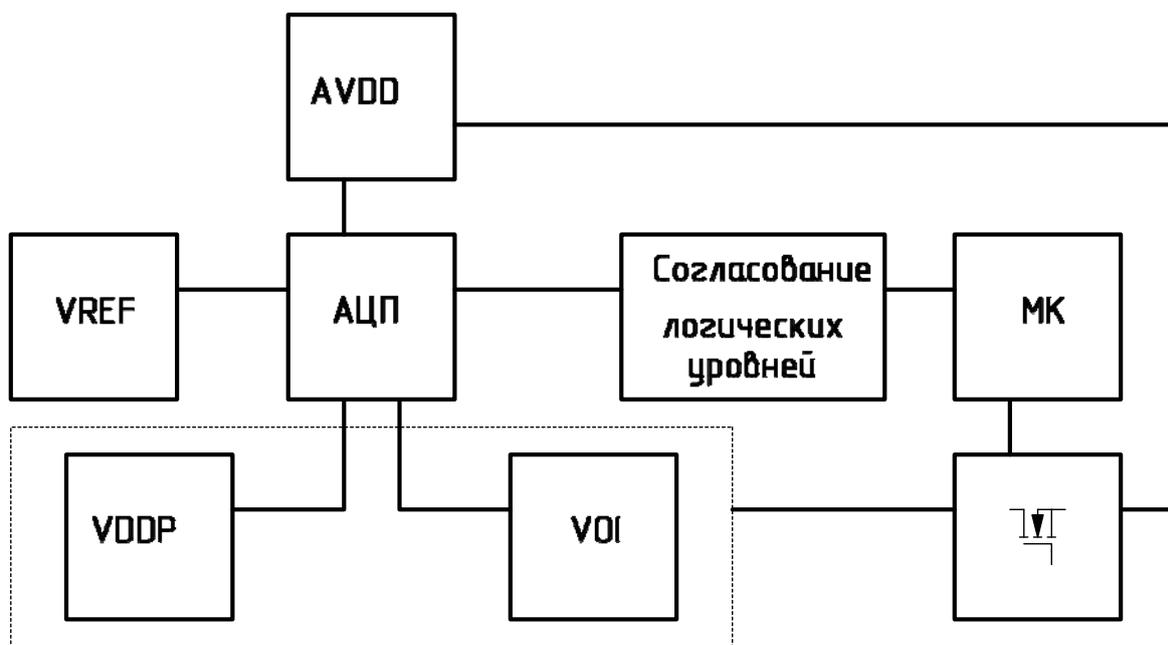


Рис. 2. Блок-схема платы управления

Также в плате управления предусмотрено подключение термопары и дополнительного датчика давления, что позволяет производить исполнения приборов с разным сочетанием подключаемых преобразователей, в том числе исполнений для зарубежного рынка.

### **Конкурентный рынок**

Анализ рынка показал, что среди приборов погружной телеметрии со схожей рабочей температурой есть решения, связанные с применением элементов Пельтье. Эти приборы требуют применения дополнительных блоков питания высокой мощности как на поверхности, так и в скважине, при этом прибор данного производителя использует закрытый протокол обмена данных между ТМСН и ТМСП.

Известно решение, которое подразумевает спуск в скважину только измерительных преобразователей. Это влечет за собой применение жгута из проводников, предназначенного для питания преобразователей и снятия с них показаний. 1 км такого жгута стоит от 500 тыс. руб., и канал связи не соответствует техническим требованиям «Лукойла» и «Роснефти». Среди конкурентов наше решение является единственным, соответствующим требованиям заказчика.

### **Результаты**

Постановка на производство БП заняла около полутора лет благодаря применению моделирования, унификации погружного блока с серийными приборами, опыту работы с высокотемпературными приборами (блоки погружной телеметрии БП-103ВТ, БП-28ВТ), унификации оснастки.

Проведены ПИ на месторождениях компаний ПАО «Лукойл» и ПАО «НК «Роснефть». За 2019 г. поставлено около 80 комплектов в ПАО «Лукойл» и около 20 комплектов в ПАО «НК «Роснефть». На начало декабря 2019 г. максимальная наработка составила 100 суток, приборы в работе, отказов нет. На 2020 год есть заказ на 120 комплектов.

### Список литературы

1. Технология модифицированного парогравитационного воздействия. – URL: <https://neftegaz.ru/tech-library/tekhnologii/141652-tekhnologiya-modifitsirovannogo-parogravitatsionnogo-vozdeystviya>. – Режим доступа: открытый.
2. Элемент Пельтье как возможный источник энергии / Н. А. Ежов, А. А. Ермаков, О. В. Кабанов, С. А. Панфилов // Материалы XXI научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарёва. В 3 ч. / сост. А. В. Столяров; отв. за вып. П. В. Сенин. – 2017. – С. 338–343.
3. К вопросу исследования КПД элементов Пельтье / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, С. Н. Гобелев, П. Э. Бочков, В. В. Павлов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2020. – № 1 (45). – С. 76–80.

*И. П. Клабуков, инженер-конструктор 2-й категории, АО «Сарапульский радиозавод»  
А. А. Четвериков, инженер-конструктор, АО «Сарапульский радиозавод»*

## **Исследование возможности применения литий-ионных аккумуляторных батарей с номинальными напряжениями 7,4; 11,1; 14,8 В для электропитания портативных радиостанций**

*В данной статье рассмотрена возможность применения литий-ионных аккумуляторных батарей с разными напряжениями питания. В ходе работы освещены технические аспекты применения аккумуляторных батарей с точки зрения токовой нагрузки, а также массогабаритных показателей радиосредств.*

**Ключевые слова:** аккумуляторная батарея, электропитание, эффективность, радиостанция.

### **Введение**

При разработке аккумуляторных батарей портативных радиосредств необходимо комплексно рассмотреть различные факторы, влияющие на эффективность применения их источников питания. Для питания радиостанции могут использоваться аккумуляторные батареи с разными номинальными напряжениями. При эксплуатации портативных радиостанций, прежде всего, важны такие характеристики, как удобство использования и энергоэффективность. Использование портативных радиостанций подразумевает длительное ношение, в связи с этим необходимо минимизировать вес и габаритные размеры. В настоящее время наибольшей энергетической плотностью при большом количестве циклов заряд-разряд обладают литий-ионные аккумуляторные батареи. При повышении напряжения электропитания токовая нагрузка на соединительные элементы снижается, следовательно, уменьшаются габаритные размеры соединительной части между аккумуляторной батареей и радиостанцией, поэтому в данной статье будут рассматриваться аккумуляторные батареи с номинальными напряжениями 7,4; 11,1 и 14,8 В.

Для выбора наиболее оптимальных решений с точки зрения снижения массогабаритных показателей конструкции и увеличения эффективности необходимо провести анализ энергетических, габаритных характеристик радиостанции при электропитании от аккумуляторных батарей с номинальными напряжениями 7,4; 11,1; 14,8 В, а также удобства их использования. При этом важно также учитывать воздействие температуры среды, поскольку использование радиотехнических средств, питаемых от аккумуляторных батарей, ограничено в связи со снижением токоотдачи аккумуляторных батарей при снижении температуры.

Для анализа использования аккумуляторных батарей с различными питающими напряжениями необходимо задать начальные значения потребляемой мощности в различных режимах работы. Подразумевается, что современная портативная радиостанция работает в цифровых режимах связи с использованием широкополосных сигналов. В этом случае излучаемая мощность и, как

следствие, потребляемая мощность, в режиме передачи значительна. При проведении анализа предполагается работа приемопередатчика в режимах «передача», «прием». При этом потребляемая мощность составляет в режиме передачи 14 Вт, в режиме приема 4 Вт.

### **Оценка потерь в цепях питания портативных радиостанций от аккумуляторных батарей с различными напряжениями питания**

Ранее было рассчитано, что максимальная потребляемая мощность аккумуляторной батареи составляет 14 Вт.

Для проведения анализа влияния различных напряжений питания на эффективность работы радиостанции необходимо вычислить ток потребления в режиме передачи. Он вычисляется по формуле

$$I_{eff} = P_{общ} / U_H, \quad (1)$$

где  $P_{общ}$  – потребляемая мощность радиостанции;  $U_H$  – номинальное напряжение питающей аккумуляторной батареи.

При номинальном напряжении аккумуляторной батареи 7,4 В и максимальной мощности 14 Вт в режиме передачи ток потребления вычисляется по формуле (1), составляет 1,89 А.

Для минимизации занимаемого объема проводников входных питающих цепей целесообразно определить сечение провода, которым проводится линия питания. Поскольку в портативной радиостанции линия питания осуществляется по двум проводникам – для подвода положительного и отрицательного потенциала аккумуляторной батареи, то с учетом устройств коммутации и длины входной линии питания внутри радиостанции длина проводников в среднем составляет 0,1 м в одну сторону, или 0,2 м для обоих проводников.

С точки зрения улучшения наполнения внутреннего объема приемопередатчика, а также для снижения габаритных размеров радиостанции необходимо использовать провода с малым сечением (0,07–0,2) мм<sup>2</sup>, поскольку они позволяют конструктивно уменьшить радиус их изгиба и, как следствие, снизить внутренний объем, занимаемый проводами. При этом при стандартной толщине металлизации стеклотекстолита в 35 мкм для обеспечения сечения в 0,2 мм требуется ширина 5,7 мм. Для сечения проводника в 0,07 мм<sup>2</sup> при толщине металлизации печатной платы 35 мкм ширина проводников составит 2,0 мм. Внутри радиостанции при стремлении к миниатюризации компонентов не везде возможно использовать медные покрытия такой толщины, поскольку данное решение также ограничивает класс точности печатных плат. Также из-за плотности монтажа токоведущие линии уменьшены в сечении. Поэтому реально при расчете использовать сечение проводника 0,07 мм<sup>2</sup>. Произведем расчет падения напряжения при использовании медных проводящих линий. Согласно справочным данным, удельное сопротивление меди  $\rho = 0,0171$  Ом·мм<sup>2</sup>/м. Тогда на длине в 0,2 м при сечении 0,07 мм<sup>2</sup> сопротивление меди составляет  $0,0171 \times 0,2 / 0,07 = 0,0489$  Ом.

Для определения потерь по цепи питания от аккумуляторной батареи необходимо вычислить падение напряжения, рассеиваемую мощность (потери на нагрев), а также суммарный вклад в общую потребляемую мощность радиостанции, выражаемую как отношение к общей потребляемой мощности.

Падение напряжения вычисляется по формуле

$$U_{\text{п}} = \frac{I_{\text{eff}}}{R_{\text{pwr}}}, \quad (2)$$

где  $I_{\text{eff}}$  – среднее значение тока,  $R_{\text{pwr}}$  – сопротивление входной цепи питания радиостанции.

Рассеиваемая мощность вычисляется по формуле

$$P_{\text{рас}} = I_{\text{eff}}^2 \times R_{\text{pwr}}. \quad (3)$$

Относительную потребляемую мощность радиостанции можем выразить по формуле

$$P_{\text{рас.отн}} = \left( I_{\text{eff}}^2 \times R_{\text{pwr}} / P_{\text{общ}} \right) \times 100\%, \quad (4)$$

где  $P_{\text{общ}}$  – потребляемая мощность радиостанции.

Падение напряжения при токе 1,89 А вычисляется по формуле (2), составляет 0,092 В, потери на нагрев вычисляются по формуле (3), составляют 0,175 Вт, что составляет примерно 1,2 % от общей потребляемой мощности (согласно формуле (4)). Потери в цепях питания постоянны и пропорциональны подводимой мощности. Увеличение сечения проводников ведет к увеличению ширины проводников печатной платы, а также к увеличению занимаемого объема, что, в свою очередь, непременно приведет к увеличению габаритных размеров радиостанции.

Потери на нагрев снижаются при использовании аккумуляторной батареи с номинальным напряжением 11,1 В. Тогда при максимальной мощности 14 Вт согласно формуле (1) ток составляет 1,26 А.

При заданных значениях сечения проводников 0,07 мм<sup>2</sup> и длины 0,2 м при удельном сопротивлении меди 0,0171 Ом·мм<sup>2</sup>/м сопротивление во входной токоведущей линии составляет 0,0489 Ом. Вычислим потери на нагрев при токе 1,26 А. Согласно формуле (3) составляют 0,062 Вт, что соответствует 0,44 % из (4).

Наиболее выгодным решением, с точки зрения снижения потерь в линии питания, является повышение номинального напряжения аккумуляторной батареи до 14,8 В.

В этом случае при максимальной мощности 14 Вт ток согласно формуле (1) составляет 0,95 А. При известном сопротивлении токоведущей линии 0,0489 Ом и токе 0,95 А согласно формуле (3) потери на нагрев составляют 0,046 Вт, что составляет 0,33 % согласно (4).

Однако при выборе аккумуляторной батареи необходимо учитывать не только потери в проводниках, но и КПД используемых преобразователей при различных напряжениях питания.

#### **Анализ КПД преобразователей напряжения при различных напряжениях питания радиостанции**

Для обеспечения большой мощности в режиме передачи в составе радиостанции должен быть предусмотрен повышающий преобразователь напряжения

для обеспечения электропитания усилителя мощности. Поскольку в данной статье речь идет о цифровых радиостанциях, работающих с широкополосными сигналами, в составе радиостанции также должен быть понижающий преобразователь напряжения, питающий цифровую часть радиостанции. Для обеспечения электропитания цифровой части радиостанции выбран контроллер ADP5054, для электропитания усилителя мощности – LM51561-Q1.

Рассмотрим влияние различных напряжений питания аккумуляторной батареи на КПД преобразователей приемопередатчика. При этом остальные элементы из состава радиостанции не учитываются, поскольку имеют практически постоянный характер потерь вне зависимости от напряжения питания.

Для ADP5054 известны характеристики КПД для входных напряжений питания 5 и 12 В при выходном напряжении 1,2 В и частоте работы ВИП 600 кГц. При этом, согласно графикам, КПД преобразователя для входных напряжений 5 и 12 В составляет 87 и 83 % соответственно. Учитывая то, что номинальные напряжения аккумуляторных батарей составляют 7,4; 11,1; 14,8 В, если принять зависимость КПД от входного напряжения в виде прямой, получаются следующие значения КПД для номинальных напряжений: для напряжения 7,4 В КПД составляет 85,6 %, для напряжения 11,1 В КПД составляет 83,5 %, для напряжения 14,8 В КПД составляет 81,4 %. Поскольку снижение КПД принято линейным при расчетах КПД для действующих напряжений, разница между потерями при повышении напряжения на 3,7 В отличается на 2,11 %. В данном случае речь идет о постоянных потерях при работе процессора цифровой части радиостанции.

При известной потребляемой мощности в 4 Вт при напряжении питания 7,4 В при увеличении номинального напряжения до 11,1 В потери возрастают на 114 мВт. При увеличении номинального напряжения с 7,4 до 14,8 В потери возрастают на 296 мВт.

Теперь необходимо рассмотреть изменение эффективности работы преобразователя напряжения усилителя мощности в зависимости от напряжения питания. Для усилителя мощности основной режим – работа в режиме передачи радиосигнала. В документации на микросхему LM51561-Q1 приведены характеристики КПД для типовой платы повышающего преобразователя с выходным напряжением 24 В. Для микросхемы LM51561-Q1 указаны КПД преобразователя для выходных напряжений 6; 9; 12; 18 В, при этом номинальное напряжение аккумуляторной батареи 7,4 В попадает в интервал от 6 до 9 В с КПД 93,5 и 94,4 % соответственно, напряжение 11,1 В попадает в интервал напряжений от 9 до 12 В с КПД 94,4 и 94,0 % соответственно, напряжение 14,8 В попадает в интервал от 12 до 18 В с КПД 94,0 и 95,8 % соответственно. При линейном изменении эффективности преобразователя в пределах указанных диапазонов при номинальном напряжении 7,4 В КПД составляет 93,9 %, при номинальном напряжении 11,1 В КПД составляет 94,1 %, при номинальном напряжении 14,8 В КПД составляет 94,8 %. Таким образом при увеличении напряжения питания с 7,4 до 11,1 В КПД увеличивается на 0,2 %, при увеличении напряжения питания с 7,4 до 14,8 В увеличение КПД составляет 0,9 %.

Для расчета приблизительных числовых значений разницы рассеиваемой мощности примем за базовое напряжение питания 7,4 В, и при этом потребляемую мощность в режиме приема берем, как часть потребляемой мощности в режиме передачи, которая не зависит от работы повышающего преобразователя напряжения. В этом случае экономия энергии относительно номинального напряжения 7,4 В при номинальном напряжении 11,1 В составляет 28 мВт, при номинальном напряжении 14,8 В составляет 126 мВт.

### Токовая нагрузка на соединители

В связи с изменением напряжения в процессе разряда аккумулятора ток разряда при полностью заряженном аккумуляторе и почти полностью разряженном будет существенно отличаться. Это связано с тем, что в составе радиостанции применяются вторичные источники питания, стабилизирующие выходные мощностные характеристики по цепям питания вне зависимости от уровня напряжения питания. Таким образом, на работающей радиостанции при снижении напряжения на аккумуляторной батарее ток разряда повышается. Рассчитаем токи разряда аккумуляторной батареи при номинальном и минимальном напряжении с напряжениями питания 7,4; 11,1; 14,8 В. Минимальный уровень напряжения питания литий-ионного элемента с номинальным напряжением 3,7 В составляет 2,5 В. С учетом запасов по уровню напряжения, для расчетов уровень напряжения берется 2,75 В.

Известно, что максимальная потребляемая мощность приемопередатчика составляет 14 Вт. При номинальном напряжении питания 7,4 В ток разряда составляет 1,89 А. При уровне напряжения 2,75 В на элемент напряжение на аккумуляторной батарее составляет 5,5 В. Тогда, в режиме с максимальным потреблением ток разряда составляет  $14 / 5,5 = 2,55$  А.

При номинальном напряжении питания 11,1 В ток разряда, как ранее было рассчитано, составляет 1,26 А. При уровне напряжения 2,75 В на элемент напряжение на аккумуляторной батарее составляет 8,25 В. Тогда, в режиме с максимальным потреблением ток разряда составляет  $14 / 8,25 = 1,70$  А.

При номинальном напряжении питания 14,8 В ток разряда, как ранее было рассчитано, составляет 0,95 А. При уровне напряжения 2,75 В на элемент напряжение на аккумуляторной батарее составляет 11,0 В. Тогда в режиме с максимальным потреблением ток разряда составляет  $14 / 11,0 = 1,27$  А.

Сведем данные по максимальным токам разряда в таблицу.

### Максимальные токи разряда при различных напряжениях питания

Параметр	Номинальное напряжение питания		
	7,4 В	11,1 В	14,8 В
Максимальный ток разряда при номинальном напряжении, А	1,89	1,26	0,95
Минимальное напряжение, В	5,5 (2,75 × 2)	8,25 (2,75 × 3)	11,0 (2,75 × 4)
Максимальный ток разряда при минимальном напряжении питания, А	2,55	1,70	1,27

Как видно из таблицы, значения токов при минимальном и номинальном напряжении питания существенно отличаются. Также при снижении напряже-

ния питания с 7,2 до 5,5 В в режиме максимального потребления (в режиме передачи) ток, протекающий через соединитель между аккумуляторной батареей и радиостанцией, существенно увеличивается и существенно превышает 2 А. Таким образом, при обеспечении электропитания от аккумуляторной батареи с номинальным напряжением 7,2 В необходимо использовать соединитель, рассчитанный на протекание тока не менее чем 2,6 А на контакт. Поскольку это предельный режим, то для обеспечения запаса по мощности и срока службы контакт должен выбираться с условием обеспечения запаса по току, т. е. со значением максимального тока 3 А или выше.

При питании от аккумуляторных батарей с номинальными напряжениями 11,1; 14,8 В могут быть применены контакты со значениями пропускаемого тока не более 2 А. В настоящее время существуют миниатюрные контактные соединители, обеспечивающие ток на контакт до 3 А. При этом габаритные размеры соединителей остаются сравнительно небольшими.

В части габаритов соединителей при различных способах обеспечения контакта могут быть предъявлены различные требования к соединителям. Так, при наличии торцевых соединителей на батарее и скользящем креплении аккумуляторной батареи с тыльной стороны радиостанции величина тока разряда не оказывает большой роли на профиль радиостанции, однако в этом случае при более высоких токах нагрузки требуется применение контактов увеличенных размеров. При этом контакты на аккумуляторной батарее представляют собой контактные пластины, размер которых не оказывает значительного влияния на габаритные размеры радиостанции, однако габаритные размеры контактной части со стороны приемопередатчика, безусловно, увеличиваются.

#### **Токковые режимы батарей с различными номинальными напряжениями**

Суммарная мощность в режиме разряда при работе радиостанции в режиме передачи максимальна и составляет 14 Вт. При номинальном напряжении питания 7,4 В с учетом дополнительных потерь на линии питания 1,2 % потребляемая мощность составляет 14,168 Вт. Тогда максимальный ток потребления составляет 1,91 А. При емкости аккумуляторной батареи в 3 А×ч значение тока разряда аккумуляторной батареи 1,89 превышает 0,5  $C_n$ , составляет 0,64, где  $C_n$  – значение номинальной емкости аккумуляторной батареи в А×ч. При использовании радиостанции в таком режиме в течение длительного времени непрерывно происходит разогрев аккумуляторной батареи, что ведет к ее ускоренной деградации, т. е. более быстрой потере емкости и снижению ресурса. Помимо этого, из опыта испытаний значение 0,5  $C_n$  является критическим для большинства видов литий-ионных аккумуляторных батарей, предназначенных для работы в условиях воздействия отрицательных температур минус 40 °С. Следовательно, при превышении этого показателя работоспособность аккумуляторной батареи при пониженной температуре среды не гарантируется. Для повышения надежности работы аккумуляторной батареи в условиях воздействия пониженных температур необходимо обеспечить снижение максимального продолжительного тока потребления ниже 0,5  $C_n$ .

При номинальном напряжении питания 11,1 В с учетом дополнительных потерь на линии питания 0,44 % потребляемая мощность составляет 14,062 Вт. Тогда средний максимальный ток потребления составляет 1,27 А. При емкости аккумуляторной батареи в 3 А×ч значение тока разряда аккумуляторной батареи 1,676 А не превышает 0,5  $C_n$ , составляет 0,423  $C_n$ . При использовании радиостанции в таком режиме в течение длительного времени непрерывно происходит разогрев аккумуляторной батареи, что ведет к ее ускоренной деградации, т. е. более быстрой потере емкости и снижению ресурса. Однако из-за более низкого отношения тока разряда к емкости, данные эффекты сказываются меньше. Также вероятен отказ аккумуляторной батареи в условиях воздействия пониженной температуры среды минус 40 °С.

При номинальном напряжении питания 14,8 В с учетом дополнительных потерь на линии питания 0,33 % потребляемая мощность составляет 14,046 Вт. Тогда средний максимальный ток потребления составляет 0,95 А. При емкости аккумуляторной батареи в 3 А×ч значение тока разряда 0,95 А значительно ниже 0,5  $C_n$ , составляет 0,32  $C_n$ . В этом случае при использовании устойчивых к холоду элементов имеет место незначительное снижение эксплуатационных показателей. Использование аккумуляторной батареи в условиях воздействия пониженной температуры среды минус 40 °С ограничено по времени.

При выборе номинального напряжения аккумуляторной батареи необходимо также помнить о том, что повышение уровня напряжения питания ведет к увеличению числа последовательно соединенных элементов. При неизменной емкости элементов при их последовательном соединении их общие габаритные размеры увеличиваются. При использовании элементов аккумуляторной батареи с меньшими габаритными размерами и меньшей электрической емкостью ситуация с применением в условиях отрицательных температур приближается к батареям с номинальными напряжениями 7,4 В. Это происходит в связи с ростом тока потребления относительно показателя электрической емкости аккумуляторной батареи.

### **Заключение**

При использовании аккумуляторной батареи с номинальным напряжением 7,4 В имеют место повышенные постоянные потери на разогрев цепей питания, также имеется повышенная нагрузка на соединитель, при этом соединитель должен быть выполнен с использованием более габаритных токоведущих контактов. Таким образом, при питании радиостанции от аккумуляторной батареи с номинальным напряжением 7,4 В общий объем радиостанции заведомо увеличивается, увеличивается масса приемопередатчика. КПД преобразователей питания процессора при номинальном напряжении 7,4 В в сравнении с питанием от номинального напряжения 11,1 В на 2,1 % выше, имеет место снижение эффективности преобразователя напряжения усилителя мощности на 0,2 %.

В целом использование аккумуляторной батареи с номинальным напряжением 7,4 В в сравнении с аккумуляторной батареей с номинальным напряжением 11,1 В менее выгодно. При условии повышенных потерь преобразователя

напряжения процессора на 2,1 % при 11,1 В имеет место снижение потерь на проводниках входной цепи на 0,76 %. С учетом снижения потерь в режиме потребления с максимальной мощностью предпочтительно использование аккумуляторной батареи с более высоким номинальным напряжением 11,1 В.

В сравнении аккумуляторных батарей с номинальным напряжением 7,4 В и номинальным напряжением 14,8 В потери в линии питания от аккумуляторной батареи с номинальным напряжением 14,8 В становятся значительно ниже, разница составляет 0,87 %. При использовании аккумуляторной батареи с номинальным напряжением 14,8 В нагрузка на соединитель аккумуляторной батареи также снижается. КПД преобразователей питания процессора при номинальном напряжении 7,4 В в сравнении с питанием от номинального напряжения 14,8 В на 4,2 % выше. Увеличение эффективности в режиме передачи при 14,8 В в сравнении с 7,4 В составляет 0,92 %. При малых габаритах радиостанции также необходимо использование малогабаритных аккумуляторных батарей с емкостью не менее 2,5 А×ч.

Таким образом, в составе портативной радиостанции использование аккумуляторной батареи с номинальным напряжением 7,4 В менее выгодно в сравнении с более высоким напряжением питания 11,1 В, однако при проектировании радиостанции должны учитываться габаритные размеры аккумуляторных батарей. Решение о выборе номинального напряжения радиостанции должно быть принято на основе анализа возможности применения реальных моделей аккумуляторов, а также с учетом удобства использования, массогабаритных характеристик и длительности работы от одной аккумуляторной батареи.

В данной статье не освещен вопрос изменения длительности работы радиостанции в зависимости от потребления в различных режимах. При этом при выборе аккумуляторных батарей с различным номинальным напряжением для различных уровней напряжения выявлены их положительные и отрицательные стороны.

#### Список литературы

1. Мэк, Р. Импульсные источники питания. Теоретические основы проектирования и руководство по практическому применению / пер. с англ. – Москва : Додэка-XXI, 2008. – 272 с. : ил. – (Силовая электроника).
2. Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры : справочник / Г. С. Найвельт, К. Б. Мазель, Ч. И. Хасуинов и др. ; под ред. Г. С. Найвельта. – Москва : Радио и связь, 1985. – 576 с. : ил.
3. Практическое руководство по расчетам схем в электронике : справочник : в 2 т. – Т. 1 / пер. с англ. ; под ред. Ф. Н. Покровского. – Москва : Энергоатомиздат, 1991. – 368 с. : ил. – ISBN 5-283-02511-X.
4. URL: [http://batteryuniversity.com/learn/article/what\\_is\\_the\\_c\\_rate](http://batteryuniversity.com/learn/article/what_is_the_c_rate).
5. URL: [http://batteryuniversity.com/learn/article/types\\_of\\_lithium\\_ion](http://batteryuniversity.com/learn/article/types_of_lithium_ion).
6. URL: <https://www.ti.com/document-viewer/LM51561-Q1/datasheet>.
7. URL: <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADP5054.pdf>.

*М. А. Кудрина*, магистрант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова  
*Е. В. Касаткина*, канд. физ.-мат. наук, доц., ИжГТУ имени М. Т. Калашникова  
*Д. Г. Нефедов*, канд. техн. наук, доц., ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

## **Моделирование транспортных потоков на примере дорожной системы одного из районов города Ижевска**

*В работе представлены математическая и имитационная модели транспортных потоков в условиях светофорного регулирования. Рассмотрена реальная система взаимосвязанных перекрестков центральной части города Ижевска. На основе предложенной модели оценки транспортных потоков построено распределение количества транспортных средств, находящихся в дорожной системе, от времени.*

**Ключевые слова:** математическое моделирование, транспортные потоки, взаимосвязанная система перекрестков, светофорное регулирование, пропускная способность.

В настоящее время большинство российских городов находится в периоде активного роста. Например, в столице Удмуртской Республики – городе Ижевске – активно развивается строительство жилых домов и связанная с этим процессом вся инфраструктура. Возрастает нагрузка на дорожно-транспортную систему города. В этой связи вопрос организации городских транспортных потоков выходит на первый план.

Темп роста числа личных автомобилей граждан в современных городах, как правило, опережает темп развития дорожной системы. Это можно проследить по официальным статистическим данным, представленным на сайте Госкомстата России в разделе «Транспорт» [1]. Для предупреждения возникновения нештатных ситуаций на дорогах необходимо совершенствовать методологию и математические методы, применяемые для организации транспортных потоков. Необходимость решения вопроса разгрузки транспортно-дорожных систем городов в настоящее время, очевидно, является актуальной задачей [2].

Существуют методы, которые позволяют устранить очереди на дорогах: внедрение специальных инженерно-технических сопровождений на перекрестках, многоуровневые развязки с полосами для торможения и разгона, уменьшение количества поворотов на дороге, дополнительные полосы на дороге для выезда на примыкающие дороги, расширение дорог и т. д. [3, 4].

Важным фактором, обеспечивающим бесперебойную работу городской транспортной сети, является режим работы светофоров на перекрестках [5, 6].

Рассмотрим задачу моделирования транспортных потоков в условиях светофорного регулирования на примере дорожной системы одного из районов города Ижевск. Методология подхода к решению данной задачи частично представлена автором в работах [7, 8], где рассмотрен алгоритм оценки качества работы распределенной по территории Ижевска транспортной системы теплотрасс и реализованы методы оптимизации ее функционирования. Эти же

подходы частично можно применить к моделированию и анализу дорожно-транспортной системы городской среды.

Рассмотрим дорожно-транспортную сеть, включающую в себя перекрестки и светофорное регулирование. Пусть параметр  $\mu_{ij}(t)$  определяет интенсивность потока транспортных средств ( $[\mu_{ij}(t)] = \text{ед./с}$ ). Транспорт проходит через  $i$ -й перекресток с  $j$ -го направления в момент времени  $t$ . Интенсивность потока транспортных средств с учетом режима работы светофоров на перекрестке определяется функцией

$$\mu_{ij}(t) = f(\tau_{i1}(t), \tau_{i2}(t), \dots, \tau_{in_i}(t), T_i(t)), \quad (1)$$

где  $\tau_{ij}(t)$  – период работы зеленого сигнала светофора на  $i$ -м перекрестке в  $j$ -м направлении ( $j = \overline{1, n_i}$ ),  $[\tau_{ij}(t)] = \text{с}$ ;  $T_i(t)$  – период цикла трех цветов светофора на  $i$ -м перекрестке в дорожной сети,  $[T_i(t)] = \text{с}$ .

С учетом вероятностей поворотов можно смоделировать выходящий поток  $\sigma_{ik}(t)$  ( $[\sigma_{ik}(t)] = \text{ед./с}$ ) в момент времени  $t$ :

$$\sigma_{ik}(t) = \sum_{j=1}^n (p_{ij \rightarrow ik} \cdot \mu_{ij}(t)), \quad (2)$$

Где  $p_{ij \rightarrow ik}$  – это вероятность поворота транспортного средства со стороны полосы  $ij$  в сторону полосы  $ik$ .

Общее количество транспортных средств  $N_{ij}(t)$  в дорожной системе определяется соотношением:

$$N_{ij}(t) = \begin{cases} 0, & \text{если } N_{ij}(t-1) + \lambda_{ij}(t) - \mu_{ij}(t) \leq 0, \\ N_{ij}(t-1) + \lambda_{ij}(t) - \mu_{ij}(t), & \text{иначе.} \end{cases} \quad (3)$$

Интенсивность движения транспортных средств в дорожной среде определим с использованием коэффициента  $\beta_{ij}$ :

$$\beta_{ij}(t) = \lambda_{ij}(t) / \lambda_0(t). \quad (4)$$

В формуле (4) функция  $\lambda_{ij}(t)$  ( $[\lambda_{ij}(t)] = \text{ед./с}$ ) определяет интенсивность входящего на  $i$ -й перекресток потока с  $j$ -го направления движения;  $\lambda_0(t)$  – функция базовой интенсивности входящего потока, учитывающая его неравномерность во времени.

Для проведения численных расчетов при решении задачи моделирования транспортных потоков был изучен участок дороги, расположенный в центральной части города Ижевска (рис. 1). Изучаемый участок содержит девять перекрестков.

Для анализа возникающих на дорогах очередей из транспортных средств воспользуемся математической моделью (1)–(4). Построим графики образования очередей на каждой полосе. Для этого рассмотрим утренний период времени с  $t_n = 7:00$  до  $t_k = 9:00$  местного времени, поскольку именно в эти часы уменьшается пропускная способность и образуются продолжительные по вре-

мени и длине очереди из транспортных средств. Но ближе к  $t_k = 9:00$  дорожные полосы разгружаются от накопленных потоков.

На рис. 2 представлен график базовой интенсивности  $\lambda_0(t)$  входящего потока транспортных средств в период времени с  $t_n = 7:00$  до  $t_k = 9:00$ . На рис. 3 приведены коэффициенты интенсивности движения транспортных средств, рассчитанные в соответствии с формулой (4).

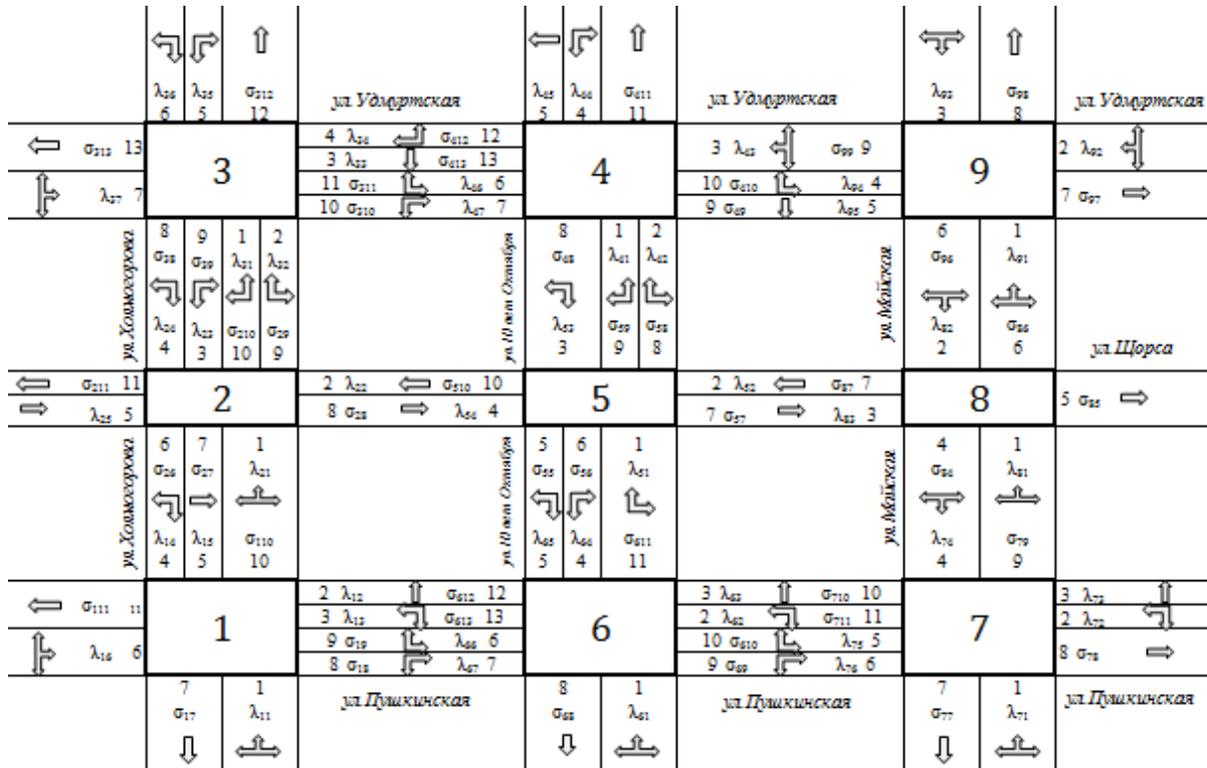


Рис. 1. Изучаемая сеть девяти взаимосвязанных перекрестков в города Ижевск

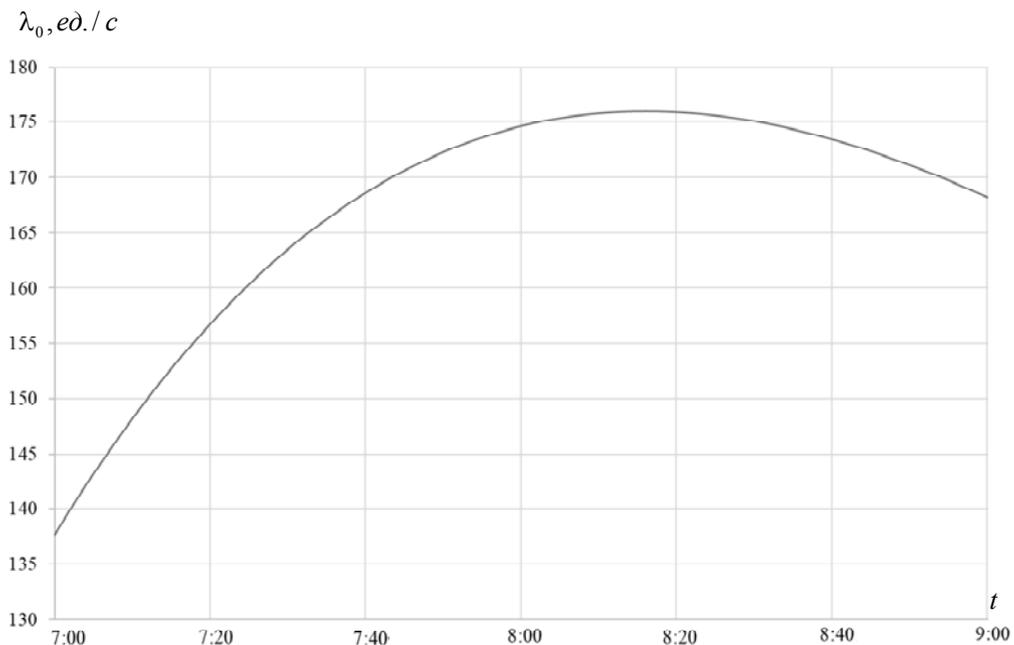


Рис. 2. Интенсивность потока транспортных средств  $\lambda_0(t)$

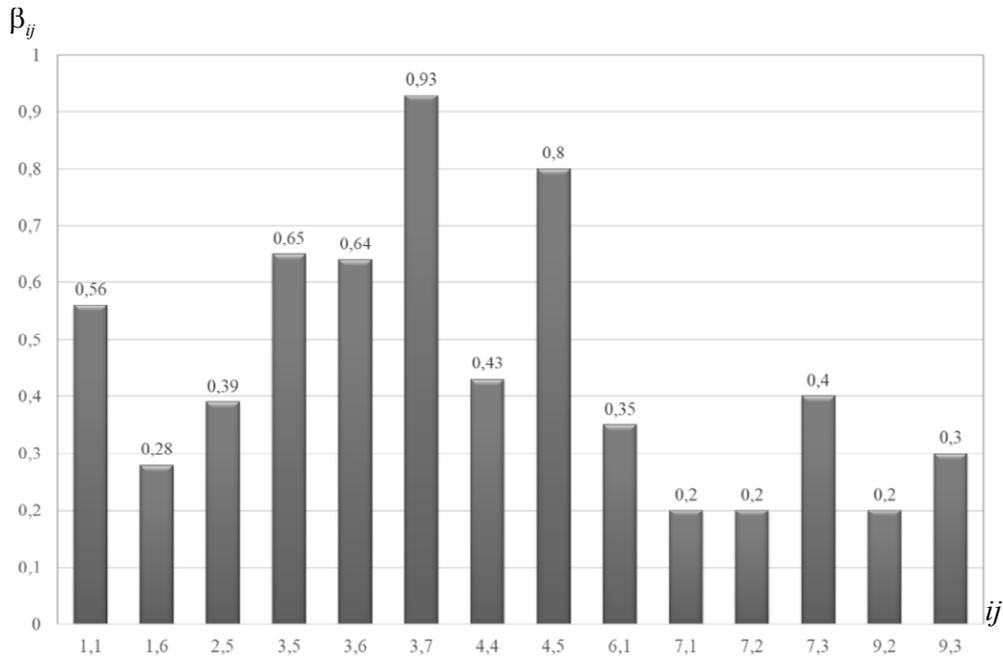


Рис. 3. Коэффициенты  $\beta_{ij}$  интенсивности движения транспортных средств

Для моделирования выходящего потока транспортных средств воспользуемся формулой (2). Рассмотрим перекресток № 1, представленный на рис. 4.

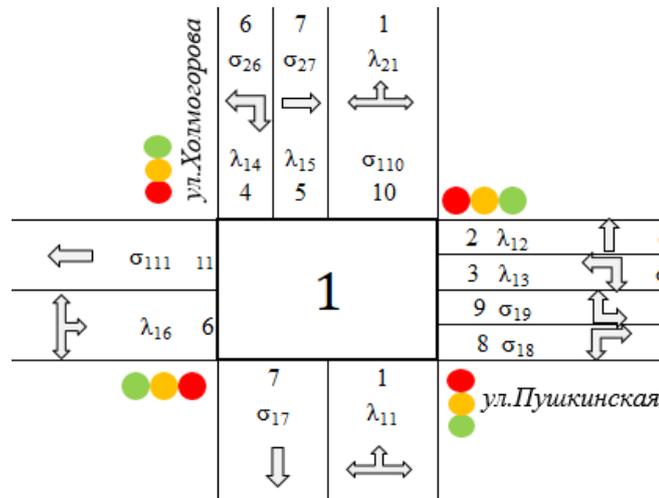


Рис. 4. Перекресток ул. Холмогорова и ул. Пушкинская

Для рассматриваемого перекрестка запишем систему выходящего потока транспортных средств:

$$\begin{cases} \sigma_{1,7} = \mu_{1,6}p_{1,6 \rightarrow 1,7} + \mu_{1,4}p_{1,4 \rightarrow 1,7} + \mu_{1,3}p_{1,3 \rightarrow 1,7}, \\ \sigma_{1,8} = \mu_{1,1}p_{1,1 \rightarrow 1,8} + \mu_{1,5}p_{1,5 \rightarrow 1,8} + \mu_{1,6}p_{1,6 \rightarrow 1,8}, \\ \sigma_{1,9} = \mu_{1,1}p_{1,1 \rightarrow 1,9} + \mu_{1,5}p_{1,5 \rightarrow 1,9} + \mu_{1,6}p_{1,6 \rightarrow 1,9}, \\ \sigma_{1,10} = \mu_{1,1}p_{1,1 \rightarrow 1,10} + \mu_{1,2}p_{1,2 \rightarrow 1,10} + \mu_{1,6}p_{1,6 \rightarrow 1,10}, \end{cases} \quad (5)$$

где

$$\sum_{i=5}^{10} p_{1,1 \rightarrow 1,i} = 1, \quad \sum_{i=5}^{10} p_{1,2 \rightarrow 1,i} = 1, \quad \sum_{i=5}^{10} p_{1,3 \rightarrow 1,i} = 1, \quad \sum_{i=5}^{10} p_{1,4 \rightarrow 1,i} = 1, \quad \sum_{i=5}^{10} p_{1,5 \rightarrow 1,i} = 1, \quad \sum_{i=5}^{10} p_{1,6 \rightarrow 1,i} = 1.$$

Рис. 5 иллюстрирует фазы работы светофоров на перекрестке № 1. По оси абсцисс отложено время в секундах.

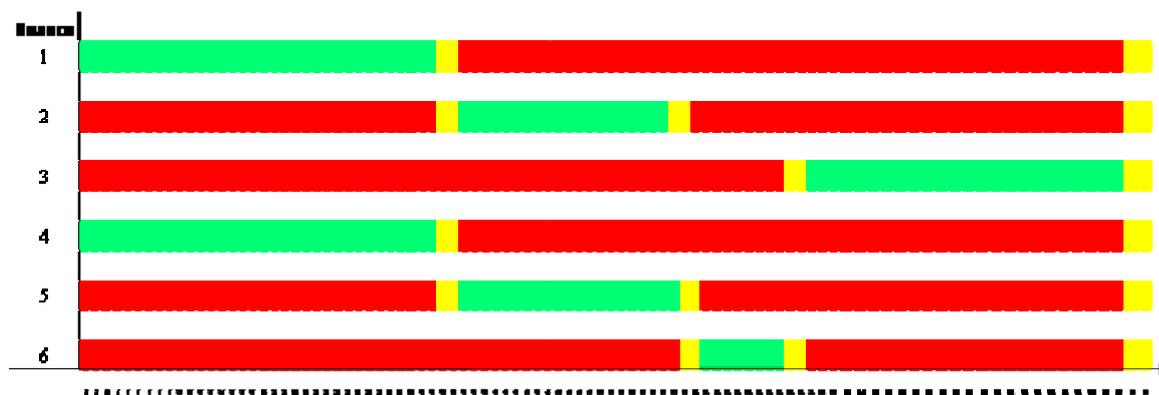


Рис. 5. Фазы работы светофоров на перекрестке ул. Холмогорова и ул. Пушкинская

На рис. 6 приведен итоговый график зависимости общего числа транспортных средств в дорожной системе от времени в выбранный временной интервал с  $t_n=7:00$  до  $t_k=9:00$  [9].

Таким образом, можно заметить, что для рассматриваемого примера на данном отрезке дорожно-транспортной системы в выбранный интервал времени максимальная очередь системы достигает порядка 86 транспортных средств.

Построенная имитационная модель транспортных потоков в условиях светофорного регулирования может быть использована при дальнейшей оптимизации движения транспортных средств.

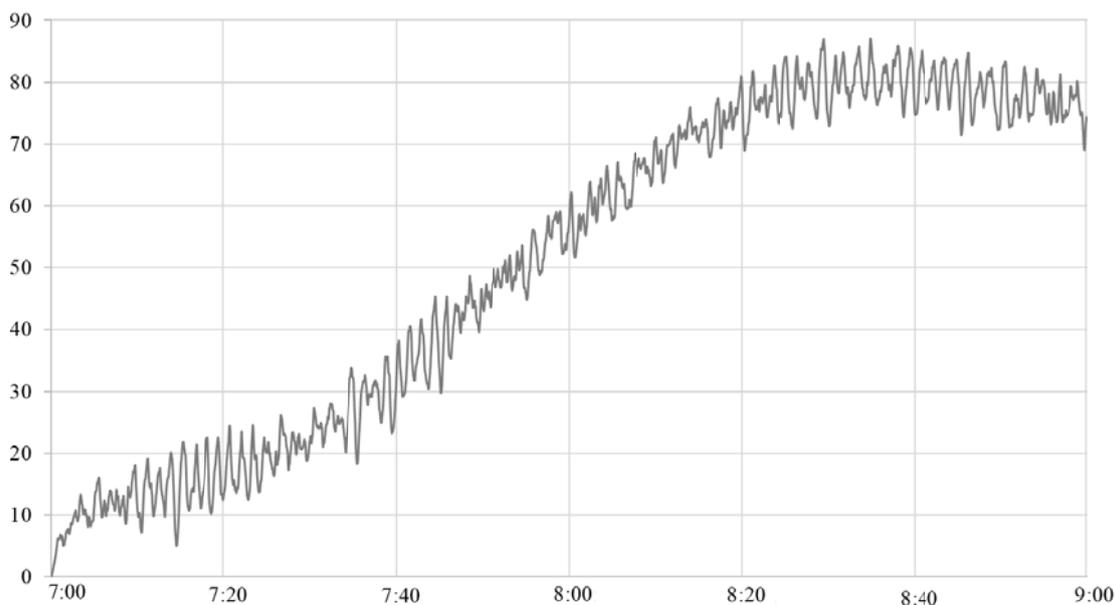


Рис. 6. Общее количество транспортных средств в дорожной системе, ед.

Модель позволяет рассчитывать показатели интенсивности движения транспортных средств в различные интервалы времени дорожных систем лю-

бой сложности. Для примера изучена система перекрестков центральной части города Ижевска. На основе предложенной модели оценки транспортных потоков построено распределение количества транспортных средств, находящихся в дорожной системе, от времени.

Полученные результаты могут в дальнейшем использоваться для оптимизации работы светофоров с целью повышения пропускной способности дорожно-транспортной системы.

### Список литературы

1. Информационный сайт Госкомстата России. Транспорт. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/23455?print=1> (дата обращения 15.10.2020).

2. Румянцев, Е. А. Необходимость разработки оценок уровня организации дорожного движения / Е. А. Румянцев, А. Ф. Драгунов // Современные технологии. Системный анализ. Моделированию – 2012. – № 2 (34). – С. 227–229. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17925217> (дата обращения: 15.10.2020).

3. Димова, И. П. Повышение эффективности функционирования остановочных пунктов городского пассажирского транспорта и движения транспортных средств в зоне их влияния : дис. ... канд. техн. наук / Тюменский государственный нефтегазовый университет. – Тюмень, 2009.

4. Власов, А. А. Теория транспортных потоков: монография / А. А. Власов. – Пенза : ПГУАС, 2014. – 124 с.

5. Ахмадинуров, М. М. Математические модели управления транспортными потоками : монография / М. М. Ахмадинуров, Д. С. Завалищин, Г. А. Тимофеева. – Екатеринбург : Изд-во УрГУПС, 2011. – 120 с.

6. Швецов, В. И. Математическое моделирование загрузки транспортных сетей / В. И. Швецов, А. С. Алиев. – Москва : Едиториал УРСС, 2003. – 64 с.

7. Разработка концепции топливообеспечения распределенной региональной системы теплоснабжения местными возобновляемыми видами топлива / И. Г. Русяк, В. К. Преснухин, К. В. Кетова, С. А. Королев, Е. В. Трушкова // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2010. – № 5. – С. 14–20.

8. Кетова, К. В. Применение кластерного анализа для решения задачи оптимального распределения топливно-энергетических ресурсов / К. В. Кетова, Е. В. Трушкова, Р. Ю. Кривенков // Интеллектуальные системы в производстве. – 2010. – № 2 (16). – С. 207–213. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15501464> (дата обращения: 25.09.2020).

9. Кудрина, М. А. Моделирование транспортных потоков в системе перекрестков в Ижевске / М. А. Кудрина, Е. В. Касаткина // Выставка инноваций – 2019 (весенняя сессия) : сборник материалов XXVI Республиканской выставки-сессии студенческих инновационных проектов. – Ижевск, 2019. – С. 63–67.

*В. В. Лопатин*, магистрант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова,  
lopatinvladimir16@gmail.com;  
*В. В. Хворенков*, д-р техн. наук, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова  
*С. А. Корнеев*, главный конструктор направления  
«Наземные радиотехнические комплексы», ООО «ИРЗ»

## **Оценка влияния размеров и способа включения микрополоскового полосно-пропускающего фильтра с одиночным резонатором на параметры АЧХ и КСВ**

*Статья посвящена анализу и сравнению полосового фильтра с емкостной и индуктивной связью. Целью работы является оценка влияния размеров и способа включения микрополосковых фильтров на параметры АЧХ и КСВ. Проводится моделирование СВЧ-фильтров с помощью САПР Microwave Office. Результатом работы являются приведенные графики АЧХ, КСВ и топологии фильтров, а также выводы, сделанные по этим данным. Статья предназначена для студентов технических направлений и разработчиков, занимающихся СВЧ-радиоаппаратурой.*

**Ключевые слова:** микрополосковый, фильтр, СВЧ, моделирование, АЧХ, полосовой.

### **Введение**

Микроэлектроника СВЧ начала развиваться примерно во второй половине XX века. Для того чтобы исследовать и спроектировать микроэлектронное устройство, необходимо принимать во внимание множество различных факторов, таких как ограничение очень небольшими размерами узлов, сосредоточение полей высоких частот в малых объемах, присутствие цепей паразитной связи, взаимодействие находящихся в непосредственной близости элементов структуры, проблемы отвода тепла, строгие запросы к точности изготовления и однородности материалов.

Основным методом работы при проведении расчета характеристик микрополосковых фильтров СВЧ, как и многих других исследовательских работ в области СВЧ-электроники, является моделирование [1, 2]. Различают физическое и математическое моделирование. В настоящее время широкое распространение получило математическое моделирование, при котором исследование проводится на математической модели, представляющей собой систему дифференциальных и алгебраических уравнений, таблицу или какое-либо другое описание исследуемого объекта.

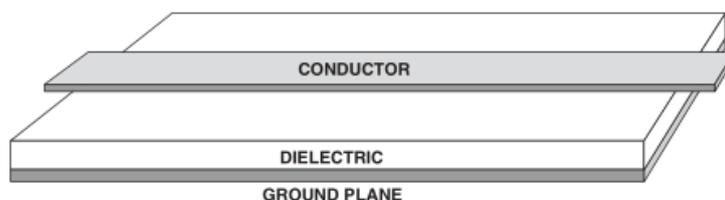
Моделирования проводят на ПЭВМ с помощью систем автоматизированного проектирования (САПР). Благодаря САПР значительно снижаются затраты на разработку нового устройства. Модель помогает определить возможность создания устройства и предсказать ее реальные характеристики. Для проектирования микрополосковых устройств используют различные САПР, одной из таких программ является AWR Microwave Office.

Microwave Office – программное обеспечение для проектирования радиочастотных и СВЧ-схем, используется ведущими производителями для повышения производительности труда и ускорения циклов проектирования электроники. Интуитивно понятный интерфейс, инновационная автоматизация проектирования и уникальная архитектура обеспечивает повышение производительности и ускорение циклов проектирования. С помощью данного программного обеспечения проведем исследование микрополосковых фильтров [3].

Целью работы является оценка влияния размеров и способа включения микрополоскового полосно-пропускающего фильтра с одиночным резонатором на параметры АЧХ.

### **Проектирование микрополосковых линий**

Устройства на микрополосковых линиях распространены на рабочих частотах от 250 МГц и выше, так как с увеличением частоты размеры микрополоска уменьшаются прямо-пропорционально увеличению частоты. В СВЧ-диапазоне микрополосковые линии (рис. 1) используются не только как передающие линии на печатных платах, но так же, как эквивалентные пассивные компоненты, настроенные схемы, СВЧ-фильтры и резонаторы [4].



*Рис. 1. Микрополосковая линия*

Микрополосковые линии передачи используются в СВЧ-устройствах из-за того, что имеют небольшие потери, невысокую стоимость и малые габариты, а также они просты в реализации, и с помощью микрополосковой линии можно сделать такие элементы, как конденсаторы, резисторы и транзисторы.

Сопротивление микрополосковой линии передачи может быть от 10 до 110 Ом, но обычно при использовании в радиочастотных линиях передачи сопротивление линий берется равным 50 Ом.

### **Исследование одиночного резонатора в программе Microwave Office**

#### ***Создание проекта***

Создадим проект в программе Microwave Office, построим EM Structures фильтра. Выставим необходимые параметры в Enclosure.

#### ***Оценка влияния изменения параметров фильтра с емкостной связью***

Построим полосовой фильтр с емкостной связью на произвольную частоту, например, на частоту 2 ГГц с полосой пропускания примерно 230 МГц, АЧХ фильтра и топология фильтра представлены на рис. 2 [5, 6].

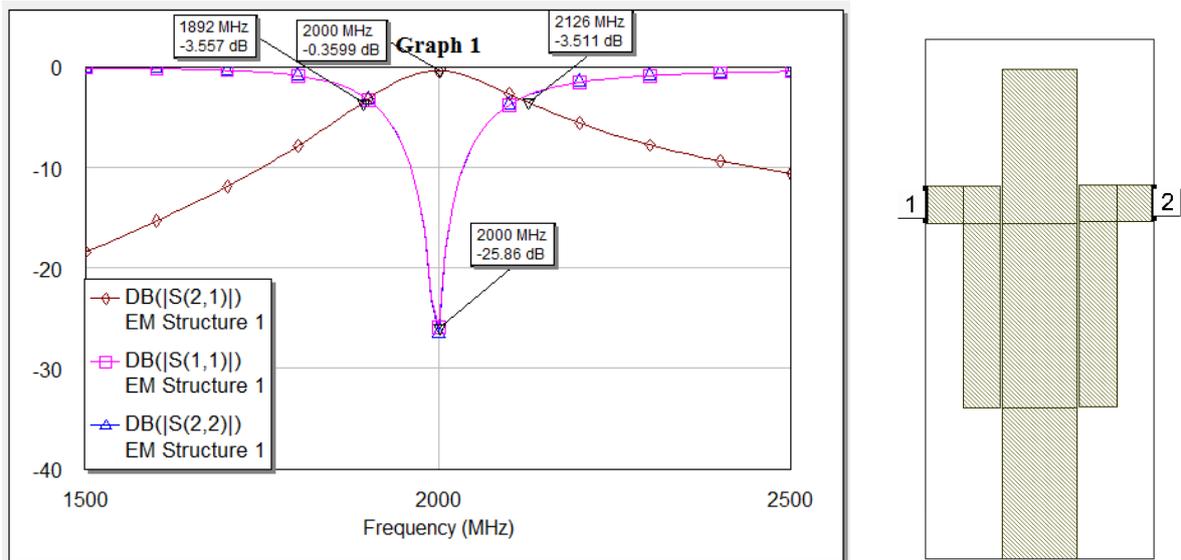


Рис. 2. АЧХ и топология исходного фильтра

*Влияние ширины, длины резонатора на АЧХ*

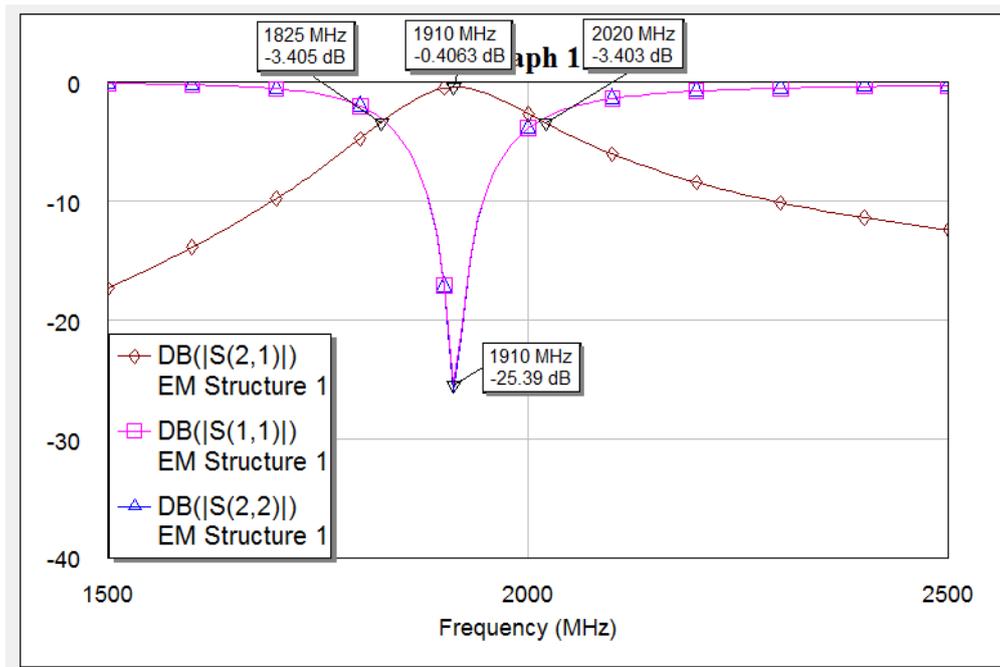


Рис. 3. АЧХ фильтра при увеличении длины резонатора

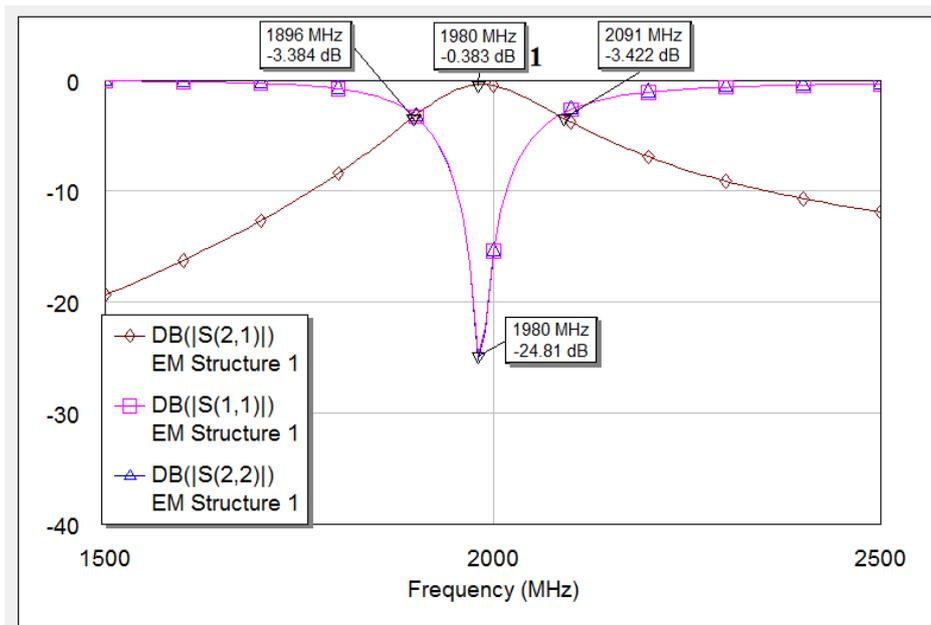


Рис. 4. АЧХ фильтра при увеличении ширины резонатора

*Влияние связи емкостного шлейфа (зазора) на параметры АЧХ*

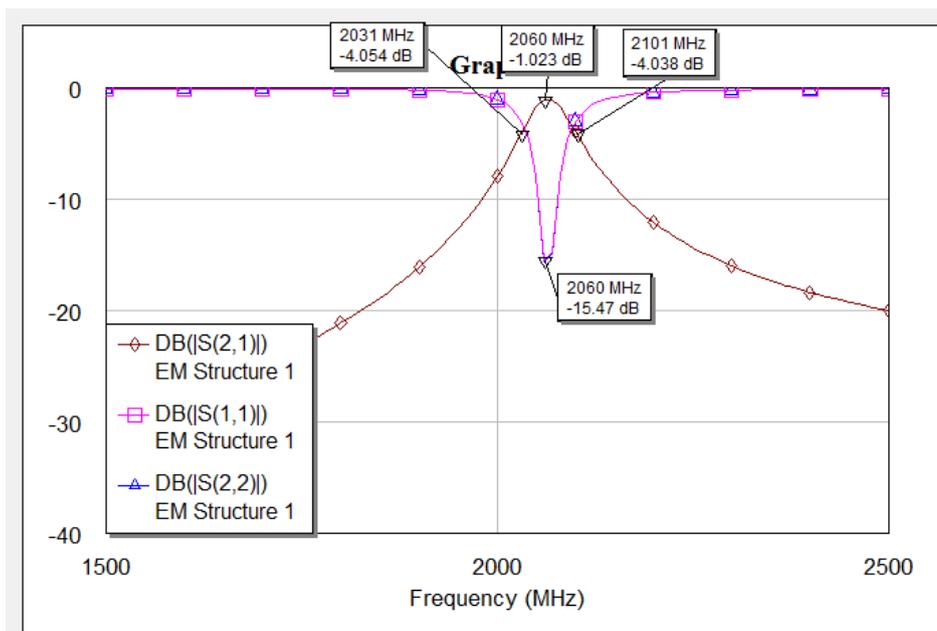


Рис. 5. АЧХ фильтра при увеличении емкостного зазора резонатора

*Влияние связи индуктивного шлейфа на параметры АЧХ*

Построим полосовой фильтр с индуктивной связью на частоту, как в предыдущем случае с полосой пропускания примерно 170 МГц, АЧХ фильтра и топология фильтра представлена на рис. 6. Затем переместим индуктивный шлейф вверх, получим АЧХ, как представлено на рис. 7.

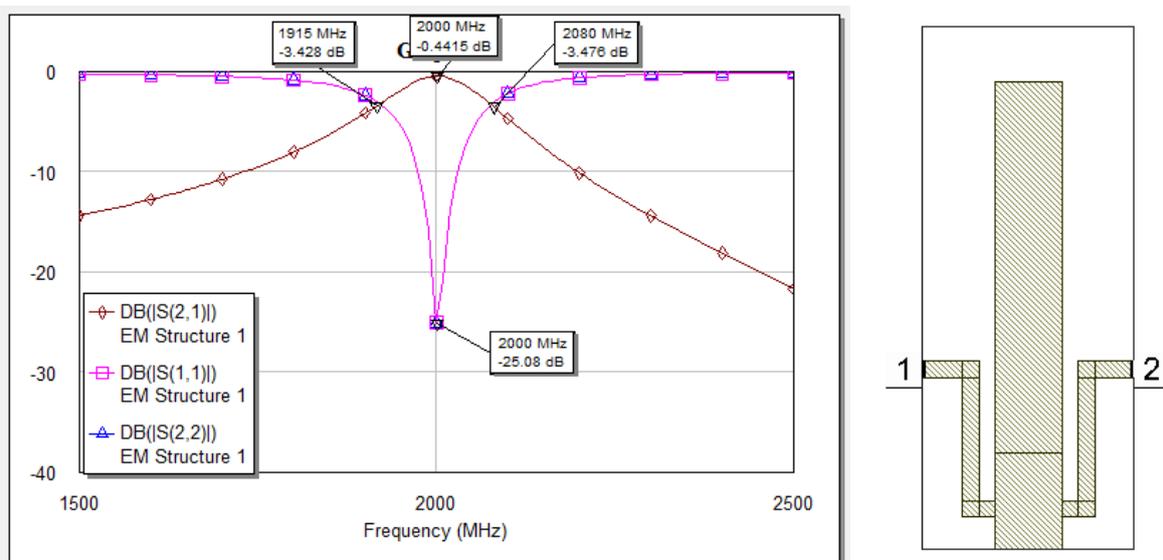


Рис. 6. АЧХ и топология исходного фильтра

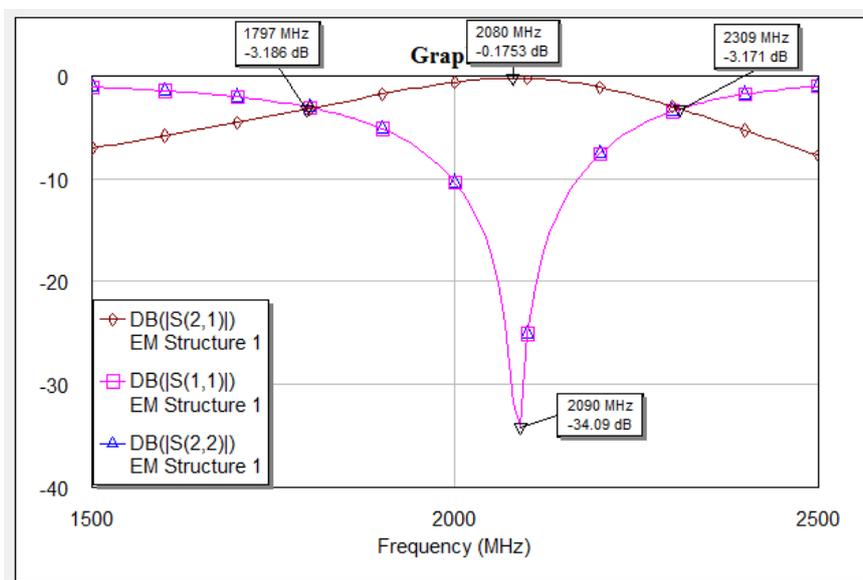


Рис. 7. АЧХ фильтра при перемещении индуктивного шлейфа вверх

В результате исследования выявлено следующее:

1) При увеличении длины и ширины резонатора центральная частота полосового фильтра и ширина полосы пропускания уменьшается, а при уменьшении длины и ширины резонатора центральная частота фильтра и ширина полосы пропускания будет увеличиваться. КСВ в данном случае практически не изменяется.

2) При увеличении емкостного зазора резонатора центральная частота полосового фильтра увеличивается, ширина полосы пропускания уменьшается, КСВ ухудшается, а при уменьшении емкостного зазора резонатора центральная частота фильтра уменьшается, ширина полосы пропускания увеличивается, КСВ улучшается.

3) При перемещении индуктивного шлейфа вверх резонатора центральная частота полосового фильтра увеличивается, ширина полосы пропускания уве-

личивается, КСВ улучшается, а при перемещении индуктивного шлейфа вниз резонатора центральная частота фильтра уменьшается, ширина полосы пропускания уменьшается, КСВ ухудшается.

Обобщенная информация по результатам сведена в таблицу.

### Оценка влияния размеров и способа включения микрополоскового полосно-пропускающего фильтра

Параметр	КСВ	Ширина полосы пропускания	Центральная частота
<b>Ширина резонатора:</b> увеличивается/уменьшается	Не изменяется	Уменьшается / увеличивается	Уменьшается / увеличивается
<b>Длина резонатора:</b> увеличивается/уменьшается	Не изменяется	Уменьшается / увеличивается	Уменьшается / увеличивается
<b>Емкостной зазор:</b> увеличивается/уменьшается	Ухудшается / улучшается	Уменьшается / увеличивается	Увеличивается/ уменьшается
<b>Индуктивный шлейф:</b> перемещение вверх/вниз	Улучшается / ухудшается	Увеличивается/ уменьшается	Увеличивается/ уменьшается

### Заключение

В результате исследования дана оценка влияния размеров и способа включения микрополоскового полосно-пропускающего фильтра с одиночным резонатором на параметры АЧХ и КСВ. Зависимости, полученные в ходе исследования, будут работать в фильтрах с большим числом резонаторов, поэтому на основе рассмотренных структур можно строить более сложные фильтры.

### Список литературы

1. *Подстригаев, А. С.* Проектирование СВЧ-устройств: Практикум [Текст] + [Электронный ресурс] / А. С. Подстригаев. – Брянск : БГТУ, 2015. – 123 с. – ISBN 978-5-89838-854-6
2. *Тюрнев, В. В.* Теория цепей СВЧ : учеб. пособие / В. В. Тюрнев. – Красноярск : ИПЦ КГТУ (рукопись изд. 2), 2006. – 199 с. – ISBN 5-7636-0506-3.
3. *Фриск, В. В.* Основы теории цепей. Использование пакета Microwave Office для моделирования электрических цепей на персональном компьютере. – Солон-Пресс, 2004. – ISBN: 5-98003-163-4.
4. Cotter W. Sayre Complete Wireless Design. - Second Edition изд. McGraw-Hill, 2008. ISBN 978-0-0715-4452-8
5. George L. Matthael, Leo Young, E.M. T. Jones Microwave filters, impedance-matching networks and, coupling structures . - Norwood: Artech House, 1980.
6. Abdulhamid M., Mugambi A. Design of 2.4 GHz microwave bandpass filter, J. Sib. Fed. Univ. Eng. technol., 2019, 12(7), 773-779. DOI: 10.17516/1999-494X-0177.

М. В. Палабугин, студент, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова,  
mr.kadochnikov777@mail.ru

В. П. Усольцев, канд. техн. наук, доц., ИжГТУ имени М. Т. Калашникова,  
vpusoltcev@mail.ru

## **Исследование системы анализа дефектов драгоценных камней**

*Произведен обзор наиболее часто встречающихся дефектов в составе драгоценных камней, классификации методов по обнаружению несовершенств в структуре алмаза. Исследован метод, позволяющий проводить быструю и качественную оценку наличия дефектов в структуре кристалла. Проанализирован опыт, результаты которого подтвердили жизнеспособность предлагаемой идеи.*

**Ключевые слова:** лазерное сканирование, драгоценные камни.

### **Введение**

В наше время все чаще и чаще встречаются подделки среди ювелирных украшений. Что примечательно, зачастую подделываются именно драгоценные камни. В старину от подлинности украшений зависела репутация человека, особенно среди знати. Это актуально и до сих пор. Действительно, знатные люди любят подчеркнуть свой социальный статус при помощи дорогих украшений. Если выяснится, что знаменитость носит подделку, данная информация может оказать существенное влияние на ее репутацию и карьеру.

Искусство фальсификации не стоит на месте. Каждый год злоумышленники изготавливают все более качественные подделки, которые с трудом могут выявить даже профессиональные ювелиры. Именно поэтому крайне важно создать установку, которая позволит безошибочно определить подлинность того или иного драгоценного камня [1].

Данный метод основан на запечатлении теневой картины, которая возникает при просвете драгоценного камня лазерным излучением. Известно, что каждый драгоценный камень уникален, нет другого, который бы был в точности на него похож [2]. Это как с отпечатками пальца у человека. Подобное возникает из-за распределения внутри кристалла драгоценного камня определенных микро- и макродефектов. Их сочетание как раз-таки и дает уникальное распределение темных пятен разной формы и размеров на теневой картине. Эти данные впоследствии заносятся в паспорт изделия и по требованию предъявляются, чтобы те или иные лица могли удостовериться в его подлинности [3].

### **Дефектный состав кристаллов алмаза**

Рассмотрим сначала микродефекты. Под микродефектами понимаются такие дефекты, размеры которых сопоставимы с межатомными расстояниями. Основные такие дефекты представлены на рис. 1.

К ним относятся всевозможные точечные дефекты кристаллической решетки бриллианта, чьи размеры соизмеримы с межатомными расстояниями. Основные дефекты данной категории показаны на рис. 1. Дефекты в кристалле

алмаза способны оказывать существенное влияние на его физические и оптические свойства. Наличие тех или иных дефектов способно оказывать существенное влияние на свойства алмаза [1].

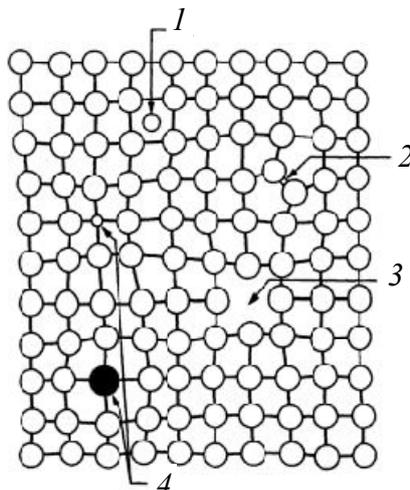


Рис. 1. Точечные дефекты кристаллической решетки алмаза

На рис. 1 изображены: 1 – примесный атом внедрения (в основном это атомы углерода, азота, бора); 2 – изменение периодичности расположения атом кристаллической решетки (в результате чего изменяются длины атомных связей в кристаллической решетке); 3 – вакансия; 4 – примесный атом замещения (обычно это водород и кремний)

Макродефекты – это те дефекты, которые возникают в алмазе на уровне кристаллической решетки, а также в результате внешних факторов при формировании или уже в сформированном виде (удары о породу при выходе на поверхность, сколы и трещины, возникшие при добыче и обработке). В основном такие дефекты видны невооруженным глазом. Одними из таких дефектов являются дислокационные дефекты роста, двойникование, аномальное двуупреломление, пластинчатые сегрегации [3].

### **Методы по дефектоскопии кристаллов алмаза**

Существует множество методов, которые позволяют находить и идентифицировать дефекты в кристаллах алмаза. Исходя из проанализированных данных, была составлена следующая классификация методов дефектоскопии кристаллов алмаза, которая показана на рис. 2 [3].

### **Описание методики**

Рассмотренные методы по дефектоскопии кристаллов алмаза способны с высокой точностью обнаруживать дефекты в кристаллах. Но получить карту дефектов можно лишь методом рентгеновской топографии. Это крайне дорогой метод, и установок, которые позволят его осуществить, крайне мало. Метод, предлагаемый в данной работе, является крайне простым, доступным и интуитивно понятным на фоне всех остальных. Его точность зависит от длины волны лазерного излучения, чем она меньше, тем выше точность.

Рассмотренная лазерная установка позволит производить сканирование каждого отдельного алмаза. Полученные данные будут заноситься в цифровой

паспорт изделия, что позволит опознать тот или иной камень. На основании полученного анализа можно будет с определенной вероятностью говорить о подлинности алмаза. Данное решение позволит проводить качественный мобильный и оперативный контроль за оборотом драгоценных камней. Для сканирования алмаза был выбран источник лазерного излучения высокой монохроматичности на длине волны 405 нм. На данной длине волны алмаз прозрачен, что позволяет проводить эффективные исследования его структуры с высокой точностью [4].



Рис. 2. Методы по обнаружению дефектов в кристаллах драгоценных камней [4]

В состав оптической системы входит: сам источник лазерного излучения 1; уширяющая пучок оптика 2, которая уширяет пучок до размеров, сопоставимых с размерами исследуемого объекта 3; ячеистый экран, на который проецируется полученное теневое распределение дефектов 4. Схема установки представлена на рис. 3 [1].

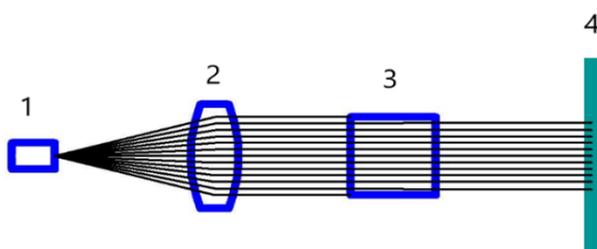


Рис. 3. Разработанная лазерная сканирующая установка: 1 – лазерный источник, 2 – уширяющая оптика, 3 – исследуемый объект, 4 – ячеистый экран

Полученные результаты экспериментов говорят о полной пригодности и устойчивой работоспособности установки и собранной базы данных распределений затемнений на экране. Это позволит успешно справляться с задачей по

распознаванию дефектов, наиболее часто встречаемых в алмазах. В данном лазерном дефектоскопе используются универсальное программное и аппаратное обеспечения, которые полностью согласованы между собой.

### Описание проведенного эксперимента

Для подтверждения работоспособности установки был проведен опыт по исследованию светоделительной призмы с соответствующими оптическими характеристиками. Источником когерентного излучения служил лазер с длиной волны 532 нм. В результате эксперимента были обнаружены дефекты в данном объекте.

Полученные теневые картины исследуемого объекта показаны на рис. 4 и 5 [1].

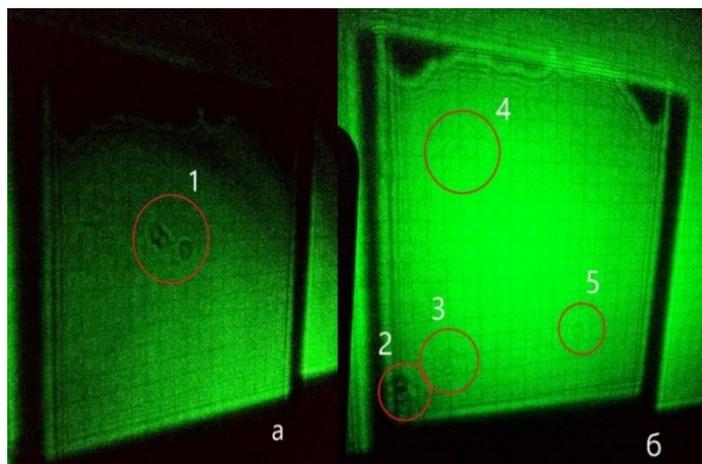


Рис. 4. Теневые карты граней исследуемого объекта

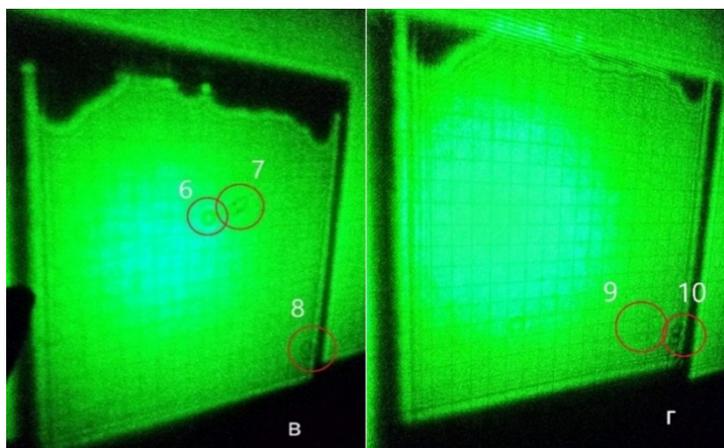


Рис. 5. Теневые карты граней исследуемого объекта

На рис. 4 и 5: *а* – первая грань, *б* – вторая грань, *в* – третья грань, *г* – четвертая грань. В красные кружки обведены области, в которых были выявлены дефекты. Всего выявлено 10 областей скопления дефектов.

### Выводы

Исходя из данных, полученных при исследованиях, можно с уверенностью сказать о работоспособности рассмотренной лазерной установки для дефектоскопии драгоценных камней. Благодаря ей можно исследовать кристалл

алмаза на наличие дефектов и создать их карту, а позже, по полученным сведениям, сформировать паспорт конкретного изделия.

Чтобы повысить эффективность работы установки, была создана готовая база дефектов, наиболее часто встречаемых в алмазах. Для удобства и быстроты поиска определенных дефектов была предложена иерархическая структура классификации дефектов, в которой были учтены всевозможные формы и размеры встречающихся в кристаллах алмаза дефектов, а также их расположение. Если при сканировании отдельно взятого алмаза полученная теневая картина совпадет с той, что уже находится в базе данных, то с определенной долей вероятности можно будет утверждать об идентичности.

#### Список литературы

1. *Палабугин, М. В.* Методы дефектоскопии кристаллов драгоценных камней / М. В. Палабугин, В. П. Усольцев // Актуальные вопросы и перспективы развития науки, техники и технологии : материалы Международной научно-практической конференции, 27 марта 2020 г. / ЧУДПО «НИОЦ» ; под общ. ред. Е. А. Назарова. – Казань : ЧУДПО «НИОЦ», 2020. – С. 64–69.
2. *Орлов Ю. Л.* Минералогия алмаза. – Изд. 2-е. – Москва : Академия наук СССР Минералогический музей им. А. Е. Ферсмана, 1984. – 170 с.
3. *Палабугин, М. В.* Разработка базы данных дефектов драгоценных камней / М. В. Палабугин, В. П. Усольцев // Новые направления развития приборостроения : материалы 13-й Международной научно-технической конференции молодых ученых и студентов, 15–17 апреля 2020 г. / Белорусский национальный технический университет ; редкол.: О. К. Гусев (пред. редкол.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2020. – С. 35–36.
4. *Суворов Э. В.* Физические основы современных методов исследования реальной структуры кристаллов: пособие / Суворов Э. В.; Подмосковный фил. Московского гос. ун-та им. М. В. Ломоносова. – Черноголовка: [б. и.], 1999. – 231 с.

## Разработка конструкции понижающего конвертера Ka-диапазона бортового ретрансляционного комплекса

*Разработана конструкция понижающего конвертера Ka-диапазона. Работа выполнена с целью импортозамещения. В конструкции применены инновационные технологии, обеспечивающие выполнение жестких требований к аппаратуре космического применения. Блок конвертера выполнен по модульному принципу, что обеспечило оптимальные режимы работы устройства.*

**Ключевые слова:** понижающий конвертер, ретрансляционный комплекс, импортозамещение, модульный принцип.

Одной из составных частей бортового ретрансляционного комплекса (БРК) является понижающий конвертер. Задача конвертера заключается в переносе спектра входного сигнала на частоту выходного сигнала с обеспечением усиления полезного сигнала и частотной селекции паразитных и комбинационных составляющих.

Целью данной работы является разработка конструкции понижающего конвертера Ka-диапазона. Тема является актуальной, так как диапазон считается наиболее свободным, а аналоги представлены только на зарубежных рынках такими фирмами, как NEC Space (Япония), CAST Xian (Китай), Ruag Space (Швеция), Lucix Corporation (США), Thales Alenia Space (Франция).

Согласно техническому заданию (ТЗ) разрабатываемое устройство должно быть выполнено двух типов, отличающихся диапазоном входных и выходных частот (табл. 1).

Изучив имеющиеся данные, согласно ТЗ был разработан лабораторный макет понижающего конвертера, далее КН 3119 (рис. 1).

Таблица 1. Требования к конструкции

Характеристика	Тип 1	Тип 2
Частотный диапазон входных сигналов, ГГц	26	31
Частотный диапазон выходных сигналов, ГГц	18	19
Частота гетеродина, ГГц	8	12
Уровень шума, менее дБ	17	17
Масса, г	830	830
Срок активного существования (САС), лет	15	15

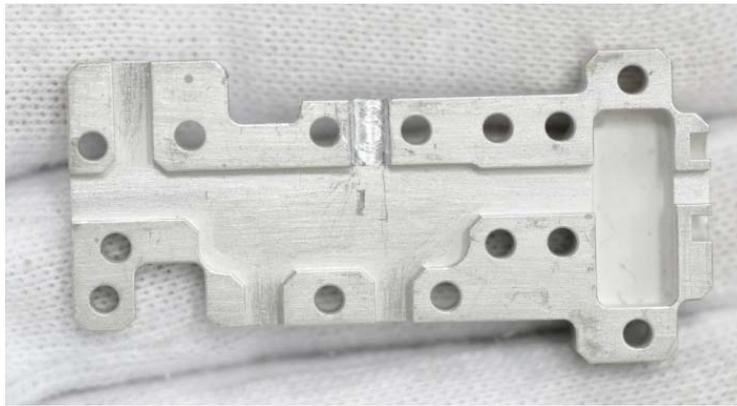


*Рис. 1. Блок Кн3119*

Габаритные размеры блока составили (142×90×46,6) мм. В качестве материала корпуса был выбран алюминиевый сплав Д16. Является одним из наиболее прочных алюминиевых сплавов. Для обеспечения паяемости корпус покрыт сплавом олово – висмут (О.Ви). Масса блока составила 770 г.

КН3119 состоит из герметичного и негерметичного отсеков. В негерметичном отсеке расположен модуль питания, выполненный в виде печатной платы. В герметичном отсеке – СВЧ-модуль и модуль гетеродина. Цепи питания и управления проведены через герметичные проходные помехоподавляющие фильтры. Поликорковые платы в СВЧ-отсеке расположены в линию, с допуском соосности полосков 0,05 мм. Установлены на основания, выполненные из титанового сплава ВТ1-0. Платы устанавливаются на клей Ablestik 502 SE-004, представляющий собой эпоксидную пленку, обеспечивающую равномерное склеивание без пустот, дающую равномерную толщину шва и позволяющую равномерно рассеивать тепло. Для приклеивания требуется давление на поверхность платы, поэтому данный тип клея не подходит для установки кристаллов. В этом случае для установки кристаллов используется 2-компонентный эпоксидный клей, предназначенный для установки кристаллов – Epo-TEK H20E Technology. Соединение СВЧ-плат обеспечивается с помощью золотых перемычек, установленных методами односторонней контактной сварки и термозвуковой сварки. Для предотвращения сквозного обратного проникновения внутренних помех по воздуху, т. е. сигналов с выхода на вход, были разработаны и изготовлены экраны (рис. 2). Внутреннее сечение экранов рассчитано таким образом, что экран с основанием микросборки образуют запердельный волновод, что исключает распространение волн высших типов и исключает возбуждение каскадов конвертора.

Так как алюминий – мягкий материал, для укрепления резьб в корпусе использовались резьбовые вставки из нержавеющей стали Helicoi (рис. 3). Они представляют собой упругие спирали высокого качества из проволоки ромбовидного сечения. Втулки из стали и титана, в отличие от вставок Helicoi, требуют больше места и весят в 3 раза тяжелее.

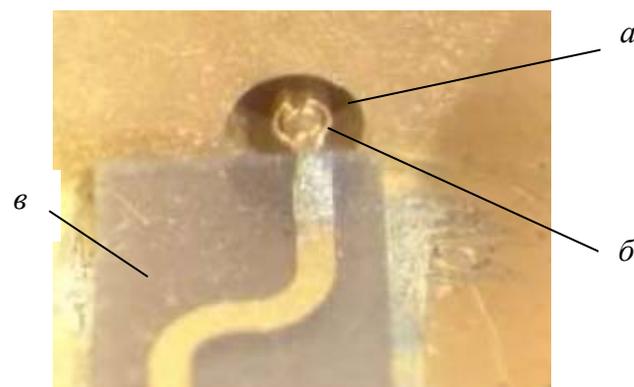


*Рис. 2. Экран. Внутренний контур*



*Рис. 3. Резьбовая вставка Helicoi*

Входные и выходные гермовводы соединяются с микросборками с помощью так называемых скользящих контактов (рис. 4), они используются для обеспечения надежности соединения вывода гермоввода с микрополосковой линией при температурных, вибрационных и ударных нагрузках, по сравнению с традиционным методом соединения – золотой перемычкой.



*Рис. 4. Скользящий контакт (а); контакт гермоввода (б); поликоровая плата (в)*

Также в рамках данной работы был использован метод локальной герметизации на усилителе мощности с применением металлостеклянных корпусов (разработка АО «Микроволновые системы» совместно с компанией Kyocera Corporation) (рис. 5).

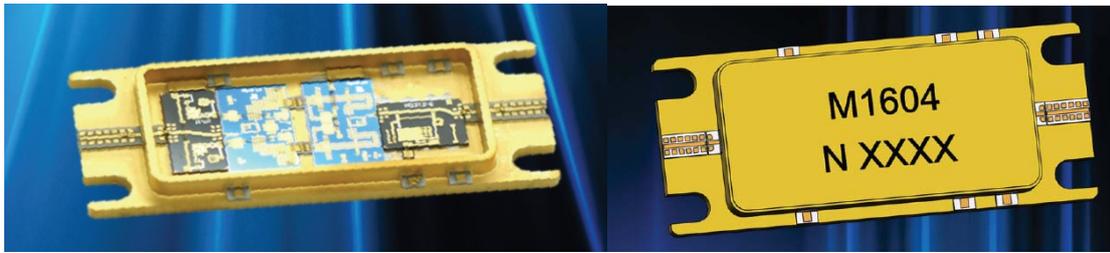


Рис. 5. Усилитель мощности в металлостеклянном корпусе

Стоит отметить, что с помощью пайки и лазерной сварки не удалось получить герметичный шов. В этом случае рекомендуют использовать технологию роликовой герметизации. Но данная технология требует закупки оборудования и отработки технологических процессов. Метод был опробован в АО «НПП «Пульсар».

По результатам проверки изготовленного блока были выявлены недостатки. В связи с этим было принято решение о разработке нового исполнения понижающего конвертера Ка-диапазона. В результате новый конвертер был разбит на отдельные модули: модуль питания, модуль гетеродина и СВЧ-модуль. Габариты всего блока составляют 148,4×103,7×45,1 мм (рис. 6).



Рис. 6. Понижающий конвертер Ка-диапазона

Материалы корпусов были выбраны в зависимости от назначения каждого блока и по результатам расчетов на стойкость модулей к механическим нагрузкам. Основной корпус выполнен из алюминиевого сплава В95 – он относится к высокопрочным сплавам с магнием, цинком и медью, а также является самым прочным из наиболее известных алюминиевых сплавов. Для модулей гетеродина и СВЧ выбран титановый сплав ВТ1-0, обладающий прочностью, легкостью и стойкостью к коррозии. В качестве покрытия используется Хим.Н9.М3.ЗлЗ., так как оно обладает высокой электрической проводимостью, не подвергается коррозии и не тускнеет. Наружное лакокрасочное покрытие – эмаль АК512 белая. Данная эмаль обладает требуемыми по ТЗ значениями терморadiационных характеристик: степень черноты не менее 0,85, поглощатель-

ная способность солнечной радиации не более 0,3. В итоге масса блока составила 770 г.

Модуль питания располагается в негерметичном корпусе из алюминиевого сплава В95 и представляет собой печатные платы. В качестве материала для покрытия плат был выбран полипаракилен, так как он легче, чем лаки АК113 и УР231. К тому же покрытие проходит в среде газа, поэтому полипаракилен проникает в недоступные места, куда не подобраться кистью или пульверизатором. Стоит отметить, что лаки АК113 и УР231 по величине газовыделения превышают установленные нормы: потеря массы и потеря массы с учетом рекондиционирования превышены в 2,5 раза, а по величине летучих конденсируемых вещества – в 7 раз.

В данном исполнении для укрепления резьб также использовались вставки Helicoi. Модуль гетеродина крепится к большому корпусу и состоит из герметичного и негерметичного отсеков. Материал корпуса модуля гетеродина – титановый сплав ВТ1-0, крышка заваривается лазерной сваркой. СВЧ-модуль также выполнен из титанового сплава (рис. 7).

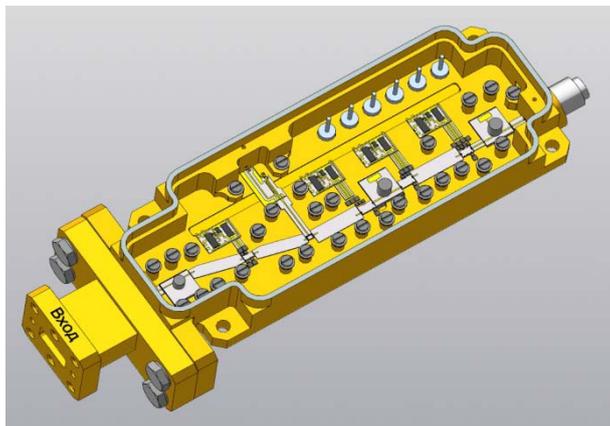


Рис. 7. Модуль СВЧ

СВЧ-платы ставятся непосредственно на дно корпуса на клей EpоТек. Платы установлены на одном уровне, микрополоски расположены соосно относительно друг друга с допуском в 50 мкм. Расстояние между платами составляет 100 мкм. Требуемая точность обеспечивается применением автоматической установки монтажа кристаллов МАТ6200. Между собой платы соединяются с помощью золотых перемычек. На гермовводах также используются скользящие контакты.

На входе СВЧ-модуля установлен волновод с сечением типа WR-34. Стоит отметить, что коаксиально-волноводный переход выполнен по расчетам Сергея Александровича Широких (расчет проводился в программе EMPro). Все расчеты радиотракта выполнены с помощью программы System Vue, а расчет микрополосковых фильтров – в программе Microwave office. Для защиты линии от помех был разработан цельный экран. Также в документацию введен рентгенконтроль для проверки установки плат, герметичности гермовводов и ВЧ соединителей.

Данные конструктивные решения обеспечивают чистоту внутреннего объема модуля СВЧ: минимизировано применение пайки и, соответственно, флюсов, которые могут оказывать негативное влияние на бескорпусные элементы (кристаллы).

В ходе разработки проведено температурное моделирование конвертора. В результате выявлен перегрев микросхемы в СВЧ-модуле. Для снижения температуры было принято решение использовать для установки данной микросхемы клей DIEMAT. Это эпоксидный клей с добавлением серебра, обладающий высокой тепловой и электрической проводимостью (табл. 2).

**Таблица 2. Сравнительная характеристика клеев**

Параметры	ABLESTIK 502SE	Еро-ТЕК Н20Е	DIE MAT DM6030HK
Теплопроводность, Вт/м·К	3,5	2,5	60
Удельное сопротивление, Ом·см	0,0002	0,0004	0,000008
Газовыделение, %	ПМ	0,32	1,18
			0,082

Важным пунктом являлось соблюдение электромагнитной совместимости (ЭМС). Для выполнения данного требования использовались силиконовые токопроводящие прокладки ЕМІ, а также приклейка токопроводящим клеем.

В рамках нашего завода это инновационная разработка, которая дает основу для разработки следующих проектов.

В итоге проделанной работы необходимо отметить, что разработанный блок получился на 20 % тяжелее, чем у зарубежных производителей. Это связано с тем, что у нас используется отечественная элементная база, которая в разы больше, чем зарубежные аналоги как по массе, так и по размерам, что ведет к увеличению конструкции в целом. Одной из положительных сторон является чистота герметичных отсеков. Ее обеспечивают замена пайки золотых перемычек на сварку, установка поликоровых плат и кристаллов с помощью клеев, а также лазерная сварка крышек.

Для улучшения качества приборов, для расширения возможностей производства необходимо внедрение новых технологий. Выход на новый уровень обеспечит применение LTC-керамики, освоение метода локальной герметизации, также замена эмали АК512 на полиимидную пленку Kapton Black 100XC или на аналогичные пленки. Это позволит избежать загрязнения внутренних отсеков негерметичного оборудования и повысить культуру производства.

#### **Список литературы**

4. Space System\_ Solutions & Services \_ NEC. – URL: <https://www.nec.com/en/global/solutions/space/> (режим доступа: открытый).
5. Electronics \_ RUAG. – URL: <https://www.ruag.com/en/products-services/space/electronics>. – Режим доступа: открытый.
6. Space communications payload electronics. – URL: <https://www.lucix.com/company/manufacturing> (режим доступа: открытый).
7. Thales Alenia Space. – URL: <https://www.thalesgroup.com/en/global/activities/space>. – Режим доступа: открытый.

Б. Р. Сахапов, магистрант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова  
Р. А. Галиахметов, д-р экон. наук, проф., ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

## **Исламский банкинг в современной цифровой экономике**

*В текущей непростой экономической ситуации разные финансовые отрасли переживают все новые и новые потрясения. На сегодняшний день исламский банкинг имеет определенную законодательно закрепленную нормативную базу, разработанную с учетом специфики собственных инструментов осуществления сделок на финансовом рынке. Однако вместе с тем, учитывая мировые изменения в нефтегазовом секторе и рост конкуренции со стороны других стран, исламскому банкингу приходится достаточно не просто, и требуется интегрировать в свою банковскую систему новые технологии цифровизации, диверсифицировать свою деятельность.*

*В качестве наиболее яркого примера, набирающего все большее влияние на финансовых рынках, можно обратить внимание на технологии FinTech и Blockchain, с помощью которых многие финансовые системы эффективно функционируют, строго следуя законам Шариата. При этом некоторые экономисты отмечают, что развитие новых цифровых валют идет достаточно высокими темпами и в перспективе может занять ведущую позицию на «арене» исламских финансов.*

**Ключевые слова:** исламские финансы, криптовалютные системы, исламский банкинг, Ближний Восток.

### **Введение**

Раскрывая тему исламских финансов, следует упомянуть, что работа исламских институтов всегда основана на священных книгах – Коран и Сунна, которые предъявляют устойчивые требования к ведению финансовой деятельности, и все те инструменты, которые им не соответствуют, не могут быть применены.

В текущей ситуации на мировом энергетическом рынке, в условиях масштабного снижения цен, когда цена на нефть достигает рекордно низких отрицательных значений, а именно до  $-\$37,63$ , исламским бизнесменам необходимо прибегать к новым каналам инвестирования и заработка, предполагающим использование новых цифровых технологий.

Справедливым будет замечание в части того, что использование криптовалют на сегодняшний день не имеет достаточно четкого и понятного законодательного регулирования, в частности, и для мусульманских стран. Однако, по данным аналитиков, на 2017 год в современные цифровые технологии, оказывающие масштабное влияние на финансовые институты, в частности в FinTech, было проинвестировано около 19 млрд долл. США, что является достаточно серьезной инвестицией, отражающей развитие данного направления.

### **Основная часть**

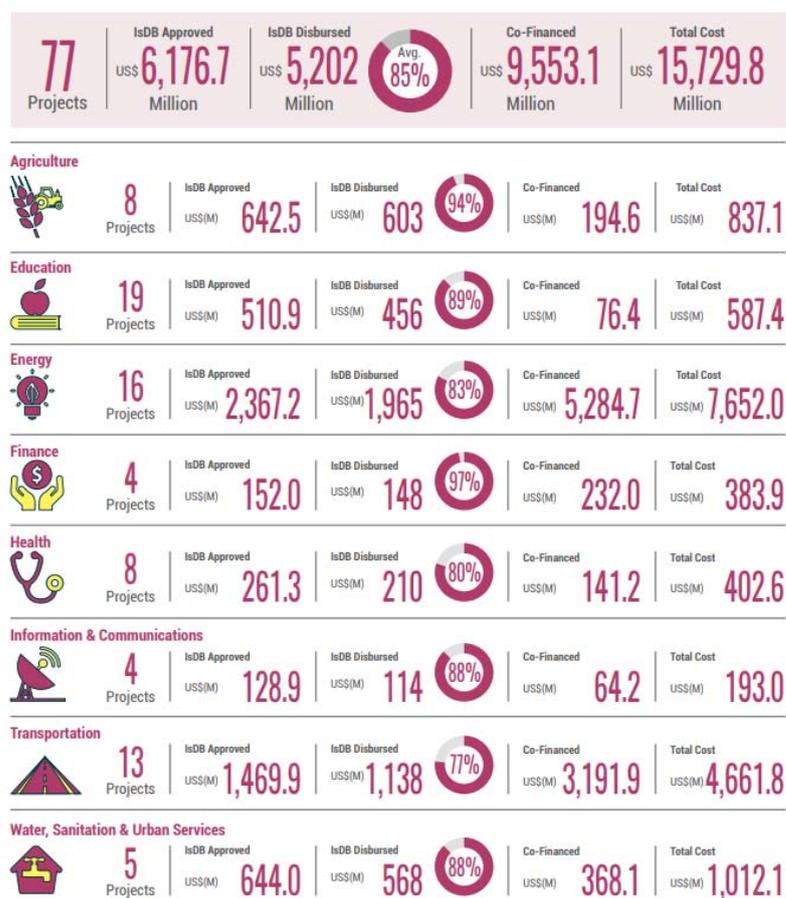
Банки в исламской модели обеспечивают работу национальной платежной системы и выступают в качестве финансовых посредников. В отличие от

традиционной банковской системы, данная модель исключает получение вознаграждения в виде процентного платежа. Ислам предписывает извлекать прибыль за собственные усилия и собственный риск.

Исламский банк развития (ИБР) – международная финансовая организация, ориентированная на исламское финансирование. Расположена в Джидде (Саудовская Аравия). Среди акционеров 57 государств-членов, среди которых крупнейшим акционером является Саудовская Аравия.

Функции группы Исламского банка развития состоят в участии путем финансирования проектов экономического и социального развития в странах-членах. Банк осуществляет свою деятельность, основываясь на законах и принципах шариата.

Для наибольшей наглядности рассмотрим наиболее свежие результаты деятельности ИБР за 2017 год, опубликованные на официальном сайте исламского банка развития [1]. На рисунке представлена статистика по результатам работы ИБР в разных отраслях за 2017 год.



Результаты работы Исламского банка развития по сферам деятельности, 2017 г.

Казалось бы, система исламских финансов функционирует совершенно в разных сферах, достигая определенных положительных результатов, тогда зачем же исламскому банкингу необходимо что-либо менять в своей работе? Стремиться к инновациям и цифровым технологиям? Ответы на эти вопросы найдем в данной статье.

В качестве примера наиболее распространенных цифровых технологий рассмотрим технологию FinTech [4].

FinTech – это комплекс технологичных и продвинутых нововведений в части финансовых услуг, направленных на создание или модернизирование ранее существовавших бизнес-процессов с элементами IT-процессов, компьютерного обеспечения или других цифровых продуктов, которые оказывают свое влияние на финансовый сектор экономики.

Разберемся, для чего исламскому банкингу необходимо внедрять этот финтех?

Исламский банкинг находится в плотной связи и имеет под собой в качестве основы – традиции и предписания Шариата – с этим не поспорит ни один теоретик-ученый. Для более точного понимания представим сравнительную таблицу, в которой видны четкие разграничения – между исламским банком и традиционным.

*Таблица 1. Сравнительные характеристики исламского и традиционного банка*

Характеристика	Исламский банк	Традиционный банк
Гарантированные выплаты по депозитам до востребования	Есть	Есть
Гарантированные выплаты по инвестиционным депозитам	Нет	Есть
Ставка процента по депозитам	Не определена, не гарантирована для инвестиционных депозитов	Определена и гарантирована
Механизм определения ставки процента по депозитам	Определяется прибыльностью банка, доходностью инвестиций	Не зависит от прибыльности банка
Участие вкладчиков в прибылях и убытках банка	Есть	Почти нет
Использование исламских финансовых продуктов	Есть	Практически не применяется
Право банка выносить решение о выдаче кредита в зависимости от обеспечения	При участии вкладчиков в прибыли у убытков исламского банка он чаще всего не имеет права дискриминировать клиентов в зависимости от имеющегося у них залога	Есть всегда

Кроме того, для более точного понимания эффективности внедрения элементов финтеха следует ознакомиться с основными «столпами», на основе которых существует и работает исламский банкинг:

1. Мурабаха – это контракт, в котором банк выступает посредником между своим клиентом и поставщиком, покупает товар (сырье, комплектующие детали и т. п.) от имени клиента, а затем перепродает ему товар, получая прибыль от реализации товара, а также наценку за оказанные услуги. Цена последующей продажи определяется как себестоимость плюс норма прибыли и заранее оговаривается с будущим покупателем, выплачивающим всю сумму единовременно или в рассрочку [10].

2. Мудараба – в этом виде контракта банк, собственник капитала, доверяет свои средства для их эффективного использования предпринимателю, обладающему возможностями, опытом и репутацией (мударibu). Причем банк не имеет право требовать залог в обмен на предоставление денежных средств. Мудараба обычно применяется для финансирования кратко- и среднесрочных инвестиционных проектов (например, в торговле). Контракты мудараба являются аналогом доверительного финансирования в традиционной финансовой системе.

3. Такафул – подразумевает внесение страховых взносов страховщику при условии, что в случае наступления страхового случая деньги будут возвращены. При этом часть средств поступает в накопительный фонд. От инвестирования этих денег участники получают доход, который указывается в договоре.

4. Кардуль хасана – беспроцентная ссуда, которая предоставляется малому бизнесу и является жизненно важной для него. В Иране, к примеру, банки обязаны тратить на «кардуль хасана» определенную часть собственных средств. Как мы помним, требовать процент за использование денег запрещено, однако заемщик может добровольно отблагодарить кредитора, выплатив вознаграждение («хиба»).

Вместе с тем, сфера исламского банкинга развивается очень динамично, что как раз и обуславливается открытостью к инновациям и новым технологиям – таким, например, как финтех.

Также внедрение FinTech является в некоторой степени необходимостью, т. к. достаточно крупная часть мусульманского мира не действует в области финансовых услуг.

Кроме того, исламская финансовая система отчасти упускает достаточно крупную целевую аудиторию – молодежь в возрасте до тридцати пяти лет, которые активно пользуются банковскими сервисами – мобильным банком, разными приложениями, банковскими счетами, которые позволяют им брать кредиты, открывать счета в цифровом виде и пр.

На сегодняшний день финтех, по данным ученых-экономистов, в исламском банкинге может получить сильное развитие в следующих областях: переводы денежных средств, страхование, инвестиции и интернет-торговля [8].

В ближайшей перспективе следует ожидать, что потребительский спрос по данным направлениям будет расти, что неизбежно будет провоцировать ускоренное введение данной технологии в разрезе исламского банкинга.

Исходя из принципов Шариата и представленной выше информации, сформируем наиболее перспективные направления, которые на сегодняшний день могли бы развиваться наиболее динамично:

1. Финансирование P2P (peer-to-peer – друг другу) – суть такого финансирования заключается в идее выдачи займов от займодавца заемщику без участия посредника в виде банка, за счет этого процентная ставка по займу может быть значительно ниже, чем на сегодняшний день предлагают стандартные банковские структуры. Наиболее развита такая схема на сегодняшний день в Англии и Америке. Использование в контексте исламского банкинга такого

инструмента возможно благодаря разделению рисков, что является одним из основных принципов Шариата. За основу могут быть приняты такие инструменты исламского банкинга, как мушарака и мудараба, которые базируются на участии инвестора в том или ином проекте взамен на имущественную долю или часть прибыли, вместе с тем инвестор разделяет и убытки, которые, возможно, будет нести бизнес-проект.

Интересным является тот факт, что данное финансирование может быть использовано среди мусульман, оно определенно будет популярно и среди других конфессий.

2. Краудфандинг – это финансирование, в котором объединение определенного количества людей на добровольной основе предоставляют в пользование свои денежные средства для осуществления какого-либо проекта. В исламском банкинге основой такой технологии может стать мушарка, мурабаха и мудараба [5]. Идея заключается в том, что данный метод финансирования призван открыть новые пути для развития молодых стартап-проектов, то есть у начинающих предпринимателей будет собственная площадка, где они могли бы в полной мере презентовать собственный проект большому количеству потенциальных инвесторов. В формате исламских финансов имеет смысл рассмотреть 4 разновидности подобного спонсирования проектов. Первый – пожертвование – финансирование бесприбыльных проектов, направленных на решение социальных проблем и улучшение социальной сферы путем заключения сделок, не идущих вразрез с правилами Шариата. Второе – вознаграждение – по итогу проекта инвестор становится обладателем подарка, нефинансового толка. Третий – Краудинвестинг – это участие инвестора за долю в бизнесе, при этом инвестор несет и убытки, получаемые предприятием. Четвертый – долговое финансирование – инвесторы в таких проектах участвуют либо за получение суммы основного долга, либо за долю в отдельно взятом проекте [9].

Интересным фактом является, что такие интернет-площадки по сбору денежных средств для развития стартапов присутствуют в ОАЭ, Иордании, Ливане и Египте. Страной-первопроходцем в данном направлении является Малайзия.

Кроме того, интересно рассмотреть взаимодействия исламского банкинга с системами криптовалют.

На сегодняшний день решение об интеграции криптовалюты в исламский банкинг находится в точке неплотного контакта между аскетичными устоями исламских финансов и необходимостью привлечения инвестиций в исламские страны.

Рассмотрим пример – гражданин исламской страны решил приобрести биткойн с целью получения дохода. Кроме технологических барьеров, которые могут возникать перед человеком, не связанным с электронным миром криптовалют, перед ним вырастает «барьер», связанный с тем, что необходимо найти в исламе правильное решение, которое разрешило бы ему произвести данную операцию с криптовалютой. Имея узаконенное понимание, процесс мог бы значительно упростить данную финансовую операцию.

Мусульмане неоднозначно относятся к применению биткоинов с правовой точки зрения.

Вместе с тем существует настоящая концепция выпуска цифровых валют Центральным банком (central bank-issued digital currency (CBDC)), в основе которой лежит принцип, говорящий о том, что Национальная цифровая валюта (НЦВ) – это цифровые бумажные денежные средства, которые выпускаются национальным регулятором. Данный процесс имеет определенные сходства с обычной эмиссией денежных средств [3].

Национальная цифровая валюта в чистом виде не может называться криптовалютой, что позволяет ей иметь более широкую географию распространения и вызывает тем самым большее доверие не только со стороны частных держателей такой валюты, но и со стороны других государств.

На сегодняшний день картина выглядит следующим образом – ряд стран исследует безопасность использования цифровой валюты, а ряд стран уже использует и реализует данную концепцию, однако некоторые страны вообще поставили под строгий запрет выпуск какой-либо цифровой валюты [7].

Для более наглядного представления и ориентирования в отношении исламских стран составим сводную табл. 2, в которой отразим отношение некоторых стран к цифровой валюте.

**Таблица 2. Этапы развития цифровизации банкинга в некоторых исламских странах**

№ п/п	Страна	Направление CBDC	Статус
1	Тунис	<p>2015 г. – Тунис первый, кто выпускает национальную валюту, имеющую основой технологию блокчейн, и называет ее eDinar или Digicash, BitDinar.</p> <p>Для разработки программного обеспечения и технологии создания данной криптовалюты использовались специалисты из Швейцарии.</p> <p>Конечно же, контроль за данной валютой, как и за оборотом наличности в стране, осуществляет государство в лице La Poste, La Poste Tunisian (LPT).</p> <p>По аналогии с работой криптовалют в системе eDinar списываются комиссии за определенные операции. Объем комиссий достаточно мал, стоимость – 1 динар, что в переводе на российский рубль составляет около 24,45 руб.</p>	Принята
2	Дубай	<p>На сентябрь 2017 г. Правительство Дубая сделало заявление о том, что в содружестве нескольких компаний будет создана зашифрованная цифровая валюта и будет иметь название «emCash».</p> <p>Вместе с тем не были установлены четкие сроки исполнения данного заявления, что говорит о том, что проект еще не готов для полномасштабного внедрения и использования в финансовой системе.</p> <p>Такую валюту планируют использовать при расчетах за государственные и негосударственные услуги</p>	Пробный запуск

№ п/п	Страна	Направление CBDC	Статус
3	Иран	<p>В апреле 2018 года местным банкам поступил запрет на использование любых видов криптовалют, однако несколько позже государство разрабатывает в качестве эксперимента проект цифровой валюты для внутреннего использования.</p> <p>Некоторые аналитики предполагают, что Иран и Россия теоретически могут начать обмен такой валютой для обхода западных санкций.</p> <p>Финансисты обеих сторон государств говорят о том, что это достаточно удобный способ для того, чтобы отойти от расчета в сделках долларами США и образовать некую замену банковской системе SWIFT</p>	Пробный запуск

Как уже отмечалось ранее, многие исламские страны неоднозначно относятся к использованию криптовалюты для расчетов.

Так, например, в Египте неоднократно в различных СМИ (например, «Egypt's Dar Al-Ifta Misriyyah») публиковалась информация об отношении египетского правительства к распространению цифровых валют, которая имела явный негативный окрас. Главный религиозный муфтий Египта сравнил криптовалюты с азартными играми, которые могут привести к краху экономики [6].

Страны Персидского залива настроены более оптимистично и положительно. Так, например, в 2018 году Саудовская Аравия заключила соглашение с американской компанией «Ripple» в целях внедрения в банковскую систему платежей технологии блокчейн. Данная технология позволит странам использовать расчеты по платежам с молниеносной скоростью, причем не только внутри страны, но и за ее пределами [2].

Интересно, что отношение Королевства к криптовалюте с 2017 года изменилось, т. к. изначально Правительство не доверяло данным цифровым технологиям и предостерегало население от подобного рода занятий.

Интересно рассмотреть и стартап ОАЭ, в котором была создана не просто «воздушная» криптовалюта, а криптовалюта, поддерживаемая настоящим золотом, ее назвали «OneGram», где 1 токен равен 1 грамму золота, а комиссия с каждой операции реинвестируется в определенное количество золота.

На 2018 год было выпущено 60 % монет от общего планируемого количества стоимости OneGram, измеримого в нескольких миллионах долларов США. Вместе с тем в странах Персидского залива действует и электронный кошелек BitOasis.

Важно отметить, что основная обеспокоенность аналитиков по исламским финансовым рынкам относительно рынка криптовалют вызвана возможностью манипулирования рынком со стороны недобросовестных контрагентов. В настоящее время одним из основных препятствий введения биткойна в исламскую финансовую систему – это отсутствие полного нормативного взаимопонимания между учеными-правоведами, в том числе в рамках одной правовой школы. Ученые предлагают, аргументируют или интерпретируют концептуально противоречащие друг другу свои точки зрения, в этой связи однозначного ответа на вопрос: «Биткойн – харам или халяль?» – отсутствует.

## Выводы

Таким образом, проведя несложный экспресс-анализ текущей ситуации в системе исламского банкинга, можем сделать следующие выводы. Несмотря на то, что исламские банки оказались в эпицентре спекулятивных манипуляций на энергетическом рынке, от которого они находятся в прямой зависимости, несмотря на мощную волну террористических военных конфликтов, охвативших их исконные территории влияния, исламские банки сумели не только сохранить стройную финансовую систему, сохранив свои особенности, но и значительно продвинулись в освоении новых технологий, не изменяя при этом основополагающим принципам своего существования. Возможно, это связано с тем, что они традиционно не склонны рисковать, полагаясь на финансовое благополучие клиента. Несомненно то, что, манипулируя огромными ресурсами, связанными с рынком углеводородов, исламские банки все больше проникают в мировую финансовую систему, демонстрируя устойчивое развитие и сохранение традиций, тем самым оказывая на нее все более значимое влияние. Поэтому многие крупные финансовые игроки на традиционном финансовом рынке обратились к их опыту и оценке факторов, позволивших им сохранить стабильность в столь неблагоприятных условиях. Можно сказать, что мы являемся свидетелями процесса взаимного проникновения двух финансовых систем. Этот процесс необходимо исследовать, извлекать из него уроки и правильно использовать в Российской банковской системе, поскольку в нашей стране тоже есть регионы, подверженные влиянию ислама.

## Список литературы

1. Официальный сайт Исламского Банка Развития. – URL: <https://www.isdb.org/sites/default/files/media/documents/2018-12/Final%20ADER%202017-compressed.pdf> (дата обращения: 21.04.2020).
2. Saudi Arabia's central bank signs blockchain deal with Ripple. – Reuters – February 15, 2018 – URL: <https://reuters.com/article/us-saudi-cenbank-currency/Saudi-arabias-central-bank-signs-blockchain-deal-with-ripple-idUSKCN1FZOLD> (дата обращения: 20.04.2020).
3. *Бабенкова, С. Ю.* Экономическая трансформация теневой экономики арабских стран в современном мире // *Контуры глобальных трансформаций. Мировая экономика на пути к регионализации.* – 2017. – Т. 10, № 4 (55). – С. 158–177.
4. Нубзат ан банк Барва (Информация о банке Барва) // Барва Банк. – URL: <https://www.barwabank.com/ar/about-us> (дата обращения 15.04.2020).
5. Нубзат анна (О нас) // Аль-Имарат аль-Исламий (Эмиратский Исламский Банк). – URL: <https://www.emiratesislamic.ae/arb/about-us/> (дата обращения: 15.05.2020).
6. Русская служба новостей «Би-би-си». – URL: <https://www.bbc.com/russian/news-42546296> (дата обращения: 25.05.2020).
7. *Бабенкова, С. Ю.* Fintech в арабских странах: особенности применения и развития / С. Ю. Бабенкова, В. И. Овинов // *Бухгалтерия и банки.* – 2017. – № 11. – С. 51–54.
8. *Бабенкова, С. Ю.* Цифровые финансы: современный взгляд на Ближневосточный регион // *Бухгалтерия и банки.* – 2019. – № 1.
9. *Мирошник, Е. Н.* Внутренние и внешние аспекты деятельности исламских банков // *Востоковедный сборник.* – Москва, 2000. – С. 248–255.
10. Шариатский стандарт № 8. Мурабаха / пер. с англ. [ред. совет: Р. Р. Вахитов и др.]; Организация бухгалтерского учета и аудита исламских финансовых учреждений (ААОИФИ). – Москва : Исламская книга, 2010.

*А. И. Старцев*, магистрант, ИЖГТУ имени М. Т. Калашникова;  
ООО «Удмуртские коммунальные системы»  
*С. В. Вологдин*, д-р техн. наук, доц., ИЖГТУ имени М. Т. Калашникова

## **Технологическое решение внедрения SCADA-системы как метода эффективной организации и ведение специализированного информационного обеспечения на теплоснабжающем предприятии**

*Статья описывает внедрение авторизованных систем диспетчерского и технологического контроля на одном из теплосетевых предприятий г. Ижевска. Позволяет оценить всю последовательность поиска оптимальных решений и приход к комплексной SCADA-системе, объединяющей в себе имеющиеся технические возможности вывода, анализа и архивирования данных работы оборудования.*

*Ни одно современное предприятие не может обойтись без автоматизации, одним из направлений которой является реализация SCADA-систем на предприятии, осуществляющем взаимодействие с блоками контроля установленного оборудования.*

*Данная статья будет интересна для предприятий ЖКХ, реализующих на своих предприятиях системы контроля и сбора данных работы оборудования, работа которых нацелена на сокращение потерь и повышение качества предоставляемых услуг потребителей.*

**Ключевые слова:** теплоснабжающее предприятие, плановый ремонт, автоматизация, корпоративная информационная система, автоматизированный учет теплопотребления.

Крупнейшей теплосетевой организацией г. Ижевска является общество с ограниченной ответственностью «Удмуртские коммунальные системы» (далее ООО «УКС»), являющееся дочерней организацией Филиала «Удмуртский» ПАО «Т Плюс». Данное предприятие управляет тепловыми сетями, обеспечивая теплом и горячим водоснабжением в общей сложности более 3370 домов и зданий. На балансе находится более 231 км магистральных сетей (в однострубно-м исчислении), 968 км внутриквартальных сетей (в однострубно-м исчислении), 130 центральных тепловых пунктов, 46 индивидуальных тепловых пунктов, 77 бойлерных горячего водоснабжения, 10 насосных станций, 25 котельных [1].

Обладая таким количеством оборудования, ООО «УКС» ставит перед собой вопросы контроля параметров работы, эффективности работы и возможные потери в ходе осуществления транспорта. Основными источниками, позволяющими выполнить эти задачи, является автоматизация процессов передачи данных, их обработка и вывод результатов.

Автоматизация теплоснабжающей отрасли г. Ижевска началась в 80–90-е годы XX века. Пик внедрения пришелся на 2000-е года, когда начали реализовываться энергосберегающие технологии, позволяющие оптимизировать расходы на транспортировку тепловой энергии. Внедрены системы регулирования

частоты вращения электродвигателей насосных станций, устанавливаются системы автоматического регулирования расходов и температур систем отопительной нагрузки и горячего водоснабжения.

Последние несколько лет идет интенсивное освоение информационных методов обработки и анализа данных работы систем транспорта и теплоисточника для возможности рационального распределения ресурсов с возможностью их эффективного управления. Так, за последние два-три года осуществляется реализация проекта по установке систем автоматического учета и считывания данных работы сети в контрольных точках (узловые камеры, ответвления к потребителям и т. п.), внедряются программные комплексы, позволяющие выводить исходные данные в аналитические структурные таблицы, осуществляется моделирование оптимальных режимов работы оборудования и оптимизации потерь, например, таких как онлайн-система учета энергоресурсов «Элдис», рабочая сетка которой представлена на рис. 1.

Группа	Объект	Серийный номер прибор	Магистра	Дата	t1 (°C)	t2 (°C)	V1 (м3)	V2 (м3)	M1 (т)	M2 (т)	P1 (МПа)	P2 (МПа)	Q (Гкал)	НС
	Ижевск г, 10 лет Октября ул, д. 18а	1410803 (ТСРВ-043)	ТС1 (Тепл ...	15.09.2019	52,7	41,8	67,1	67,8	66,2	67,3	0,66	0,52	0,73	*
	Ижевск г, 10 лет Октября ул, д. 19б	1500471 (ТСРВ-043)	ТС1 (Тепл ...	15.09.2019	44,5	43,6	267,3	268,6	264,8	266,1	0,56	0,36	0	*
	Ижевск г, 10 лет Октября ул, д. 19б	Неизвестен	УУ1 (Тепл ...											
	Ижевск г, 10 лет Октября ул, д. 2 (В)	1800571 (ТСРВ-043)	ТС1 (Тепл ...	15.09.2019	44,7	44,3	130,3	127,4	129	126,2	0,64	0,47	0	*
	Ижевск г, 10 лет Октября ул, д. 20	903410 (ТСРВ-024)	ТС1 (Тепл ...	15.09.2019	53	52,9	0	0	0	0	0,54	0,42	0	*
	Ижевск г, 10 лет Октября ул, д. 20	903358 (ТСРВ-024)	ТС1 (Тепл ...	15.09.2019	52,8	52,4	0	0	0	0	0,54	0,42	0	*
	Ижевск г, 10 лет Октября ул, д. 21	ТЭМ-104	Система											
	Ижевск г, 10 лет Октября ул, д. 21а	1140041 (ТЭМ-106)	Система	15.09.2019	72,2	45,9	914,5	839,8	893,3	831,4	0,56	0,5	23,52	
	Ижевск г, 10 лет Октября ул, д. 21а	1800812 (ТСРВ-024)	ТС1 (Тепл ...	15.09.2019	44,9	42,5	0	0	0	0	0,58	0,38	0	*
	Ижевск г, 10 лет Октября ул, д. 22	1103816 (ТСРВ-024 М)	ТС3 (Тепл ...	15.09.2019	19,6	19,3	0	0	0	0	0,58	0,4	0	*
	Ижевск г, 10 лет Октября ул, д. 22	1103816 (ТСРВ-024 М)	ТС1 (Тепл ...	15.09.2019	24,7	23,2	0	0	0	0	0,58	0,4	0	*
	Ижевск г, 10 лет Октября ул, д. 22а	1562556 (ТЭМ-104)	Система	15.09.2019	16,8	16,5	0	0	0	0	0,9	0,51	0	
	Ижевск г, 10 лет Октября ул, д. 23	718732 (ТСРВ-020/021.02)	ТС1 (Тепл ...	15.09.2019	44,2	43	76,6	76,7	75,9	76,1	0,6	0,48	0,1	
	Ижевск г, 10 лет Октября ул, д. 24	КТ204002 (Магика Юниве	Система	15.09.2019	22,4	22,9	0	0	0	0	0	0	0	*
	Ижевск г, 10 лет Октября ул, д. 24	КТ204001 (Магика Юниве	Система	15.09.2019	23,7	26,1	0	0	0	0	0	0	0	*
	Ижевск г, 10 лет Октября ул, д. 26	107303 (ТСРВ-024)	ТС1 (Тепл ...	15.09.2019	19,5	19,1	0	0	0	0	0,62	0,58	0	*
	Ижевск г, 10 лет Октября ул, д. 27	1302910 (ТСРВ-024)	ТС1 (Тепл ...	20.08.2019	20,2	20,7	0	0	0	0	0,6	0,4	0	*

Рис. 1. Рабочая сетка энергообъектов выводимая на онлайн-комплексе программно-аналитических данных «Элдис»

Для осуществления развернутого контроля об административно-хозяйственной деятельности предприятия активно внедряются системы автоматических баз данных SAP, позволяющие структурировать данные различных видов

деятельности предприятия в единую базу с целью контроля, перераспределения и анализа, панель выбора которой представлена на рис. 2.

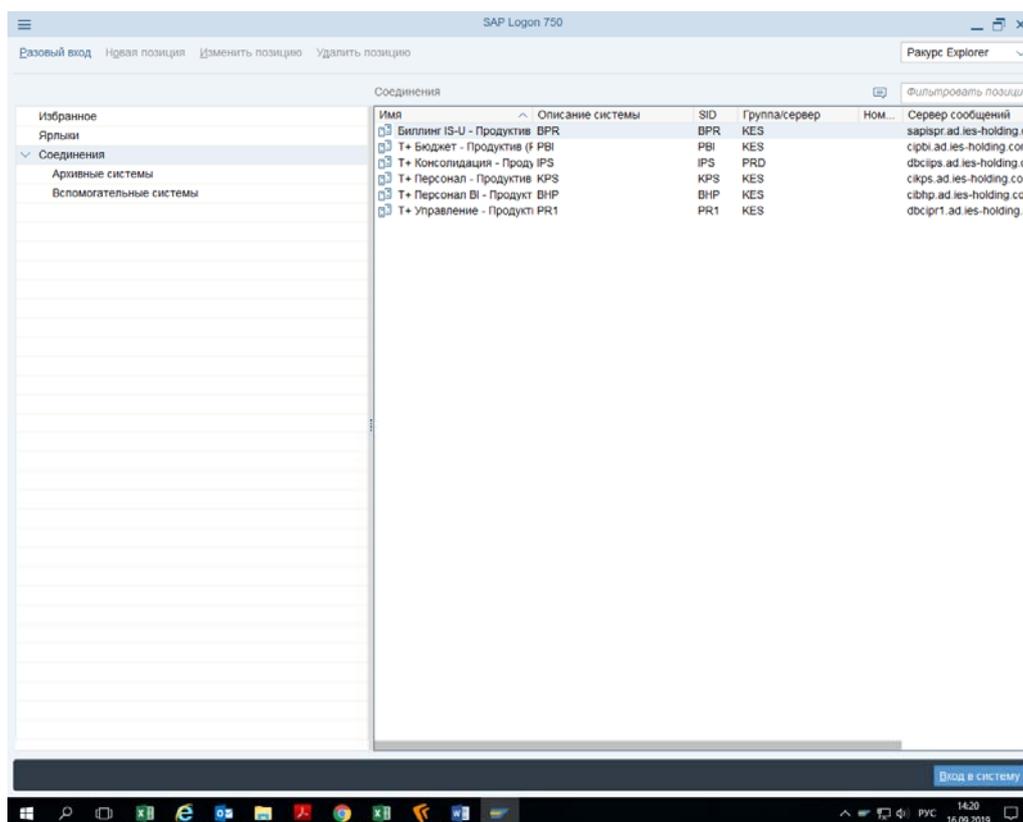


Рис. 2. Панель выбора направления SAP данных

Процесс размещения сетей на местности с прорисовкой линейных характеристик, привязкой к инфраструктуре города (домам, смежным коммуникациям), а также возможность расчетов гидравлических режимов работы представлены в геоинформационных базах данных. В ООО «УКС» применяется программный продукт Zulu GIS, изображение схемы теплоснабжения на котором представлено на рис. 3. Ввиду низкого уровня владения возможностями программного комплекса, неналаженного взаимодействия между пользователем и производителем, использование осуществляется в объеме не более 30 % от реальных возможностей.

Существующая система АСУТП, АСУП является на сегодняшний день начальным этапом автоматизации системы эффективного использования предприятия, возможностью анализировать первичные данные получение с объектов теплоснабжения. Большинство европейских стран пошло по пути определения основных критериев эффективности работы предприятий теплоснабжающих отраслей и, как следствие, реализации комплексных программных систем, позволяющих интегрировать уже реализованное оборудование с вновь вводимым. Для реализации этих задач требуется внедрение эффективного средства диспетчерского контроля [3–5].

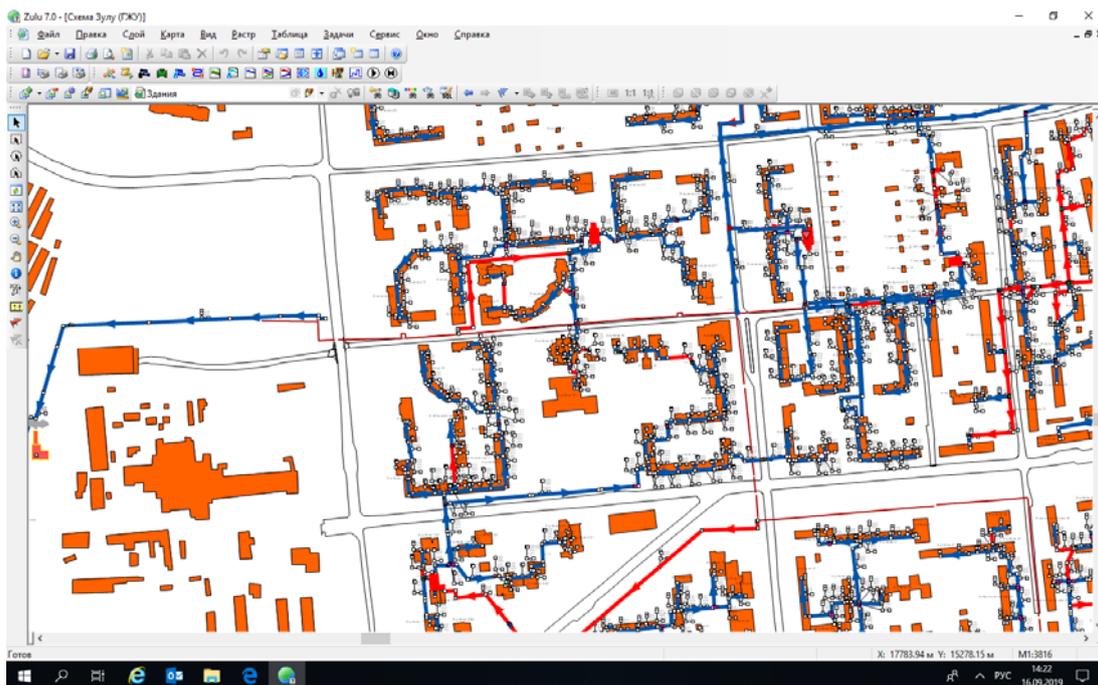


Рис. 3. Схема теплоснабжения города в информационной системе GIS Zulu 7.0

Большинство российских теплоснабжающих компаний не имеют полноценной системы диспетчерского контроля, которая бы позволяла отслеживать и анализировать данные с большого количества объектов в режиме реального времени. С учетом реализации федеральных программ по энергосберегающим технологиям появилась реальная возможность оценки эффективности всей цепочки транспорта тепла от источника до потребителя (установка узлов учета) и возможность анализа данных с последующим применением их для повышения финансово-экономических показателей предприятия. Реализация SCADA-систем позволяет реализовать весь комплекс технических мероприятий от сбора и анализа данных до управления системами работы энергообъектов. Иерархическая схема уровней взаимодействия системы при ее реализации на промышленных объектах приведена на рис. 4.

SCADA-система – это инструментальная программа, обеспечивающая создание программного обеспечения для автоматизации контроля и управления технологическим процессом в режиме реального времени. Основная цель создаваемой с помощью SCADA-систем программы – дать оператору, управляющему технологическим процессом, полную информацию об этом процессе и необходимые средства для воздействия на него [2].

Основные задачи SCADA-системы [10]:

1. Сбор данных от датчиков и представление их оператору в удобном для него виде, включая графики изменения параметров во времени.
2. Дистанционное управление исполнительными механизмами.
3. Ввод заданий алгоритмам автоматического управления.
4. Реализация алгоритмов автоматического контроля и управления (чаще эти задачи возлагаются на контроллеры, но SCADA-системы тоже способны их решать).

5. Распознавание аварийных ситуаций и информирование оператора о состоянии процесса;
6. Формирование отчетности о ходе процесса и выработке продукции.



Рис. 4. Уровни системы промышленной автоматизации

Последнее десятилетие наблюдается повышенная заинтересованность к автоматизации объектов жилищно-коммунального хозяйства, это отражается в расширении рынка программных комплексов и появлении новых специализированных программ, разработанных для коммунального хозяйства. Данные программные комплексы позволяют решать широкий спектр задач в сжатые сроки [6–8]. Существенным преимуществом такого оборудования является интеграция в уже существующие рабочие схемы, скорость обработки полученных данных и визуализация конечных данных.

Одной из таких является SCADA-система, выходные данные которой представлены на рис. 5. В отличие от своих предшественников, данная система позволяет за счет более гибких связей осуществить взаимодействие с разнообразными моделями устройств, а также обладает большими возможностями построения выходных форм, удовлетворяющих требованиям любого заказчика. Получаемые данные используются в технологическом цикле работы оборудования, оценки эффективности и позволяют сохранить комплексный подход в решении актуальных задач по автоматизации производственных мощностей, повысив надежность работы энергообъектов в целом. Еще одним существенным преимуществом внедрения SCADA-систем является оптимизация процесса их внедрения за счет унифицирования схемы реализации на объектах, что во многом уменьшает время и средства, затраченные на реализацию и развертывание [9].

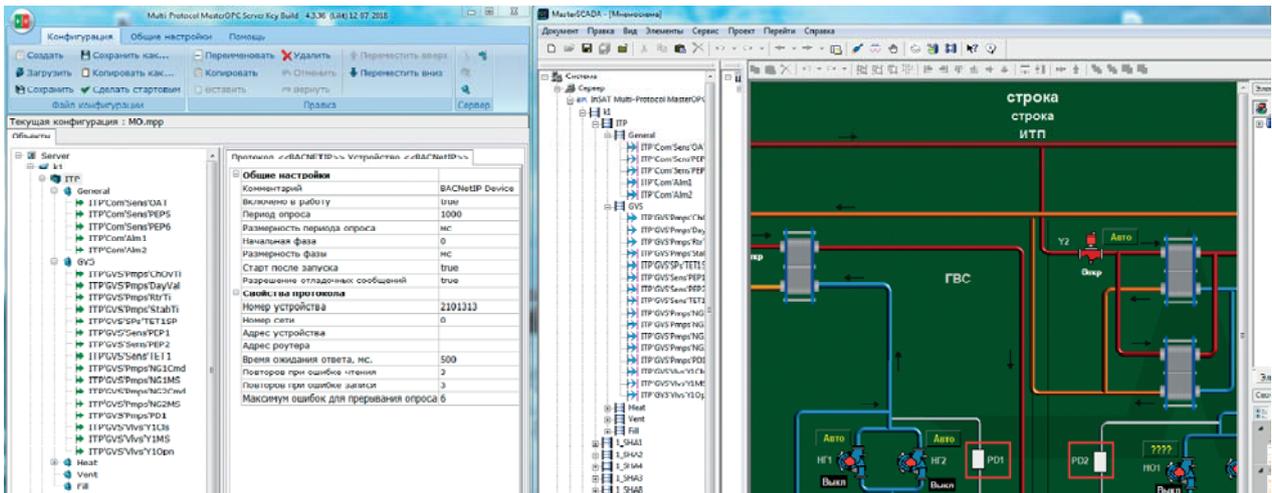


Рис. 5. Рабочий интерфейс SCADA-системы

За счет индивидуальности, простоты реализации, возможности создания комбинированных форм выходных данных осуществление взаимодействия и влияние на управляемость комплексом возможности SCADA-системы очень широки и позволяют применять эти системы на всех уровнях контроля за эффективностью режимов работы оборудования и потребления энергоресурсов.

#### Список литературы

1. Официальный сайт ООО «УКС» г. Ижевск. – URL: <http://www.udmks.ru/>
2. Автоматические системы диспетчерского и технологического управления : веб-сайт НТЦ «Энерго-Ресурс». – URL: <https://en-res.ru/stati/scada.html>.
3. Щенятский, А. В. Разработка пакета прикладных программ по повышению энергоэффективности системы централизованного теплоснабжения / А. В. Щенятский, Б. А. Якимович, С. В. Вологдин // Современные информационные технологии и ИТ-образование : сборник избранных трудов VII Международной научно-практической конференции / под ред. проф. В. А. Сухомлина. – 2012. – С. 643–654.
4. Вологдин, С. В. Опыт использования программно-вычислительного комплекса «ИАСТЭС» для мониторинга и оптимизации параметров системы центрального теплоснабжения // Интеллектуальные системы в производстве. – 2004. – № 1. – С. 50–64.
5. Вологдин, С. В. Методы и алгоритмы повышения энергоэффективности многоуровневой системы централизованного теплоснабжения / С. В. Вологдин, Б. А. Якимович. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2015. – 264 с.
6. Аблин, И. Е. SCADA-системы в диспетчеризации зданий // Автоматизация в промышленности. – 2009. – № 10.
7. Высокинский, Д. Г. Необходимость автоматизации деятельности управляющей компании сферы ЖКХ / Д. Г. Высокинский, А. М. Платонов // Автоматизация в промышленности. – 2009. – № 10.
8. Ермолаев, Г. Ю. Особенности современного подхода автоматизации климата зданий и сооружений // Автоматизация в промышленности. – 2009. – № 10.
9. Николяин, Л. Р. SCADA-система для автоматизации и диспетчеризации системы ЖКХ // Автоматизация в промышленности. – 2018. – № 9.
10. SCADA-система КАСКАД. Курс лекций для студентов вузов // ООО «КАСКАД-АСУ». – Чебоксары, 2012.

Ф. К. Тетелютина, д-р мед. наук, проф., ФГБОУ ВО «ИГМА» МЗ РФ;  
Е. Д. Копысова, канд. мед. наук, ассистент, ФГБОУ ВО «ИГМА» МЗ РФ;  
Н. Н. Бушмелева, д-р мед. наук, доц., ФГБОУ ВО «ИГМА» МЗ РФ;  
Н. А. Уракова, канд. мед. наук, доц., ФГБОУ ВО «ИГМА» МЗ РФ;  
Е. Е. Горбунова, канд. мед. наук, ассистент, ФГБОУ ВО «ИГМА» МЗ РФ;  
Е. Г. Шиляева, канд. мед. наук, ассистент, ФГБОУ ВО «ИГМА» МЗ РФ.  
ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия» МЗ РФ,  
кафедра акушерства и гинекологии ФПК и ПП

## Симуляционное обучение врачей акушеров-гинекологов Удмуртской Республики

*Разработана и внедрена в учебный процесс программа дополнительного профессионального образования «Актуальные вопросы применения практических навыков в акушерстве и гинекологии», позволяющая совершенствовать профессиональные знания врачей акушеров-гинекологов с использованием современных технологий симуляционного обучения.*

**Ключевые слова:** симуляционное обучение, врач акушер-гинеколог, практические навыки.

Необходимость практического аспекта подготовки будущих врачей и повышения квалификации действующих специалистов при сохранении должного уровня теоретических знаний является одним из ведущих направлений в области высшего медицинского образования, поэтому теоретическая подготовка должна идти параллельно с имеющимися симуляционными образовательными методами, которые отвечают международным требованиям.

Современные условия позволяют проводить обучение при помощи фантомных тренажеров, что позволяет улучшить качество подготовки специалистов, повысить эффективность обучения и снизить риски при работе с пациентами [1].

Врачи акушеры-гинекологи – специалисты, от знаний и умений которых зависит две жизни: матери и ребенка, поэтому приобретение и совершенствование практических знаний и навыков, в том числе при оказании помощи в различных критических ситуациях, для врачей этой специальности особенно актуально. На кафедре акушерства и гинекологии факультета повышения квалификации и профессиональной переподготовки ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия» Минздрава России, симуляционное обучение используется для обучения не только клинических ординаторов, аспирантов, но и для обучения практикующих врачей, которые хотят пройти переподготовку и расширить знания своей специальности в процессе обучения на циклах непрерывного медицинского образования.

Сотрудниками кафедры разработана программа дополнительного профессионального образования «Актуальные вопросы применения практических навыков в акушерстве и гинекологии» в объеме 36 часов. Необходимость совершенствования профессиональных знаний и получение новой компетенции в рамках имеющейся квалификации врачей акушеров-гинекологов определяют актуальность программы. Специалисты акушерско-гинекологической службы нуждаются в получении и углублении практических навыков по основным профессиональным направлениям с учетом современных научных исследований; новым методам диагностики и лечения, соответствующим современным клиническим рекомендациям и стандартам оказания специализированной помощи по профилю «акушерство и гинекология», приказу МЗ РФ №572н от 01.11.2012 года [2], а также Федеральному закону Российской Федерации №323-ФЗ от 21.11.2011 года [3].

Целью дополнительного профессионального образования является отработка алгоритмов действий каждого обучающегося и бригады в целом с выбором тактики лечения в различных неотложных ситуациях в соответствии с существующими стандартами. Симуляционный курс включает работу по приобретению навыков анализа и критического мышления практического врача акушера-гинеколога, то есть имеет проблемно-ориентированную направленность обучения.

Специалисты акушерско-гинекологической службы в рамках данного курса получают возможность отработать практические навыки с «больным» – медицинским манекеном-симулятором и тренажерами. Преподаватель предлагает обучающимся отработать методы диагностики и лечения, используемые в акушерстве, гинекологии и перинатологии по специально разработанным сценариям. Данный симуляционный курс позволяет врачам акушерам-гинекологам отработать необходимые практические навыки на современных тренажерах и муляжах.

Данный практический цикл позволяет врачу акушеру-гинекологу приобрести и углубить практические навыки работы в ситуациях физиологического, патологического и неотложного акушерства, экстренной гинекологии, то есть тех состояний, которые сопровождаются необходимостью быстрого принятия решения в условиях, максимально приближенных к настоящим. Обучение проходит в симуляционном центре, в специализированных учебных комнатах, которые представляют собой классы, имитирующие родовую, отделения реанимации и интенсивной терапии для беременных и новорожденных, оснащенных мультимедийным оборудованием. Обучение проводится на высокотехнологичных фантомных медицинских тренажерах [4]: компьютерной беспроводной системе симуляции родов «Noelle», имитаторе рождения ребенка «SimOne», мобильном дистанционном манекене новорожденного ребенка для оказания неотложной помощи «NewBorn», мобильном дистанционном манекене женщины для оказания неотложной помощи в команде при различных состояниях, манекене эндоскопических манипуляций, симуляторе для обследования молочных желез, а также тренажерах, предназначенных для отработки различных ма-

нуальных навыков. Обучение на цикле может быть групповым (работа проводится малыми группами по 3–5 человек) или индивидуальным (каждый специалист проходит отдельное обучение). Симуляционное обучение могут пройти врачи акушеры-гинекологи, работающие в родовом блоке и оказывающие неотложную помощь беременным, роженицам, родильницам, а также новорожденным, работающие в гинекологическом отделении и женской консультации. Данный цикл проводится на кафедре акушерства и гинекологии факультета повышения квалификации и профессиональной переподготовки с 2018 года.

В качестве предварительной подготовки обучающиеся проходят дистанционное обучение на платформе Moodle для внеаудиторной учебной работы на сайте ФГБОУ ВО «Ижевской государственной медицинской академии» в разделе кафедры акушерства и гинекологии факультета повышения квалификации и профессиональной переподготовки, рис. 1.

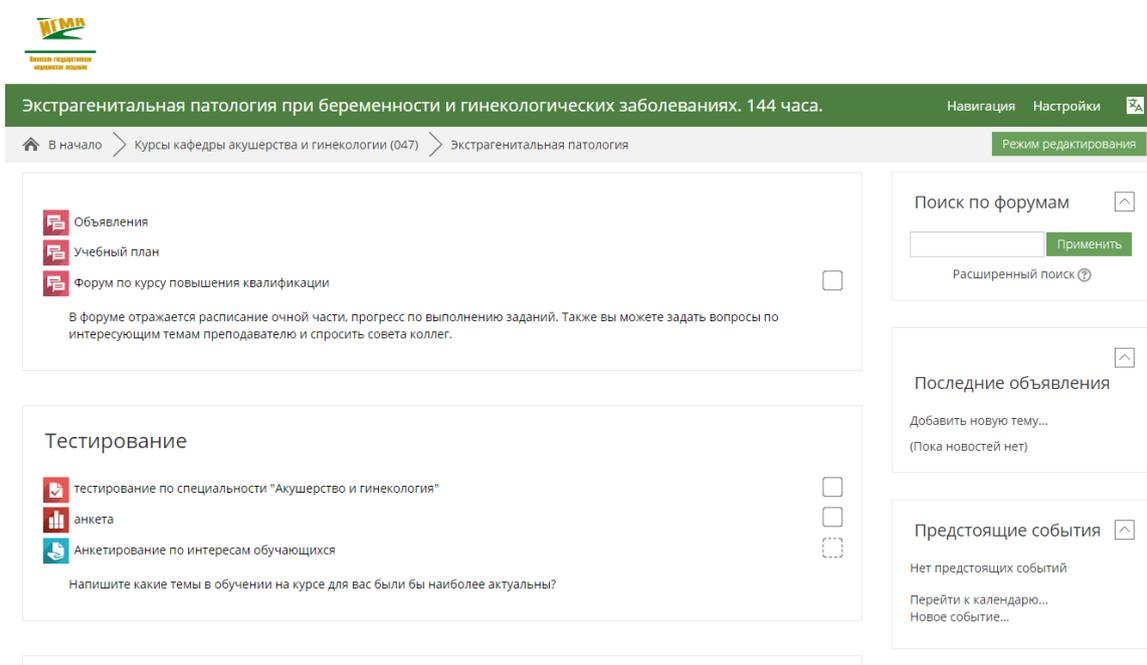


Рис. 1. Внешний вид дистанционного курса на платформе Moodle

Предварительная работа в дистанционном формате представляет собой подготовительный этап, благодаря которому обучающийся может подготовиться к симуляционному (практическому) занятию, отработать последовательность предстоящих алгоритмов и сценариев.

Таким образом, симуляционное обучение в медицинской практике, в том числе в практике врача акушера-гинеколога, является одним из первостепенных направлений в современных образовательных технологиях обучения в медицине и позволяет овладеть практическими навыками, которые способствуют принятию своевременных и результативных решений в трудовой деятельности врача акушера-гинеколога. Обучение на таких фантомных курсах в акушерстве и гинекологии возможно врачами клиническими ординаторами и практикующими врачами акушерами-гинекологами; практические занятия курса носят не только прикладной характер, но и способствуют развитию у обучающегося

клинического мышления, теоретического анализа, а также позволяют приобрести и отработать мастерство работы в команде.

#### Список литературы

1. Кузина, Н. В. Симуляционное обучение при подготовке кадров высшей квалификации и в дополнительном профессиональном образовании: К вопросу о дефинициях и структуре процесса / Н. В. Кузина, Л. Б. Кузина, К. Т. Сулимов // Современное образование. – 2018. – № 2. – С. 118–139.

2. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 1 ноября 2012 г. № 572н «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи по профилю “акушерство и гинекология” (за исключением использования вспомогательных репродуктивных технологий)». – URL: <https://minzdrav.gov.ru/documents/9154-prikaz-ministerstva-zdravoohraneniya-rossiyskoy-federatsii-ot-1-noyabrya-2012-g-572n-ob-utverzhdenii-poryadka-okazaniya-meditsinskoy-pomoschi-po-profilyu-akusherstvo-i-ginekologiya-za-isklyucheniem-ispolzovaniya-vspomogatelnyh-reproduktivnyh-tehnologiy> (режим доступа: открытый).

3. Федеральный закон № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» от 21.11.2011 года. – URL: <https://roszdravnadzor.gov.ru/documents/100> (режим доступа: открытый).

4. Гурьева, В. А. Оптимизация обучения практическим навыкам в акушерстве и гинекологии: от рутинных методов к современным робототехнологиям / В. А. Гурьева, О. В. Ремнева // Симуляционные технологии. – 2019. – № 1. – С. 12–13.

*В. О. Шамсиахметова*, студент кафедры «КРА»,  
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова  
*С. В. Клишин*, канд. техн. наук, доц. кафедры «КРА»,  
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова  
*О. Я. Шамсиахметов*, ст. преподаватель кафедры «КРА»,  
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова,  
kra\_dept@istu.ru

## **Создание имитационной модели нормального алгоритма Маркова (НАМ)**

*Изучение теории алгоритмов и функционирования абстрактных автоматов необходимо закреплять практическими работами – решением задач различного уровня сложности. Наиболее эффективным методом закрепления теоретического материала является создание имитационных моделей абстрактных автоматов Поста, Тьюринга и нормального алгоритма Маркова (НАМ). Модель Маркова хоть и аскетически проста в изложении, вызывает ряд трудностей в ее использовании. Поэтому создание визуальной модели на базе простого языка программирования позволяет легче разобраться с алгоритмами. Авторы предложили реализовать имитационную модель НАМ на базе встроенных комбинационных функций программы MS Office Excel в качестве программных команд. Это позволило сэкономить время на изучении языков высокого уровня и заниматься программированием, сразу сосредоточившись на анализе и структуре самих алгоритмов.*

**Ключевые слова:** теория алгоритмов, нормальный алгоритм Маркова (НАМ), Excel MS Office, имитационная модель, встроенные функции, язык программирования.

### **Введение**

Нормальный алгоритм Маркова – это система последовательных подстановок типа «найти и заменить», которые реализуют конкретные процедуры получения новых слов из базовых образцов, построенных из конечного множества символов заданного алфавита.

Нормальные алгоритмы (НАМ) не выполняют самих вычислений, а лишь задают преобразование слов путем замены символов по заданным правилам.

Для задания НАМ используется алфавит символов (конечное непустое множество), при помощи которого описывается алгоритм. На базе алфавита формируются слова произвольной длины. Под словом понимается любая последовательность непустых символов алфавита или пустой символ, который обозначает пустое слово. Начало и конец слова описывается произвольным символом, не входящим в алфавит.

Для подтверждения правильности составленных алгоритмов на базе НАМ необходимо создать имитационные модели, визуально демонстрирующие вычислительный процесс в операционной среде. При этом модели должны полно-

стью решать поставленные задачи без ошибок и аварийных остановов с любыми контрольными словами из заданного алфавита символов.

### Решение задачи

Для решения задачи необходимо определиться с языком программирования, а также средой для создания имитационной модели.

Так как имитационная модель представляет собой таблицу данных, то средой для конструирования должна быть электронная таблица. Для моделирования задачи используем средства программы Microsoft Office Excel.

В данной программе есть встроенный язык программирования VBA (Visual Basic for Applications), который позволяет решить поставленную задачу. Но для этого необходимы знания элементарных основ языка Бейсик (Basic), а также правила использования языка в редакторе электронных таблиц в качестве приложения.

Лучшим решением данной проблемы является использование встроенных функций в качестве специализированных команд будущего алгоритма НАМ. Данные функции представлены в широком ассортименте в количестве 990 специализированных (алгебраических, статистических, логических и других) функций. Для нашего эксперимента подойдут в основном логические функции. Также для выделения и скрытия элементов вычислительного процесса можно использовать функцию условного форматирования.

Сформулируем простейшую задачу для построения имитационной модели на компьютерном листе табличного редактора, используя возможности встроенных функций и условного форматирования:

Пусть задано слово  $P$  из алфавита символов  $\{a,b,c\}$ . Удалить из этого слова первые символы «а», если они есть в слове.

Имитационная модель должна визуально показывать процесс выполнения нормального алгоритма Маркова по шагам до получения конечного результата.

Используем дополнительный символ, не входящий в алфавит задачи, например решетку “#”. Он нужен для определения начального символа. Для обозначения единичной подстановки используем еще один дополнительный символ, например «Е».

Попробуем решить задачу последовательно. Возьмем случайное слово, составленное из алфавита, например **aabbccaa**. В нем есть две буквы «а» в начале слова.

Предлагается следующий алгоритм выполнения задачи

**aabbccaa**→\***aabbccaa**→**abbccaa**→\***abbccaa**→**bbccaa**→\***bbccaa**→**bbccaa**.

В заданном слове в первом действии выделяется решеткой символ справа, чтобы алгоритм мог работать только с выделенной группой. Вторым действием заменяем решетку и символ «а» пробелом. Третьим действием снова выделяем первый символ справа решеткой, то есть переходим к первому действию. Если же выделенный символ не является «а», то прекращаем работу алгоритма, так как все первые символы «а» удалены.

Составим блок-схему алгоритма задачи (рис. 1).



Рис. 1. Блок-схема алгоритма задачи

Отообразим на листе табличного редактора имитационную модель НАМ, состоящую из нескольких связанных таблиц, представленных на рис. 2.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	№	поиск совпадений	подстановка	единичный цикл		запуск программы	запуск → 1	шаг
2	1	#a				" 1 → старт"	0	0
3	2	#		E			0	
4	3		#			задано число	получено число	
5						aabbccaa	bbccaa	
6								
7								
8								
9					№ шага	Исходное слово		
10						aabbccaa		
11								

Рис. 2. Имитационная модель нормального алгоритма Маркова

Для правильного функционирования НАМ программный код использует номера ячеек. Поэтому произвольно менять местами ячейки в таблицах нельзя. При смене ячеек требуется корректировка программного кода.

Рассмотрим каждую из таблиц, изображенную на рис. 2.

Основная таблица подстановок НАМ на основании разработанного алгоритма для задачи **aabbccaa** → **bbccaa** представлена на рис. 3.

	A	B	C	D
1	№	поиск совпадений	подстановка	единичный цикл
2	1	#a		
3	2	#		E
4	3		#	

Рис. 3. Таблица подстановок НАМ

В первом столбце идет нумерация каждой подстановки в НАМ. В данном случае их три. Количество строк определяется сложностью задачи и является величиной неограниченной.

Во втором столбце указываются символы совпадения в проверяемом числе.

В третьем столбце показаны варианты подстановок для найденных совпадений.

Четвертый столбец показывает количество циклов подстановок (единичный или многократный циклы).

Вспомогательная таблица запуска программ представлена на рис. 4:

F	G	H
запуск программы	запуск→1	шаг
"1--> старт"	0	0

Рис. 4. Таблица запуска алгоритма

В данной таблице в ячейке F2 указывается программным способом состояние выполнения алгоритма (начало-конец). Для выполнения данного действия необходимо составить подпрограмму по следующей блок-схеме (рис. 5).

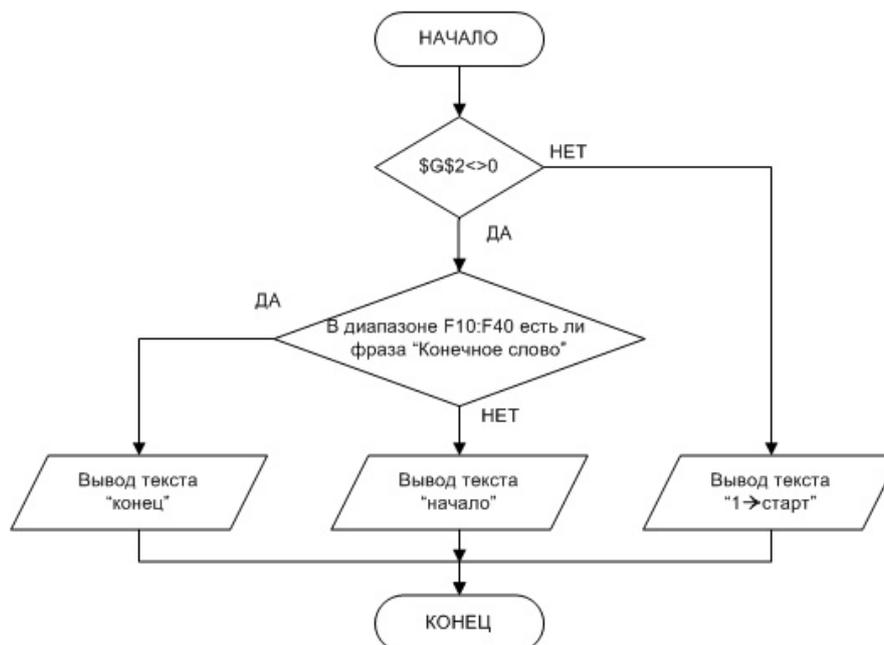


Рис. 5. Блок схема ячейки F2

Используя встроенные функции в программе MS Excel и блок-схему, можно составить следующую цепочку логических функций:

**=ЕСЛИ(\$G\$2;ЕСЛИ(СЧЁТЕСЛИ(F10:F40;"Конечное слово"); "конец"; "начало");""1→старт")**

Ячейка G2 используется для старта алгоритма выполнения задачи (записывается в ячейку «1») или останова (записывается в ячейку «0»).

В ячейке H2 размещается программный счетчик, работающий по следующей блок-схеме (рис. 6).

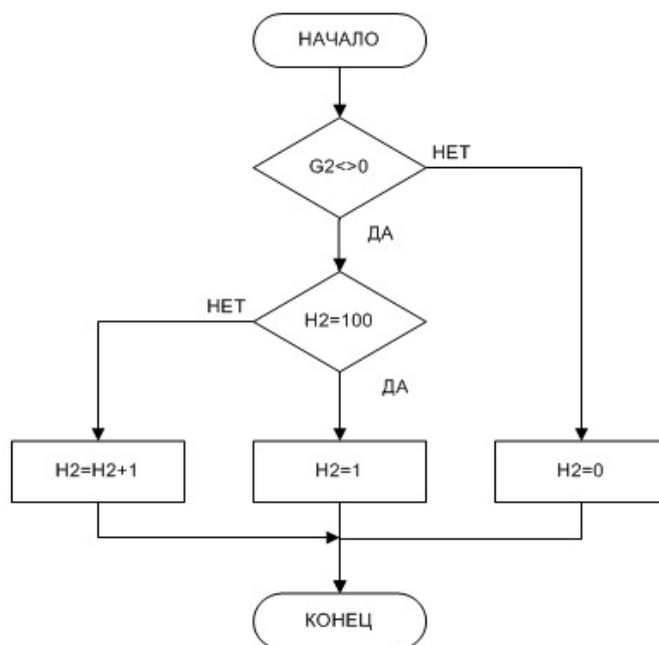


Рис. 6. Блок-схема ячейки H2

Используя встроенные функции в программе MS Excel и блок-схему, можно составить следующую цепочку логических функций:

**=ЕСЛИ(G2; ЕСЛИ(H2=100;H2+1;0)**

Чтобы в ячейке F2 правильно отображалась информация, необходимо применить условное форматирование (выделение объектов цветом и шрифтом).

Для этого надо создать два правила.

Первое правило =F\$2= “начало” (цвет ячейки выбрать желтый и шрифт по умолчанию).

Второе правило =F\$2= “конец” (цвет ячейки выбрать красный и шрифт по умолчанию).

Таблица исходной задачи показывает начальное и конечное слово в ходе решения задачи (рис. 7).

Решение задачи представляет собой таблицу из трех столбцов (рис. 8).

<b>задано число</b>	<b>получено число</b>
<b>aabbccaa</b>	<b>bbccaa</b>

Рис. 7. Таблица исходной задачи

№ шага	Исходное слово
	aabbccaa

Рис. 8. Таблица решения задачи

В данной таблице в ячейке F11 указывается программным способом нормальный алгоритм Маркова. Для выполнения данного действия необходимо составить подпрограмму по следующей блок-схеме (рис. 9).

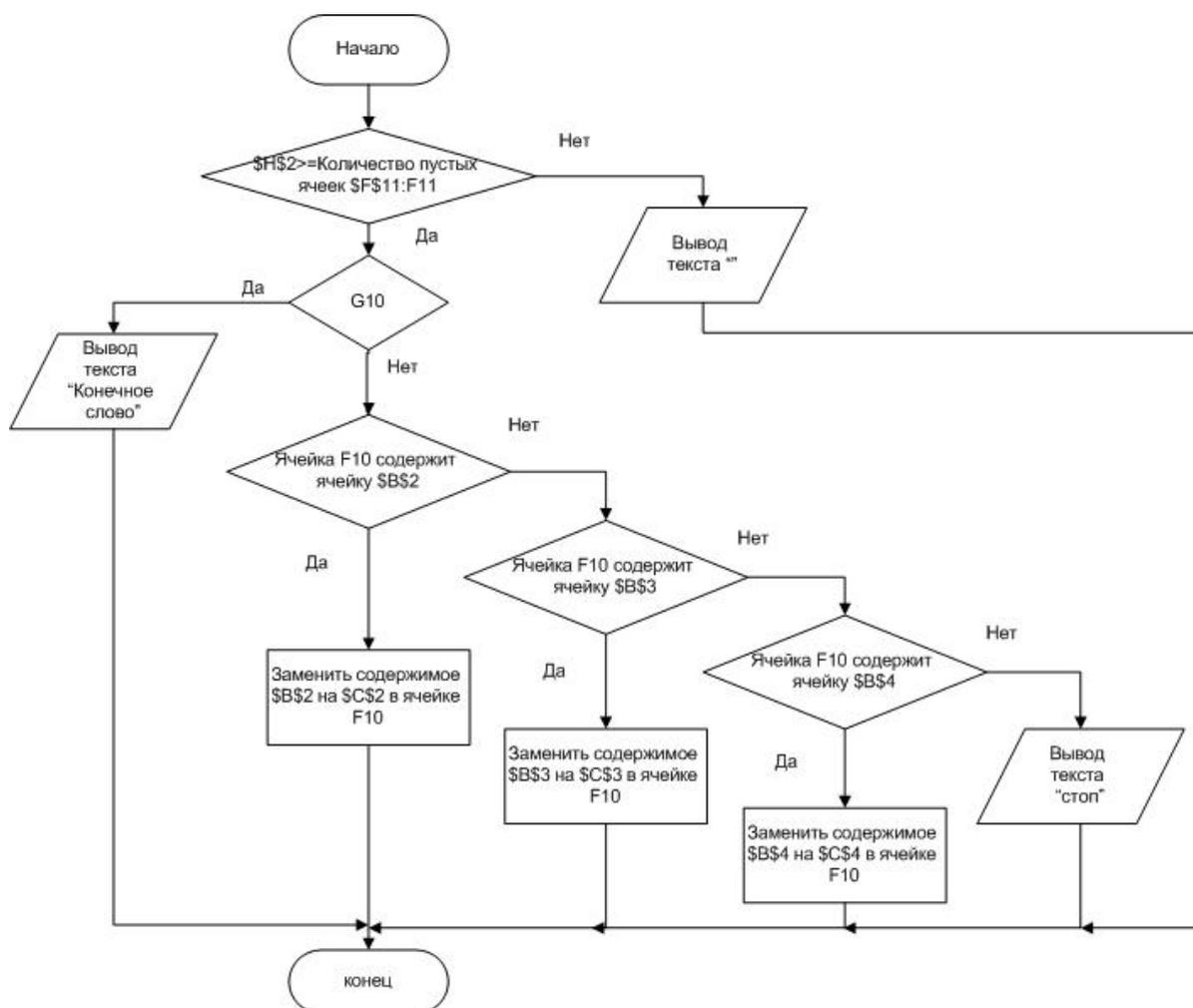


Рис. 9. Блок-схема ячейки F11

Используя встроенные функции в программе MS Excel и блок-схему, можно составить следующую цепочку логических функций:

**=ЕСЛИ(\$H\$2>=СЧЁТЗ(\$F\$11:F11);ЕСЛИ(G10=1;"Конечное слово"; ЕСЛИ(ЕЧИСЛО(ПОИСК(\$B\$2;F10;1));ЗАМЕНИТЬ(F10;ПОИСК(\$B\$2;F10;1);ДЛСТР(\$B\$2);\$C\$2);ЕСЛИ(ЕЧИСЛО(ПОИСК(\$B\$3;F10;1));ЗАМЕНИТЬ(F10;ПОИСК(\$B\$3;F10;1);ДЛСТР(\$B\$3);\$C\$3);ЕСЛИ(ЕЧИСЛО(ПОИСК(\$B\$4;F10;1));ЗАМЕНИТЬ(F10;ПОИСК(\$B\$4;F10;1);ДЛСТР(\$B\$4);\$C\$4);"стоп"))));""**

Цепочка формул требует особого внимательного составления. Отсутствие знаков препинания и других элементов отдельных функций приводит к ошибочному результату.

Содержимое ячейки F11 необходимо скопировать в ячейки F12:Fxx. Крайняя ячейка Fxx определяется шагами программы. Обычно выбирается с запасом.

Чтобы избежать ошибок при копировании формул, используют прием в программе Excel, который называется «протаскивание».

Ячейка G11 программным способом проверяет каждый шаг программы на цикличность (одиночный или многократный цикл). Действие алгоритма представлено на блок-схеме (рис. 10).

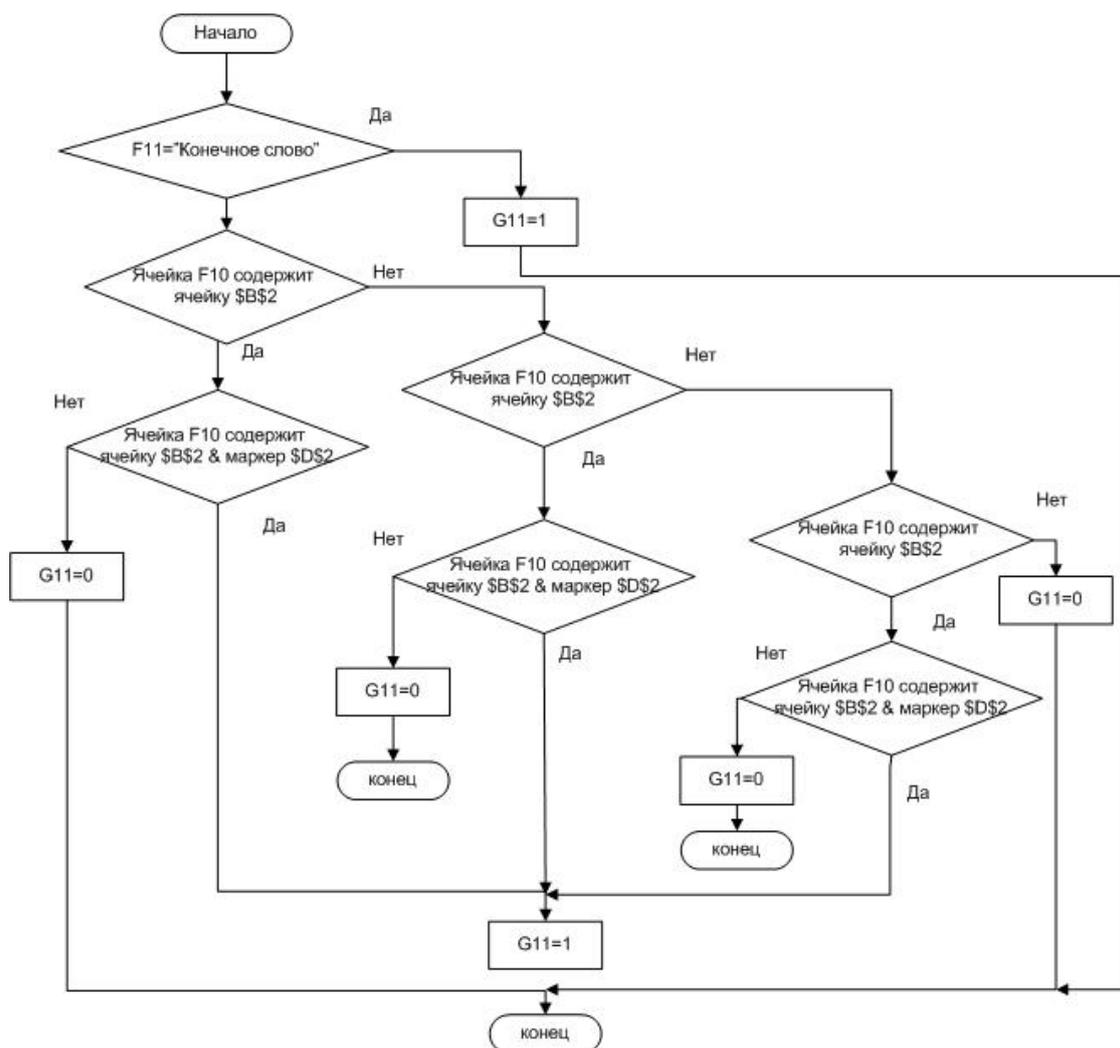


Рис. 10. Блок-схема ячейки G11

Запишем функцию, описывающую алгоритм проверки цикличности:

**=ЕСЛИ(F11="Конечное слово";1;ЕСЛИ(ЕЧИСЛО(ПОИСК(\$B\$2;F10;1));  
ЕСЛИ(И(ЕЧИСЛО(ПОИСК(\$B\$2;F10;1));ЕТЕКСТ(\$D\$2));1;0); ЕС-  
ЛИ(ЕЧИСЛО(ПОИСК(\$B\$3;F10;1)**

Заполняем ячейки G11: Gxx методом протаскивания.

В ячейке E11 содержится алгоритм счета шагов выполнения задачи. Данный алгоритм представлен на блок-схеме (рис. 11).

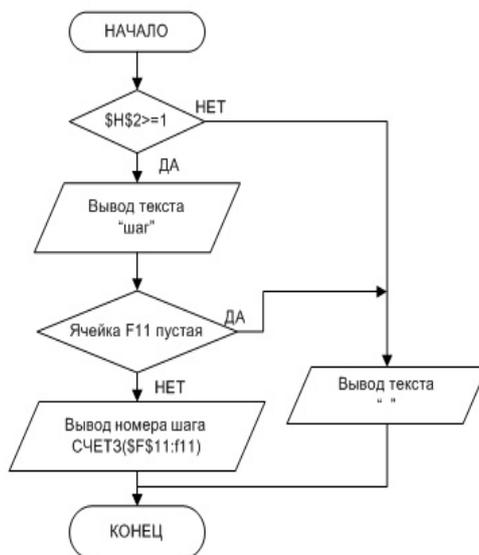


Рис. 11. Блок схема ячейки E11

Программная реализация алгоритма подсчета шагов представлена следующей функцией:

**=ЕСЛИ(\$N\$2 >= 1; "шаг " & ЕСЛИ(ЕПУСТО(F11); "");  
СЧЁТЗ (\$F\$11:F11) ; "")**

Заполняем ячейки E11 : Exx методом протаскивания.

Для ячеек F11:Fxx используем правило условного форматирования =\$F\$11="Конечное слово" (установим цвет шрифта красный), а также применим это правило для всех ячеек F11:Fxx.

Вспомогательные ячейки G11:Gxx необходимо скрыть, установив цвет шрифта белым.

Запуск алгоритма решения задачи осуществляется вводом в ячейку G2 числа «1». Далее, многократно нажимая клавишу на клавиатуре компьютера F9, выполняют циклы итераций, имитируя выполнения программы по шагам.

В программе MS Excel установлена защита от неуправляемых циклических ссылок, приводящих к зависанию программы. В данном случае циклические ссылки управляемые и данное ограничение необходимо отключить в настройках параметров. Для этого необходимо в разделе «Формулы» включить итеративные вычисления.

Готовая модель нормального алгоритма Маркова представлена на рис. 12.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	№	поиск совпадений	подстановка	единичный цикл		запуск программы	запуск →1	шаг
2	1	#a				начало	1	7
3	2	#		E				0
4	3		#			задано число	получено число	
5						aabbccaa	bbccaa	
6								
7								
8								
9								
10						№ шага	Исходное слово	
11						шаг 1	aabbccaa	
12						шаг 2	#aabbccaa	
13						шаг 3	abbccaa	
14						шаг 4	#abbccaa	
15						шаг 5	bbccaa	
16						шаг 6	#bbccaa	
17						шаг 7	bbccaa	
18						шаг 7	Конечное слово	

Рис. 12. Готовая модель нормального алгоритма Маркова

## Выводы

Разработанная визуальная модель нормального алгоритма Маркова выполняет поставленную задачу для любого исходного слова в заданном по условию алфавите. Активное использование данных моделей на базе программных функций Excel MS Office ограничивается громоздкостью подключаемых комбинационных функций, особенно с увеличением исходной таблицы подстановок. Но как учебный вариант для изучения теории абстрактных автоматов позволяет развить у обучающихся системный подход к программированию и разработке программ в ограниченной по возможностям программной среде.

Предложенный метод создания имитационных моделей применяется в лабораторном практикуме для учебных целей на кафедре «Конструирование радиоэлектронной аппаратуры» в ИжГТУ имени М. Т. Калашникова.

## Список литературы

1. Род Стивенс, Алгоритмы. Теория и практическое применение. – Москва : Эксмо, 2016. – 544 с.
2. Лада Рудикова, Microsoft Office Excel 2019. – Санкт-Петербург : Издательство БХВ-Петербург, 2020. – 624 с.
3. Кудинов, Ю. И. Практикум по основам современной информатики / Ю. И. Кудинов, Ф. Ф. Пашенко, А. Ю. Келина. – Санкт-Петербург : Лань, 2011. – 352 с.
4. Любимский, Э. З. Программирование / Э. З. Любимский, В. В. Мартынюк, Н. П. Трифонов. – Москва : Наука, 1980.
5. Марков, А. А. Теория алгоритмов / А. А. Марков, Н. М. Нагорный. – Москва : ФАЗИС, 1996.

В. В. Шемякина, магистрант, АО «Элеконд», varvara.shemyakina@bk.ru  
Г. С. Безкривный, инженер-технолог, АО «Элеконд»  
С. В. Гультияев, инженер-химик, АО «Элеконд»

## **Конденсатор с двойным электрическим слоем. Разработка и производство**

*Данная статья посвящена рассмотрению результатов разработки конденсатора с двойным электрическим слоем (ДЭС), анализу и принципу его работы. Приведены состав и параметры рабочего электролита, обеспечивающего надежную работу конденсатора с ДЭС на всем диапазоне рабочих температур от  $-50$  до  $+65$  С. В работе дан анализ и сравнение основных характеристик разработанных конденсаторов с ДЭС с зарубежными аналогами.*

**Ключевые слова:** конденсатор с двойным электрическим слоем, конструкция, принцип работы, электроды, сепаратор, электролит.

### **Введение**

Базовыми и перспективными элементами, необходимыми практически во всех электронных схемах радиоэлектронной аппаратуры, являются конденсаторы с ДЭС, использование которых в качестве альтернативных электрохимических накопителей энергии возможно при обеспечении высокой плотности запасаемой в них энергии [1]. Высокие показатели мощности, энергоемкости и надежности позволяют применять конденсаторы с ДЭС в составе разнообразного электротехнического оборудования (в источниках бесперебойного питания резервных силовых установок, системах компенсации пиковой мощности), в качестве автономных источников электрической энергии и в иных приборах, где возникает потребность быстродействующего источника [2].

Основными производителями конденсаторов с ДЭС на мировом рынке являются ф. Cooper Bussmann (серия HV), США; ф. Vina Tech (серия WEC), Ю. Корея; ф. Samwha (DS), Ю. Корея; ф. Maxwell (серия BSA), США; АО «Элеконд» (серия K58-...), Россия.

### **Конструкция и принцип работы**

Конденсаторы с ДЭС – накопители электрической энергии, которые по техническим характеристикам находятся между конденсаторами и аккумуляторами. Конструктивно конденсатор с ДЭС представляет собой два электрода из нанопористых углеродных материалов, погруженных в электролит и разделенных между собой диэлектрическим сепаратором, который предотвращает короткое замыкание. Накопление энергии происходит за счет возникновения двойного электрического слоя на границе электрода и электролита. Высокая энергоемкость достигается благодаря двум основным факторам: крайне малой толщине ДЭС (физический эквивалент расстояния между обкладками конденсатора обычной конструкции) и пористой структуре электродов (что позволяет увеличить эффективную площадь поверхности). В процессе зарядки конденса-

тора с ДЭС случайно расположенные в электролите ионы под действием электрического поля перемещаются по направлению к электроду противоположной полярности. Этот процесс представляет собой чисто физическое явление, а не химическую реакцию и является полностью обратимым [3]. Поэтому конденсаторы с ДЭС обладают большим ресурсом (как по количеству циклов заряд-разряд, так и по продолжительности хранения и использования), чем любые существующие аккумуляторные батареи и не требуют обслуживания на протяжении всего срока службы.

В данной статье рассмотрены результаты исследований, направленные на разработку и производство конденсатора с ДЭС номинальным напряжением 2,7 В, номинальными емкостями от 1 до 100 Ф, диапазоном температуры среды при эксплуатации от  $-50$  до  $+65$  °С, стойким к механическим факторам, с длительным сроком службы. Внешний вид конденсатора с ДЭС К58-26 показан на рис. 1 [4].

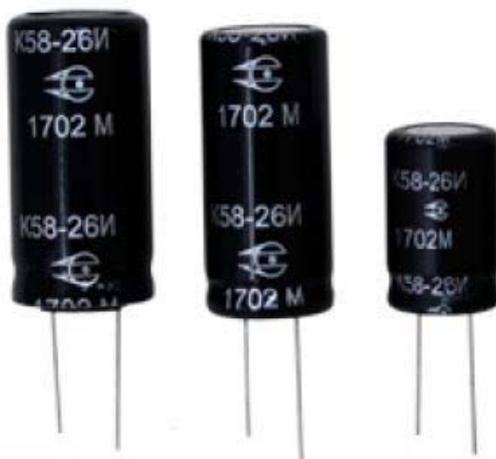


Рис. 1. Внешний вид конденсатора с ДЭС К58-26

Коллективом молодых специалистов под руководством опытных коллег АО «Элеконд» разработана серия конденсаторов ДЭС К58-26 категории качества «ОТК». Серийный запуск ведется с 2017 года.

Конструкция конденсатора с ДЭС К58-26 (см. рис. 2) приближена к конструкции импортных конденсаторов, что позволяет потребителям, не меняя конструкторской документации, применять их в своих изделиях. Конструкция представляет собой намотанную секцию, пропитанную электролитом и помещенную в цилиндрический алюминиевый корпус. Секция состоит из двух электродов на основе нанопористых углеродных материалов, разделенных друг от друга двумя целлюлозно-бумажными прокладками-сепараторами. Токосъем осуществляется с помощью составного проволочного вывода, соединенного с электродной пластиной.

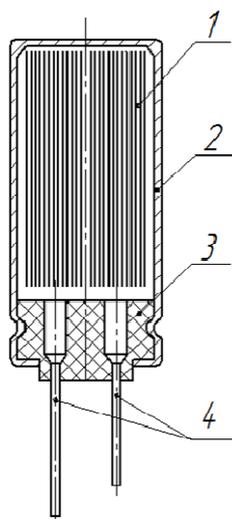


Рис. 2. Конструкция конденсатора с ДЭС К58-26: 1 – секция; 2 – алюминиевый корпус; 3 – втулка резиновая; 4 – составной проволочный вывод

### Электроды

Высокая плотность запасаемой энергии в конденсаторах с ДЭС обеспечена использованием наноструктурированных материалов в составе материалов электродов, что позволяет значительно увеличить эффективную площадь поверхности электродов. Наноматериалы, обладающие большой удельной площадью поверхности, а также особой морфологией поверхности, способны не только заметно увеличить плотность мощности, плотность энергии, но и скорость зарядки/перезарядки конденсатора с ДЭС [5]. Важен размер пор материала электродов: при больших размерах уменьшается площадь активной поверхности, а при малых – в поры не попадают относительно большие носители заряда (ионы электролита), которые к тому же зачастую окружены молекулами растворителя.

В разработке применены электроды, представляющие собой алюминиевую фольгу с нанесенным с двух сторон углеродным покрытием на основе нанопористого материала, со значением удельной емкости 17 Ф/куб. см и плотности 0,55 г/куб. см.

### Сепаратор

При выборе сепаратора главными требованиями являются способность проводить ионы рабочего электролита, стойкость к его компонентам, предотвращение короткого замыкания. При разработке конденсатора с ДЭС применена бумага конденсаторная толщиной не более 30 мкм и плотностью не более 0,45 г/куб. см, пределом прочности на разрыв 7,8 Н/15 мм.

### Электролит

Для создания конденсаторов с большими удельной мощностью, удельной запасаемой энергией и надежностью необходимо, чтобы используемый в них электролит обладал высокой концентрацией подвижных ионов, низкими сопротивлением, достаточно широким диапазоном эксплуатационных температур, высоким значением напряжения разложения и выдерживал локальные перегревы, которые происходят при разрядке большими токами [6].

Надежную работу конденсатора с ДЭС К58-26 на всем диапазоне рабочих температур от  $-50$  до  $+65$  °С обеспечивает рабочий электролит, а точнее его состав. Состав рабочего электролита для конденсаторов с ДЭС представлен в табл. 1 [7].

**Таблица 1. Состав рабочего электролита**

Наименование компонента	Содержание компонента, %
Ацетонитрил	30–78
Пропионитрил	5–35
Соль четвертичного алкиламмония и/или ионная жидкость	12–47
Нитробензиловый спирт	0,1–15

На электрические характеристики конденсатора с ДЭС также влияет остаточная влажность как в рабочем электролите, так и в самом конденсаторе с ДЭС. Соотношения компонентов, указанные в табл. 1, были оптимизированы, что позволило получить электролит для конденсатора с ДЭС с низким эквивалентным последовательным сопротивлением на номинальное напряжение 2,7 В. Параметры данного электролита отражены в табл. 2 [7].

**Таблица 2. Параметры рабочего электролита**

Параметр электролита	Значение параметра
Удельная электропроводность, мСм/см	
– при температуре $+25$ °С	Не менее 36
– при температуре $-55$ °С	Не менее 13
Содержание воды, ppm	Не более 20

### **Характеристики и сравнение**

В табл. 3 приведено сравнение основных характеристик разработанных АО «Элеконд» конденсаторов с ДЭС К58-26 на примере конденсатора номиналом  $2,7 \text{ В} \times 25 \text{ Ф}$  [4] с зарубежными аналогами [8–10].

**Таблица 3. Сравнение основных характеристик разработанного конденсатора с ДЭС с зарубежными аналогами**

Параметр	Cooper Bussmann, HV	Vina Tech, WEC	Maxwell, BCA	АО «Элеконд», К58-26
Номинальное напряжение, В	2,7	2,7	2,7	2,7
Номинальная емкость, Ф	25	25	25	25
Эквивалентное последовательное сопротивление постоянному току, мОм, не более	27	30	16	27
Ток утечки при температуре $25$ °С, мкА, не более	45	50	49	65
Диапазон рабочих температур среды при эксплуатации, °С	$-40 \dots +65$	$-40 \dots +65$	$-40 \dots +65$	$-50 \dots +65$
Допускаемое отклонение емкости, %	$-10 \dots +30$	$-10 \dots +30$	$\pm 20$	$+50 \dots -20$ , $\pm 20$

При близких значениях эквивалентного последовательного сопротивления постоянному току и при том же допустимом отклонении емкости конденсаторы с ДЭС К58-26 имеют длительный срок службы 25 лет [4] в отличие от зарубежных аналогов, у которых срок службы не превышает 10 лет [8–10].

Разработанные конденсаторы с ДЭС К58-26 находятся на уровне лучших мировых аналогов, а по ряду показателей превышают их. Так, ряд емкостей разрабатываемых конденсаторов шире (см. табл. 4, [4, 8–10]), диапазон рабочей температуры среды при эксплуатации и хранении расширен в область отрицательных температур.

**Таблица 4. Сравнение ряда номинальных емкостей разработанного конденсатора с ДЭС К58-26 с характеристиками аналогов**

Конденсатор с ДЭС	Номинальная емкость, Ф							
	1	3	5	10	15	25	50	100
Cooper Bussmann, HV								
Vina Tech, WEC								
Maxwell, BCA								
АО «Элеконд», К58-26								

### **Заключение**

Разработка и применение малогабаритных конденсаторов с ДЭС К58-26 позволила значительно улучшить тактико-технические характеристики радиоэлектронной аппаратуры, а именно:

- улучшить массогабаритные характеристики;
- улучшить качество и надежность;
- снизить применение конденсаторов с ДЭС зарубежного производства;
- расширить диапазон температур эксплуатации.

В настоящее время перспективным направлением является разработка рабочего электролита, обеспечивающего номинальное напряжение и работоспособность конденсаторов с двойным электрическим слоем в диапазоне рабочих температур от  $-70$  до  $+65$  С. Конденсаторы с ДЭС с расширенным диапазоном рабочих температур в области отрицательных температур являются конкурентоспособными на мировой рынок конденсаторостроения. Освоение такого типа конденсаторов позволит расширить область применения современной радиоэлектронной аппаратуры в условиях Арктики и повысить конкурентоспособность изделий данного типа.

### **Список литературы**

1. Устройство суперконденсатора // Корпорация IP. 2015-2020. – URL: <http://ultracap.ru/ultracapacitors/introduction> (дата обращения 23.11.2020).
2. Воробьев, А. Ю. Технологические основы создания углеродных электродов суперконденсаторов с применением нанотрубок : дис. ... канд. техн. наук: 05.27.01 / А. Ю. Воробьев. – Воронеж, 2016. – 208 с.

3. Ионисторы (суперконденсаторы) и модули на их основе // АО «Элеконд». 2019-2020. – URL: <https://www.elecond.ru/PDF/booklet%20elecond%20supercapacitors%202019.pdf> (дата обращения: 23.11.2020).
4. Суперконденсатор K58-26 ОТК // АО «Элеконд». 2018–2020. – URL: <https://www.elecond.ru/production/capacitors/super/k58-26> (дата обращения: 23.11.2020).
5. Сычёв, В. В. Нанотехнологии для энергосбережения: прогноз наиболее значимых областей исследования / В. В. Сычёв // Российский химический журнал (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д. И. Менделеева). – 2008. – Т. LI, № 6. – С. 118–128.
6. Пат. 2552357 Российская Федерация, МПК H01G 9/028, H01G 9/035. Электролит для суперконденсатора / Уваров Н. Ф., Брежнева Л. И., Улихин А. С., Матейшина Ю. Г.; заявитель и патентообладатель МСД Текнолоджис частная компания с ограниченной ответственностью (LU). – № 2014114709/04; заявл. 11.04.14; опубл. 10.06.15, Бюл. № 16.
7. Пат. 2612192 Российская Федерация, МПК H01G 9/145, H01G 11/58. Рабочий электролит для конденсаторов с двойным электрическим слоем, способ его приготовления и конденсатор с этим электролитом / Суханова Л. А., Степанов А. В., Мехряков А. Я., Волкова Л. П., Никулин Д. С.; заявитель и патентообладатель открытое акционерное общество «Элеконд». – № 2015156740; заявл. 28.12.15; опубл. 03.03.17, Бюл. № 7.
8. HV Supercapacitor // Eaton. 2020. URL: <https://www.eaton.com/us/en-us/catalog/electronic-components/hv-supercapacitor> (дата обращения: 25.11.2020).
9. Supercapacitor // VINA Tech Co., Ltd. 2019. – URL: <https://www.vina.co.kr/rus/product/supercapacitor-2v7.php> (дата обращения: 25.11.2020).
10. Standard Series // MAXWELL TECHNOLOGIES, INC. 2020. URL: <https://www.maxwell.com/products/ultracapacitors/cells> (дата обращения: 25.11.2020).

Е. Г. Шиляева, канд. мед. наук, ассистент, ФГБОУ ВО «ИГМА» МЗ РФ  
Ф. К. Тетелютина, д-р мед. наук, проф., ФГБОУ ВО «ИГМА» МЗ РФ  
Е. Д. Копысова, канд. мед. наук, ассистент, ФГБОУ ВО «ИГМА» МЗ РФ  
Н. Н. Бушмелева, д-р мед. наук, доц., ФГБОУ ВО «ИГМА» МЗ РФ  
Н. А. Уракова, канд. мед. наук, доц., ФГБОУ ВО «ИГМА» МЗ РФ  
Е. Е. Горбунова, канд. мед. наук, ассистент, ФГБОУ ВО «ИГМА» МЗ РФ  
Ижевская государственная медицинская академия МЗ РФ,  
кафедра акушерства и гинекологии ФПК и ПП

### **Опыт использования дистанционных технологий при повышении квалификации по специальности «Акушерство и гинекология»**

*В работе рассматриваются аспекты, связанные с особенностями применения дистанционных форм обучения в высших медицинских учебных учреждениях. Показано, что наряду с возможностью выбора более удобного времени для обучения курсантов показатели усвоения информации оказались более низкими, чем при очной форме обучения.*

**Ключевые слова:** дистанционные технологии, повышение квалификации, онлайн-обучение.

Высшее медицинское образование должно быть качественным, ведь от этого в дальнейшем будет зависеть здоровье человека. Невозможно стать хирургом, терапевтом, кардиологом или стоматологом только на базе теоретической подготовки. Поэтому базовое высшее медицинское образование в России можно получить только путем очного обучения в вузе. Есть единичные медицинские специальности, по которым можно получить медицинское образование заочно.

Повышение квалификации по медицинским специальностям, в том числе по специальности «Акушерство и гинекология», реализуется в соответствии с Приказом МЗ РФ от 3 августа 2012 г. N 66 н «Об утверждении Порядка и сроков совершенствования медицинскими работниками и фармацевтическими работниками профессиональных знаний и навыков путем обучения по дополнительным профессиональным образовательным программам в образовательных и научных организациях» и, как правило, происходит с помощью обучения слушателей в образовательных и научных организациях по дополнительным профессиональным образовательным программам. При этом основные формы обучения, изложенные в вышеуказанном приказе, включают в себя: повышение квалификации, профессиональную переподготовку и стажировку. Такая форма обучения (повышение квалификации) предполагает как полный отрыв от работы, так и частичный отрыв от работы, а также включает и частичное использование дистанционного формата. В программах повышения квалификации дистанционная часть занимает до 20 %, приоритет отдается практическим заняти-

ям на клинических базах кафедры и в условиях симуляционного обучения. По окончании цикла повышения квалификации курсанты сдают практические навыки на симуляторах по основным практическим станциям в «Акушерстве и гинекологии».

Возможность применения дистанционной формы обучения в высших медицинских учебных учреждениях остается спорным вопросом [1]. В данной форме обучения есть положительные стороны и свои недостатки. Преимуществом дистанционного образования является возможность обучения сразу большого количества студентов, слушателей, что позволяет облегчить учебный процесс, обучение с использованием современных технических средств и программ делает электронное образование более эффективным и недорогим относительно классического очного обучения, это становится возможным за счет снижения транспортных расходов, связанных с переездом и проживанием в другом городе, а также благодаря снижению расходов на организацию учебного очного курса. Наряду с этим дистанционное обучение позволяет решить проблемы обучения без отрыва от работы (появляется возможность у обучаемых специалистов совмещать дистанционную учебу с работой в различное время суток и расписанием их возможных дежурств).

Однако жизнь внесла свои коррективы, и вынужденный режим самоизоляции позволил по-новому пересмотреть обучение в дистанционном формате. В данной статье затронут аспект того, как складывается обучение акушеров-гинекологов в условиях самоизоляции в нашей стране и в мире.

Благодаря современным технологиям на сегодняшний день существует возможность предоставить ресурсы для удаленной коммуникации сотрудников любых организаций. Это оказалось чрезвычайно актуальным в условиях вынужденной самоизоляции, в условиях влияния коронавируса COVID-19 на территории РФ в 2020 году.

В режиме самоизоляции и в ситуации экстренного перехода на «дистант» педагогам пришлось самостоятельно осваивать новые компетенции: применение дистанционных технологий, разработка дистанционных программ обучения, консультирование курсантов по организации процесса обучения. Все педагоги за короткий период времени перенесли максимально весь процесс образования на обучающие платформы, проведение лекционных и практических занятий с использованием платформы ФГБОУ ВО «ИГМА» МЗ РФ [e-learning.igma.ru](http://e-learning.igma.ru), а также на платформы онлайн-занятий. Для проведения практических занятий в ряде случаев использовалась платформа конференции в Zoom, которая объединяет более 10–20 удаленных курсантов и преподавателя. Онлайн-платформа Zoom позволяет концентрировать внимание слушателей на высказывании говорящего в данный момент человека, который выводится на экран, что позволяет преподавателю и слушателям иметь обратную связь в рамках каждого занятия.

Занятие на онлайн-платформе требуют определенных навыков и умений от педагога (технических знаний, педагогического мастерства – ведения диалога).

Весь период обучения педагоги ежедневно поддерживали связь с курсантами, коллегами и курировали образовательный процесс.

Более 80 % опрошенных курсантов ответили, что использование дистанционного формата образования было для них более удобным, так как позволяло спланировать рабочее время и пройти обучение в освободившееся время. Однако показатель усвоения информации был более низким, чем при очной форме обучения.

Всем участникам пришлось подстраиваться под ситуацию и использовать все доступные ресурсы. Большинство педагогов отмечают, что формат занятий в дистанционной форме нашел отклик у врачей. Но была категория врачей, которым требовалась помощь при работе с компьютером, когда они сами не могли заниматься.

Практически все педагоги столкнулись с проблемой нехватки материально-технических ресурсов – отсутствие техники, интернета и специальных программ.

Таким образом, можно говорить о том, что в современных условиях предлагаются широкие возможности и сервисы для обеспечения качественного дистанционного медицинского обучения, а также повышения квалификации по различным медицинским направлениям, в том числе по специальности «Акушерство и гинекология». Можно предположить, что развитие современных технологий и методов дистанционного образования в ближайшее время будут повсеместно внедрены в учебный процесс высших медицинских учебных учреждений.

#### **Список литературы**

1. *Марухно, В. М.* Дистанционное образование в медицине // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – № 4-2. – С. 154–156.

## Содержание

<i>Алыпина А. А., Седова А. В.</i> Творческий метод Николая Ладовского: век спустя.....	3
<i>Благодатский Г. А., Копысов А. Н., Хворенков В. В., Батулин А. С.</i> Разработка метода принятия решений об эффективных маршрутах передачи информации в гетерогенной среде приемников-передатчиков .....	11
<i>Верняева Р. А.</i> Статистически значимые триграммы с компонентом <i>уши</i> в древнерусских летописях.....	21
<i>Галиахматов М. Р., Черепанов С. С.</i> Виртуальный расходомер в реальном времени для мониторинга дебита скважины .....	26
<i>Главатских О. Б., Пушина Н. Н., Пониткин М. В.</i> Содержание и сущность трудовой мотивации как функции управления персоналом .....	30
<i>Главатских О. Б., Соловьева О. М.</i> Модернизация технологий организации труда в результате проведения кадрового аудита .....	36
<i>Евсюгина В. А., Макаров А. Д., Пешкова Д. А., Федорова А. А., Шарафеева Д. А., Седова А. В.</i> Анализ формообразования и полихромии урбанизированной среды на примере Первомайского района города Ижевска.....	42
<i>Егоров А. В., Канаков И. Д., Кислякова Ю. Г., Симченко О. Л., Чазов Е. Л.</i> Исследование технологии струйной цементации грунтов для увеличения несущей способности фундаментов на естественном основании .....	50
<i>Казанцев С. В., Корепанов А. С.</i> Разработка высокотемпературного погружного блока по техническим требованиям ПАО «Лукойл» и ПАО «НК «Роснефть» .....	55
<i>Клабуков И. П., Четвериков А. А.</i> Исследование возможности применения литий-ионных аккумуляторных батарей с номинальными напряжениями 7,4; 11,1; 14,8 В для электропитания портативных радиостанций.....	59
<i>Кудрина М. А., Касаткина Е. В., Нефедов Д. Г.</i> Моделирование транспортных потоков на примере дорожной системы одного из районов города Ижевска .....	67
<i>Лопатин В. В., Хворенков В. В., Корнеев С. А.</i> Оценка влияния размеров и способа включения микрополоскового полосно-пропускающего фильтра с одиночным резонатором на параметры АЧХ и КСВ.....	73
<i>Палабугин М. В., Усольцев В. П.</i> Исследование системы анализа дефектов драгоценных камней .....	79
<i>Первякова Ю. А.</i> Разработка конструкции понижающего конвертера Ка-диапазона бортового ретрансляционного комплекса.....	84
<i>Сахапов Б. Р., Галиахметов Р. А.</i> Исламский банкинг в современной цифровой экономике .....	90
<i>Старцев А. И., Вологдин С. В.</i> Технологическое решение внедрения SCADA-системы как метода эффективной организации и ведение специализированного информационного обеспечения на теплоснабжающем предприятии .....	98
<i>Тетелютина Ф. К., Копысова Е. Д., Бушмелева Н. Н., Уракова Н. А., Горбунова Е. Е., Шиляева Е. Г.</i> Симуляционное обучение врачей акушеров-гинекологов Удмуртской Республики .....	104
<i>Шамсияхметова В. О., Клишин С. В., Шамсияхметов О. Я.</i> Создание имитационной модели нормального алгоритма Маркова (НАМ) .....	108
<i>Шемякина В. В., Безкривный Г. С., Гультияев С. В.</i> Конденсатор с двойным электрическим слоем. Разработка и производство .....	117
<i>Шиляева Е. Г., Тетелютина Ф. К., Копысова Е. Д., Бушмелева Н. Н., Уракова Н. А., Горбунова Е. Е.</i> Опыт использования дистанционных технологий при повышении квалификации по специальности «Акушерство и гинекология».....	123

*Электронное научное издание*

«МОЛОДЕЖЬ И ИННОВАЦИИ:  
РАЗВИТИЕ НАУЧНО-ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНА»

*Сборник материалов Второго республиканского форума  
Ижевск, 28–29 октября 2020 г.*

Адрес в информационно-телекоммуникационной сети:  
[http://innobinc.ru/~files/finder/file/sbornik\\_forum\\_mu.pdf](http://innobinc.ru/~files/finder/file/sbornik_forum_mu.pdf)

Дата размещения на сайте: 18.01.2021

*В авторской редакции*

Технический редактор *С. В. Звягинцова*  
Корректор *М. А. Ложкина*  
Верстка *С. В. Петуховой*

Подписано к использованию 15.01.2021. Уч.-изд. л. 6,16. Объем 5,05. МБ. Заказ № 2  
Управление информационных ресурсов ИжГТУ имени М. Т. Калашникова.  
426069, Ижевск, Студенческая, 7