



ISSN 2686-7664 (Print)  
ISSN 2949-3730 (Online)

ВОРОНЕЖСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

- УПРАВЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ
- УПРАВЛЕНИЕ СЛОЖНЫМИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ
- МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ
- НАУЧНЫЕ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ И МАГИСТРАНТОВ

## ***ПРОЕКТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ***



**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**

**Выпуск № 1(32), 2025**

ISSN 2686-7664 (Print)  
ISSN 2949-3730 (Online)

**ФГБОУ ВО  
«ВОРОНЕЖСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

# ***ПРОЕКТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ***

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**

- **УПРАВЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ**
- **УПРАВЛЕНИЕ СЛОЖНЫМИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ**
- **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ  
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ**
- **НАУЧНЫЕ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ И МАГИСТРАНТОВ**

**Выпуск № 1 (32), 2025**

# ПРОЕКТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

## Научный журнал

**Учредитель и издатель:** федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет»

---

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77 – 77346 от 05.12.2019)

Журнал выходит 2 раза в год

### Редакционная коллегия:

**Главный редактор** – д-р техн. наук, профессор С.А. Баркалов.

Зам. главного редактора – д-р техн. наук, профессор

**В.Н. Бурков**

Зам. главного редактора – д-р техн. наук, профессор П.Н. Курочка.

Ответственный секретарь – канд. техн. наук О.С. Перевалова.

### Члены редколлегии:

Т.В. Азарнова – д-р техн. наук, проф. (Воронеж, ВГУ);

Ю.В. Бондаренко – д-р техн. наук, проф. (Воронеж, ВГУ);

В.Л. Бурковский – д-р техн. наук, проф. (Воронеж, ВГТУ);

Т.В. Киселева – д-р техн. наук, проф. (Новокузнецк, СибГИУ);

О.Я. Кравец – д-р техн. наук, проф. (Воронеж, ВГТУ);

О.В. Логиновский – д-р техн. наук, проф. (Челябинск, ЮУрГУ);

В.Я. Мищенко – д-р техн. наук, проф. (Воронеж, ВГТУ);

Д.А. Новиков – д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РАН (Москва, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН);

Г.А. Угольников – д-р физ.-мат. наук, проф. (Ростов-на-Дону, ЮФУ);

А.К. Погодаев – д-р техн. наук, проф. (Липецк, ЛГТУ);

С.Л. Подвальный – д-р техн. наук, проф. (Воронеж, ВГТУ);

А.В. Щепкин – д-р техн. наук, проф. (Москва, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН);

Н.А. Шульженко – д-р техн. наук, проф. (Тула, ТГУ).

Материалы публикуются в авторской редакции, за достоверность сведений, изложенных в публикациях, ответственность несут авторы.



### Адрес учредителя и издателя:

394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84

### Адрес редакции:

394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, д. 84, корп. 4, комн. 4505

тел.: +7(473)276-40-07

e-mail: [upr\\_stroy\\_kaf@vgasu.vrn.ru](mailto:upr_stroy_kaf@vgasu.vrn.ru), [nilga.os\\_vrn@mail.ru](mailto:nilga.os_vrn@mail.ru)

Сайт журнала: <http://kafupr.ru/pus/>



## ПИСЬМО ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Уважаемые авторы и читатели, представляем Вам первый номер научного журнала «Проектное управление в строительстве» 2025 года.

В этом номере авторы представили работы на различные темы от рассмотрения этапов эволюции проектного управления до остроактуальных тем: использование дронов во многих сферах деятельности и применение нейросетевых технологий в различных областях.

В одной из статей первого раздела представлен всесторонний обзор возможностей применения квадрокоптеров (дронов) в строительной отрасли. В современных реалиях дроны могут значительно облегчить работу человека, повысить ее эффективность, сэкономить время и ресурсы, минимизировать различного рода риски, а также автоматизировать различные процессы.

К основным областям их применения в строительной отрасли можно отнести проектно-изыскательские работы, BIM-моделирование, учёт ресурсов и складских запасов, охрана строительных площадок, контроль работы и техники безопасности. Например, дроны помогают оценивать качество работ в местах, сопряжённых с риском для жизни (при кровельных работах, монтаже перекрытий или кладке кирпича); также они могут отслеживать соблюдение правил техники безопасности сотрудниками и субподрядными организациями. Но не стоит забывать, что дроны – это всего лишь аппарат, который без человеческого управления не сможет решить ни одной проблемы, его функции ограничиваются лишь выполнением заданных человеком действий. Также стоит отметить и то, что использование дронов потребует от строительных организаций наличие штата персонала занимающегося не только эксплуатацией, но и их обслуживанием. Плюс организации должны будут уладить ряд правовых вопросов для использования дронов в своей деятельности.

Хотим обратить Ваше внимание на то, что данный номер научного журнала «Проектное управление в строительстве» стал площадкой для размещения результатов работы прошедшей в апреле 2025 года в ВГТУ 65 научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, сотрудников аспирантов и студентов. Хотим пожелать участникам неиссякаемого интереса к науке и дальнейших творческих успехов.

В заключении редакционная коллегия научного журнала благодарит всех авторов за сотрудничество.

*С уважением, главный редактор журнала*

**С.А. Баркалов**

*заместитель главного редактора журнала*

**П.Н. Курочка**



## СОДЕРЖАНИЕ

### УПРАВЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЗА СЧЕТ УЧЕТА ВНУТРИСМЕННЫХ ПРОСТОЕВ С.А. Баркалов, П.Н. Курочка, М.А. Бобровникова, Е.А. Чунихина.....	6
ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ РАМЫ КВАДРОКОПТЕРА И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КВАДРОКОПТЕРОВ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ И.В. Фёдорова, Т.В. Фёдорова.....	23
ФОРМИРОВАНИЕ ОТНОШЕНИЙ УЧАСТНИКОВ ИНВЕСТИЦИОННО- СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ: КОМПАРАТИВНЫЙ АНАЛИЗ М.И. Ульянов.....	35

### УПРАВЛЕНИЕ СЛОЖНЫМИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

К ВОПРОСУ О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ, КАТЕГОРИЗАЦИИ, СИСТЕМАТИЗАЦИИ ПРОБЛЕМНЫХ СИТУАЦИЙ ПЕРЕД ПРИНЯТИЕМ ОСНОВНОГО РЕШЕНИЯ С.В. Артыщенко.....	46
ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ОТРАСЛИ А.В. Миляева.....	56
СТРАТЕГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ В УСЛОВИЯХ ВНЕШНИХ ВЫЗОВОВ И РИСКОВ Е.А. Ильина.....	64
ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ РИСКОВ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ Я.С. Крухмалева.....	73
МЕХАНИЗМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РОЛЕЙ В КОМАНДЕ ПРОЕКТА И ПОДДЕРЖАНИЕ ЕЁ ЭФФЕКТИВНОЙ РАБОТЫ О.С. Перевалова.....	72
ОСОБЕННОСТИ ОФОРМЛЕНИЯ ПРАВА СОБСТВЕННОСТИ НА ОБЪЕКТЫ НЕДВИЖИМОСТИ, ВОЗНИКАЮЩЕГО БЕЗ НЕОБХОДИМОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ РАЗРЕШЕНИЯ НА СТРОИТЕЛЬСТВО В.Г. Попов.....	99
ФИНАНСОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ Е.А. Сидорова.....	107

### МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО- ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

ЭВОЛЮЦИЯ ПРОЕКТНОГО УПРАВЛЕНИЯ: ОТ ТРАНССИБИРСКОЙ МАГИСТРАЛИ К СЕТЕВЫМ МОДЕЛЯМ С.А. Баркалов, П.Н. Курочка, Е.А. Серебрякова.....	116
---	-----

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СТРАТЕГИИ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ЗРЕЛОСТИ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ	
<b>Е.О. Пужанова</b> .....	138

## НАУЧНЫЕ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ И МАГИСТРАНТОВ

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНДЫ В ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ	
<b>Т.А. Аверина, Н.Ю. Калинина, М.В. Атоян</b> .....	146
РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ АНАЛИЗЕ РИТМОВ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА	
<b>В.Е. Белоусов, Е.А. Медведева, В.П. Решетникова</b> .....	154
РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КЛАССИФИКАЦИИ ТИПОВ ПЛАЧА МЛАДЕНЦА НА ОСНОВЕ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ	
<b>В.Е. Белоусов, Е.А. Медведева, В.П. Решетникова</b> .....	160
АКТУАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ	
<b>Т.А. Свиридова, А.А. Полякова</b> .....	167

# **УПРАВЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ**

УДК 519.714.3

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЗА СЧЕТ УЧЕТА ВНУТРИСМЕННЫХ ПРОСТОЕВ**

**С.А. Баркалов, П.Н. Курочка, М.А. Бобровникова, Е.А. Чунихина**

---

**Баркалов Сергей Алексеевич\***, Воронежский государственный технический университет, доктор технических наук, профессор, декан факультета экономики, менеджмента и инновационных технологий, заведующий кафедрой управления  
Россия, г. Воронеж, sbarkalov@ntm.ru; 8-473-276-40-07

**Курочка Павел Николаевич**, Воронежский государственный технический университет, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры управления  
Россия, г. Воронеж, kpn55@rambler.ru; 8-473-276-40-07

**Бобровникова Марина Александровна**, Воронежский государственный технический университет, старший преподаватель кафедры философии, социологии и истории  
Россия, г. Воронеж, e-mail: philosophy.kaf@cchgeu.ru, тел.: +7-904-22-46-17

**Чунихина Екатерина Александровна**, Воронежский государственный технический университет, аспирант базовой кафедры кибернетики в системах организационного управления

Россия, г. Воронеж, e-mail: chea@cchgeu.ru, тел.: +7-951-563-42-41

---

Аннотация. Статья посвящена проблеме внутрисменных простоев на производстве и их влиянию на эффективность работы предприятия. Автор подчеркивает, что потери рабочего времени являются значительным резервом для повышения производительности, который часто остается неиспользованным. В статье рассматриваются причины простоев, их классификация (нормируемые и ненормируемые, целодневные и внутрисменные), а также методы их количественной оценки с помощью системы коэффициентов, таких как коэффициент внутрисменных простоев, средняя продолжительность простоев и потери в человеко-часах.

Особое внимание уделяется методам выявления простоев: хронометражные наблюдения, фотография рабочего дня и моментные наблюдения. Каждый метод подробно описан, включая этапы проведения, преимущества и недостатки. Автор также рассматривает современные автоматизированные системы мониторинга (MES, SCADA, IoT, видеоаналитика), которые позволяют точно фиксировать и анализировать простои в реальном времени.

В заключении статьи предлагаются рекомендации по сокращению простоев, такие как своевременный ремонт оборудования, автоматизация процессов, повышение квалификации персонала и внедрение систем учета рабочего времени. Автор делает вывод, что анализ и минимизация внутрисменных простоев являются ключевыми факторами повышения операционной эффективности предприятия.

Ключевые слова: внутрисменные простои, производительность труда, методы учета рабочего времени, автоматизированные системы мониторинга, эффективность производства.

Рабочее время сотрудников – это бесценный не восполняемый ресурс: если были потеряны несколько часов рабочего времени, то вернуть их просто физически невозможно. Можно только компенсировать за счет сверхурочной работы, но это ведет к дополнительным затратам в виде оплаты за сверхурочную работу, что естественно ведет к повышению себестоимости продукции и, как следствие, к снижению конкурентоспособности предприятия. К сожалению вопросам потерь рабочего времени на современных предприятиях занимаются мало или проще сказать не занимаются совсем. А ведь это потрясающий резерв повышения эффективности производства, как правило, не требующий серьезных финансовых вложений. Прежде всего на предприятии необходимо навести просто элементарный порядок. Но для этого необходимо знать величину потерь времени и причины этого.

Существует широко распространенное мнение, о том, что ликвидировать потери рабочего времени полностью невозможно. Это естественная часть производственного процесса. В российском менеджменте сложилась даже своеобразная классификация по продолжительности простоя. В разрезе этих представлений:

- объем потерь до 10% от общего времени – норма, то есть уже изначально российский менеджмент согласен с потерей примерно 10% рабочего времени;
- от 20% до 40% – говорит о кадровых и организационных проблемах;
- если нерациональные затраты достигают 50% – значит, наступило критическое положение.

С такой постановкой вопроса о простоях и режимах работы полностью не согласны представители японской экономики. Японские компании, особенно в производственном секторе, активно внедряют систему «точно вовремя» (JIT), разработанную Toyota. Её суть – поставка сырья и комплектующих непосредственно в производственный процесс, а готовая продукция сразу отгружается потребителям, что сокращает необходимость в крупных складах. Вот образец того, к чему необходимо стремиться нашему менеджменту, а не разрабатывать утешающие классификации, доказывающие, что без простоев ну никак нельзя обойтись – это же производство (!), а не треп на совещаниях.

И тем не менее простои настолько вошли в нашу производственную повседневность, что осуществлена даже классификация причин возникновения и последствий, выделяется несколько видов потерь рабочего времени:

нормируемые, или плановые. Они изначально включены в трудовые процессы. На заводе, например, это обслуживание или ремонт оборудования, обязательные технологические перерывы, уборка места после отключения станков. Естественно, раз эти явления включены в технологический процесс, то с ними бороться – бессмысленно;

ненормируемые, или незапланированные. Они могут происходить из-за сбоев в поставках сырья или брака продукции, чрезвычайных ситуаций, экономических кризисов. Или из-за халатности персонала, когда затягиваются обеды или посиделки в соцсетях или местах, отведенных для курения. Это, как раз-таки и есть те виды потерь, которые необходимо как минимум минимизировать, а лучше совсем убрать.

По продолжительности потери времени подразделяют на целодневные и внутрисменные.

Целодневные потери рабочего времени это случаи простоя из-за непредвиденных обстоятельств, которые нарушили трудовой процесс. Например, неисправность оборудования, отключение электроэнергии, недопоставки сырья. То есть, если специалист пришел на работу, но не может трудиться по независящим от него обстоятельствам в течении всего рабочего дня, это и определяется как целодневный простой. Как и невыход рабочего, если его заранее предупредили о критическом положении в организации.

Такие потери более острые, их стараются устранить как можно быстрее. Но они происходят гораздо реже, чем внутрисменные, и на общий ущерб влияют в меньшей степени.



Естественно, учитывая размер потерянного рабочего времени при этом виде простоя, такие ситуации учитываются достаточно точно и фиксируются в необходимых документах: табелях учета рабочего времени; журналах простоев (заполняются мастером или автоматическими системами) и, в последнее время используются данные с датчиков оборудования или ERP-систем.

К временным тратам относится часть дня, в течение которой сотрудник не работает, не исполняет свои обязанности. На некоторых производствах внутрисменные простои учитывают, начиная с пяти или даже с одной минуты. Данные фиксируют в листе простоев. Но если в этот промежуток специалист выполняет другие функции, то оформляется разовый наряд, и это время учитывается как рабочее. Это – с одной стороны. А с другой стороны если посмотреть на кипу бумаги, которую надо заполнить инженерно-техническому работнику для оформления хотя бы пятиминутного простоя, то всякое желание заниматься этим немедленно пропадает. Поэтому большинство краткосрочных простоев просто-напросто не фиксируется, то есть минуты в последствии складываются в часы, а часы уже в смены, ну и т.д. После этого уже можно только гадать о причинах низкой производительности труда.

В причинах потерь рабочего времени существенное место занимают паузы, посвященные решению личных вопросов, а не основных производственных задач. Но эти потери происходят чаще всего из-за нарушений правил распорядка дня:

- недостаток самодисциплины;
- чрезмерные телефонные разговоры;
- отсутствие поставленной задачи;
- загроможденное место труда;
- опоздания и ранние уходы и т.д.

Причины потерь рабочего времени сильно разнятся и зависят от сферы занятости, ведения бизнеса. Но что объединяет руководителей, так это отношение к ситуации «утечки» времени, вернее, желание исправить её. Ведь найти причины этого значит уже решить часть проблем.

Поиск мотивов неэффективной траты времени позволяет глубже понять деятельность организации. Откуда берутся поводы откладывать дела на завтра, послезавтра, игнорировать обязательность или даже срочность поручений. Корень этих проблем в следующем:

- нерациональное управление компанией: несформулированные цели, нет четкого плана действий, непроработанная иерархия;
- психологические черты коллектива;
- особенности деятельности команды: несколько заданий выполняются одновременно, неструктурированные задачи, внеплановые поручения;
- технические проблемы на производстве: от сломанных станков до отключения интернета.

«Рабочее время — работе» – лозунг советской поры до сих пор сохраняет актуальность. Кому не приходилось задерживаться только из-за того, что не уложился в срок по легкомыслию? Ну это уж не так и обидно – сам виноват. А вот что действительно отвратительно, так это когда низкую эффективность руководства приходится покрывать сверхурочной занятостью всего коллектива или его существенной части. Наиболее типичными причинами можно выделить следующие:

- до 30 минут в день «съедают» отчеты, в месяц – они складывают в часы, в сутки и далее по траектории;

- большинство обязанностей, даже не прописанных в трудовом договоре, сваливают на одного специалиста, как самого умного, ответственного, быстрого, исполнительного. Распыляясь, он не успевает выполнить то, что зависит только от него;

- технологически сложные процессы поручают новичкам или малоквалифицированным специалистам;

- планирование и обсуждение выливаются в бесконечные совещания и оставляют еще меньше часов на решение вопросов;

для регулировки внутренних процессов применяют неэффективные программы, например, график работы составляется вручную, или неправильная систематизация документов затягивает их поиск.

Изучение факторов, влияющих на потери рабочего времени, является основой, позволяющей наметить пути повышения эффективности использования рабочего времени.

И в данном вопросе прежде всего важна позиция топ-менеджмента предприятия. В этом случае возможно применение различных инструментов, позволяющих уменьшить риски и потери рабочего времени. Иногда достаточно объявить на собрании, что занятость каждого служащего будут оценивать, как трудовые показатели резко растут. Играть роль надежда на поощрение за производительность и боязнь наказания за нарушения, например, дисциплины.

На улучшение продуктивности прямо или косвенно влияют разные факторы. В их числе использование рабочих с нужной квалификацией, равноценное соотношение качества и оплаты труда, благоприятные условия занятости. К решению этого вопроса можно подходить со всей строгостью, жестким контролем, не давая человеку ни единой лишней минуты на личное общение.

Но такое поведение приведет к переутомлению, выгоранию коллектива, нежеланию мириться с авторитарностью. Напротив, более лояльный подход к небольшим слабостям работников увеличит интенсивность их труда. Дополнительное общение-разгрузка с коллегой, уход по личным делам компенсируется большей сосредоточенностью на обязанностях.

Как же наладить производство без простоев, занятость в офисе – без лишних перекуров? Ответы кажутся очевидными, способы лежат на поверхности, остается их только внедрить:

- в положенный период заменять устаревшее оборудование и ремонтировать сломанное;

- сокращать количество брака на производстве, поощрять рабочих за качество;

- своевременно решать вопросы с поставкой сырья, прописывать в договорах возмещение убытков от срывов договоренностей;

- составить четкий график работы и контролировать его выполнение, в том числе с помощью программных продуктов;

- автоматизировать бумагоёмкие операции;

- регулярно повышать квалификацию персонала;

- отслеживать действия специалистов за ПК.

Только все действия в целом улучшат результаты компании. Скорее всего, тогда и чай можно дольше пить, и вести диалоги о наболевшем.

Следовательно, одним из главных путей повышения эффективности современного производства – это изучение причин, способствующих возникновению внутрисменных простоев на предприятии.

С целью количественного описания величины внутрисменных простоев используется следующая система коэффициентов:

1. Коэффициент внутрисменных простоев

Показывает долю времени простоя в общей продолжительности смены.

$$K_{\text{простоев}} = T_{\text{простоев}} / T_{\text{смены}} \times 100\%$$

где  $T_{\text{простоев}}$  – время простоя за смену (в часах или минутах);  $T_{\text{смены}}$  – плановая продолжительность смены.

Пример:

Смена длится 8 часов, из которых 1,5 часа – простой. В этом случае коэффициент простоя составит:

$$K_{\text{простоев}} = 1,5 / 8 \times 100\% = 18,75\%$$

2. Средняя продолжительность простоев за период

Рассчитывается для анализа тенденций (например, за месяц).

$$T_{\text{ср.простоев}} = \sum T_{\text{простоев}} / N_{\text{смен}}$$

где:  $\sum T_{\text{простоев}}$  — общее время простоев за период;  $N_{\text{смен}}$  — количество смен в периоде.

Пример:

За 20 смен общий простой составил 30 часов.

$$T_{\text{ср.простоев}} = 30/20 = 1,5 \text{ часа/смену}$$

3. Потери в человеко-часах

Учитывает количество работников, вовлеченных в простой.

$$P_{\text{рв}} = T_{\text{простоев}} \times N_{\text{работников}}$$

Пример:

5 рабочих простаивали 2 часа:

Потери =  $2 \times 5 = 10$  человеко-часов

4. Коэффициент использования рабочего времени

Отражает долю полезно использованного времени.

$$K_{\text{использования}} = (1 - T_{\text{простоев}} / T_{\text{смены}}) \times 100\%$$

Пример:

Если использовать данные предыдущего примера, тогда получим

$$K_{\text{использования}} = (1 - 1,5/8) \times 100\% = (1 - 18,75) \times 100\% = 81,25$$

Рекомендации:

- Ведите журналы учета простоев с указанием причин (поломка, отсутствие сырья и т.д.).
- Используйте данные для сравнения с нормативными показателями или историческими данными.
- Внедряйте корректирующие меры на основе анализа (например, резервные запасы материалов, профилактика оборудования).

Анализ внутрисменных простоев — ключевой инструмент для повышения операционной эффективности и снижения непроизводительных затрат.

Таким образом, понятна значимость изучения причин простоя с позиции повышения производительности труда на предприятии и характеристики, описывающие величину этих потерь. Теперь остается только определиться с методами определения этих простоев.

На сегодняшний день существует только три таких метода: хронометражные наблюдения, фотография рабочего дня, моментные наблюдения. Остановимся на особенностях применения этих методов.

Хронометражные наблюдения — это метод изучения рабочего времени путем фиксации продолжительности отдельных операций с целью анализа, оптимизации и нормирования труда. Они применяются для выявления потерь времени, установления нормативов и повышения эффективности работы. Рассмотрим сущность этого метода подробно.

Основные цели проведения хронометражных наблюдений:

1. Определение фактических затрат времени на операции.
2. Выявление простоев (внутрисменных и целодневных).
3. Установление норм выработки для сотрудников и оборудования.
4. Оптимизация процессов за счет устранения лишних действий.
5. Повышение прозрачности распределения рабочего времени.

Этапы проведения хронометражных наблюдений

### 1. Подготовка

- Выбор объекта (рабочее место, сотрудник, процесс).
- Определение перечня операций для анализа (например: погрузка деталей, настройка станка, оформление документов).
- Подготовка инструментов:
  - Бумажные бланки хронометража (таблицы с колонками: время начала/окончания операции, длительность, примечания).

- Электронные системы (специализированные программы, мобильные приложения, Excel).

## 2. Наблюдение

- Фиксация времени выполнения каждой операции с точностью до секунд.
- Отметка внешних факторов, влияющих на процесс:
  - Простой из-за поломки оборудования.
  - Перерывы на согласование задач.
  - Ошибки, приводящие к повторению действий.

## 3. Анализ данных

- Расчет средней продолжительности операций.
- Сравнение с нормативными значениями (если они существуют).
- Выявление непроизводительных затрат времени:
  - Избыточные перемещения сотрудника.
  - Ожидание материалов или инструкций.
  - Низкая квалификация персонала.

## 4. Разработка рекомендаций

- Устранение «узких мест» (например, перенастройка оборудования).
- Перераспределение обязанностей между сотрудниками.
- Внедрение автоматизации для рутинных задач.

Возможности хронометражного метода могут быть реализованы по-разному. При этом различают следующие методы хронометража:

1. **Сплошной**, когда фиксируются все операции без пропусков. Подходит для изучения коротких процессов (до 10 минут). *Пример:* анализ времени сборки микросхемы на конвейере.

2. **Выборочный** в том случае если изучаются только ключевые этапы работы. Используется для длительных процессов. *Пример:* учет времени настройки станка при запуске новой смены.

3. **Цикловой** для случая, когда фиксация времени осуществляется для повторяющихся операций (например, упаковка товара).

4. **Моментный** используется для наблюдения в случайные моменты времени с целью определения величины общей загруженности.

В ходе использования метода хронометражных наблюдений могут быть применены следующие методы:

- **Ручной метод:** Используются секундомер и бумажные таблицы. Данный метод характерен низкой точностью и подходит для разовых замеров.

- **Цифровые решения:**

- Программы: 1С:Управление производством, CrocoTime, Toggl Track.
- Мобильные приложения: WorkTime, Hours.
- Датчики и IoT-устройства на производстве (фиксация времени работы станков).

В качестве сферы применения рассмотренного метода исследования можно обозначить: производство, когда хронометраж используется для расчета времени на изготовление детали; выявления потерь рабочего времени при нехватки сырья на конвейере; оптимизации графика пересменки; установление норм выработки; работа управленческого персонала в офисе для определения времени на выполнение типовых задач (например, обработка 1 заявки CRM); выявление «поглотителей времени»: избыточные совещания, ручной ввод данных и т.п.; а также в логистике для определения времени погрузки/разгрузки транспорта и нахождения оптимального маршрута для перевозки грузов.

При планировании и осуществлении хронометражных наблюдений необходимо опираться на имеющуюся нормативная база РФ, которая в этом случае включает: статью 159-163 ТК РФ – регулирующую нормирование труда; методические рекомендации Минтруда (например, Рекомендации по нормированию труда № 504 от 31.08.2023) и отраслевые стандарты (например, в металлургии, строительстве).



Как и всякому другому средству исследования этому также свойственны определенные проблемы и ограничения, к которым обычно относят:

- **Субъективность:** данные могут искажаться из-за «эффекта наблюдателя» (сотрудники работают иначе под контролем).
- **Трудоемкость:** ручной хронометраж требует значительных временных затрат.
- **Необходимость периодического обновления:** нормы устаревают при изменении технологий.

Следствием этих недостатков является относительно невысокая точность производимых замеров. С одной стороны следует отметить, что для экспериментальных исследований социально-экономических систем, как правило, добиться высокой точности – несбыточная мечта исследователя, но все-таки можно привести некоторые рекомендации которые позволят это сделать. Прежде всего это:

1. использование автоматизированных систем (датчики, современное программное обеспечение);
2. наблюдения следует проводить незаметно для сотрудников;
3. необходимо выполнять замеры многократно для одного и того же процесса;
4. следует в обязательном порядке принимать во внимание опыт и квалификацию работника, разграничивая профессионала и новичка.

Следовательно, можно прийти к выводу, что хронометражные наблюдения – это основа для рационализации труда. Они позволяют перейти от интуитивных решений к точным данным, снизить издержки и повысить производительность. Для максимальной эффективности метод стоит комбинировать с другими инструментами, например, фотографией рабочего дня или видеонаблюдением.

Фотография рабочего дня (ФРД) – это метод анализа рабочего времени сотрудника или процесса, который позволяет зафиксировать все действия, простои и их причины в течение смены. Это ключевой инструмент для оптимизации производительности и выявления скрытых потерь. Осуществляется путем непрерывного наблюдения и фиксации всех действий работника в течение всей смены или рабочего дня. Цель – выявить потери времени, оптимизировать процессы, улучшить производительность.

Перед началом исследования необходимо четко сформулируйте, зачем нужна ФРД. Типичные цели могут быть сформулированы следующим образом:

- Выявить причины простоев.
- Оптимизировать загрузку сотрудников.
- Оценить эффективность использования оборудования.
- Снизить затраты за счет устранения неэффективных операций.

Пример цели:

«Определить, на какие непроизводительные задачи тратится более 20% времени сотрудников отдела логистики».

Следующим шагом будет являться выбор объекта наблюдения, то есть необходимо определить кого или что будем наблюдать: сотрудника, бригаду, технологический процесс; в течении какого времени будет вестись наблюдение: полная смена, несколько дней (для объективности данных).

При составлении фотографии рабочего дня, как правило, необходимы следующие данные: плановая продолжительность смены (например, 8 часов); фактическое время работы оборудования или сотрудников (время, когда они выполняли свои функциональные обязанности); время простоя – периоды, когда работа не велась из-за поломок, отсутствия материалов, организационных проблем и т.д.; причины простоя; количество работников/единиц оборудования, затронутых простоем.

Источники этих данных служат: таблицы учета рабочего времени; журналы простоев (заполняются мастером или автоматическими системами); данные с датчиков оборудования или ERP-систем.

Для понимания процессов, происходящих на обследуемом производстве, необходимо четко классифицировать причины простоев. При этом выделяют следующие четыре укрупненных группы факторов:

Чтобы понять, как сократить простои, классифицируйте их по причинам:

- технические (поломки, наладка оборудования);
- Организационные (отсутствие сырья, несвоевременная поставка);
- человеческий фактор (опоздания, недостаточная квалификация);
- внешние факторы (отключение электроэнергии, форс-мажор).

Фиксация результатов наблюдений должна осуществляться по определенной, заранее разработанной форме, пример который приведен ниже

**Таблица 1**

**Пример бланка ФРД**

Время начала	Время окончания	Длительность (мин.)	Действие	Примечание (причина простоя и т.д.)
08:30	08:40	10	Подготовка рабочего места	
08:40	09:10	30	Погрузка товара	
09:10	09:25	15	Простой	Ожидание поддонов

Кроме бланка могут быть использованы и другие инструменты фиксации. Например: таймер или приложение для учета времени (например, российские разработки StocoTime Инсайдер, Kickidler, StocoTime и Bitcop); видеозапись (с согласия сотрудника) или датчики движения (для автоматизированного учета).

Исследование должно начинаться с инструктажа, как будущих наблюдателей, так и сотрудников. Наблюдателей необходимо проинструктировать по правилам сбора информации и ее фиксации, о требуемой при этом точности и необходимости фиксации всех действий сотрудника или процесса в реальном времени. Для сотрудников следует довести тот факт, что целью наблюдений является улучшить условия работы сотрудников, а не усилить контроль вас.

Важно упомянуть методы сбора данных: ручной журнал, электронные системы, RFID-метки (радиочастотная идентификация). RFID-метки обеспечивают детализированный анализ рабочего времени, автоматизируют учет и помогают оптимизировать бизнес-процессы. Их применение особенно эффективно в сочетании с IoT и системами big data для прогнозирования и планирования. Используйте программы учета времени (например, Hubstaff, Time Doctor) или системы видеонаблюдения с аналитикой.

Разделите зафиксированные операции на категории:

1. Полезное время (основная работа).
2. Вспомогательное время (настройка оборудования, подготовка).
3. Простои (ожидание, поломки, отсутствие задач).
4. Личное время (перерывы, обеды).

Исследование завершается анализом полученных результатов. Для этой цели рассчитываются коэффициенты, приведенные выше.

Таким образом, фотография рабочего дня помогает превратить субъективные ощущения «мы где-то теряем время» в конкретные данные. Главное – проводить анализ системно, вовлекать команду и использовать результаты для реальных изменений. На основе ФРД можно сократить затраты на 10–30%, просто устранив очевидные потери времени.

Хронометражный метод и ФРД требуют значительных затрат времени на свое проведение, поэтому достаточно часто используют другой метод – метод моментных наблюдений. Это метод, когда вместо непрерывного отслеживания рабочего времени делаются случайные выборки в разные моменты времени. Это экономит ресурсы, так как не

нужно постоянно наблюдать за процессом. Но не забыть и о недостатках: возможная неточность при малом количестве наблюдений или неслучайной выборке моментов.

### **Статистический метод моментных наблюдений для определения внутрисменных простоев**

Этот метод позволяет оценить долю простоев в рабочем времени без непрерывного наблюдения. Он основан на случайных выборках и законах больших чисел: чем больше наблюдений, тем точнее результат. Подходит для анализа нескольких объектов или процессов одновременно.

#### **Суть метода**

Наблюдатель фиксирует состояние рабочего процесса в **случайные моменты времени**. Если в момент проверки оборудование или сотрудник простаивает, это отмечается как «простой». Доля таких случаев приблизительно равна доле времени простоев за смену.

#### **Пример:**

Если из 100 проверок в 20 случаях зафиксирован простой, то оценка простоев — **20%**.

#### **Пошаговая реализация метода**

##### **1. Определите цель и объект наблюдения**

- Цель: определить долю внутрисменных простоев для станка, сотрудника или цеха.
- Объект: выберите процессы, которые нужно анализировать (например, 5 станков в цеху).

##### **2. Рассчитайте объем выборки (количество наблюдений)**

Необходимое число наблюдений зависит от:

- Требуемой точности (доверительный интервал).
- Уровня достоверности (обычно 95%).
- Ожидаемой доли простоев (если неизвестна, берут 50% для максимальной выборки).

Формула для расчета объема выборки:

$$n = \frac{t^2 w(1 - w)}{\Delta^2}$$

где  $n$  – объем выборки;  $t$  – коэффициент доверия (для 95% → 1,96);  $p$  – ожидаемая доля простоев (если неизвестно, то  $p=0,5$ );  $\Delta$  – допустимая погрешность (например, 0,05 для  $\pm 5\%$ ).

#### **Пример:**

При  $p=0,5$ ,  $\Delta=0,05$ ,  $t=1,96$

$n=1,96^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5 / 0,05^2 \approx 384$  наблюдения

##### **3. Составьте график наблюдений**

- Наблюдения должны быть **случайными и равномерно распределенными** в течение смены.
- Используйте генератор случайных чисел или таблицу случайных значений для выбора времени проверок.

#### **Пример графика:**

Смена длится 8 часов (480 минут). Случайные моменты: 09:15, 10:03, 11:47 и т.д.

##### **4. Проведите наблюдения**

- В выбранные моменты фиксируйте состояние объекта:
  - **Работает** (выполняется полезное действие),
  - **Простой** (оборудование выключено, сотрудник бездействует).
- Записывайте причину простоя (если возможно).

#### **Пример записи:**

Время	Станок №1	Станок №2	Причина простоя (если есть)
09:15	Работает	Простой	Ожидание сырья
10:03	Простой	Работает	Наладка оборудования

##### **5. Обработайте данные**

Рассчитайте долю простоев для каждого объекта:

$K_{\text{простоев}} = \text{Количество наблюдений с простоем} / \text{Общее количество наблюдений} \times 100\%$ .

**Пример:**

Для станка №1 проведено 50 наблюдений, в 10 из них зафиксирован простой:

$K_{\text{простоев}} = 10/50 \times 100\% = 20\%$ .

**6. Оцените точность**

Используйте доверительный интервал для проверки надежности результата:

Доверительный интервал  $= p \pm t \cdot \sqrt{p(1-p)}$ ,

где  $p$  — доля простоев в выборке.

**Пример:**

Для  $p=0.2$ ,  $n=50$ ;  $t=1.96$ :

Интервал  $= 0.2 \pm 1.96 \cdot \sqrt{0.2 \cdot 0.8} \approx 0.2 \pm 0.11 \rightarrow [9\%; 31\%]$ .

**Преимущества метода**

- **Экономия ресурсов:** Не требует постоянного наблюдения.
- **Масштабируемость:** Можно анализировать несколько объектов одновременно.
- **Объективность:** Случайные выборки снижают риск предвзятости.

**Недостатки и ограничения**

- **Неточность при малой выборке:** Результаты могут быть недостоверными.
- **Не фиксирует длительность простоев:** Показывает только долю, но не продолжительность каждого простоя.
- **Требуется строгой случайности:** Нарушение рандомизации искажает данные.

**Пример применения**

**Задача:** Оценить долю простоев упаковочной линии за смену.

**Действия:**

1. Рассчитали объем выборки: 100 наблюдений.
2. Сгенерировали 100 случайных моментов в течение 8 часов.
3. Провели наблюдения: в 25 случаях линия простаивала.
4. Расчет:

$K_{\text{простоев}} = 25/100 \times 100\% = 25\%$ .

5. Доверительный интервал (95%):  $25\% \pm 8.4\% \rightarrow [16.6\%; 33.4\%]$ .

**Вывод:** Простои занимают от 16.6% до 33.4% времени. Для уточнения данных увеличим выборку.

**Рекомендации**

1. **Увеличивайте выборку**, если доверительный интервал слишком широк.
2. **Комбинируйте с другими методами:** Например, с фотографией рабочего дня для анализа длительности простоев.
3. **Проводите наблюдения периодически**, чтобы отслеживать динамику.
4. **Автоматизируйте сбор данных:** Используйте датчики или ПО для случайной фиксации состояний оборудования.

Таким образом, метод моментных наблюдений – это быстрый и экономичный способ оценки внутрисменных простоев. Он особенно полезен на крупных предприятиях с множеством объектов наблюдения. Однако для точности важно соблюдать правила случайной выборки и учитывать статистическую погрешность.

Как видим существующие методы выявления внутрисменных простоев зачастую трудоемки и затратны, хоть и позволяют выявить не только количество потерь рабочего времени, но и их причины. Но достаточно часто возникает необходимость очень быстро получить величину потерь рабочего времени по причинам простоя имея данные по учету рабочего времени на предприятии. В этом случае следует учесть разницу в отработанных человеко-часах и человеко-днях. В том случае если за рассматриваемый период внутрисменные простои отсутствовали, то количество отработанных человеко-часов будет равно произведению человеко-дней на восемь часов, продолжительность рабочего дня. То есть если рабочий отработал 5 часов, а оставшиеся три часа простоял по независящем от него причинам, то в учете будет рабочему записано отработал 1 человеко-день и 5 человеко-



часов. Таким образом получаем следующую формулу для определения внутрисменных простоев

$$T_{\text{простоев}} = 8 \times T_{\text{ч-д}} - T_{\text{ч-ч}}, \quad (1)$$

где  $T_{\text{простоев}}$  – время внутрисменных простоев;  $T_{\text{ч-д}}$  – отработано человеко-дней;  $T_{\text{ч-ч}}$  – отработано человеко-часов.

### Пример

Известно по предприятию количество отработанных человеко-дней и человеко-часов. Данные приведены в табл. 2. Необходимо определить величину внутрисменных простоев.

**Таблица 2**

#### Исходные данные задачи

Показатели	Условное обозначение	март	апрель
Среднее списочное число рабочих	С	486	495
Отработано рабочими чел.-дней	$T_{\text{ч-д}}$	9866	10494
Отработано рабочими чел.час.	$T_{\text{ч-ч}}$	71053	74498

Подставим значения в формулу (1) и получим для марта месяца

$$T_{\text{простоев}} = 8 \times T_{\text{ч-д}} - T_{\text{ч-ч}} = 8 \times 9866 - 71053 = 7875 \text{ чел.-час.}$$

а для апреля:

$$T_{\text{простоев}} = 8 \times T_{\text{ч-д}} - T_{\text{ч-ч}} = 8 \times 10494 - 74498 = 9454 \text{ чел.-час.}$$

Таким образом, в динамике ситуация на данном предприятии ухудшилась, так как число потерь рабочего времени выросло на 20,1%, то есть весьма существенно. Это требует дополнительных исследований для установления причин этому явлению.

Внутрисменные простои (то есть перерывы в работе в течение смены, не связанные с перерывами на отдых или обед) можно определить техническими средствами. Для этого используют различные системы мониторинга и автоматизации. Вот ключевые способы:

#### 1. Системы мониторинга производственного оборудования (MES, SCADA)

Эти системы отслеживают:

Состояние оборудования в реальном времени (работает / простаивает / авария и т. д.);

Время начала и окончания простоев;

Причины (если оператор указывает или система автоматически определяет).

Примеры технических решений:

MES (Manufacturing Execution System) – позволяет анализировать эффективность работы оборудования и фиксировать внутрисменные простои.

SCADA – контролирует параметры работы оборудования, включая остановки.

#### 2. Устройства и датчики

На производственные линии ставят:

Датчики вибрации, тока, температуры — фиксируют работу или останов оборудования.

Счетчики циклов — показывают, когда станок перестал выполнять операции.

Устройства учета времени работы оборудования (ТРМ и аналогичные).

3. IoT (Термин IoT, или Интернет вещей, относится к коллективной сети подключенных устройств и технологии, которая обеспечивает связь между устройствами и облаком, а также между самими устройствами) и телеметрия

Модернизированные предприятия применяют:

IoT-сенсоры, которые передают данные на сервер;

Аналитику в облаке, которая выделяет аномалии, включая простои.

#### 4. Видеонаблюдение и видеоаналитика

Камеры в цехах, дополненные видеоаналитикой, позволяют:

Обнаруживать, когда оборудование не работает;  
Определять отсутствие движения на рабочих местах.  
5. Учет через рабочие терминалы / системы учета труда

Рабочие или мастера могут:

Вручную вводить коды простоев;

Отмечать простои через планшеты, терминалы или смартфоны.

Кроме этих весьма общих программных решений в России доступны различные конфигурации, позволяющие мониторить работу оборудования, фиксировать причины остановок и анализировать производственные потери. Перечислим некоторые из них.

#### 1. Система «ПРАНА»

Предиктивная аналитическая система, разработанная компанией РОТЕК. Она позволяет отслеживать работу более 130 единиц сложного промышленного оборудования, прогнозировать аварийные ситуации и предотвращать внеплановые остановки.

В 2012 году в «РОТЕК» создано подразделение сервиса энергетических газовых турбин. Одним из направлений долгосрочного сервиса стал удалённый мониторинг и контроль технического состояния оборудования, который впоследствии выделили в отдельную услугу. В разработку комплекса вложили \$5,5 млн [8][9]. В 2013-м создали первый прототип для газовой турбины.

В 2015 году стартовал пилотный проект на Пермской ТЭЦ-9, где был предотвращён первый инцидент. В том же году создан Ситуационный центр, в котором формируются цифровые архивы данных с объектов. Они анализируются специалистами «РОТЕК», которые затем дают рекомендации эксплуатационному персоналу.

В этом же году система запатентована, руководитель авторского коллектива — председатель совета директоров «РОТЕК» Михаил Лифшиц. Также комплекс зарегистрирован в бюро авторского права США. К 2021 году внедрён 31 патент, описывающий способы и системы работы «ПРАНЫ».

В 2017 году Министерство связи и массовых коммуникаций включило «ПРАНУ» в единый Реестр российского программного обеспечения[4]. Систему предиктивной аналитики стали использовать «Мосэнерго» и «Т Плюс».

В этом же году «РОТЕК» заключил договор с «Татэнерго» о подключении Казанской ТЭЦ-1 к «ПРАНЕ». Система начала работу на объекте в 2019 году.

В 2018 году вышла новая версия системы, с элементами искусственного интеллекта и машинного обучения. Набор исходных данных, анализируемых комплексом, был расширен за счёт применения метода акустической эмиссии, что позволяет контролировать состояние не только вращающегося оборудования, но и статические объекты: фундаменты, трубы, резервуары и другое оборудование нефтегазовой отрасли. Внедрены мониторинг и анализ состояния силовых трансформаторов большой мощности.

В этом же году компания «АльфаСтрахование» впервые применила «ПРАНУ» для ретроспективного анализа инцидентов, которые привели к наступлению страховых случаев.

На 2019 год система была установлена на 22 ПГУ и ГТУ-энергоблоках с общей мощностью более 3,2 ГВт (2 % российской тепловой энергетики).

В 2019 году начались поставки системы за рубеж. Её внедрила казахстанская компания «Павлодарэнерго». За 2020 год компании удалось предотвратить минимум три инцидента.

По данным на 2020 год, с помощью системы удалось предотвратить более 300 инцидентов. По данным «РОТЕК», за 2020 год благодаря «ПРАНЕ» одно из генерирующих предприятий России снизило количество аварий более чем в 16,8 раза, сократило убытки более чем в 13,6 раза. Ещё одна из генерирующих компаний за несколько лет обеспечила снижение убытков: в 2017 году оно понесло убытков на \$ 10,1 млн (без системы прогностики), в 2019 году с комплексом «ПРАНА» эти затраты сократились до \$ 1,8 млн. В 2021 году «ПРАНА» перешла на систему управления базами данных «Яндекс ClickHouse».

На 2021 год система отслеживала более 130 единиц сложного промышленного оборудования, стоимостью около \$5 млрд. и имела в своем штате 267 сотрудников.

Механизм работы

Общий принцип

Система осуществляет непрерывную диагностику, оценку ресурса узлов и деталей, анализ и прогнозирование изменения технического состояния объекта. Им может быть любой промышленный агрегат или его детали. Комплекс работает с оборудованием Siemens, GE, Alstom, Ansaldo, ЛМЗ, УТЗ, ОДК, РЭП Холдинг.

«ПРАНА» имеет двухуровневую структуру. На нижний уровень поступают данные из АСУ ТП объекта или других средств объективного контроля. Далее по защищенному каналу связи данные передаются на верхний уровень в удаленный ЦОД (центр обработки данных) Ситуационного центра, где происходит их накопление и математическая обработка. При выявлении изменений технического состояния, система сигнализирует об этом в журнале событий. Эти данные хранятся в течение всего жизненного цикла объекта. За секунду система анализирует 30 тысяч параметров, а архив обработанных «ПРАНА» данных превышает 50 ТБ.

В основе математического аппарата комплекса лежат методы моделирования на основе подобия. Система создаёт эталонный цифровой образ — набор математических моделей объекта, которой описывает идеальное поведение оборудования в различных режимах эксплуатации. Для его построения используется идеология контрольных Т2-карт Хотеллинга. С помощью матрицы состояний и с использованием оператора подобия для каждого измеренного значения рассчитываются его модельное значение. По разнице между эталонным и фактически измеренным значением для каждого параметра вычисляется невязка и среднеквадратическое отклонение. Невязки нормализуются и по совокупности рассчитывается интегральный критерий технического состояния Т2. Благодаря анализу Т2-критерия прогнозируются изменения в техническом состоянии оборудования и отслеживаются все возможные зависимости параметров.

«ПРАНА» выявляет и ранжирует вклад каждого технологического параметра, составляя прогноз выхода параметров за свои технологические пределы. После накопления и анализа комплексом статистики появляется возможность создать правила для автоматического определения проблемных узлов и деталей.

Функции системы

В функции системы входят:

Построение эталонных математических моделей различных режимов работы оборудования с учётом его индивидуальных особенностей.

Автоматическая индикация и оповещение (sms, email) об изменении отслеживаемых параметров по сравнению с эталонными.

Автоматизированная аналитика причин изменений.

Прогнозирование вероятного срока безотказной работы оборудования.

Сравнительный анализ различных режимов работы оборудования для однотипных объектов.

Выделение опасных режимов работы оборудования.

Прогноз ресурса узлов.

Резервное хранение архивных данных.

Безопасный удалённый доступ к данным о работе оборудования в реальном времени.

2. Omnicube.Industry со штатом 5 сотрудников

Платформа для интеллектуального мониторинга промышленного оборудования, включающая:

Анализ производительности и эффективности работы операторов.

Прогнозирование аварий с использованием алгоритмов машинного обучения.

Классификацию причин простоев и статистику ошибок.

Учитывая штат сотрудников следует классифицировать данную фирму, как посредника.

### 3. Система мониторинга «ОПТИМУМ»

Разработанная компанией ЦИПТ 3 сотрудника, эта система позволяет:

Оценивать эффективность работы станков;

Оперативно реагировать на возможные неполадки;

Планировать проведение технического обслуживания оборудования.

### 4. Система MIMO

Разработанная на базе системы энергосбережения DESA, система MIMO предоставляет:

Интеграцию с аппаратным обеспечением;

Гибкую настройку функций и интерфейса;

Возможность создания MySQL базы данных;

Формирование отчетов в виде графиков, диаграмм и уведомлений.

### 5. Система PROTECH

100% российская программа, разработанная компанией «Меридиан Инжиниринг» Пермь 18 сотрудников. Она позволяет:

Анализировать эффективность производства;

Фиксировать простои и их причины;

Помогать в планировании технического обслуживания и ремонтов.

promia.ru

### 6. Система мониторинга СМПО

Разработанная на базе Цифровой Платформы Промышленного Интернета Вещей ОПТИМУМ, эта система предоставляет:

Достоверный сбор данных об эффективном времени работы и причинах простоя оборудования в режиме реального времени;

Интеграцию с производственной ERP 1С Диспетчеризация;

Возможность оповещений о внештатных ситуациях.

### 7. Система СгосоTime осуществляет контроль за использованием рабочего времени.

Заставлять или вдохновлять использовать время с пользой – каждая компания выбирает свою стратегию. Проанализировать эффективность помогает система СгосоTime (Саранск, штат 156 чел. уставной капитал – 10 тыс. р.). Объективно, без эмоций и личных оценок программный продукт предлагает систему оповещений.

Нерезультативность, срыв сроков, опоздания, прогулы – вся информация передается напрямую руководителю, на его электронную почту. Для этого не обязательно находиться в офисе. Быть в командировке или путешествовать можно, не выключаясь из руководства. И вовремя реагировать на непредвиденные происшествия, обстоятельства, исправлять недоработки.

Программа СгосоTime делает фотографию дня: кто, во сколько, чем занимался, в какие заходил программы. Авторы системы анализа рабочего времени СгосоTime считают, что проще всего выяснить, какое подразделение фирмы не справляется, и начать именно с него. В ПП предусмотрена функция выгрузки структуры предприятия. По принципу сортировки можно быстро найти отделы, которые чаще всего “заваливают” задачи.

Все преимущества СгосоTime понятны с первых дней введения системы. Достаточно двух недель мониторинга, чтобы определить, кто в коллективе работает на совесть, а кто часто отвлекается. А значит, повысить результативность работников. Анализ потерь рабочего времени заменит оценка успехов компании.

8. Система 1С позволяет эффективно учитывать простои, автоматизировать расчеты и минимизировать ошибки. Для максимальной точности рекомендуется сочетать программу с системами автоматического сбора данных (например, тайм-трекерами или датчиками на производстве).

Таким образом, в России существует широкий выбор отечественных и локализованных решений для мониторинга производственного оборудования, которые позволяют эффективно определять внутрисменные простои. Выбор подходящей системы зависит от специфики вашего производства, масштабов предприятия и бюджета. Если вам нужна помощь в подборе оптимального решения для вашего бизнеса, пожалуйста, уточните его особенности, и я с радостью помогу.

Технические средства для определения внутрисменных простоев существуют, и их выбор зависит от масштаба производства, бюджета и уровня автоматизации. Наиболее точные и автоматизированные методы — это MES/SCADA-системы с подключенными датчиками и IoT-решениями.

Внутрисменные простои представляют собой существенный резерв повышения эффективности производства, напрямую влияющий на себестоимость продукции и конкурентоспособность предприятия. Как показано в статье, их устранение не требует масштабных инвестиций, но необходим системный подход, основанный на точной диагностике причин и применении целевых мер.

Незапланированные простои (технические, организационные, человеческие) должны быть минимизированы, в отличие от плановых перерывов.

Российская практика «нормирования» потерь (до 10% как «допустимая норма») контрастирует с мировым опытом (например, японская система JIT), где борьба с простоями – приоритет.

Традиционные методы (хронометраж, фотография рабочего дня, моментные наблюдения) эффективны для анализа причин, но трудоемки и подвержены субъективности.

Автоматизированные системы (MES, SCADA, IoT, видеоаналитика) обеспечивают точность и оперативность за счет реального мониторинга оборудования и процессов. Примеры: системы «ПРАНА», StocoTime, PROTECH.

Формулы расчета коэффициентов простоев (например,) позволяют быстро оценить масштаб проблемы. Как правило, решение проблемы может осуществляться по нескольким направлениям. Прежде всего – это технологические меры связанные с модернизацией оборудования, автоматизацией рутинных операций, создание резервных запасов сырья. Эти меры должны обеспечиваться грамотными управленческими решениями, направленными на четкое планирование задач, контроль соблюдения графика, регулярное обучение персонала, которое направлено на обеспечение баланса между контролем и лояльностью для предотвращения «выгорания» сотрудников.

В перспективе полноценное решение проблем простоев может быть осуществлено за счет внедрения предиктивной аналитики (на примере «ПРАНЫ»), что сокращает аварийные простои за счет прогнозирования сбоев; интеграция систем учета (1С, ERP) с датчиками и программное обеспечение для мониторинга обеспечивающее прозрачность данных.

Успешная минимизация внутрисменных простоев достигается комбинацией технологических решений, управленческой дисциплины и вовлеченности персонала. Регулярный анализ потерь с использованием современных инструментов превращает «скрытые резервы» в реальный рост производительности и снижение издержек. Как подчеркивается в статье, игнорирование этой проблемы – прямая угроза конкурентоспособности предприятия в долгосрочной перспективе.

### **Библиографический список**

1. Баркалов С.А., Курочка П.Н., Курносов В.Б. Статистика. Воронеж, ВГАСУ, 2010. – 775 с.
2. Баркалов С.А., Курочка П.Н., Маилян Л.Д., Серебрякова Е.А. Ресурсное планирование проектного управления: монография / С.А. Баркалов, П.Н. Курочка, Л.Д. Маилян, Е.А. Серебрякова. – М.: Кредо, 2024. – 530 с.

3. Баркалов С.А., Курочка П.Н., Маилян Л.Д., Серебрякова Е.А. Оптимизационные модели – инструмент системного моделирования: монография / С.А. Баркалов, П.Н. Курочка, Л.Д. Маилян, Е.А. Серебрякова. – М.: Кредо, 2023. – 522 с.
4. Баркалов С.А., Курочка П.Н., Серебрякова Е.А. Моделирование инновационного развития фирмы / С.А. Баркалов, П.Н. Курочка, Е.А. Серебрякова. // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2023. №2 (18). – с. 49 – 64. DOI: 10.46573/2658-5030-2023-2-49-64
5. Баркалов С.А. Построение интегральной оценки организационно-технологических решений на основе сингулярных разложений. / С.А. Баркалов, П.Н. Курочка // Системы управления и информационные технологии. Научно-технический журнал. №2 (64), 2016. Воронеж. 2016 г. – с. 39 – 46.
6. Баркалов С.А., Курочка П.Н., Карпович М.А. Очерки истории развития инженерно-управленческой мысли в России. / С.А. Баркалов, П.Н. Курочка, М.А. Карпович. – Воронеж: АО «Воронежская областная типография – издательство имени Е.А. Болховитинова», 2021. – 852 с.
7. Бурков В.Н., Буркова И.В. Задачи дихотомической оптимизации. – М.: Радио и связь. – 2003. – 156 с.
8. Бурков В.Н., Заложнев А.Ю., Новиков Д.А. Теория графов в управлении организационными системами. М.: Синтег, 2001. –124 с.
9. Кофман А., Анри-Лабурдер А. Методы и модели исследования операций. М.: Мир, 1977. – 432 с.
10. Курочка П.Н., Сеферов Г.Г. Модель управления объемами незавершенного производства при произвольной связи между работами проекта. / Вестник Воронежского государственного технического университета. 2011. Т. 7. № 4. С. 178-182.
11. Медведев С.Н. Жадные и адаптивный алгоритмы решения задачи маршрутизации транспортных средств с несколькими центрами с чередованием объектов /С.Н. Медведев // Автоматика и телемеханика, 2023, Выпуск 3. М.: ИПУ РАН. – с. 139 – 168. DOI: 10.31857/S0005231023030078

## INCREASING PRODUCTION EFFICIENCY BY TAKING INTO ACCOUNT INTRA-SHIFT DOWNTIME

**S.A. Barkalov, P.N. Kurochka, M.A. Bobrovnikova, E.A. Chunikhina**

---

***Barkalov Sergey Alekseevich\****, Voronezh State Technical University, D. Sc. in Engineering, Prof., Head of the Department of Management

Russia, Voronezh, e-mail: sbarkalov@nm.ru, tel. 8-473-276-40-07

***Kurochka Pavel Nikolaevich***, Voronezh State Technical University, D. Sc. in Engineering, Prof., Professor of the Department of Management

Russia, Voronezh, e-mail: kpn55@rambler.ru, tel. 8-473-276-40-07

***Bobrovnikova Marina Aleksandrovna***, Voronezh state technical university, senior teacher of department of philosophy, sociology and history

Russia, Voronezh, e-mail: philosophy.kaf@cchgeu.ru, ph.: +7-904-22-46-17

***Chunikhina Ekaterina Aleksandrovna***, the Voronezh state technical university, the graduate student of basic department of cybernetics in the systems of organizational management

Russia, Voronezh, e-mail: chea@cchgeu.ru, ph.: +7-951-563-42-41

---

## References

1. Barkalov S.A., Kurochka P.N., Kurnosov V.B. Statistics. Voronezh, VGASU, 2010. – 775 p.
2. Barkalov S.A., Kurochka P.N., Mailyan L.D., Serebryakova E.A. Resource planning of project management: monograph / S.A. Barkalov, P.N. Kurochka, L.D. Mailyan, E.A. Serebryakova. – M.: Credo, 2024. – 530 p.
3. Barkalov S.A., Kurochka P.N., Mailyan L.D., Serebryakova E.A. Optimization models - a tool for system modeling: monograph / S.A. Barkalov, P.N. Kurochka, L.D. Mailyan, E.A. Serebryakova. – M.: Credo, 2023. – 522 p.
4. Barkalov S.A., Kurochka P.N., Serebryakova E.A. Modeling of innovative development of the company / S.A. Barkalov, P.N. Kurochka, E.A. Serebryakova. // Bulletin of Tver State Technical University. Series: Technical sciences. 2023. No. 2 (18). – pp. 49 – 64. DOI: 10.46573/2658-5030-2023-2-49-64
5. Barkalov S.A. Construction of an integral assessment of organizational and technological solutions based on singular decompositions. / S.A. Barkalov, P.N. Kurochka // Control systems and information technologies. Scientific and technical journal. No. 2 (64), 2016. Voronezh. 2016. - pp. 39 - 46.
6. Barkalov S.A., Kurochka P.N., Karpovich M.A. Essays on the history of the development of engineering and management thought in Russia. / S.A. Barkalov, P.N. Kurochka, M.A. Karpovich. - Voronezh: JSC "Voronezh Regional Printing House - Publishing House named after E.A. Bolkhovitinov", 2021. - 852 p.
7. Burkov V.N., Burkova I.V. Dichotomous optimization problems. – Moscow: Radio and Communications. – 2003. – 156 p.
8. Burkov V.N., Zalozhnev A.Yu., Novikov D.A. Graph theory in managing organizational systems. Moscow: Sinteg, 2001. –124 p.
9. Kofman A., Henri-Labordere A. Methods and Models of Operations Research. M.: Mir, 1977. – 432 p.
10. Kurochka P.N., Seferov G.G. Model of work in progress volume management with arbitrary connection between project works. / Bulletin of Voronezh State Technical University. 2011. Vol. 7. No. 4. Pp. 178-182.
11. Medvedev S.N. Greedy and adaptive algorithms for solving the problem of vehicle routing with several centers with alternating objects / S.N. Medvedev // Automation and Telemechanics, 2023, Issue 3. Moscow: IPU RAS. - pp. 139 - 168. DOI: 10.31857/S0005231023030078

## ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ РАМЫ КВАДРОКОПТЕРА И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КВАДРОКОПТЕРОВ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

И. В. Фёдорова, Т. В. Фёдорова

---

**Фёдорова Ирина Владимировна\***, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры Управления,

Россия, г. Воронеж, e-mail: fedorova\_i@list.ru, тел.: +7-473-2-76-40-07

**Фёдорова Татьяна Владимировна**, АО «Концерн «Созвездие», ведущий программист,

Россия, г. Воронеж, e-mail: ttn\_4@mail.ru

---

Аннотация. В статье выполнен статический и линейный динамический анализ элемента рамы квадрокоптера, а также представлен всесторонний обзор возможностей применения дронов в строительной отрасли.

Ключевые слова: квадрокоптеры, структурный анализ, метод конечных элементов, строительные проекты.

### Введение

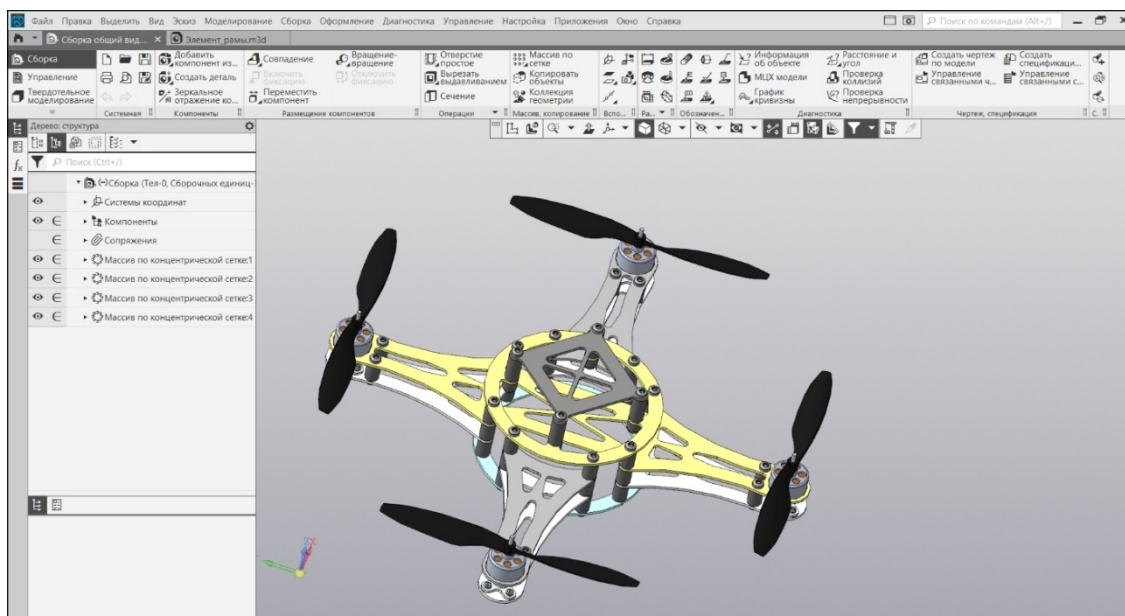
Дрон или БПЛА — это беспилотный летательный аппарат. Его можно назвать летающим роботом, которым можно управлять во время полета с помощью специального программного обеспечения, работающего совместно с бортовыми датчиками и GPS.

В последние годы использование этих устройств растёт, совершенствуются технологии их изготовления, что приводит к увеличению высоты, продолжительности полета, веса полезной нагрузки, скорости и т. д. Две основные функции БПЛА — полет и навигация. БПЛА обычно имеют каркас - раму, которая изготавливается из легких алюминиевых, пластмассовых или композитных материалов. Цель — снижение веса и повышение маневренности в полете. Среди важных компонентов БПЛА можно перечислить следующие: моторы (как правило, бесколлекторные для дронов мультироторного типа), электронные контроллеры скорости (ESC), модуль GPS (для некоторых дронов), контроллер полета (FC), видеопередатчик (VTX), батарея, антенна, приемник (принимает сигналы со станции), пропеллеры, камеры, датчики, акселерометр для измерения скорости и высотомер для измерения высоты. Изготовление каркаса и лучей мультироторного БПЛА может осуществляться лазерной резкой, фрезерованием, с использованием технологии 3D-печати и т. д. Среди мультироторных БПЛА наибольшее распространение получили квадрокоптеры.

Проводимое в работе исследование направлено на проведение анализа прочности и выполнение частотного анализа элементов рамы мини-БПЛА с помощью метода конечных элементов.

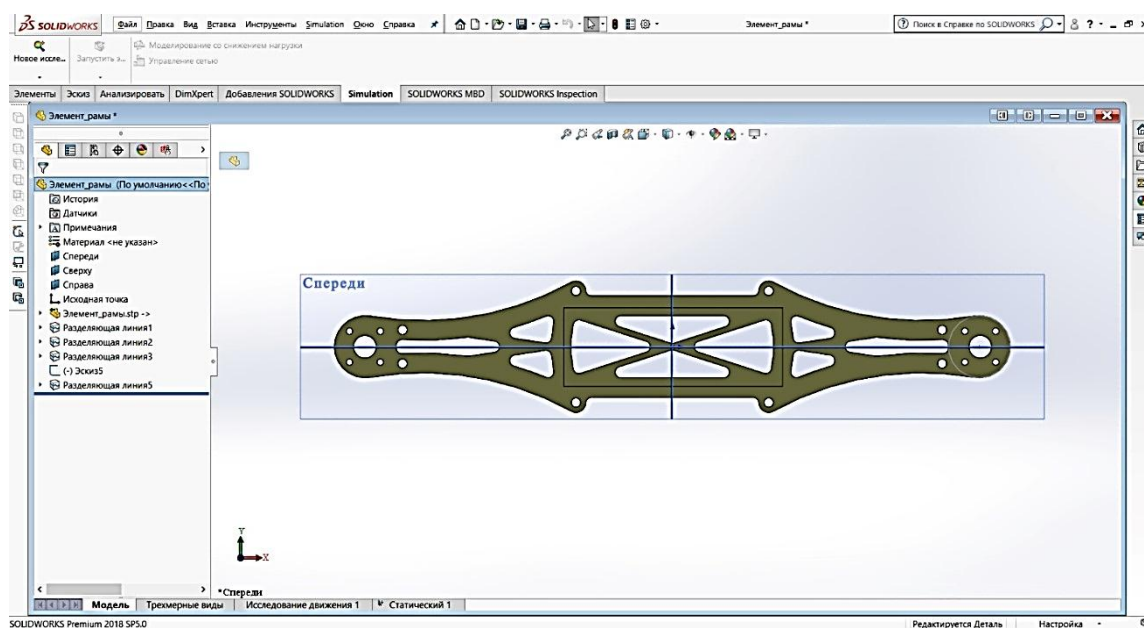
На рис. 1 представлен БПЛА, элемент рамы которого будет моделью для изучения.





**Рис. 1. Дрон, используемый в процессе анализа**

На рис. 2 представлен элемент рамы, смоделированный в Компас-3D и открытый в SolidWorks.



**Рис. 2. Анализируемый элемент рамы**

## **1 Выбор материала рамы квадрокоптера на основе анализа прочности**

### **1.1 Обзор основных материалов, используемых для рам квадрокоптеров**

Среди самых распространенных материалов, используемых для изготовления рам квадрокоптеров, можно выделить следующие:

- углеродное волокно. Это композитный материал из множества листов ткани, сплетенных из тонких и прочных нитей углерода, а затем склеенных смолой для придания необходимой жесткости. Преимуществами материала являются легкость, высокая прочность (относительно веса) и термостойкость. Недостатками материала является его стоимость (он относительно дорог по сравнению с рядом других материалов) и недостаточная гибкость — резкие удары или экстремальные нагрузки могут приводить к растрескиванию;
- алюминиевые сплавы. Они сделаны из алюминия в сочетании с другими добавками, такими, как магний, кремний или медь, которые способствуют повышению

прочности (сам по себе алюминий является достаточно мягким металлом) и устойчивости сплавов к коррозии. Преимуществами материалов является сбалансированность по прочности, весу и стоимости. Также алюминиевые сплавы обладают высокой тепло- и электропроводностью и хорошей гибкостью. Недостатками материалов является то, что они не такие легкие, как углеродное волокно, а также могут покрываться вмятинами и деформироваться при экстремальных нагрузках;

- **пластики.** Благодаря технологическим достижениям в области создания новых материалов, современные пластики становятся все более прочными, легкими и универсальными по сфере применения. Преимуществами пластиков, таких как ABS (акрилонитрил-бутадиен-стирол), поликарбонат или нейлон, является их легкость, ударопрочность, гибкость, простота производства и стоимость. Недостатком пластиков является их меньшая долговечность (по сравнению с алюминиевыми сплавами и углеродным волокном), особенно при экстремальных нагрузках. Некоторые пластики могут потерять прочность при длительном воздействии ультрафиолетового излучения или высоких температур.

Учитывая опыт использования вышеперечисленных материалов в уже существующих изделиях [1-6] и важность факторов стоимости и простоты производства рамы квадрокоптера, будем проводить прочностной анализ элемента рамы, выполненного из следующих материалов:

- сплав алюминия 6061-T4;
- пластик ABS.

При этом в качестве материала для различных крепежных элементов можно выбрать пластик нейлон, который обладает меньшей плотностью по сравнению с металлическими сплавами и пластиком ABS.

### **1.2 Выбор схемы приложения сил, действующих на раму квадрокоптера**

При разработке схемы будем использовать стандартные допущения теории сопротивления материалов: все нагружающие силовые факторы сохраняют свое направление после возникновения деформаций, а материал является сплошным и однородным.

На раму квадрокоптера действуют две разнонаправленные силы:

- сила тяжести самой рамы и закрепленного на ней оборудования;
- подъемная сила.

Воспользуемся предположением о том, что рама и приложенные к ней нагрузки идеально симметричны. Также будем считать, что сила тяжести сосредоточена в центре всей конструкции.

В этом случае вместо всей рамы можно рассматривать только два луча и часть центральной платформы (в дальнейшем элемент рамы). На лучи действует направленная вертикально вверх подъемная сила, обеспечиваемая вращением пропеллеров, а на часть центральной платформы действует направленная вертикально вниз сила тяжести.

Важно обеспечить прочность конструкции рамы не только при обычных условиях эксплуатации, но и в условиях экстремальных нагрузок. Поэтому можно исследовать прочность элемента рамы в условиях экстремальной нагрузки и считать, что если она обеспечивается, то обеспечивается и прочность рамы в процессе эксплуатации.

В качестве экстремальной нагрузки будем рассматривать ситуацию перегрузки, которая может привести к поломке рамы. Для моделирования такой ситуации предлагается приложить к части центральной платформы бесконечную массу (эквивалентно фиксации части центральной платформы как неподвижной геометрии при анализе в SolidWorks). В этом случае, элемент рамы не может подняться в воздух и деформируется под воздействием максимально возможных нагрузок.

### **1.3 Выполнение статического анализа в SolidWorks**

Анализ прочности проводился в программе SolidWorks (с использованием SolidWorks Simulation) на основе метода конечных элементов. Предварительно в программе Компас-3D

v20 были разработаны детали элемента рамы квадрокоптера и чертежи к ним, затем детали были сохранены в формате STEP 24 и открыты в SolidWorks, как трехмерная модель сборки элемента рамы. Далее эта модель была разбита на конечные элементы. Часть центральной платформы элемента рамы была закреплена как неподвижная геометрия. Также была задана направленная вертикально вверх подъемная сила вдоль осей установки воздушных пропеллеров и электродвигателей.

Результаты проведенного статического анализа по материалам приведены в табл. 1, где указаны максимальные значения величин.

**Таблица 1**

**Результаты статического анализа для разных материалов рамы в SolidWorks**

Основной материал	Перемещение, мм	Эквивалентная упругая деформация	Эквивалентное напряжение, МПа	Вес детали, г
ABS	2,8	0,0023	6,27	14,09
6061 T-4	0,63	0,00025	28,252	18,65

В соответствии с данными справочника материалов у пластика ABS величина предела прочности 30 МПа, а по результатам расчета максимальное напряжение составило 6,27 МПа. Таким образом, запас прочности по пластику ABS равен:  $30/6,27=4,785$ .

В соответствии с данными справочника материалов предел текучести алюминиевого сплава 6061 T-4 227,527 МПа, а предел прочности при растяжении 240 МПа. Запас прочности будем оценивать по пределу текучести, так как при достижении данного предела начнется разрушение конструкции. По результатам расчета максимальное напряжение 28,252 МПа. Таким образом, запас прочности по сплаву 6061 T-4 равен:  $227,527/28,252=8,053$ .

В соответствии с данными справочника материалов предел текучести пластика нейлона 60 МПа, а предел прочности 79,29 МПа. Таким образом, запас прочности по пластику нейлону равен:  $60/28,252=2,124$  (максимальное напряжение выбрано как максимум из напряжений по двум расчетам, 28,252 МПа.).

Графики перемещения, распределения полной деформации и распределения напряжений по Мизесу для рассматриваемых материалов приведены на рис. 3. Наиболее деформированной областью являются места установки моторов на лучах.

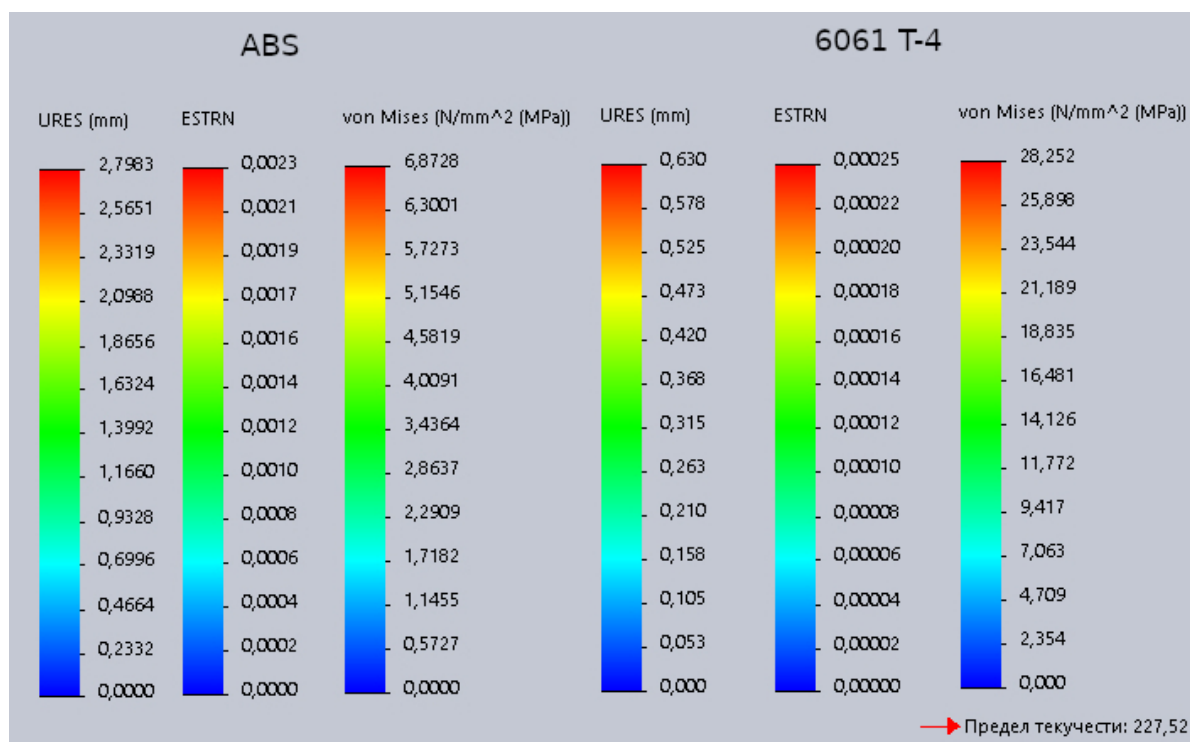
В соответствии с результатами анализа, можно сделать вывод, что пластик ABS, как материал для рамы квадрокоптера, лучше алюминиевого сплава 6061 T-4 по соотношению параметров прочность - вес. Изготовленная из него рама будет обеспечивать необходимую прочность.

## **2 Линейный динамический анализ**

### **2.1 Введение в частотный анализ**

Каждая конструкция имеет тенденцию вибрировать на определенных частотах, называемых собственными или резонансными. Каждая собственная частота связана с определенной формой, называемой формой (модой) колебаний, которую конструкция принимает при вибрации на этой частоте. Собственные частоты и соответствующие формы колебаний зависят от геометрической формы конструкции, её массы и свойств материала.

При воздействии динамических нагрузок статические исследования уже не могут использоваться для оценки результата воздействия. Одним из первых шагов для понимания динамического поведения системы является определение собственных частот конструкции. Дело в том, что когда конструкция выводится из состояния покоя динамической нагрузкой с частотой, совпадающей с одной из ее собственных частот, то она испытывает большие смещения и напряжения. Это явление известно как резонанс. Для систем с отсутствием затухания резонанс теоретически вызывает бесконечное движение. Однако затухание накладывает ограничения на реакцию конструкции из-за резонансных нагрузок.



**Рис. 3. Результаты статического анализа для двух материалов**

Вычисление собственных частот и форм колебаний известно как частотный анализ, который можно провести с помощью программного обеспечения SolidWorks Simulation. Несмотря на то, что у реальной конструкции бесконечное число собственных частот, конечно-элементная модель конструкции обладает конечным числом собственных частот, равным числу степеней свободы, рассматриваемых в модели.

Рассмотрим преимущества проведения частотного исследования в SolidWorks Simulation:

- выявление проблем, связанных с вибрацией на ранних этапах проектирования без создания физических прототипов;
- уменьшение риска отказа и повышение качества конструкции. Анализ различных вариантов конструкции на этапе проектирования способствует её оптимизации в части надёжности, улучшения устойчивости к вибрациям и уменьшения шума от самой конструкции.

При проведении частотного исследования необходимо обращать внимание на показатели массового участия и суммарной эффективной массы. Массовое участие показывает процент массы конструкции, который участвует в определенной моде. Мода с большим показателем массового участия вносит более значительный вклад в динамический отклик конструкции. Суммарная эффективная масса является мерой того, как нарастает процент от общей массы конструкции, задействованный в динамическом отклике по мере включения в анализ дополнительных мод. В общем случае, количество рассматриваемых мод должно вносить вклад в суммарную эффективную массу не менее 70 % массы конструкции в направлении возбуждения.

## 2.2 Динамический анализ

При проведении динамического анализа, первоначально был проведен расчёт для первых 10 мод, но оказалось, что полученной суммарной эффективной массы в направлениях вдоль осей X, Y, Z недостаточно для того, чтобы сделать выводы по результатам анализа. Поэтому количество рассчитываемых частот было увеличено до 500.

Суммарная эффективная масса для пластика ABS, полученная в результате анализа, приведена на рис. 4.

Режим No.	Частота (Герц)	Направление X	Направление Y	Направление Z
494	73032	1.5873e-05	0.0011801	1.4001e-05
495	73046	5.3119e-05	7.7461e-05	3.7107e-05
496	73188	1.2573e-05	5.2781e-07	3.6886e-08
497	73406	0.00097035	1.5057e-06	3.1601e-08
498	73476	0.00026507	1.4066e-05	1.2492e-06
499	73579	0.001684	1.5653e-06	8.896e-07
500	73737	0.0011337	2.8099e-06	3.1252e-06
		Сумма X = 0.88322	Сумма Y = 0.90624	Сумма Z = 0.72688

**Рис. 4. Результаты расчета массового участия и суммарной эффективной массы для пластика ABS**

Суммарная эффективная масса для сплава алюминия 6061 Т-4, полученная в результате анализа приведена на рис. 5.

Режим No.	Частота (Герц)	Направление X	Направление Y	Направление Z
494	2.3841e+05	9.1577e-06	0.0025532	5.897e-06
495	2.3904e+05	4.7285e-07	0.0028514	0.00018688
496	2.3947e+05	3.6854e-08	0.018074	0.001901
497	2.3967e+05	4.2576e-07	0.007422	0.00024794
498	2.3975e+05	2.007e-06	0.00016442	6.9232e-05
499	2.401e+05	5.8016e-06	0.00014598	1.0097e-06
500	2.4038e+05	6.437e-05	1.114e-05	1.0702e-05
		Сумма X = 0.75622	Сумма Y = 0.74344	Сумма Z = 0.73294

**Рис. 5. Результаты расчета массового участия и суммарной эффективной массы для сплава алюминия 6061 Т-4**

Наиболее опасные собственные частоты для пластика ABS приведены в табл. 2, а наиболее опасные собственные частоты для алюминиевого сплава 6061 Т-4 приведены в табл. 3.

**Таблица 2**

**Наиболее опасные собственные частоты для пластика ABS**

Режим No.	Частота (Герц)	Действительная часть эффективной массы	Направление
19	4138,9	0,2154	X
20	4155,2	0,2143	X
7	870,17	0,1548	Y
8	872,85	0,1545	Y
1	112,64	0,1654	Z
2	113,11	0,165	Z



Таблица 3

**Наиболее опасные собственные частоты для сплава 6061 Т-4**

Режим No.	Частота (Герц)	Действительная часть эффективной массы	Направление
31	15105	0,1969	X
32	15194	0,1904	X
7	3159,5	0,1537	Y
8	3174,6	0,1529	Y
1	207,4	0,1638	Z
2	209,04	0,1630	Z

**3. Основные преимущества применения дронов в строительной отрасли.**

В различных отраслях мировой экономики повышение производительности труда происходит за счет внедрения новых технологий и инноваций, которые позволяют выполнять одну и ту же работу более эффективно и с меньшими затратами. Отрасль строительства отстает от других отраслей в принятии и применении технологий, которые помогают повысить производительность труда. Так, согласно отчету McKinsey [7], доля строительной отрасли в мировой экономике составляет 13% ВВП. Но годовой рост производительности труда в строительной отрасли составляет всего 1% в год за последние 20 лет. В отчете определены семь направлений действий, которые можно использовать для повышения производительности строительства до 50%-60%. Одно из этих направлений действий - активное внедрение большего количества технологий и инноваций в строительную отрасль. Применение дронов в строительстве является примером инновационной технологии, которая может помочь сократить сроки строительных проектов и снизить потребность в капиталовложениях.

Преимущества использования дронов для строительных компаний можно разделить на 4 основные категории:

- 1 повышение эффективности;
- 2 сокращение расходов;
- 3 повышение безопасности работ;
- 4 повышение точности данных.

**1. Повышение эффективности.** Процесс ручной съемки строительной площадки требует достаточно много времени, наличия рабочей силы с определенными профессиональными компетенциями, денежных средств и готовности переделывать съемку, если что-то пойдет не так. Примерно 20000 квадратных метров можно обследовать традиционными методами за час. При проведении съемки с помощью дронов даже начинающие геодезисты способны обследовать 480000 квадратных метров за час, что в 24 раза повышает эффективность использования рабочего времени на проведение съёмки.

Иллюстрировать преимущества в использовании дронов на строительной площадке будем на примере компании с 5 различными участками.

Пусть у компании есть 5 различных участков по 240000 квадратных метров и их нужно обследовать 5 раз в год. В этом случае, традиционная съемка для каждого участка потребует 12 часов работы, что составляет 60 часов на участок в год. По всем участкам затраты времени составят 300 часов работы в год. При проведении съемки с дрона обследование каждого участка займёт 0.5 часа, что составляет всего 2.5 часа на участок в год. По всем 5 участкам затраты времени составят всего 12.5 часов в год.

Также нужно отметить, что работа на строительной площадке почти всегда ведётся одновременно на множестве участков. Отслеживать при этом прогресс работ на площадке становится довольно сложно и для этого могут проводиться геодезические работы. Если проводить традиционную съемку крупной строительной площадки, то для этого может потребоваться несколько рабочих дней. При этом будет невозможно сказать, что изменилось

с момента начала съемки. Это часто требует повторной съемки и может задержать начало новых работ, которые могут помешать геодезистам.

**2. Сокращение расходов.** Как упоминалось ранее, традиционная съемка участка требует гораздо больших временных и трудовых затрат по сравнению со съемкой с дрона. Вместе с этими дополнительными рабочими часами начисляется оплата геодезистам, оплата за аренду/использование оборудования и все прочие расходы, которые сопутствуют традиционной съемке. В то же время, съемка с помощью дронов эффективна для сокращения переменных финансовых затрат.

**3. Повышение безопасности работ.** На строительной площадке есть много источников повышенной опасности. При выполнении геодезических работ традиционным методом, может потребоваться заходить в потенциально опасные места на рабочих площадках, где рядом работает тяжелая техника. Изменение методов работы, ведущее к снижению общего риска для сотрудников, может стать частью долгосрочной стратегии по снижению количества несчастных случаев на производстве для улучшения результатов в области безопасности и охраны труда. Заниматься просмотром карт и других данных строительного участка, полученных посредством съемки с дронов, можно прямо в офисе или находясь в безопасной части рабочего участка.

Наибольшее количество несчастных случаев в России приходится на три отрасли – логистику, обрабатывающие производства и строительство. В строительной отрасли падения являются причиной 32% смертельных случаев среди рабочих на строительных площадках, а 1 из 5 погибших в результате несчастного случая на производстве приходится на строительную отрасль. Если работа на высоте связана с осмотром состояния конструкций, то лучше провести осмотр с использованием дронов. Это не только защитит рабочих от возможного падения с высоты, но и позволит собрать более точные данные о конструкциях.

Конечно, главным результатом повышения безопасности работ является предотвращение травм, но обеспечение безопасности работ также оказывает влияние на прибыль компании. Серьезные травмы сотрудников, полученные по вине работодателя, приводят к расходам на лечение или компенсационным выплатам, производственным потерям и упущенному доходу. Любая строительная компания, которая серьезно относится к обеспечению безопасности на площадках, должна рассмотреть возможность обновления технологии обследования строительных площадок. Традиционные способы можно заменить или дополнить применением дронов.

**4. Повышение точности данных.** Процесс сбора данных с помощью дронов называется дрон - фотограмметрией. Этот процесс заключается в измерении расстояний на местности с помощью перекрывающихся фотографий, которые учитывают все различные углы и перспективы. Процесс может показаться сложным, но при использовании дрона его можно выполнить быстро и с такой степенью точности, с которой трудно сравниться традиционной съемке. Данные, полученные дроном во время съемки в течение одного полета, можно обработать с помощью специального геодезического программного обеспечения и создать полноценную карту обследованного участка.

Съемку рабочей площадки с помощью дронов можно проводить так часто, как это необходимо для контроля и управления строительным проектом. Кроме того, всем участникам проекта (заказчикам, субподрядчикам, рабочим группам) можно предоставить доступ к данным съемки в удобном для восприятия формате, чтобы информировать о состоянии выполнения проекта и соответствии/не соответствии выполнения календарному плану. Своевременное информирование участников проекта имеет большое значение для обеспечения контроля за реализацией проекта и соблюдением бюджета.

#### **4. Применение дронов на разных этапах строительства**

Рассмотрим возможности по применению дронов на разных этапах строительства. Есть несколько типов дронов. Но наиболее распространены винтокрылые беспилотные летательные аппараты с несколькими двигателями (если двигателей 4, то это квадрокоптер). Они обладают превосходной маневренностью и способностью зависать, что делает их

подходящими для осмотра вертикальных конструкций с близкого расстояния, детальных осмотров строительных площадок и инфраструктуры. У них вертикальные взлет и посадка, что позволяет обходиться без взлетно-посадочной полосы или большой открытой площадки, необходимой для дронов с фиксированным крылом. Винтокрылые дроны с несколькими двигателями проще в эксплуатации и пилотировании по сравнению с дронами с фиксированным крылом. Ими могут управлять пилоты, обладающие меньшей подготовкой и опытом, что делает их доступными по стоимости приобретения и использования для небольших проектов гражданского строительства. Однако у винтокрылых дронов с несколькими двигателями есть и недостатки, среди которых более короткое время полета, восприимчивость к ветру и меньшая грузоподъемность по сравнению с дронами с фиксированным крылом.

#### **4.1 Применение дронов на этапе проектирования строительства**

На данном этапе дроны могут применяться для помощи в решении следующих задач:

- выбор и анализ подходящего участка. По аэрофотоснимкам высокого разрешения, полученным с дронов, оснащённых хорошими видеокамерами, можно провести оценку местности вокруг участка и выявить имеющиеся логистические ограничения;
- геодезия и картографирование. Картографирование с помощью дронов позволяет создавать точные карты и модели строительной площадки с использованием методов аэрофотосъемки и фотограмметрии. Алгоритмы фотограмметрии обрабатывают перекрывающиеся изображения для создания 2D- и 3D-карт, включая топографические карты, на которые нанесены высоты, контуры, уклоны и другие топографические особенности. Так, даже в условиях густой и разнообразной растительности, дрон, оснащённый лидарами, способен эффективно и быстро собирать данные для создания подробных моделей рельефа по сравнению с традиционными полевыми обследованиями. Это особенно важно в лесных районах с ограниченной видимостью, сложным рельефом и возможными проблемами с получением спутникового сигнала геопозиционирования. Датчики лидаров, установленные на дроне, работают, испуская лазерные импульсы, которые отражаются от поверхностей и возвращаются к датчикам, позволяя проводить измерение расстояния между дроном и землей. Это дает возможность собирать данные для создания высокоточных 3D-моделей рельефа. Импульсы лидаров могут проникать сквозь препятствия, такие как кроны деревьев, высокую траву и кустарники. Поэтому с помощью лидаров можно проводить картографирование местности, скрытой под растительностью, где традиционная аэрофотосъемка часто не обеспечивает точных контуров рельефа. В обычных лесных районах (без чрезмерно густой, высокой травы) лидары работают очень хорошо и даже в густых лесах точность датчиков при определении высоты обычно достигает 3-4 сантиметров. Тем не менее, необходимо отметить, что через густые пологи деревьев импульсы лидаров проникают легче, чем через густую, высокую траву, поскольку лазерные импульсы могут проходить через просветы между листьями и ветвями. Однако густая трава может помешать точному определению высот при помощи лидаров. Если солнечный свет почти не достигает поверхности земли из-за травы, это часто означает, что и импульсы лидаров, скорее всего не смогут эффективно достичь поверхности земли. Поэтому в районах с густой, высокой травой можно провести небольшое количество традиционных полевых работ с целью восполнения имеющихся пробелов в данных для обеспечения точной модели поверхности.

Высокая скорость сканирования лидаров, до 1,4 млн точек в секунду позволяет обеспечить очень высокий уровень детализации при исследовании рельефа местности, который не могут обеспечить другие методы обследования, такие как фотограмметрия. Такой уровень детализации позволяет эффективно обнаруживать потенциальные опасности, связанные с ландшафтом, такие как скалы или большие, свободно лежащие валуны.

#### **4.2 Применение дронов на этапе строительства**

На данном этапе дроны могут применяться для следующих задач:

- контроль и мониторинг земляных работ. Может проводиться автоматический расчет объема выемки и засыпки, мониторинг и документирование работ от начала до



завершения путем сравнения двух моделей рельефа с разными временными метками и получения разницы высот.

На основе данных, полученных с дронов, можно создать облако точек, состоящее из тысяч точек, каждая из которых содержит пространственные координаты (X, Y, Z) и цветовую информацию. Затем с помощью программного обеспечения для фотограмметрии можно провести точные объемные измерения и выполнить анализ выемки/засыпки. Подрядчики, которые перемещают землю, получают оплату в соответствии с выполненным объемом работ. Поэтому необходима высокая точность при измерении объема перемещенной земли, которую и обеспечивают данные, получаемые с дрона;

- контроль качества и мониторинг прогресса работ. Изображения с высоким разрешением, полученные с дронов, позволяют выявлять даже незначительные дефекты, такие как трещины, коррозия или поверхностные дефекты, которые могут быть пропущены во время обычных проверок. Сравнивая полученные данные с планами строительства или 3D-моделями, можно быстро выявлять любые отклонения или ошибки в процессе строительства. Регулярное выполнение аэрофотосъемки или картографирования с помощью дронов позволяет менеджерам проектов оценивать статус различных строительных работ. Полученные данные можно также сравнивать с графиком проекта, отслеживая прогресс и выявляя любые задержки или узкие места;

- мониторинг соблюдения правил безопасности. Передавая изображения и видео высокого разрешения, дроны могут помочь в выявлении нарушений правил охраны труда, таких как неправильно закрепленные конструкции, мусор там, где его не должно быть, неисправности оборудования или отсутствие (неправильное использование) средств индивидуальной защиты;

- доставка материалов. Дроны могут быстро и эффективно доставлять материалы в районы с ограниченным доступом или туда, где нельзя использовать тяжелую технику;

- Маркетинг и реклама. Аэрофотосъемка, панорамы с дрона обеспечивают материалы для создания профессиональных маркетинговых фотографий и видеороликов.

#### **4.3 Применение дронов на этапе технического обслуживания**

На данном этапе дроны могут применяться для следующих задач:

- инспекция конструкций. Дроны, оснащенные камерами высокого разрешения, могут делать снимки конструкций с высоким разрешением, что позволяет проводить подробный анализ повреждений. Они могут получать доступ к труднодоступным или опасным для человека участкам. Для рабочих обслуживающей объект организации это снижает необходимость использования лесов или другого оборудования, установка которого может быть дорогостоящей и трудоемкой. Кроме того, дронами можно управлять дистанционно, что снижает риск получения травм работниками обслуживающей объект организации. Еще одним преимуществом использования дронов является скорость, с которой они могут проводить инспекции конструкций и объектов;

- мониторинг изменений и техническое обслуживание конструкций. Дрон, оснащенный лидарами, может генерировать точные данные для облака точек 3D конструкций и может использоваться для точного картографирования, моделирования и визуализации конструкции, предоставляя ценную информацию для целей обслуживания и оценки. Эти данные могут быть обработаны и проанализированы для обнаружения и идентификации различных структурных проблем, включая трещины, деформации и коррозию. Сравнивая полученные данные с эталонными моделями или данными предыдущего мониторинга, можно обнаружить изменения в состоянии конструкции, что позволит своевременно провести техническое обслуживание и предотвратить дальнейшую коррозию или разрушение;

- контроль опасных зон и выявление рисков. Дроны, оснащенные тепловизионной камерой, улавливают инфракрасное излучение, испускаемое объектами, что позволяет визуализировать изменения температуры. Обнаруженные перепады температур

помогают выявлять такие проблемы, как перегрев оборудования, проблемы с изоляцией, проникновение влаги, электрические неисправности и нежелательные химические реакции.

### **Заключение**

В работе были выполнены статический и линейный динамический анализ элемента рамы квадрокоптера, а также представлен всесторонний обзор применения дронов в строительной отрасли с акцентом на их использование на этапах проектирования, строительства и обслуживания.

Статический анализ позволил найти для рассматриваемой детали квадрокоптера следующие величины для оценки запаса прочности:

- максимальное перемещение детали;
- эквивалентную упругую деформацию;
- эквивалентное напряжение.

Это дало возможность сравнить запас прочности и вес детали при её изготовлении из разных материалов и выбрать подходящий материал для изготовления прочной рамы квадрокоптера.

Частотный анализ, выполненный в программном обеспечении SolidWorks позволил найти для рассматриваемой детали квадрокоптера следующие величины:

- собственные частоты;
- долю массы детали (действительный коэффициент массового участия), которая связана с каждой собственной частотой.

Это позволило определить наиболее опасные собственные частоты детали для двух материалов её исполнения.

### **Библиографический список**

1. Ермаченков Д. И., Фазли Т. Г. К., Петренко Е. О. Разработка конструкции рамы квадрокоптера для удалённого мониторинга объектов / Науковедение. 2016, Т. 8. № 6. С. 1–18.
2. Яцун С. Ф., Емельянова О. В., Савин А. И. Моделирование полета конвертоплана в различных режимах движения / Изв. Юго-Запад. гос. ун-та. 2015, № 1. С. 55.
3. Kuantama E., Kuantama E., Craciun D., Tarca R. Design, Analysis and quadcopter body frame model and analysis. Annals of the University of Oradea, 2016, P. 71–74.
4. Norouzi Ghazbi S., Aghli Y., Alimohammadi M., and Akbari A. A., Quadrotors unmanned aerial vehicles: A review, Int. J. Smart Sens. Intell. Syst., vol. 9, no. 1, pp. 309–333, 2016.
5. Raza S. A., Design and control of a quadrotor unmanned aerial vehicle, ProQuest Diss. Theses, vol. MR61280, p. 122, 2010.
6. Finley W. R., Hodowanec M. M., and Holter W. G., An analytical approach to solving motor vibration problems, IEEE Trans. Ind. Appl., vol. 36, no. 5, pp. 217–232, 2000.
7. Barbosa F., Woetzel J., Mischke J. Reinventing construction: a route of higher productivity. McKinsey Global Institute, 2017.

# OPTIMIZATION OF THE QUADCOPTER FRAME DESIGN AND THE PROSPECTS FOR USING QUADCOPTERS IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

I. V. Fedorova, T. V. Fedorova

---

**Fedorova Irina Vladimirovna\***, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Management,

Russia, Voronezh, e-mail: [fedorova\\_i@list.ru](mailto:fedorova_i@list.ru), tel.: +7-473-2-76-40-07

**Fedorova Tatyana Vladimirovna**, JSC «Concern «Sozvezdie»,

lead programmer,

Россия, г. Воронеж, e-mail: [ttn\\_4@mail.ru](mailto:ttn_4@mail.ru)

---

**Abstract.** In the paper was presented a static and linear dynamic analysis of a quadcopter frame element and a comprehensive overview of the potential applications of drones in the construction industry.

**Keywords:** quadcopters, structural analysis, finite element method, construction projects.

## References

1. Ermachenkov D. I., Fazli T. G. K., Petrenko E. O. Development of a quadcopter frame design for remote monitoring of objects. *Naukovedenie*, 2016, T. 8. № 6. p. 1–18.
2. Iatcun S. F., Emelianova O. V., Savin A. I. Simulation of tiltrotor flight in various motion modes. *Izv. Iugo-zapad. gos. un-ta*. 2015, № 1. p. 55.
3. Kuantama E., Kuantama E., Craciun D., Tarca R. Design, Analysis and quadcopter body frame model and analysis. *Annals of the University of Oradea*, 2016, p. 71–74.
4. Norouzi Ghazbi S., Aghli Y., Alimohammadi M., and Akbari A. A., Quadrotors unmanned aerial vehicles: A review, *Int. J. Smart Sens. Intell. Syst.*, vol. 9, no. 1, pp. 309–333, 2016.
5. Raza S. A., Design and control of a quadrotor unmanned aerial vehicle, ProQuest Diss. Theses, vol. MR61280, p. 122, 2010.
6. Finley W. R., Hodowanec M. M., and Holter W. G., An analytical approach to solving motor vibration problems, *IEEE Trans. Ind. Appl.*, vol. 36, no. 5, pp. 217–232, 2000.
7. Barbosa F., Woetzel J., Mischke J. Reinventing construction: a route of higher productivity. McKinsey Global Institute, 2017.

## **ФОРМИРОВАНИЕ ОТНОШЕНИЙ УЧАСТНИКОВ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ: КОМПАРАТИВНЫЙ АНАЛИЗ**

**М.И. Ульянов**

---

*Ульянов Михаил Игоревич, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Высшая школа экономики и бизнеса, аспирант базовой кафедры "Управление проектами и программами Капитал Групп"*

*Россия, г. Москва, e-mail: kaf-stroy@yandex.ru, тел.: + 7 (499) 237-87-91*

---

Аннотация. В работе рассмотрены теоретические основы и ключевые понятия проекта, где основная роль будет отведена инвестиционно-строительным проектам. Проведена классификация проектов и их участников. Проанализированы подходы к управлению инвестированием инновационной деятельности с учетом интересов и возможностей ее участников. Описаны основные механизмы инвестирования в строительные проекты. Определен состав и функции участников инвестиционно-строительных проектов.

*Ключевые слова: проектное управление, строительство, компаративный анализ, инвестиции, участники инвестиционных проектов, риски.*

### **Введение**

В современных рыночных условиях, эффективность создания строительной продукции напрямую зависит от слаженного взаимодействия всех участников инвестиционно-строительного процесса, к которым относятся инвесторы, заказчики, проектные организации, строительные компании, поставщики материалов и оборудования и другие. Несогласованность действий между участниками может привести к таким серьезным последствиям, как увеличение стоимости строительства, срыву сроков ввода объектов, снижению качества выполняемых работ.

Изучение и анализ методов формирования отношений участников инвестиционно-строительных проектов является критически важным для создания качественной строительной продукции, улучшения показателей стоимости и сроков строительства, повышения общей эффективности инвестиционно-строительного процесса. Ввиду этого особую актуальность приобретает разработка современных методов регулирования и координации деятельности участников, учитывающих динамичные рыночные условия и специфику строительного производства.

В данной работе ставится задача рассмотреть теоретические основы и ключевые понятия проекта, где основная роль будет отведена инвестиционно-строительным проектам, провести классификации проектов и их участников, проанализировать подходы к управлению инвестированием инновационной деятельности с учетом интересов и возможностей ее участников. Также одной из задач работы является описание механизмов формирования отношений между участниками инвестиционных проектов.

### **Инвестиционно-строительный проект и его особенности**

Строительство представляет собой отдельную самостоятельную отрасль экономики страны, которая предназначена для ввода в действие новых, а также реконструкции, расширения, ремонта и технического перевооружения действующих объектов производственного и непроизводственного назначения.

Отрасль строительства объединяет деятельность общестроительных и специализированных организаций, проектно-изыскательных и научно-исследовательских предприятий стройиндустрии, а также организаций, выполняющих строительно-монтажные работы на праве хозяйственного ведения и оперативного управления. Все эти субъекты строительного процесса являются в той или иной мере участниками разрабатываемых и реализуемых инвестиционно-строительных проектов [1].

Проект (от лат. *projectus* — выдающийся вперед), согласно стандарту ISO 21500, представляет собой уникальный набор процессов, состоящих из скоординированных и управляемых задач с начальной и конечной датами, предпринятых для достижения цели.

Проект в наиболее общем понимании – это комплекс взаимосвязанных мероприятий, направленный на создание уникального продукта или услуги в условиях временных и ресурсных ограничений. Проект в более конкретном представлении - это ограниченное по времени целенаправленное изменение отдельной системы с изначально четко определёнными целями, достижение которых определяет его завершение с установленными требованиями к срокам, результатам, риску, ресурсам и организационной структуре. При этом проект зачастую расценивается как неповторяющаяся совокупность действий, но с достижением четко поставленных целей за четко определенное время.

Если обратиться к понятию проекта в области строительства, то в большинстве научных источников оно употребляется в трех аспектах:

- как принципиально новое дело, деятельность, мероприятие, предполагающее осуществление комплекса каких-либо действий, обеспечивающих достижение определенных целей в строительстве;
- как система организационно-правовых и расчетно-финансовых документов, необходимых для осуществления каких-либо действий инвестиционного характера;
- как процесс осуществления инвестиционной и/или строительной деятельности в формате совокупности последовательных, четко определенных действий.

В итоге, можно сделать вывод, что инвестиционный проект – это совокупности документов, в которых сформулирована цель планируемой деятельности и конкретно обозначается перечень (или круг) действий, необходимых для достижения этой цели.

Если говорить об инвестиционных проектах, то они имеют особенности, связанные с необходимостью вложения средств и оценки их эффективности.

Так, в Федеральном законе от 25 февраля 1999 г. N 39-ФЗ «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений» (ред. от 25.12.2023 года) инвестиционный проект определен как комплексный документ, обоснованный экономическим обоснованием, объемом и сроками осуществления капитальных вложений.

Также, инвестиционный проект можно определить, как «план вложения инвестиций, обоснование их целесообразности, объема, сроков, который предполагает получение законченного объекта инвестиционной деятельности» [2].

Зимин В.А. [3] уточняет, что инвестиционный проект выделяется тем, что его основной является финансовая сторона, и необходимо, как правило, вкладывать деньги, а потом за счет поступлений возмещать затраты и получать прибыль, иногда вкладывая в проект снова, в том числе и при его завершении или ликвидации.

С позиции финансирования инвестиционный проект может рассматриваться как определенная модель проведения инвестиционно-финансовых операций, относящихся к распределению во времени поступлений и затратам денег, то есть реальным денежным потокам [4].

### **Управление строительными проектами**

С позиции управления строительством необходимо разобраться в понятии и содержании строительного проекта. Строительный проект - это комплекс работ, направленных на проектирование, строительство, реконструкцию или ремонт зданий,

сооружений и инфраструктуры. Такие проекты включают в себя подготовку проектной документации, разработку планов и схем, подбор необходимых материалов и оборудования, а также непосредственно выполнение строительных работ. В процессе строительства проект реализуется с учетом требований к качеству и безопасности, а также с учетом соответствующих норм и правил.

Проведенное исследование позволило автору сделать вывод, что строительный проект обычно выполняется в две стадии, которые называются проектная документация и рабочая документация.

Если расширить видение строительного проекта и определить источники, методы и этапы его финансирования, то необходимо обратиться к содержанию понятия «инвестиционно-строительный проект». Это, как правило, совокупность мероприятий, направленных на реализацию строительства объекта с использованием инвестиций, конечной целью которых является получение финансовой выгоды.

Таким образом, как агрегированное понятие, по мнению автора, инвестиционно-строительный проект можно определить следующим образом: это комплексный проект, сформированный как система действий, взаимоотношений, правовой поддержки, оформленный как комплект документов, обосновывающих инвестиционные вложения в строительство, реконструкцию и эксплуатацию объекта для достижения поставленных целей, и получения запланированного эффекта.

Далее необходимо привести классификацию инвестиционно-строительных проектов. Традиционно признаками классификации проектов являются [5]:

- по типу проекта (технические, экономические, социальные, политические и т.д.);
- по назначению (усовершенствование, дополнение, замещение);
- по источнику возникновения (эволюционные, кризисные, проекты развития, типовые);
- по форме используемого новшества (ноу-хау, изобретения, открытия, рацпредложения и т.д.);
- по уровню разработки и внедрения (уровень предприятия, отрасли, региональный, национальный, международный);
- по характеру внедрения (проактивные, реактивные);
- по сфере внедрения (технологические, продуктовые, технические, управленческие проекты);
- по степени новизны (базисные, улучшающие, псевдоинновации);
- по широте охвата (локальные, интегрированные, комплексные)
- по частоте применения (разовые, повторяющиеся, периодические);
- по степени интенсивности (бум, равномерные, массовые);
- по соотношению затрат и результатов (низко-, средне-, высокодоходные);
- по степени риска (рисковые, нерисковые).

Приведенная классификация позволяет проводить типологию любого инвестиционно-строительного проекта, а также формировать кластеры проектов при их достаточном количестве в организации.

С учетом сферы деятельности – строительная отрасль, а также сочетанию инвестиционной и строительной составляющих в проекте, автором сделана попытка выделить требования к инвестиционно-строительным проектам, а именно [6]:

- должен быть комплексным, охватывающим все факторы разработки, реализации и внедрения проекта и все стадии инвестирования и получения эффекта;
- должен учитывать разные аспекты реализации – особенности проведения исследований, проектную и сметную стадии, технологию реализации проекта, риски, санкционные условия (если они влияют на его реализацию);
- инвестиционно-строительный проект может быть многоцелевым или одноцелевым, однако должен обязательно приводить к достижению локальной/глобальной цели строительной и/или инвестиционной деятельности;

- должен учитывать производственные особенности и одновременно эксплуатационные характеристики строительного объекта;
- быть ориентированным на стандарты качества в процессе разработки и безопасным в эксплуатации объектом;
- быть интегрированным с точки зрения взаимодействия участников, чтобы агрегированные цели каждого стейкхолдера приводили к ожидаемому результату в процессе жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта.

### **Инвестирование в строительные проекты**

Содержание процесса организации инвестирования в строительные проекты представляется автору в виде следующих двух этапов.

На первом этапе определяется общий подход к управлению инвестированием инновационной деятельности. При этом необходимо осуществление следующих работ:

- определение целей и задач инвестиционно-строительного процесса в рамках инвестиционной деятельности строительной компании/организации (строительного комплекса);
- определение участников инвестиционно-строительного процесса;
- описание целей, задач и состава функций каждого участника;
- определение полномочий и ответственности участников с учетом особенностей их взаимодействия;
- распределение обязанностей по осуществлению процесса инвестирования в строительство;
- описание взаимосвязей и взаимодействий между различными подразделениями, группами участников, отдельными исполнителями при реализации инвестиционно-строительного проекта;
- определение источников финансирования инвестиционной деятельности по разным видам для разрабатываемого и реализуемого проекта.

Первый этап является организационным, и от эффективности выполнения каждого вида работ зависит результативность второго этапа и эффективность всего инвестиционно-строительного процесса в целом.

На втором этапе решаются конкретные задачи инвестирования в строительный проект и производится управление разработкой и реализацией проектов и сопутствующих им программ и решений.

При этом осуществляется:

- организация проектных исследований;
- определение инвестиционных возможностей строительной компании (комплекса), собственных и с учетом участия инвесторов;
- организация принятия эффективного инвестиционного решения, адекватного целям всех участников проекта;
- управление процессом реализации инвестиционно-строительного проекта и процессом взаимодействия его участников;
- проведение оценки и анализа результатов инвестирования в строительный объект, а также оценки степени достижения целей участников проекта;
- планирование и построение прогнозов инвестиционно-строительной деятельности на следующий период с учетом привлечения разных источников финансирования.

Автором также проанализирована информация по инвестиционным возможностям с адаптацией к инвестированию в строительную деятельность.

Для проведения эффективного инвестирования необходимо иметь определенную информацию, характер которой и содержание, приведены в таблице 1.

Таблица 1

**Информация, необходимая для анализа инвестиционных возможностей  
проекта строительства**

Сфера инвестирования	Существующие возможности	Потенциальные возможности
1. Непосредственно процесс разработки и реализации проекта	Развитие идей в новых для строительной организации направлениях	Информация о планах роста объемов инвестирования в строительство
	Известные возможности диверсификации с учетом имеющихся сырья и материалов и ресурсных возможностей	Вновь обнаруженные возможности диверсификации
	Возможности экономии ресурсов при реализации инвестиционно-строительного проекта	Рациональность увеличения объема инвестиций в текущие и стратегические проекты
	Опыт развития структуры строительного бизнеса в странах с аналогичным социально-экономическим развитием	Тенденции развития структуры строительного бизнеса в странах с аналогичным социально-экономическим развитием и ресурсами
2. Потребители результатов инвестиционно-строительного проекта	Информация о расширенном спросе на уже существующие объекты/реализуемые проекты строительства	Развитие импортозамещающей продукции строительного комплекса и собственно продуктов компании (комплекса)
	Существующие и будущие сдвиги в величине и структуре спроса на строительство	Возможные в результате внедрения новых проектов под влиянием факторов: демографических, социально-экономических
	Уже возникшие потребности в строительных проектах/продуктах/объектах	Потребности, которые могут возникнуть в отечественной или зарубежной экономике, в разных регионах
3. Экономическая ситуация в строительной отрасли на национальном и международном уровнях	Общеэкономические условия: создание правительством особо благоприятного климата для развития отрасли, кооперация с другими отраслями с учетом изменения экономической и финансовой ситуации в стране, улучшение возможностей для экспорта-импорта строительной продукции	Поощрение правительством создания импортозамещающих производств в строительстве, реализации крупных строительных проектов на национальном и международном уровнях
4. Природно-климатические условия при разработке и реализации инвестиционно-строительного проекта	Наличие полезных ископаемых, других природных ресурсов, пригодных для переработки и использования в строительстве, изменения ландшафта, изменения в экологической ситуации, новые требования к разработке и реализации инвестиционно-строительных проектов	



По результатам анализа возможностей автором выделены также ключевые и актуальные направления разработки и реализации инвестиционно-строительных проектов, которые приведены в таблице 2.

**Таблица 2**

**Основные направления разработки и реализации  
инвестиционно-строительных проектов**

Направление	Характеристика инвестиций	Уровень риска
Замещение материально-технической базы	Определяется по номенклатуре и параметрам	Зависит от качества объекта инвестирования/качества объекта строительства
Обновление и развитие материально-технической базы строительного комплекса	Должны быть основаны на анализе рыночной конъюнктуры, прогнозе перспектив деятельности предприятия и номенклатуры строительной продукции	Зависит от объективности оценки конъюнктуры рынка строительства, учета основных тенденций на нем
Расширение объемов строительной деятельности	Необходим анализ конкурентоспособности продукции на рынке, анализ положения в отрасли, основных тенденций ее развития в регионе	Зависит от уровня качества строительной продукции, темпов изменения конъюнктуры строительного рынка
Освоение новых видов деятельности в строительстве	Необходим объективный бизнес-план по новым видам деятельности в увязке с традиционными видами в строительстве/инвестировании	Зависит от уровня стабильности рынка сбыта, конкурентоспособности строительной компании (комплекса)
Участие в комплексных инвестиционно-строительных проектах	Анализ качества самого проекта и состава участников его реализации	Связан с долгосрочностью инвестиций и отложенным получением прибыли для разных групп участников инвестиционно-строительного проекта

Можно отметить, что выделенные автором этапы, информация и основные направления разработки инвестиционно-строительных проектов должны лежать в основе формирования инвестиционной политики строительной компании или строительного комплекса. При этом, согласно Приказу Минэкономки РФ № 118 от 1 октября 1997 г. основные моменты, учитываемые при разработке инвестиционной политики предприятия, изложены в пятой главе под названием «Методические рекомендации по формированию инвестиционной политики предприятия»:

- достижение экономического, научно-технического, экологического и социального эффекта рассматриваемых инвестиций;
- получение предприятием прибыли на инвестируемый капитал;
- эффективное распоряжение средствами на осуществление бесприбыльных инвестиционных проектов;
- использование предприятием государственной поддержки в целях повышения эффективности инвестиций;
- привлечение субсидий и льготных кредитов международных и иностранных организаций и банков.

Разработанная инвестиционная политика является основой определения и выбора источников финансирования инвестиционно-строительных проектов, которые подробно представлены в таблице 3.

**Таблица 3**

**Источники финансирования инвестиционно-строительных проектов**

Категория источников и статус ресурсов	Конкретные виды источников и ресурсов
1. Внутренние, входящие в состав собственного капитала	1.1. Прибыль. 1.2. Специальные фонды, формируемые за счет прибыли. 1.3. Амортизационные отчисления. 1.4. Страховые возмещения. 1.5. Иные (не денежные) виды ресурсов. 1.5.1. Земельные участки. 1.5.2. Основные фонды. 1.5.3. Промышленная собственность и др.
2. Привлеченные ресурсы, включаемые в состав собственного капитала	2.1. Финансовые средства, привлекаемые за счет эмиссии и размещения акций: 2.1.1. Путем открытого (публичного) размещения. 2.1.2. Путем закрытого (частного размещения). 2.2. Средства, выделяемые вышестоящими холдинговыми и акционерными компаниями. 2.3. Гранты и благотворительные взносы. 2.4. Государственные субсидии. 2.4.1. Прямые. 2.4.2. Косвенные (в виде налоговых и иных льгот)
3. Привлеченные, не включаемые в состав собственного капитала	3.1. Банковские кредиты и займы. 3.2. Кредиты, займы, ссуды в денежной форме, предоставляемые небанковскими учреждениями. 3.3. Государственные кредиты и займы. 3.3.1. Прямые. 3.3.2. В форме налогового инвестиционного кредита. 3.4. Коммерческие кредиты (предоставляемые поставщиками машин, оборудования и других инвестиционных товаров, подрядчиками). 3.5. Финансовые средства, привлекаемые за счет эмиссии и размещения облигаций. 3.6. Машины, оборудование, иные неденежные виды ресурсов, привлекаемые на основе лизинга (внебалансовое кредитование). 3.6.1. Операционный лизинг. 3.6.2. Финансовый лизинг

Приведенные в таблице 3 источники финансирования инвестиционно-строительных проектов тесно связаны с составом участников инвестиционных проектов и с их взаимоотношениями.

### **Участники инвестиционно-строительных проектов**

Далее необходимо рассмотреть участников инвестиционно-строительных проектов. Их состав и функции определяются многими факторами, в частности, масштабом и направленностью проекта, срокам его реализации, объемом целей проекта, характеристиками строительного объекта, глубиной проработки документации, источниками финансирования и значимостью проекта для города, региона, отрасли.

Например, все участники должны учитывать при формировании своих интересов то, какие могут быть источники финансирования инвестиционно-строительных проектов, какая реализуется в компании (комплексе) инвестиционная политика, а также какая доля участия в проекте требуется, если предполагается, что она принесет некоторый эффект, насколько он будет длительный и т.д.

Автор полагает, что состав участников инвестиционно-строительного проекта должен быть определен из всех возможных претендентов, он должен быть выбран на основе различного рода условий его разработки и реализации, а также, несомненно, объема финансирования.

В качестве основных типов участников инвестиционно-строительных проектов можно выделить следующие [7]:

- основные участники - заказчики; подрядчики; консультанты; инвесторы; государственные и муниципальные органы и иные организации;
- дополнительные участники – они появляются в процессе реализации инвестиционно-строительного проекта.

Внутри самой инвестиционно-строительной компании также можно определить ключевых участников инвестиционного процесса. При этом с экономической точки зрения создания подразделения, связанного с разработкой инвестиционной стратегии в строительной компании, нецелесообразно. Поэтому рекомендуется формирование временной группы, которая бы формировалась на время формирования инвестиционной политики и выбора источников финансирования инвестиционно-строительного проекта. В состав временной группы по управлению инвестициями должен входить руководитель группы (начальник ПЭО), инвестиционный аналитик (экономист ПЭО), специалист по развитию (отдел стратегического развития), маркетолог (отдел маркетинга), специалист по инновационной деятельности (отдел инноваций), специалист по финансовым исследованиям (начальник сектора бюджетирования).

К такой временной группе по управлению инвестициями внутри строительной компании предъявляются требования:

- постоянное изучение инвестиционных возможностей, инновационных проектов;
- знание реальных и потенциальных производственных и строительных возможностей;
- объективная оценка перспектив инвестирования;
- автоматизированное построение экономических моделей;
- прогнозирование рыночной конъюнктуры;
- анализ и корректировка нормативной и сметной документации по строительным проектам.

Функции каждого из сотрудников временной группы по управлению инвестициями представлены в таблице 4.

Таблица 4

**Возможные функции сотрудников управления (временной группы) инвестиционной деятельностью в строительной компании**

Название должности	Выполняемые функции
Руководитель проекта (на уровне компании)	<p>Руководство разработкой стратегических и детальных инвестиционных планов компании по всем направлениям деятельности:</p> <p>а) увеличение числа реализуемых строительных проектов;</p> <p>б) разработка стратегических направлений инвестиционной деятельности;</p> <p>в) объективный анализ текущего инвестиционного климата;</p> <p>Координация и контроль за выполнением инвестиционного плана.</p> <p>Определение необходимости осуществления инвестиционных проектов.</p> <p>Подготовка к согласованию с руководством бюджетов на проведение работ.</p> <p>Экономичное распределение и контроль за использованием финансовых средств.</p> <p>Утверждение целей, задач и программ исследований.</p> <p>Анализ результатов, полученных в ходе исследования, разработка на их основе предложений.</p> <p>Оперативный контроль за ежедневной работой подразделения.</p> <p>Оперативная связь со смежными подразделениями строительной компании.</p>
Инвестиционный аналитик	<p>Анализ возможности реализации тех или иных инвестиционных проектов строительной компании</p> <p>Сравнительная характеристика и выявление предпочтительных направлений развития</p> <p>Расчет предполагаемого эффекта инвестиционной деятельности</p>
Специалист по развитию	<p>Выявление наиболее перспективных направлений развития.</p> <p>Формализация инвестиционных проектов строительной компании</p>
Специалист по финансовым исследованиям	<p>Определение бюджета проектов</p> <p>Разработка плана проведения и бюджета необходимых исследований</p>
Маркетолог	<p>Разработка стандартов проведения исследований и представления результатов.</p> <p>Обеспечение подготовки и проведения конкурса среди сторонних организаций, занимающихся проведением исследований.</p>
Специалист по инновационной деятельности	<p>Выбор приоритетных направлений инновационной деятельности строительной компании</p>

Следует отметить, что и внутри самой строительной компании, и на уровне ее взаимодействия с другими участниками инвестиционно-строительного процесса одним из ключевых аспектов является формирование отношений участников инвестиционно-строительных проектов. Оно может представляться и оцениваться и как процесс, и как промежуточный результат, и как конечный результат инвестиционно-строительного проекта.

Компаративный анализ подходов к формированию отношений участников инвестиционно-строительных проектов определяет необходимость анализа и оценки разных подходов, а именно системного, функционального, процессного, комплексного. Эти подходы

будут в дальнейшем применены при описании отдельных аспектов управления инвестиционно-строительными проектами.

Независимо от подхода, применяемого строительной компанией (комплексом), всегда существует ряд проблем построения отношений участников.

К системным проблемам формирования и развития взаимоотношений участников инвестиционно-строительных проектов относятся следующие:

- сложность и межфункциональность инвестиционно-строительных проектов, связанные с многоаспектностью, значительным числом участников, ориентацией на выполнение стратегически важных целей для компании (комплекса) и отрасли в целом;
- длительность проектов строительной отрасли, определяющаяся необходимостью проведения долгосрочных исследований, экспериментального периода, тестирования строительных объектов до начала их эксплуатации;
- проблемы финансирования долгосрочных проектов, обусловленные значительным объемом инвестиций, необходимостью дополнительного финансирования, тщательным обоснованием выбора источников финансирования, финансирования за счет госпрограмм развития отрасли и многими другими факторами;
- повышенные риски инвестиционно-строительных проектов, связанные с быстрым развитием отрасли и отдельных компаний, сменой целевых установок в процессе проектирования и строительства, существенной динамикой отношений участников и их состава в процессе реализации проекта;
- значительное влияние инфляционной составляющей на эффективность проектов, характеризующееся нестабильностью общей экономической ситуации и зависимостью строительной промышленности от государственной политики и поддержки проектов;
- повышенные требования к безопасности инвестиционно-строительных проектов и строительных объектов, технологий и услуг, что может вызвать дополнительные расходы при реализации проекта, сократить или увеличить его жизненный цикл, потребует закрытия проекта при ужесточении требований безопасности и строительно-инвестиционных норм.

### **Заключение**

Таким образом, на основе вышеизложенного можно сделать вывод, что грамотное формирование отношений между участниками инвестиционно-строительных проектов приносит строительным компаниям значительные преимущества в сфере экономической деятельности, конкурентные преимущества, улучшение репутации, повышение доверия между партнерами, эффективное использование ресурсов взаимодействующих предприятий, социальные эффекты, создание новых рабочих мест через партнерские отношения и многое другое.

Грамотное формирование партнерских отношений позволяет строительным компаниям не только повысить эффективность текущей деятельности, но и создать основу для устойчивого развития и роста в долгосрочной перспективе.

### **Библиографический список**

1. Биджиева Ф. К. Особенности строительства как отрасли экономики / Economics, 2015, № 4(5). С. 92-99.
2. Финансовый менеджмент: учебное пособие / ред. Н.А. Адамов. – М.: Экономическая газета, 2012. 792 с.
3. Зимин В.А. Инвестиционный проект: его финансирование и эффективность / Теория и практика общественного развития. – 2013. - № 4.- С. 24-27.
4. Экономическая оценка инвестиций / Под ред. М. Римера. - СПб.: Питер, 2009. 416 с.
5. Николаев А.И. Инновационное развитие и инновационная культура // Проблемы теории и практики управления. 2001. № 5. С. 57–63

6. Ильдяков А.В. К вопросу об инновационной стратегии предприятия / Проблемы экономики и менеджмента., 2011. № 4. С. 39-41.
7. Федоров М.В. Взаимоотношения участников инвестиционно-строительного проекта // Инновации и инвестиции, 2018. № 4. С. 42-47.

## FORMATION OF RELATIONS BETWEEN PARTICIPANTS IN INVESTMENT AND CONSTRUCTION PROJECTS: COMPARATIVE ANALYSIS

**M.I. Ulyanov**

---

**Ulyanov Mikhail Igorevich**, Plekhanov Russian University of Economics, Higher School of Economics and Business, postgraduate student of the basic department "Project and Program Management of Capital Group"  
Russia, Moscow, e-mail: kaf-stroy@yandex.ru, phone.: + 7 (499) 237-87-91

---

**Abstract.** The paper examines the theoretical foundations and key concepts of the project, where the main role will be given to investment and construction projects. The classification of projects and their participants is carried out. Approaches to managing investment in innovative activities are analyzed, taking into account the interests and capabilities of its participants. The main mechanisms of investing in construction projects are described. The composition and functions of participants in investment and construction projects are determined.

*Keywords:* project management, construction, comparative analysis, investments, participants in investment projects, risks.

### References

1. Bidzhieva F.K. Features of construction as a branch of the economy [Osobennosti stroitel'stva kak otrasli ekonomiki]. - Economics, 2015, No. 4(5). P. 92-99
2. Financial management: a textbook / ed. N.A. Adamov [Finansovyy menedzhment: uchebnoye posobiye / red. N.A. Adamov]. - M.: Ekonomicheskaya gazeta, 2012. 792 pp.
3. Zimin V.A. Investment project: its financing and efficiency [Investitsionnyy proyekt: yego finansirovaniye i effektivnost']. - Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya, 2013. - No. 4.- P. 24-27.
4. Economic assessment of investments / Edited by M. Rimer [Ekonomicheskaya otsenka investitsiy / Pod red. M. Rimera]. - SPb.: Piter, 2009. 416 pp.
5. Nikolaev A.I. Innovative development and innovative culture [Innovatsionnoye razvitiye i innovatsionnaya kul'tura]. Problemy teorii i praktiki upravleniya, 2001. No. 5. P. 57-63
6. Il'dyakov A.V. On the issue of innovative strategy of the enterprise [K voprosu ob innovatsionnoy strategii predpriyatiya]. - Problemy ekonomiki i menedzhmenta, 2011. No. 4. P. 39-41.
7. Fedorov M.V. Relationships between participants in an investment and construction project [Vzaimootnosheniya uchastnikov investitsionno-stroitel'nogo proyekta]. - Innovatsii i investitsii, 2018. No. 4. P. 42-47.

# УПРАВЛЕНИЕ СЛОЖНЫМИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

УДК 519.81

## К ВОПРОСУ О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ, КАТЕГОРИЗАЦИИ, СИСТЕМАТИЗАЦИИ ПРОБЛЕМНЫХ СИТУАЦИЙ ПЕРЕД ПРИНЯТИЕМ ОСНОВНОГО РЕШЕНИЯ

С.В. Артыщенко

---

*Артыщенко Степан Владимирович, Воронежский государственный технический университет, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры инноватики и строительной физики имени профессора И.С. Суровцева, Россия, г. Воронеж, e-mail: [art.stepan@mail.ru](mailto:art.stepan@mail.ru), тел. +7-920-215-78-70;*

---

Аннотация. Предварительное определение контекстов принятия решения может играть положительную роль в задачах управления и принятия решений, и в той или иной степени используется во многих известных системах анализа, принятия решений и управленческих фреймворках, таких как Кеневин, SWOT-анализ, теория ограничений и др. В настоящей работе исследуется вопрос о целесообразности предварительной классификации проблемных ситуаций, предшествующей принятию основного решения. Приводится краткий обзор соответствующих систем и фреймворков. При определенных допущениях, автором работы рассматривается ситуация, когда на предварительную классификацию выделяется отдельная, специальная часть имеющихся управленческих ресурсов, которая изымается для этого из общего количества таковых. На основе проведенных расчетов, показано, что даже с учетом предусмотренных и учтенных автором в рассматриваемой модели негативных последствий, сопутствующих подобному изъятию, предварительная классификация все равно оказывается выгодной.

*Ключевые слова: предварительная классификация, принятие решений, вероятность принятия правильного решения, предварительное решение, основное решение.*

### Введение

В задачах управления и принятия решений важную положительную роль может играть предварительная классификация, категоризация поступающих проблемных ситуаций, требующих принятия решения и дальнейшей реакции. Также достаточно целесообразным является предварительное определение контекстов принятия решения по определенной проблеме, характерное для известного фреймворка «Кеневин», созданного Дейвом Сноуденом [1]. Следует, кстати, заметить, что последовательность «осмысление – классификация (категоризация) – реагирование» входит в качестве рекомендации в отдельные домены этого фреймворка.

Создание фреймворков, определенных шаблонов, схем, позволяющих лицу принимающему решение предварительно классифицировать характер, тип проблемы и контекста принятия решения весьма полезно и распространено. Сюда можно отнести упомянутые фреймворк «Кеневин», такие методы как SWOT-анализ [2] – метод анализа,

закрывающийся в выявлении факторов внутренней и внешней среды организации и разделении их на четыре категории: Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности), Threats (угрозы).

Следует также отметить, что весьма близки к проблеме предварительной классификации такие инструменты структурирования групповой дискуссии и индивидуальной умственной деятельности как латеральное мышление или метод шести шляп Эдварда де Боно, которые структурируют мыслительный процесс [3].

Также в рассматриваемом контексте следует упомянуть такую популярную методологию управления производством, распространённую и на другие сферы управленческой деятельности, как теория ограничений Э. Голдратта [4], базирующуюся на *предварительном поиске, выявлении и последующем управлении* ключевым ограничением системы. В последнем случае, очевидно также *имеет место предварительная категоризация, классификация*, связанная с выявлением указанных ограничений, а уже потом – активные действия, предполагающие работу с ними.

Следует также отметить системы, в которых присутствуют заранее подготовленные наборы шаблонов проблемных ситуаций, дополненные рекомендациями, руководством по их применению, сюда можно отнести известную систему 36 стратагем, а имея в виду конкретную ориентацию на современные задачи экономики и управления – 36 стратагем в изложении Харро фон Зенгера [5], а также хорошо известную теорию решения изобретательских задач [6].

Таким образом, уже на основании вышесказанного, можно полагать, что *предварительная классификация проблем является целесообразной* и выгодной, даже в случае, когда *предварительную категоризацию, классификацию проблемы* осуществляет само лицо принимающее решение, действуя в соответствии с каким-либо шаблоном, методом, фреймворком и затрачивающее на это определенную часть своего времени, своих ресурсов.

#### **О необходимости учета затрат на предварительную классификацию.**

В ряде случаев предварительную классификацию поступающих проблемных ситуаций, особенно в случае их многочисленности целесообразно доверить отдельному сотруднику или их группе, которые затем, в соответствии с ее типом, верно адресуют ее наиболее компетентному лицу.

В ряде работ, говоря о выгоде предварительной классификации, не всегда учитывается тот факт, что она требует затрат определенных ресурсов, например времени, внимания, вычислительных мощностей итд. Грубо говоря, при той выгоде, которую она в основном приносит, в ряде работ она считается «*бесплатной*». Ну и, наоборот, при подобных условиях, допущениях она становится однозначно выгодной.

В некоторых фреймворках, предполагающаяся не требующей затрат ресурсов предварительная классификация проблемы и ее адресация «правильному», наиболее подходящему специалисту является выгодной из очевидных соображений, так как, не требуя ничего взамен, – «*бесплатно*» повышает вероятность принятия правильного решения, по сравнению со случаем, когда адресация проблемы, относящейся к определенному типу и имеющей как соответствующего, наиболее подходящего адресата, так и менее подходящих адресатов, осуществляется случайным образом.

Также весьма похожим на только что рассмотренный случай, можно считать ситуацию, когда решение задачи предварительной классификации и верной адресации весьма многочисленных и разноплановых проблем предполагается успешно осуществлять за счет выделения на это пренебрежимо малых ресурсов.

Здесь имеется в виду, что на это часто может предполагаться выделение группы, малой по сравнению с количеством решаемых задач, и нерепрезентативной по отношению как к многообразию различных типов компетенций во всей совокупности ресурсов, сотрудников, так и к многообразию различных типов поступающих проблемных ситуаций. К



крайнему случаю реализации подобной ситуации можно отнести случай, когда успешную предварительную классификацию и корректную адресацию весьма многочисленных и разноплановых проблем предполагается осуществить силами *одного* человека. По-видимому, это довольно близко к практически «бесплатной» классификации.

### **Формулировка необходимых допущений, сценариев принятия решения и возможных вариантов учета затрат на предварительную классификацию**

В настоящей работе мы попытаемся устранить перечисленные недостатки, вводя в рассмотрение определенные *управленческие мощности*, или, иначе, *решающие ресурсы* (например группы сотрудников, хотя таковыми группами могут являться и определенные автономные либо комбинированные структуры, включающие ЭВМ, ИИ и/или людей итд) и выделяя определенную их часть на предварительную классификацию поступающих проблемных ситуаций.

Необходимым допущением, в том числе и для обоснования целесообразности самого процесса предварительной классификации, является существование в структуре, оценивающей поступающие проблемные ситуации и принимающей соответствующие решения (то есть в структуре управленческих мощностей, или решающих ресурсов) нескольких групп (например групп сотрудников, хотя таковыми группами могут являться и определенные структуры, включающие ЭВМ, ИИ и/или людей итд), обладающих по разным проблемным вопросам разными основными и вспомогательными компетенциями или иначе, разным уровнем вероятности принятия правильного решения по разным типам проблемных ситуаций.

Так нами полагается, что для данной организации возможно поступление  $n$  типов проблемных ситуаций, требующих принятия решения и реакции.

Также нами полагается, что в организации существует или, иначе говоря, можно выделить  $n$  одинаковых по количеству групп сотрудников, каждой из которых присущ 1 тип основной компетенции  $K_{осн}$ , совпадающий с одним из вышеуказанных  $n$  типов поступающих проблемных ситуаций, вероятность принятия правильного решения по которому относительно велика и обозначается  $p_{осн}$ . Также каждой из упомянутых групп (как и каждому входящему в нее сотруднику) присущи  $(n-1)$  типов вспомогательных компетенции  $K_{всп}$ , совпадающих с одним из вышеуказанных  $n$  типов поступающих проблемных ситуаций, вероятность принятия правильного решения по каждому из которых полагается одинаковой и обозначается  $p_{всп}$ . Также из очевидных соображений предполагается  $p_{осн} \geq p_{всп}$ .

Также возможны (и могут быть сравнены по численным показателям, таким как общая вероятность успешного решения проблемной ситуации), 2 варианта или 2 сценария развития.

Первый, *не предполагающий предварительной классификации* – когда поступившая проблемная ситуация, относящаяся к одному из  $n$  типов, попадает к определенному сотруднику с совпадающим или не совпадающим типом основной компетенции *случайным образом*. И в рассматриваемом случае, при наличии  $n$  типов проблемных ситуаций и  $n$  типов основных компетенций, вероятность того, что поступившая проблемная ситуация попадет к наиболее подходящему специалисту, чей тип основной компетенции совпал с типом поступившей проблемы, равна  $1/n$ .

Второй сценарий, *предполагающий предварительную классификацию*, когда из всего объема имеющихся управленческих мощностей, решающих ресурсов, выделяется экспертная группа, осуществляющая предварительную классификацию и верную адресацию проблем. В этом варианте вероятность того, что поступившая проблемная ситуация, верно классифицированная экспертной группой, попадет к наиболее подходящему специалисту, чей тип основной компетенции совпадает с типом поступившей проблемы, вполне обоснованно (и это будет показано далее) предполагается равной 1.

Таким образом в первом варианте, не предполагающем предварительной классификации проблемных ситуаций, *предусмотрен один этап принятия решений*: для

случайным образом адресованной определенному специалисту проблемной ситуации – сразу принимается решение по существу – по т.н. «основному вопросу».

Во втором варианте, предполагающем предварительную классификацию, *предусмотрено 2 этапа принятия решений*: на первом этапе экспертная группа, осуществляет предварительную классификацию и верно адресует проблемную ситуацию, а на втором этапе наиболее подходящий специалист принимает решение по существу – по т.н. «основному вопросу».

При этом «не бесплатность» подобных действий, затраты на предварительную классификацию в настоящей работе предлагается учитывать в виде снижения вероятности  $R_{осн}$  принятия правильного решения по основному вопросу и замене ее при расчетах скорректированным значением, уменьшенным пропорционально доле выделенных на предварительную классификацию ресурсов.

#### **Дополнительные допущения и их обоснование. Формулировка основной модели**

Попробуем дать определенную численную оценку целесообразности предварительной категоризации, классификации, систематизации проблемных ситуаций перед принятием основного решения. Для начала рассмотрим достаточно простую модель, сформулированную на основе ряда допущений.

Обоснуем принятое нами допущение, состоящее в том, что в экспертную группу, осуществляющую предварительную классификацию и верную адресацию проблем, набирается именно та, а не иная часть от основных групп, принимающих решение.

А именно следующее: в экспертную группу отбирается  $1/(n+1)$  часть от каждой из  $n$  рассматриваемых групп с  $n$  различными основными и  $n$  вспомогательными компетенциями. При этом  $k$  - количество сотрудников в каждой такой группе предполагаем одинаковым.

Соответственно и экспертная группа, осуществляющая предварительную классификацию и корректную адресацию поступающих проблемных ситуаций и основные группы, которым затем адресуется та или иная проблемная ситуация в соответствии с их основными компетенциями, составляют  $1/(n+1)$  часть от общего количества управленческих ресурсов принимающих решения.

Таким образом, можно говорить о том, что в результате изъятия в экспертную группу  $1/(n+1)$  части от общего количества управленческих ресурсов принимающих решения их количество принимающее решения по основному вопросу уменьшается на  $1/(n+1)$  часть.

Так, например, если в рамках организации предполагается существование 2 равных по размеру групп сотрудников группы 1 и 2, обладающих основными компетенциями типа А и В соответственно и вспомогательными компетенциями типа В и А соответственно, то в рамках рассматриваемой модели для предварительной классификации предлагается сформировать, используя ресурсы групп 1 и 2 третью – экспертную группу, осуществляющую предварительную классификацию. При этом в экспертную группу отбирается  $1/(2+1)=1/3$  часть от каждой из 2 рассматриваемых групп.

Соответственно в результате и экспертная группа и основные группы, составляют  $1/3$  часть от общего количества управленческих ресурсов, принимающих решения.

Аналогично рассмотрим 3 группы 1,2,3, обладающие 1 основной и двумя вспомогательными компетенциями из набора компетенций А, В, С каждая, упорядоченный набор которых для каждой из групп, располагая на первом месте основную компетенцию, на втором и третьем – вспомогательные, можно представить следующим образом. Группа 1: (А, В, С). Группа 2: (В, А, С). Группа 3: (С, А, В). В этом случае в экспертную группу отбирается  $1/(3+1)=1/4$  часть от каждой из 3 начальных групп.

Соответственно в результате будет 4 группы: 1 экспертная группа и 3 основные группы, каждая из которых будет составлять  $1/4$  часть от общего количества управленческих ресурсов, принимающих решения.

Аналогично, при наличии 4 начальных групп, в экспертную группу будет отобрана  $1/5$  часть от каждой из них. В результате же будет 5 групп: 1 экспертная группа и 4 основные

группы, каждая из которых будет составлять  $1/5$  часть от общего количества управленческих ресурсов, принимающих решения. И так далее.

Общий случай  $n$  групп описан выше.

Соображений по поводу обоснованности именно таких пропорций здесь несколько.

*Во-первых:* при указанных пропорциях размеры всех групп, и основных и экспертной совпадают.

*Во-вторых:* указанные пропорции обеспечивают достаточное, пропорциональное представительство членов основных групп с различными основными компетенциями в экспертной группе. Это является важным условием при совместном принятии экспертами решения об отнесении той или иной проблемной ситуации к основной компетенции той или иной группы, к той или иной категории и соответствующей адресации. Пропорциональное представительство членов основных групп с различными основными компетенциями в экспертной группе, из вполне очевидных соображений, является необходимым обоснованием принятого нами допущения о том, что вероятность правильной классификации и, соответственно корректной адресации проблемной ситуации принимается равной 1.

С точки же зрения того вопроса, что, не слишком ли велика такая доля -  $1/(n+1)$ , как от общих ресурсов, так и от каждой отдельной группы, выделяемая на обеспечение предварительной классификации и корректной адресации проблемных ситуаций, то можно сказать следующее.

Количество разных типов проблемных ситуаций, так или иначе связано с размером организации. И их большое количество вероятнее возникает перед крупной организацией, у которой, по-видимому, должны быть ресурсы для выделения на предварительную классификацию проблемы, группы, по крайней мере, равной по величине с группами, соответствующими основным компетенциям по поступающим проблемным ситуациям.

Итак, в свете вышесказанного и обозначенных допущений, рассмотрим предприятие  $S$  в управленческую структуру которого, обозначаемую  $S$ , ответственную за принятие решений по поступающим проблемным ситуациям и выработку ответа, реакции на них входят сотрудники с различными типами компетенций (основными и вспомогательными), соотносящимися с типом поступающих проблемных ситуаций, требующих классификации, категоризации, принятия решения и реакции.

Сотрудники с совпадающими основными компетенциями могут быть как физически или административно консолидированы, объединены в виде соответствующих подгрупп  $S_i$ , так и распределены в общем объеме структуры  $S$ , что не мешает, однако, определить и выделить их и таким образом даже без их фактического административного или физического выделения. То есть мы всегда можем условно выделить и рассмотреть подобные подгруппы с одинаковыми основными компетенциями.

Количество типов основных компетенций и соответственно количество вышеуказанных подгрупп обозначим как  $n$ .

При этом  $k$  - количество сотрудников в каждой такой группе предполагаем одинаковым.

Конкретное значение  $k$  может быть разным. Пока, в рассматриваемой модели вопрос конкретного значения  $k$ , как и вопрос конкретного значения общего количества  $N$  - сотрудников в структуре  $S$  не является основным.

В самом простом начальном случае (в дальнейшем мы можем рассмотреть и более сложные пропорции) полагаем, что каждый сотрудник одной из  $n$  подгрупп обладает 1 основным и  $(n-1)$  вспомогательным типом компетенций.

Таким образом, упорядоченные наборы компетенций для 1, 2, 3, ...,  $n-1$ ,  $n$ -й групп будут соответственно иметь вид:  $(A_1, A_2, A_3, \dots, A_{n-1}, A_n)$ ,  $(A_2, A_1, A_3, \dots, A_{n-1}, A_n)$ ,  $(A_3, A_1, A_2, \dots, A_{n-1}, A_n)$ , ...,  $(A_{n-1}, A_1, A_2, \dots, A_{n-2}, A_n)$ ,  $(A_n, A_1, A_2, \dots, A_{n-2}, A_{n-1})$ . Здесь на первом месте основная, а на последующих – вспомогательные компетенции.

Также будем предполагать, что количество типов основных компетенций (а соответственно и количество вышеуказанных подгрупп) совпадает с количеством типов поступающих проблемных ситуаций, требующих выработки ответа, реакции на них. Это количество, соответственно также обозначается как  $n$ .

Можно, конечно, рассмотреть и тривиальный случай, когда и категория поступающих проблемных ситуаций только одна, и группа специалистов, определенная в соответствии со своей основной компетенцией тоже только одна. В этом случае выделение - изъятие из основной группы, которая в подобной ситуации собственно и составляет весь коллектив, какой-либо ее части, и направление усилий этой части на предварительную классификацию, категоризацию поступающих проблемных ситуаций не является целесообразным из очевидных соображений.

Рассмотрим 2 упомянутых выше сценария принятия решений: первый – без предварительной классификации и второй – с предварительной классификацией проблемных ситуаций.

Для каждого из них рассмотрим и запишем через введенные ранее и вводимые далее величины и параметры выражение для  $P(Y)$  – вероятности принятия правильного решения по поступившей проблемной ситуации.

Для первого сценария вероятность принятия правильного решения по поступившей проблемной ситуации обозначим  $P_{\text{БПК}}(Y)$ , где нижний индекс БПК обозначает: без предварительной классификации.

Для второго сценария вероятность принятия правильного решения по поступившей проблемной ситуации обозначим  $P_{\text{ПК}}(Y)$ , где нижний индекс ПК обозначает: с предварительной классификацией.

В общем случае наличия  $n$  типов проблемных ситуаций и соответственно  $n$  типов основных компетенций событие, состоящего в том, что тип проблемной ситуации *совпал* с типом основной компетенции специалиста, к которому она попала, будем обозначать как  $C$ .

В общем случае наличия  $n$  типов проблемных ситуаций и соответственно  $n$  типов основных компетенций событие, состоящего в том, что тип проблемной ситуации *не совпал* с типом основной компетенции специалиста, к которому она попала будем обозначать как  $H$ .

И здесь, и далее в общем случае наличия  $n$  типов проблемных ситуаций и соответственно  $n$  типов основных компетенций вероятность события, состоящего в том, что тип проблемной ситуации *совпал* с типом основной компетенции специалиста, к которому она попала будем обозначать как  $P(C)$  или  $p_c$ .

А вероятность события, состоящего в том, что тип проблемной ситуации *не совпал* с типом основной компетенции специалиста, к которому она попала будем обозначать как  $P(H)$  или  $p_h$ . Легко видеть, что  $p_c$  и  $p_h$  связаны соотношением:  $p_h = 1 - p_c$ .

Очевидно, что при  $n = 2$ ,  $p_c = p_h = 1/2$

при  $n = 3$ ,  $p_c = 1/3$ , а  $p_h = 2/3$

при  $n = 4$ ,  $p_c = 1/4$ , а  $p_h = 3/4$

В общем случае:  $p_c = 1/n$ , а  $p_h = (1 - 1/n) = (n - 1)/n$  (1)

Ранее мы уже ввели обозначения для вероятности принятия правильного решения и выработки верного ответа, реакции, при *совпадении* типа поступившей к специалисту проблемной ситуации с типом основной компетенции специалиста.

Мы обозначаем ее как  $p_{\text{осн}}$ .

Также мы уже ввели обозначения для вероятности принятия правильного решения и выработки верного ответа, реакции, при *несовпадении* типа проблемной ситуации с типом основной компетенции специалиста.

Мы обозначаем ее как  $p_{\text{всп}}$ .

И если значения  $p_c$  и  $p_n$  зависят только от  $n$  см. (1), то значения  $p_{осн}$  и  $p_{всп}$  нам необходимо определять, согласовываясь с некоторыми соображениями. Единственное, что нам может быть очевидно из соображений здравого смысла, так это то, что  $p_{осн} \geq p_{всп}$ .

Для первого сценария (без предварительной классификации)

$$P_{БК}(Y) = p_{осн} * p_c + p_{всп} * p_n = p_{осн} * p_c + p_{всп} * (1 - p_c) = \\ = p_{осн} * 1/n + p_{всп} * (1 - 1/n) = p_{осн} * 1/n + p_{всп} * (n-1)/n \quad (2)$$

Для второго сценария (с предварительной классификацией) будем иметь в виду следующее:

1. Согласно принятому ранее допущению, в этом случае за счет проведенной экспертной группой предварительной классификации и верной адресации проблемной ситуации нужно рассматривать скорректированное значение вероятности события, состоящего в том, что тип проблемной ситуации *совпал* с типом основной компетенции специалиста, к которому она попала будем принимать равным 1.

В данном случае  $p_c \text{ скорректированное} = 1$

2. Значение и выражение для  $p_{осн}$  также должно быть скорректировано, а именно уменьшено в соответствии с приведенными ранее соображениями о «не бесплатности» предварительной классификации

Выше было предложено учитывать это в виде снижения вероятности  $p_{осн}$  принятия правильного решения по основному вопросу и замене ее при расчетах скорректированным значением, уменьшенным пропорционально доле выделенных на предварительную классификацию ресурсов.

Так как в результате изъятия на создание экспертной группы  $1/(n+1)$  части от общего количества управленческих ресурсов, их количество принимающее решения по основному вопросу уменьшается на  $1/(n+1)$  часть, то вполне справедливо, в соответствии с этим пропорционально уменьшить вероятность  $p_{осн}$ , рассмотрев ее скорректированное выражение  $p_{осн \text{ скорректированное}} = p_{осн} * \{1 - 1/(n+1)\}$  и применив его в расчетах.

$$P_{ПК}(Y) = p_{осн \text{ скорректированное}} * p_c \text{ скорректированное} = p_{осн} * \{1 - 1/(n+1)\} * 1 = p_{осн} * \{1 - 1/(n+1)\} \quad (3)$$

Теперь когда мы имеем выражения (2) и (3) для двух сценариев, куда входят в качестве переменных величин  $p_{осн}$  и  $p_{всп}$ , мы можем записать соответствующее неравенство и решив его относительно них, вывести условия и соотношения между  $p_{осн}$  и  $p_{всп}$  при которых  $P_{ПК}(Y)$  будет превосходить  $P_{БК}(Y)$  и соответственно математически сформулировать условия при которых предварительная классификация выгодна, и на основе их анализа сделать не только количественный но и качественный вывод о принципиальной выгоды предварительной классификации.

Итак, определим при каких соотношениях  $p_{осн}$  и  $p_{всп}$ ,  $P_{ПК}(Y)$  будет превосходить  $P_{БК}(Y)$ .

Рассмотрим неравенство:

$$P_{БК}(Y) \leq P_{ПК}(Y) \quad (4)$$

С учетом (2) и (3) получим:

$$p_{осн} * 1/n + p_{всп} * (n-1)/n \leq p_{осн} * \{1 - 1/(n+1)\} \quad (5)$$

Далее для наглядности и простоты верификации, приведем совершенно элементарные действия, приводящие, однако к достаточно интересному результату:

$$\begin{aligned} p_{всп} * (n-1)/n &\leq p_{осн} * \{1 - 1/(n+1)\} - p_{осн} * 1/n \\ p_{всп} * (n-1)/n &\leq p_{осн} * \{1 - 1/(n+1) - 1/n\} \\ p_{всп} * (n-1)/n &\leq p_{осн} * \{(1 - (n+n+1)/n) / (n+1)\} \\ p_{всп} * (n-1)/n &\leq p_{осн} * \{1 - (2n+1)/n / (n+1)\} \\ p_{всп} * (n-1)/n &\leq p_{осн} * \{(n^2 + n - 2n - 1)/n / (n+1)\} \\ p_{всп} * (n-1)/n &\leq p_{осн} * \{(n^2 - n - 1)/n / (n+1)\} \\ p_{всп} / p_{осн} &\leq \{(n^2 - n - 1)/n / (n+1)\} * \{n / (n-1)\} \end{aligned} \quad (6)$$

$$p_{всп} / p_{осн} \leq (n^2 - n - 1) / (n^2 - 1) \quad (7)$$



Формула (7) является математическим выражением условий, при которых выгодна предварительная классификация. Вспомним о том, что  $n$  – это и количество типов поступающих проблемных ситуаций и совпадающее с ним количество групп сотрудников с различными типами основных компетенций.

Положим  $n=2$ , тогда из (7) получаем

$$p_{\text{всп}} / p_{\text{осн}} \leq 1/3 \text{ или } p_{\text{всп}} \leq p_{\text{осн}} / 3.$$

То есть, при небольшом количестве типов проблемных ситуаций  $n=2$  предварительная классификация остается выгодной для значений вероятности принятия сотрудником правильного решения по вспомогательной компетенции  $p_{\text{всп}}$  не превышающих  $1/3$  от вероятности принятия сотрудником правильного решения по основной компетенции  $p_{\text{осн}}$ .

Положим  $n=3$ , тогда из (7) получаем  $p_{\text{всп}} / p_{\text{осн}} \leq 5/8$  или  $p_{\text{всп}} \leq 0,625 \cdot p_{\text{осн}}$ , то есть при количестве типов проблемных ситуаций  $n=3$  предварительная классификация остается выгодной для значений вероятности принятия сотрудником правильного решения по вспомогательной компетенции  $p_{\text{всп}}$  не превышающих  $0,625$  от вероятности принятия сотрудником правильного решения по основной компетенции  $p_{\text{осн}}$ .

Аналогично при  $n=4$ , получаем:  $p_{\text{всп}} / p_{\text{осн}} \leq 11/15$  или  $p_{\text{всп}} \leq p_{\text{осн}} \cdot 11/15$ , то есть, при опять же относительно небольшом количестве типов проблемных ситуаций  $n=4$ , предварительная классификация остается выгодной для значений вероятности принятия сотрудником правильного решения по вспомогательной компетенции  $p_{\text{всп}}$  не превышающих приблизительно  $0,733$  от вероятности принятия сотрудником правильного решения по основной компетенции  $p_{\text{осн}}$ .

Аналогично при  $n=5$ , получаем:  $p_{\text{всп}} / p_{\text{осн}} \leq 19/24$  или  $p_{\text{всп}} \leq p_{\text{осн}} \cdot 19/24$ .

Вновь при относительно небольшом количестве типов проблемных ситуаций  $n=5$  предварительная классификация остается выгодной для значений вероятности принятия сотрудником правильного решения по вспомогательной компетенции  $p_{\text{всп}}$  не превышающих приблизительно  $0,79$  от вероятности принятия сотрудником правильного решения по основной компетенции  $p_{\text{осн}}$ . То есть, мы видим, что предварительная классификация выгодна даже при небольшом, грубо говоря, «заниженном»  $n=5$ , (так как совершенно очевидно, что реальное количество типов проблемных ситуаций может быть значительно больше) и при сравнимых и даже близких значениях  $p_{\text{всп}}$  и  $p_{\text{осн}}$ , отличающихся, скажем так, не на порядки и можно сказать «не в разы».

Рассмотрев вполне реалистичное значение  $n=10$ , получаем:  $p_{\text{всп}} / p_{\text{осн}} \leq 89/99$  или  $p_{\text{всп}} \leq p_{\text{осн}} \cdot 89/99$

Видим, что при вполне реалистичном количестве типов проблемных ситуаций  $n=10$  предварительная классификация выгодна для значений  $p_{\text{всп}}$  не превышающих приблизительно  $0,9$  от  $p_{\text{осн}}$ .

Для не самого большого значения  $n=20$ , получаем  $p_{\text{всп}} / p_{\text{осн}} \leq 379/399$  или  $p_{\text{всп}} \leq p_{\text{осн}} \cdot 379/399$ .

Таким образом, видим, что при количестве типов проблемных ситуаций  $n=20$  предварительная классификация выгодна для значений  $p_{\text{всп}}$  не превышающих приблизительно  $0,95$  от  $p_{\text{осн}}$ . Здесь несложно заметить, что предварительная классификация выгодна даже в случае, когда  $p_{\text{всп}}$  и  $p_{\text{осн}}$  уже весьма и весьма близки. По-видимому, в реальных ситуациях вероятности принятия правильного решения по основной и вспомогательной компетенциям могут отличаться гораздо сильнее.

При  $n=100$ , получим  $p_{\text{всп}} / p_{\text{осн}} \leq 9899/9999$  или  $p_{\text{всп}} \leq p_{\text{осн}} \cdot 9899/9999$ .

Учитывая сказанное выше, а также то, что  $9899/9999 \approx 0,9899989999$  вывод для данного случая, как, впрочем, и общий вывод становится вполне очевидным – при сформулированных в настоящей работе условиях предварительная классификация выгодна.

В качестве необходимого замечания следует сказать о том, что описанная модель может быть применима и в том случае, когда часть управленческих ресурсов, направленных на принятие решений изымается и иным образом, нежели прямое изъятие части коллектива

для создания экспертной группы. В рамки приведенной в работе модели укладывается и ситуация, предполагающая изъятие на предварительную классификацию части времени сотрудников, части вычислительных мощностей и многие другие ситуации. Конкретная реализация и обсчет подобных моделей не представляет сложности и получит развитие в дальнейших работах автора.

### **Заключение**

Таким образом, в настоящей работе исследован вопрос о целесообразности предварительной классификации проблемных ситуаций, предшествующей принятию основного решения.

Приведен обзор близких по смыслу к исследуемой проблеме соответствующих систем и фреймворков. При определенных допущениях, автором рассмотрена ситуация, когда на предварительную классификацию выделяется отдельная, специальная часть имеющихся управленческих ресурсов, которая изымается для этого из общего количества таковых. На основе проведенных расчетов, показано, что даже с учетом предусмотренных и учтенных автором в рассматриваемой модели негативных последствий, сопутствующих подобному изъятию, предварительная классификация все равно оказывается выгодной.

Рассмотренная в настоящей работе модель может найти достаточно широкие приложения. Не концентрируясь на приведённых здесь для наглядности примерах, легко просматривается, что предложенная в настоящей работе весьма несложная модель может быть распространена для доказательства выгоды процесса предварительной классификации в самом широком смысле и ориентируясь на широкий круг задач. Просматриваются пути её модификации для доказательства выгоды, например, некоторых положений фреймворка Кеневин, теории ограничений и других систем, для которых, так или иначе, характерна предварительная классификация, либо для систем, предполагающих многоэтапный процесс принятия решений с разными весовыми коэффициентами, соответствующими значимости определенных этапов.

### **Библиографический список**

1. Snowden D.J., Boone M.E. A leader's framework for decision making. A leader's framework for decision making. Harvard Business Review. 2007 Nov; 85 (11): P.68-76, PMID: 18159787.
2. Майсак О. С. SWOT-анализ: объект, факторы, стратегии. Проблема поиска связей между факторами // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. — 2013. — № 1 (21). — С. 151—157. — ISSN 2074-1707
3. Теория и практика командообразования. Современная технология создания команд. Под ред. Т. Д. Зинкевич-Евстигнеевой. — СПб.: Речь, 2004. 304 с.
4. Goldratt, Eliyahu M. Essays on the Theory of Constraints. Great Barrington, Massachusetts: North River Press. 1998. 263 p. —ISBN 0-88427-159-5.
5. Зенгер Х. фон. Стратегемы. О китайском искусстве жить и выживать. Том 1. — М.: Эксмо, 2004. — 512 с. — ISBN 5-699-05571-1.
6. Альтшуллер Г. С. Найти идею: Введение в ТРИЗ — теорию решения изобретательских задач, 3-е изд. — М.: Альпина Пабlishер, 2010. 392 с.

# ON THE ISSUE OF THE ADVISABILITY OF PRELIMINARY CLASSIFICATION, CATEGORIZATION, SYSTEMATIZATION OF PROBLEM SITUATIONS BEFORE MAKING THE MAIN DECISION

S.V. Artyshchenko

---

*Artyshchenko Stepan Vladimirovich, Voronezh State Technical University, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Innovation and Structural Physics named after Prof. I.S. Surovtsevr  
Russia, Voronezh, e-mail: art.stepan@mail.ru, tel. +79202157870*

---

**Abstract.** Preliminary definition of decision-making contexts can play a positive role in management and decision-making tasks and is used to varying degrees in many well-known systems of analysis, decision-making and management frameworks, such as Kenevin, SWOT analysis, Theory of Constraints, etc. This paper examines the issue of the advisability of preliminary classification of problem situations preceding the adoption of the main decision. A brief overview of the relevant systems and frameworks is provided. Under certain assumptions, the author of the paper considers a situation when a separate, special part of the available management resources is allocated for preliminary classification, which is withdrawn for this purpose from the total number of such. Based on the calculations carried out, it is shown that even taking into account the negative consequences provided for in the model under consideration, accompanying such withdrawal, preliminary classification still turns out to be beneficial.

**Keywords:** *preliminary classification, decision making, probability of making the right decision, preliminary decision, main decision.*

## References

1. Snowden D.J., Boone M.E. A leader's framework for decision making. A leader's framework for decision making. Harvard Business Review 2007 Nov; 85 (11): P. 68-76, 149. PMID: 18159787.
2. Maysak O. S. SWOT analysis: object, factors, strategies. The problem of finding connections between factors // Caspian journal: management and high technologies. - 2013. - No. 1 (21). - P. 151-157. - ISSN 2074-1707
3. Theory and practice of team building. Modern technology of team creation" Edited by T.D. Zinkevich-Evstigneeva. - St. Petersburg: Rech, 2004. 304 p.
4. Goldratt, Eliyahu M. Essays on the Theory of Constraints. Great Barrington, Massachusetts: North River Press. 1998. 263 p. —ISBN 0-88427-159-5.
5. Senger, H. von (2004) Stratagemy. O kitayskom iskusstve zhit' i vyzhivat' [Stratagems. About the Chinese art of living and surviving]. Translated from German by A. Dybo. Vol. 1. Moscow: Eksmo. — 512 c. — ISBN 5-699-05571-1.
6. Altshuller G.S. Find an idea: Introduction to TRIZ – the theory of inventive problem solving, 3rd ed. – Moscow: Alpina Publisher, 2010. 392 p.



## ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

А.В. Миляева

---

*Миляева Анастасия Владимировна, Воронежский государственный технический университет,  
аспирант кафедры управления  
Россия, г. Воронеж, e-mail: n.milya@bk.ru, тел.: +7-951-874-11-46*

---

Аннотация. Материал статьи посвящен вопросу исследования динамики автомобильной отрасли в период с 2005 по 2024 год. На примере статистических данных об объемах выпуска легковых автомобилей и объемах продаж обосновывается устойчивость автомобильной отрасли в условиях экономической рецессии. На основе данных о численности населения и уровне автомобилизации предлагается рекомендация к расчету уровня автомобилизации.

*Ключевые слова: автомобиль, население, экономика, автомобилизация, управление жизненным циклом автомобиля.*

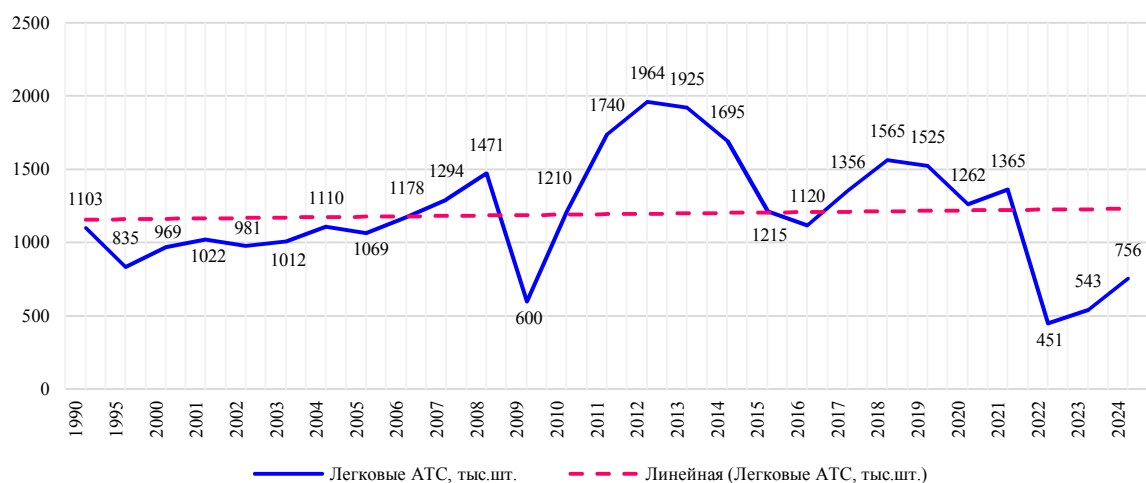
Автомобильная промышленность Российской Федерации является одной из ключевых отраслей экономики страны, занимающей важное место в производственном секторе. Она включает в себя как крупные сборочные заводы, так и малые и средние предприятия, занимающиеся производством запчастей и комплектующих. За последние 20 лет автомобильная отрасль прошла через многие этапы, включая периоды бурного роста, кризисы и трансформации. В период с 2005 по 2025 год в стране произошло несколько кризисов, которые оказали влияние не только на автомобильную отрасль, но и в целом на экономику:

- Мировой кризис (2007-2008) – этот кризис начался в США и быстро распространился по всему миру, затронув и российскую экономику. В 2008 году Россия столкнулась с резким падением цен на нефть, что привело к экономическому спаду, девальвации рубля и сокращению инвестиций;
- Кризис 2014-2015 годов – в 2014 году Россия столкнулась с новыми экономическими вызовами, связанными с введением международных санкций после аннексии Крыма и конфликта на востоке Украины. Это снова привело к падению рубля, росту инфляции и экономическому спаду. В 2015 году экономика продолжала находиться в состоянии рецессии;
- Пандемия COVID-19 (2020) – в 2020 году страна столкнулась с резким сокращением экономической активности, закрытием предприятий и падением спроса на товары и услуги. Падение цен на нефть усугубило экономические трудности;
- Экономический кризис 2022 - в 2022 году страну ожидали новые экономические вызовы в результате введения жестких международных санкций после начала специальной военной операции в Украине. Эти санкции затронули ключевые сектора экономики, включая финансовый, энергетический и технологический.

Несмотря на частые кризисные явления экономика России адаптировалась к новым условиям и смогла преодолеть многие трудности, пусть и с продолжительно высокой ключевой ставкой центрального банка и с фактической инфляцией на уровне более 10%, но не снижением уровня жизни населения страны.

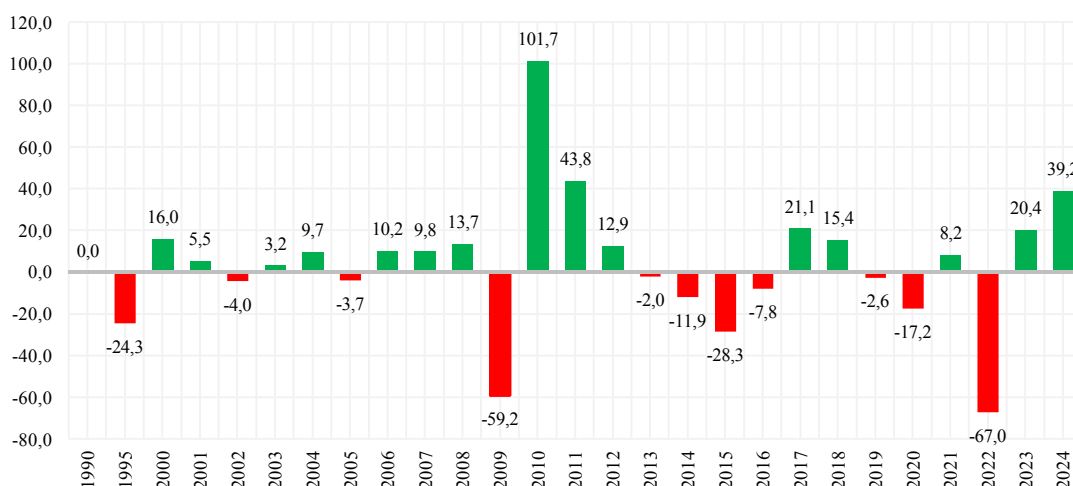
На рис. 1 представлен график, отображающий динамику производства легковых автотранспортных средств (АТС) [1, 2, 3]. Как видно из представленной информации, до 2006 года объем выпуска легковых АТС находился в одной амплитуде колебаний на уровне

1 100 000 автомобилей в год. Принимая во внимание резкие скачки объемов производства легковых АТС результаты линейного регрессионного анализа, тем не менее показывают незначительную тенденцию на рост так, словно если бы в период с 2006 по 2025 год амплитуда колебаний объемов производства была бы на уровне периода с 1990 по 2006 год.



**Рис. 1. Производство легковых АТС в период с 1990 по 2024 г.**

Так, например, снижение объемов производства наблюдается в последствии кризисных ситуаций 2008 года на 59,2%, 2014 года на 31,1%, 2019 года на 17,2%, 2022 года на 67% (рис. 2). Стоит отметить, что с течением времени начиная с 2008 года, доля снижения объемов производства становится значительно меньше, что говорит об устойчивости автомобильной отрасли в условиях экономической рецессии. Последствия кризиса 2022 года сложно объективно анализировать относительно предыдущих кризисов, поскольку снижение объемов производства в этом конкретном случае связано в большей степени с уходом зарубежных брендов автопроизводителей и закрытием автосборочных заводов на территории России, как следствие обострения мировой геополитики.



**Рис. 2. Производство легковых АТС в период с 1990 по 2024 г. в долевом выражении, %**

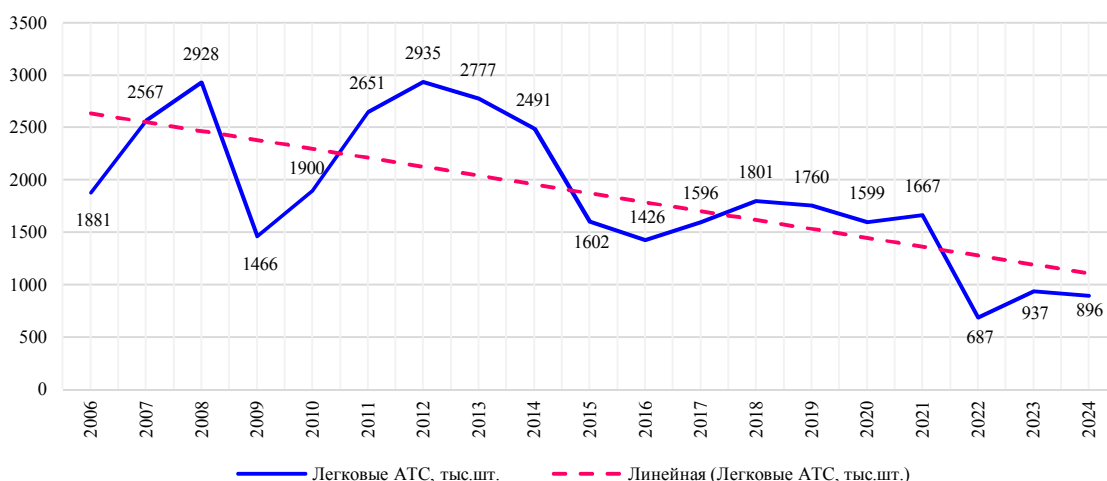
Наибольший интерес при анализе объемов производства п

представляет кратный рост более чем в 3 раза в период с 2009 по 2012 год, который в моменте дал отличную прибыль компаниям автопроизводителям, но оказался губительным в долгосрочной перспективе для отрасли.

Объяснить такой рост можно через хронологию открытия на территории России сборочных заводов разных брендов автомобилей, с помощью которых был удовлетворен спрос потребителей, побуждаемый девальвацией рубля после кризиса 2008 года. В 2009 году на территории России были локализованными производства брендов: АвтоВаз (Тольятти, 1966), Toyota (Санкт-Петербург, 2007), Nissan (Санкт-Петербург, 2009), Volkswagen и Skoda (Калуга, 2007). Позднее были запущены сборочные заводы брендов Hyundai (Санкт-Петербург, 2010), Peugeot и Citroën (Калуга, 2010), Mazda (Владивосток, 2012).

Последствия такого роста проявляются и сейчас, так как вышедшие в пользование автомобили имеют продолжительный срок эксплуатации до наступления полной неисправности. А так как автомобили того времени до сих пор обладают минимальными базовыми характеристиками, удовлетворяющими потребности потребителей, они стали накапливаться среди населения, тем самым увеличивая уровень автомобилизации в стране и снижая объем продаж в настоящее время, особенно учитывая сложившийся разрыв в ценовом диапазоне между первичным и вторичным рынком легковых автомобилей.

Для объективности предположения о том, что автомобильная отрасль устойчива в условиях кризиса необходимо обратиться к данным об объемах продаж легковых АТС (рис. 3) [4].

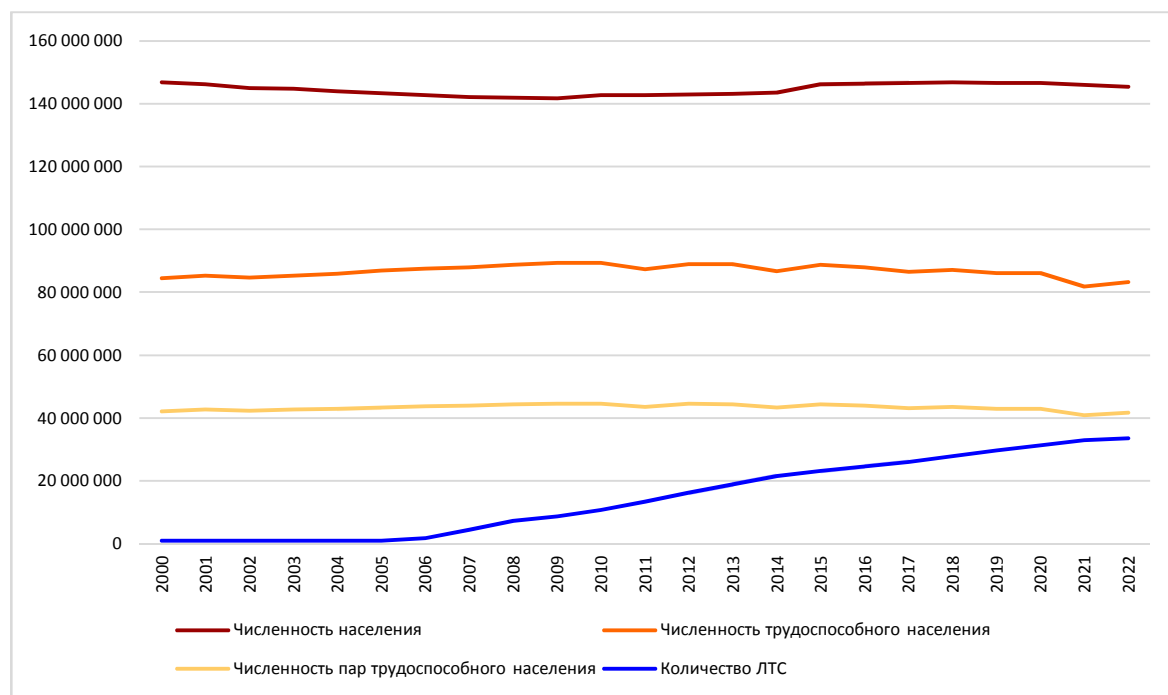


**Рис. 3. Продажи легковых АТС в период с 2006 по 2024 г.**

Ввиду того, что снижение продаж является от года к году устойчивым с 2012 года, несмотря на частые кризисы, оказывающие значительное влияние на экономику, произошедших в период с 2006 по 2025 год, в продажах легковых АТС не наблюдается явной корреляции между кризисными явлениями и спросом на автомобили. В связи с этим возникает потребность в качественном понимании проблемы снижения продаж в сегменте, представленном некоммерческими автомобилями.

В соответствии с данными Росстата рост уровня автомобилизации с 2006-2022 год составил 54,14%, при этом этот показатель представлен в абсолютных значениях, 1 легковой автомобиль на 1000 человек населения, что не совсем ясно отражает динамику насыщения страны легковыми автомобилями [5]. Особенно учитывая тот фактор, что общая численность населения в России в 2022 году составляла 145 557 576 человек, а численность трудоспособного населения составляла 83 200 000 человек [6, 7]. Общее количество легковых АТС в 2024 году составляло более 36 000 000. Таким образом, возникает вероятность предположить, что каждый второй трудоспособный человек владеет легковым

автомобилем и экономика автомобильной отрасли приближается к пику насыщения потенциального рынка (рис. 4). Еще одним важным аспектом, оказывающим давление на автомобильную отрасль, является продолжительный жизненный цикл автомобиля, который по средним оценкам экспертов составляет 16 лет. При средней продолжительности жизни человека 73 года, и продолжительности периода трудоспособного возраста 47 лет для мужчин и 42 года для женщин, в самом негативном прогнозе потребитель может совершить минимум только 3 покупки автомобиля, что не может не оказывать давления на динамику развития автомобильной отрасли [8].



**Рис. 4. Динамика численности населения РФ и количества легковых АТС в период с 2000 по 2024 г.**

Автомобилизация – это оснащенность населения автомобилями, а уровень автомобилизации определяется как среднее количество индивидуальных автомобилей, приходящихся на 1000 жителей. Исследованию уровня автомобилизации посвящены многие исследовательские работы из разных научных областей: социальных экономических, технологических [9].

Согласно данным МВД, уровень автомобилизации в регионе определяется по формуле:

$$A = \frac{K_c}{K_p} \quad (1)$$

где  $K_c$  – парк транспортных средств,  $K_p$  – численность населения в регионе.

В соответствии с таким расчетом уровень автомобилизации в стране в 2022 году составлял 326,9 ед/1000 человек населения. Если  $K_c \rightarrow \max$ , а численность населения будет колебаться в узком диапазоне значений, что можно принять за константу,  $K_p = \text{const}$ , то тогда уровень автомобилизации будет расти до предела, допустимого в условиях каждого региона. Однако этот показатель не объективен по отношению к тому, какая возрастная группа населения проживает на территориях региона и какие имеет особенности в вопросах использования средств передвижения.

Оснащенность населения автомобилями в 2020 году представлена на рисунке 5 [10].



**Рис. 5. Уровень автомобилизации в РФ по регионам на 1000 человек населения, 2020 г. (территориальная целостность страны представлена на период до 2014 года)**

Такой подход к определению уровня автомобилизации более подходит для решения социальных транспортных задач, но не объективен для применения в долгосрочном прогнозировании автомобильной отрасли, но его можно адаптировать и использовать.

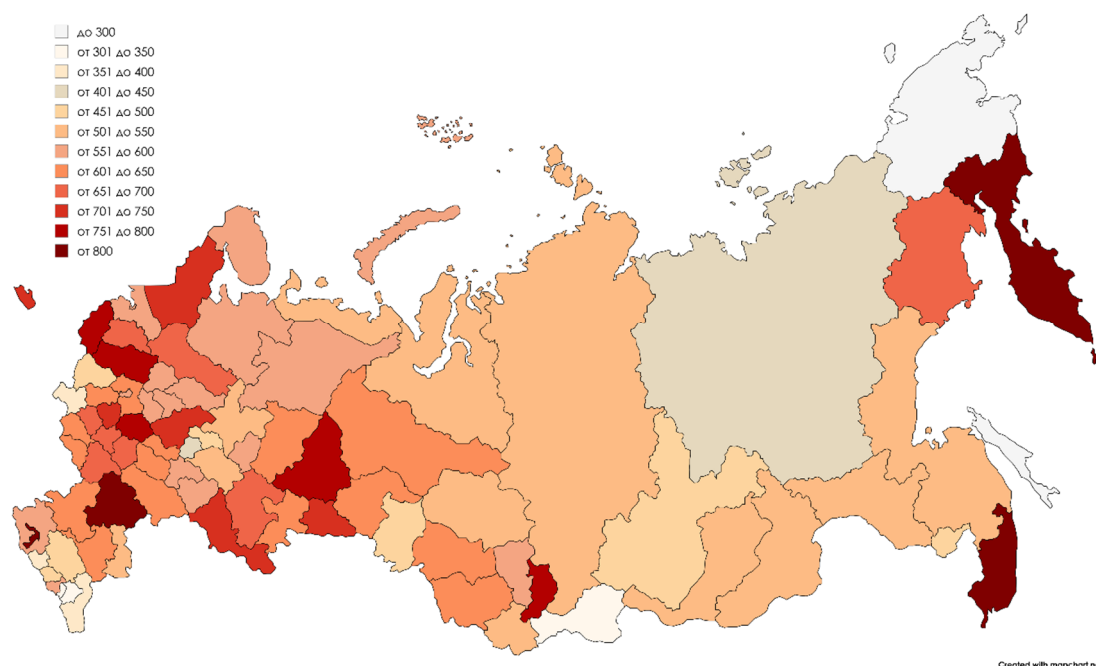
Доминирующая часть населения, использующая легковые АТС, представлена трудоспособным населением и частью населения старше трудоспособного возраста. В этом случае уровень автомобилизации будет определяться по формуле:

$$A = \frac{K_{c1}}{K_{p1} + a * K_{p2}} \quad (2)$$

где  $K_{c1}$  – парк легковых АТС,  $K_{p1}$  – численность трудоспособного населения,  $K_{p2}$  – численность старше трудоспособного возраста,  $a$  – доля от численности населения старше трудоспособного возраста, определяемая с помощью среднестатистических данных.

Учет возрастной группы, проживающей на территории региона, позволяет рассматривать уровень автомобилизации более детально. Так, например, для формирования прогнозных моделей об уровнях продаж легковых АТС на территории региона следует опираться на статистические данные о численности населения, вступающего в трудоспособный возраст в сочетании со статистическими данными об уровне благосостояния населения, тем самым получая качественные данные о том, в каком количестве и какого достоинства потребуются автомобили в регионе. Если благосостояние населения региона находится на низком уровне среди трудоспособного населения, то высока вероятность доминирования вторичного рынка легковых АТС над первичным. Благодаря такой детальной оценке населения региона можно провести ретроспективный анализ продаж и выявить корреляции между данными разных областей, которые ранее не были учтены и транслировать модель на другие регионы с похожим типом населения.

При таком подходе уровень автомобилизации в 2022 году составлял не 326,9 ед/1000чел., а 514,3 ед/1000чел. (рис. 6).



**Рис. 6. Уровень автомобилизации в РФ по регионам на 1000 человек трудоспособного населения, 2020 г. (территориальная целостность страны представлена на период до 2014 года)**

Существуют различные формы мер, направленных на сдерживание уровня автомобилизации, как организационных, так и экономических [11]. В обобщенном виде организационные меры сфокусированы на комфорте использования автомобилей в городской среде, а экономические меры увеличивают финансовую нагрузку пользователя на обслуживание автомобиля.

Таким образом формируется балансовая система, где с одной стороны государство стимулирует объем выпуска легковых АТС, а с другой стороны государство создает условия, при которых пользование автомобилем в условиях плотной городской застройки и региональных центров становится нерациональным не только по причине высокой финансовой нагрузки в виде налогового обременения, оплаты парковок и топлива, но и со стороны комфорта жизни, ввиду перезагруженности автомобильных дорог и парковочных мест.

По мнению авторов, уровень автомобилизации может быть использован в прогнозировании объема выпуска некоммерческих легковых АТС с целью понимания естественных пределов роста, обусловленных демографическим фактором. Например, в США – стране с самым автомобилизированным образом жизни критический уровень автомобилизации составляет 800 автомобилей на 1000 человек и это значение представлено в абсолютных показателях, без учета его поправки на то, что автомобилем владеет трудоспособное население [12]. Каждая страна, регион, область обладают индивидуальным показателем автомобилизации, ввиду особенностей городской застройки, возрастного типа населения и транспортной развязки. Для того, чтобы объективно прогнозировать объем выпуска некоммерческих легковых АТС необходимо понимать какое значение уровня автомобилизации будет являться критическим для отрасли, требуется детальное отслеживание средней продолжительности жизни человека и численности юного поколения, вступающего в трудоспособный возраст. Учет только бизнес ориентированных показателей отрасли не дает полного представления о состоянии автомобильного рынка. В условиях экономики «не роста», когда объем выпуска автомобилей колеблется в достаточно узком

коридоре значений, необходима разработка иных подходов к прогнозированию, синергирующих с показателями из смежных областей экономики.

### Библиографический список

1. Производство основных видов продукции в натуральном выражении (годовые данные с 2017 года - в соответствии с ОКПД2) [Электронный ресурс]. – URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Proizvodstvo\\_god\\_s\\_2017.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Proizvodstvo_god_s_2017.xlsx)
2. Производство основных видов продукции в натуральном выражении (годовые данные – с 2010 по 2016 гг.) [Электронный ресурс]. – URL: [https://rosstat.gov.ru/free\\_doc/new\\_site/business/prom/natura/god10.htm](https://rosstat.gov.ru/free_doc/new_site/business/prom/natura/god10.htm)
3. Производство основных видов продукции в натуральном выражении (годовые данные – по 2009 г.) [Электронный ресурс]. – URL: [https://rosstat.gov.ru/free\\_doc/new\\_site/business/prom/natura/god.htm](https://rosstat.gov.ru/free_doc/new_site/business/prom/natura/god.htm)
4. Статистика официальных продаж автомобилей в России [Электронный ресурс]. – URL: <https://auto.vercity.ru/statistics/sales/europe/russia/?ysclid=mb3veuujyk938140001>
5. Количество собственных легковых автомобилей на 1000 человек населения (с 2000 г.) [Электронный ресурс]. – URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Obesp\\_legk\\_avto\\_2023.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Obesp_legk_avto_2023.xlsx)
6. Общая численность населения России по годам с 1897 по 2024 (Таблица) [Электронный ресурс]. – URL: <https://infotables.ru/statistika/31-rossijskaya-federatsiya/782-obshchaya-chislennost-naseleniya-rossii>
7. Рост трудоспособного населения в России стал рекордным с 1990-х [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rbc.ru/economics/13/04/2022/62541f409a7947ca585aa5ab?from=newsfeed>
8. Численность населения России [Электронный ресурс]. – URL: <https://stratpro.hse.ru/mirror/pubs/share/944830743.pdf>
9. Милякин, С. Р. Анализ подходов к прогнозированию процессов автомобилизации / С. Р. Милякин // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. – 2018. – Т. 16. – С. 333-359. – DOI 10.29003/m268.sp\_ief\_ras2018/333-359. – EDN GDNMMS.
10. Профили безопасности дорожного движения субъектов Российской Федерации 2020 [Электронный ресурс]. – URL: <https://media.mvd.ru/files/embed/2277286>
11. Ксенофонтов, М. Ю. Процесс автомобилизации и определяющие его факторы в ретроспективе, настоящем и будущем / М. Ю. Ксенофонтов, С. Р. Милякин // Проблемы прогнозирования. – 2018. – № 4(169). – С. 92-105. – EDN YNJSOT.
12. Автомобилизация России: догнать или перегнать Ливию [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.zr.ru/content/articles/752284-avtomobilizaciya-rossii-dognat-peregmat-liviyu/>

## WASTE MANAGEMENT FROM A CIRCULAR ECONOMY POINT OF VIEW

A.V. Milyaeva

---

*Milyaeva Anastasia Vladimirovna, Voronezh State Technical University, Graduate Student of Department of Management  
Russia, Voronezh, e-mail: n.milya@bk.ru, tel.: +7-951-874-11-46*

---

Abstract. The article is devoted to the issue of studying the dynamics of the automotive industry in the period from 2005 to 2024. Using the example of statistical data on passenger car production and sales volumes, the sustainability of the automotive industry in the context of an economic recession is substantiated. Based on data on the population and the level of motorization, a recommendation is proposed for calculating the level of motorization.

## References

1. Production of the main types of products in physical terms (annual data since 2017 - in accordance with OKPD2) [Electronic resource]. – URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Proizvodstvo\\_god\\_s\\_2017.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Proizvodstvo_god_s_2017.xlsx)
2. Production of the main types of products in physical terms (annual data – from 2010 to 2016) [Electronic resource]. – URL: [https://rosstat.gov.ru/free\\_doc/new\\_site/business/prom/natura/god10.htm](https://rosstat.gov.ru/free_doc/new_site/business/prom/natura/god10.htm)
3. Production of the main types of products in physical terms (annual data for 2009) [Electronic resource]. – URL: [https://rosstat.gov.ru/free\\_doc/new\\_site/business/prom/natura/god.htm](https://rosstat.gov.ru/free_doc/new_site/business/prom/natura/god.htm)
4. Statistics of official car sales in Russia [Electronic resource]. – URL: <https://auto.vercity.ru/statistics/sales/europe/russia/?ysclid=mb3veujjyk938140001>
5. The number of own passenger cars per 1000 people of the population (since 2000) [Electronic resource]. – URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Obesp\\_legk\\_avto\\_2023.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Obesp_legk_avto_2023.xlsx)
6. The total population of Russia by years from 1897 to 2024 (Table) [Electronic resource]. – URL: <https://infotables.ru/statistika/31-rossijskaya-federatsiya/782-obshchaya-chislennost-naseleniya-rossii>
7. The growth of the working-age population in Russia has become a record since the 1990s [Electronic resource]. – URL: <https://www.rbc.ru/economics/13/04/2022/62541f409a7947ca585aa5ab?from=newsfeed>
8. Population of Russia [Electronic resource]. – URL: <https://stratpro.hse.ru/mirror/pubs/share/944830743.pdf>
9. Milyakin, S. R. Analysis of approaches to forecasting the processes of motorization / S. R. Milyakin // Scientific papers: Institute of National Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences. – 2018. – Vol. 16. – pp. 333-359. – DOI 10.29003/m268.sp\_ief\_ras2018/333-359. – EDN GDNMMS.
10. Profiles of road safety of the subjects of the Russian Federation 2020 [Electronic resource]. – URL: <https://media.mvd.ru/files/embed/2277286>
11. Ksenofontov, M. Y. The process of motorization and its determining factors in retrospect, present and future / M. Y. Ksenofontov, S. R. Milyakin // Problems of forecasting. – 2018. – № 4(169). – Pp. 92-105. – EDN YNJSOT.
12. Russia's motorization: to catch up or overtake Libya [Electronic resource]. – URL: <https://www.zr.ru/content/articles/752284-avtomobilizaciya-rossii-dognat-peregnat-liviyu/>



## СТРАТЕГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ В УСЛОВИЯХ ВНЕШНИХ ВЫЗОВОВ И РИСКОВ

Е.А. Ильина

---

*Ильина Екатерина Алексеевна\**, Воронежский государственный технический университет, кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры управления  
Россия, г. Воронеж, e-mail: [catrin.ilina@cchgeu.ru](mailto:catrin.ilina@cchgeu.ru), тел.: +7(473) 207-22-20 доб. 5483

---

Аннотация. Современный этап развития общества отличается активными процессами трансформации основных элементов системы управления предприятием. Управление предприятиями является важнейшей задачей обеспечения устойчивого развития экономики России, в особенности, в период усиления санкций, кризисных ситуаций, постпандемийного восстановления и множества других вызовов. Организационная структура управления, методы, технологии и процессы управления предприятия становятся ориентирами на изменение всей системы управления. При этом в условиях происходящих во внешней среде быстрых изменений возрастает необходимость решения задач адаптации к условиям современных вызовов. Сегодня предприятия, функционирующие в непростой экономической обстановке, сталкиваются с многочисленными проблемами, связанные не только с сохранением высоких экономических показателей, но с возможностью оставаться на рынке и обеспечивать непрерывную устойчивую деятельность. В условиях нестабильности, вопросы стратегического управления предприятием, а также достижения устойчивой траектории его развития, приобретают особую актуальность. Статья исследует вопросы методологии стратегического управления на предприятии в современных условиях, характеризующихся высоким уровнем неопределенности внешней среды. В работе разработаны практические рекомендации по стратегическому управлению предприятиями с учетом адаптации к меняющимся условиям рынка, внешних вызовов и минимизации рисков.

*Ключевые слова:* предприятие, стратегия, управление, стратегическое управление, стратегический менеджмент, устойчивое развитие, внешние вызовы, риски

### Введение

Сегодня многие предприятия сталкиваются с вызовами, порожденными непредсказуемостью и динамичностью внешней среды. В условиях постоянных перемен руководство вынуждено активно искать новые подходы и инструменты стратегического управления, которые дают возможность адаптироваться к меняющимся условиям внешней среды и удерживать лидерство на отечественном и на международном рынках. Управленческий процесс – это последовательность взаимосвязанных этапов, направленных на достижение намеченных целей через преобразование ресурсов в конечный продукт. В то же время, эффективно выстроенная стратегия, нацеленная на создание и поддержание преимуществ над конкурентами, предполагает разработку оригинальных концептуальных основ стратегического управления, позволяющих не только реагировать на колебания внешних факторов, но и устойчиво функционировать в рыночной среде.

Цель исследования – провести анализ теоретико-методологических основ и подходов к стратегическому управлению на предприятиях, сталкивающихся с внешними угрозами и рисками. Реализация данной цели предполагает решение ключевой исследовательской задачи – анализа современных тенденций в области управления предприятием для обоснования целесообразности их применения в условиях внешних угроз и рисков. При написании статьи основной акцент был сделан на изучение и анализ влияния внешних факторов при стратегическом управлении, а также на формирование практических рекомендаций по адаптации и повышению гибкости к изменениям.

В рамках исследования сформирована научно-практическая задача, которая заключается в оптимизации стратегических решений для общей стратегии управления предприятием. Это обеспечивается путем выявления и минимизации отрицательного воздействия внешних рисков.

## **Материалы и методы**

Стратегическое управление предприятием – важная область изучения, которая сохраняет свою актуальность долгое время, не только в теории, но и в практике управления. Она отличается постоянным развитием подходов, демонстрируя неизменную востребованность и, одновременно, быструю эволюцию используемых инструментов. Среди основоположников теорий стратегического управления традиционно выделяют: М. Портер, И. Ансофф, Ф. Котлер, Д. Стрикланд, А. Томпсон, У. Кинг, Д. Клиланд и других ученых. В работах П. Дойля, Ф. Штерна и Р. Олдкорна поднимались вопросы разработки стратегий предприятий с учетом влияния внешних факторов, временного аспекта и степени неопределенности. Стоит также выделить труды российской школы менеджмента, которые рассматривают вопросы, связанные с изучением проблем управления предприятием, функционирующие в нестабильной экономической среде. Среди представителей школы можно выделить О.С. Виханского, Г. Клейнера, В.С. Каткало, Г. Минцберга и других ученых.

Среди современных исследований можно выделить основные направления стратегического управления (таблица 1) [1]. В современных условиях задача менеджмента состоит в предоставлении действенных мер, направленных на увеличение прибыли в долгосрочном периоде при одновременной минимизации сопутствующих рисков. Управление и риск – взаимосвязанные термины, которые оказывают взаимное влияние на деятельность любого предприятия, вне зависимости от сферы деятельности и организационно-правового статуса. Следовательно, процесс управления с учетом рисков, порожаемых внешними факторами, должен занимать приоритетное место в общей стратегии и тактике управления предприятием. Игнорирование или недооценка значимости влияния случайных факторов на предприятие может привести к негативным последствиям. Анализируя таблицу 1 можно отметить, что, несмотря на схожесть и взаимодополняемость, авторские подходы к стратегическому управлению предприятием отличаются в применяемых методах, инструментарии и факторах, влияющих на разработку и формирование стратегии. Значительное число концепций в качестве стратегических направлений акцентируют внимание на: возможности практического использования, осуществления стратегического выбора, и прочие аспекты устойчивого функционирования предприятий в условиях внешних вызовов.

Стратегическое управление можно определить, как процесс разработки, принятия и реализации стратегических решений, центральным звеном которого является стратегический выбор, основанный на сопоставлении собственного ресурсного потенциала предприятия с возможностями и угрозами внешнего окружения [2].

Стратегическое управление отличается двумя характеристиками, определяющими его стратегический характер:

- способность предвидеть развитие событий в перспективе (определение направления, разработка возможных сценариев), реализуемая через прогнозирование.
- целенаправленное воздействие на данные события в долгосрочной перспективе с учетом их отдаленных последствий (как прямых, так и косвенных).

Деятельность любого предприятия подвержена влиянию многочисленных факторов, как внешних, так и внутренних. В ситуациях, когда внешняя среда характеризуется нестабильностью, способность предприятий приспосабливаться к внешним воздействиям, оказывающим значительное влияние на их работу, существенно снижается [3].

Таблица 1

## Подходы авторов к основным направлениям стратегического управления

Направление	Содержание. Авторы
Развитие теоретико-методологических основ стратегического управления в условиях неопределенности	<p>Ученые обосновывают усиливающееся <b>влияние внешних факторов на деятельность предприятия</b>, исследуют базовые подходы, векторы, модели стратегического управления, характеризуют их признаки и особенности в условиях изменчивой среды. (Фролова, 2015; Бражникова, Мызникова, 2022; De Vasconcelos Gomes, Dos Santos, Figueiredo Facin, 2022).</p> <p>Особую актуальность имеют работы, посвященные вопросам стратегического управления в период серьезных макроэкономических шоков, таких как пандемия и санкции западных стран. (Sharma, Leung, Kingshott, Davcik, Cardinali, 2020; Suyarkov, Ozerov, Genkin, 2021; Vinslav, 2022).</p>
Совершенствование методов и инструментов стратегического управления в условиях неопределенности	<p>Специалисты классифицируют, формализуют, показывают <b>практическую применимость</b>, предлагают варианты расчета эффективности различных методов и инструментов управления. (Хлыстова, Неяскина, 2011; Титов, Цомаева, 2014; Ушакова, Перерва, 2017; Malekpour, Walker, Marchau, 2020; Иванова, 2021; Struckell, Ojha, Dhir, 2022).</p>
Изучение территориально-отраслевых особенностей стратегического управления предприятием в условиях неопределенности	<p>В рамках данного направления разрабатываются и <b>предлагаются стратегические и тактические решения</b>, использование которых целесообразно в каких-либо конкретных сферах деятельности, отраслях, территориях. (Миронова, 2011; Огородников, Дрошнев, Ключин, Коловертнова, Матвеева, Гусева, Спешилова, 2015; Brovko, Petruk, 2016; Повержук, 2017; Зайченко, Ильинский, Коптев, Смирнова, 2021).</p>
Рассмотрение стратегического планирования на предприятии как важнейшей функции управления в условиях неопределенности	<p>Здесь <b>актуализируются и совершенствуются формы</b>, методы и инструментарий планирования с целью снижения рисков неопределенности, расширения производственного потенциала предприятия даже в нестабильной среде. (Алексеев, Фрейдина, Тропин, 2019; Varinova, 2019; Weston, 2020; Айрапетова, Корелин, Мепория, 2021; Булгаков, Кузьмин, Сафронов, 2021).</p>

Составлено автором с использованием материалов [2-6]

В настоящее время можно выделить множество факторов, оказывающие значительное влияние на стабильную работу и устойчивое развитие, например, нестабильность экономики, санкционное давление, трансформации в конкурентной среде, цифровизация процессов, технологические инновации и другое. Нестабильность экономики, проявляющаяся в падении потребительского спроса, нестабильности рыночной ситуации или

изменениях в нормативно-правовых актах, также вызывают необходимость пересмотра и корректировки существующих бизнес-моделей и внедрения новых подходов к управлению. Ограничения, вызванные санкциями, серьезно затрудняют выход на рынки, доступ к сырью и новейшим технологиям, что побуждает управленцев предприятий переосмысливать существующие подходы и искать новые возможности для роста. Технологический прогресс, в том числе интеграция искусственного интеллекта, цифровая перестройка и автоматизация рабочих процессов, все эти риски должны быть учтены для сохранения конкурентоспособных позиций. Предприятия функционируют в условиях внешней среды, отличающейся значительной непредсказуемостью и неопределенностью. Это вызвано нестабильностью экономических процессов, динамичностью рыночной ситуации, жесткой конкурентной борьбой и непрерывным технологическим прогрессом.

Эффективное управление предприятием в условиях непредсказуемости предполагает оперативное приспособление к новым обстоятельствам, гибкость в принятии решений и постоянный анализ внешней среды. Для обеспечения устойчивого развития предприятия в подобных условиях необходимо определить приоритетные направления стратегического управления (таблица 2) [7].

Поскольку любой бизнес всегда сопряжен с непредсказуемостью, разработка управленческих стратегий становится сложной задачей из-за трудностей в определении источников риска и прогнозировании потенциальных убытков. В подобных обстоятельствах приоритет переносится с поиска оптимального варианта на нахождение приемлемого способа разрешения возникшей ситуации. При стратегическом планировании и управлении важно принимать во внимание непредсказуемые обстоятельства, чтобы соотносить их с факторами риска. Степень непредсказуемости внешней среды обусловлена комплексностью ее организации, которая, в свою очередь, определяется числом и многообразием составляющих ее элементов, их постоянством или непостоянством, типом происходящих процедур и ситуаций, а также скоростью и интенсивностью их развития [8].

Опираясь на проведенный анализ, сформулируем ключевые рекомендации по адаптации организации к внешним воздействиям и обеспечению гибкости стратегического управления в условиях динамично меняющейся внешней среды:

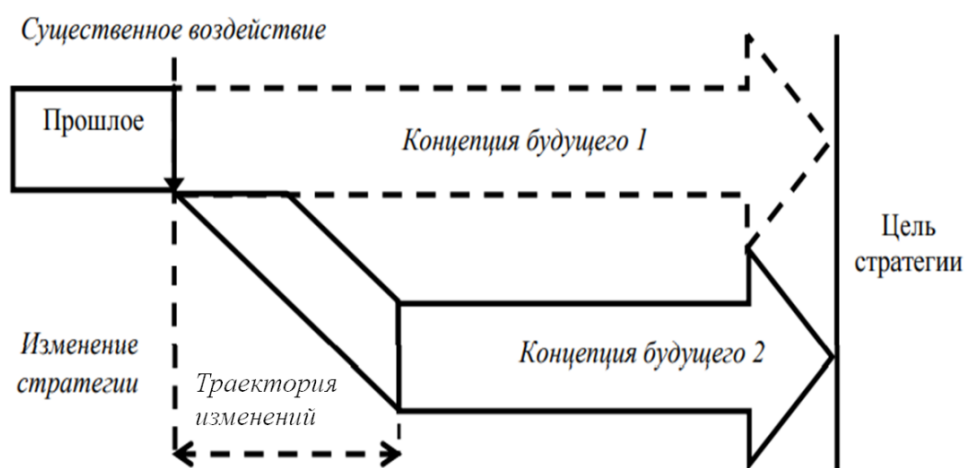
1. В условиях нестабильности для руководства предприятий первостепенную роль играет оперативный анализ основополагающих элементов, формирующих сложившуюся обстановку. Это достигается путем наблюдения за финансовыми результатами, мониторинга аналитических данных, изучения изменений и дополнений в нормативно-правовых актах, выявления общественно значимых направлений и отслеживания технологических инноваций. Детальный анализ всех этих факторов позволяет определить ключевые способности предприятия и векторов их совершенствования, что, в свою очередь, поможет выделить ее сильные стороны в конкурентной борьбе. Понимание своих преимуществ перед конкурентами дает возможность принимать обоснованные решения в области управления и разрабатывать мероприятия по повышению устойчивости. Игнорирование может привести к упущенной выгоде и появлением угроз для будущего развития предприятия [9].

2. В условиях изменчивой внешней среды, адаптация стратегии развития предприятий требует применения метода непрерывного планирования. В случае сохранения стратегической цели, корректировке подлежит лишь траектория ее реализации, охватывающий применяемые подходы, инструменты, технические решения, географию реализации, а также конкретный набор решаемых задач и прочее (рисунок 1). Корректировка комплекса тактических действий неизбежно повлечет за собой рост издержек и увеличение сроков при смене траектории развития путем выбора альтернативной [5].

## Ключевые направления стратегического управления в условиях внешних вызовов

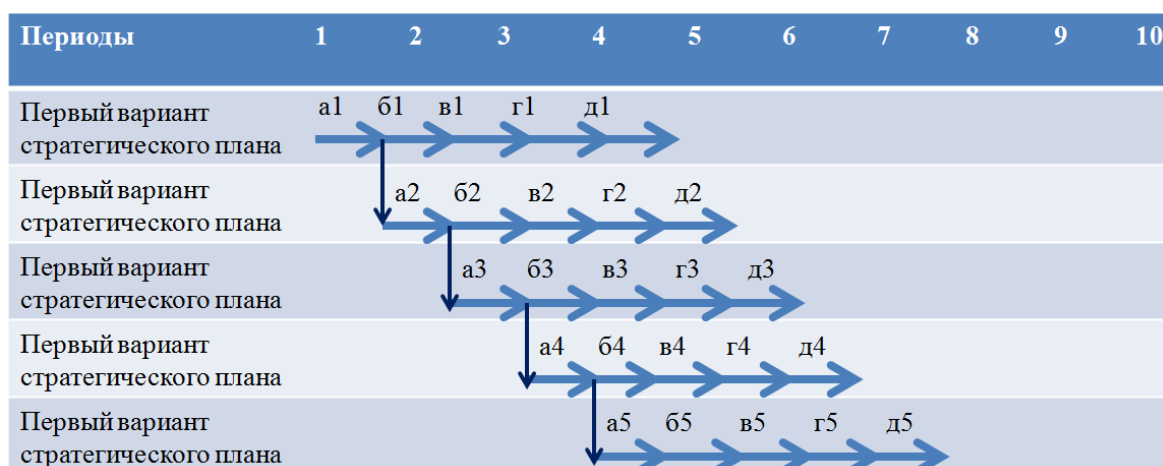
Основные направления стратегического управления	
<i>Гибкое планирование</i>	Стоит заменить традиционные жесткие планы более гибкими стратегиями. Вместо фиксированных планов на несколько лет использовать подходы, такие как стратегическое портфолио и итеративное планирование, которые позволяют быстро реагировать на изменения.
<i>Анализ рисков и сценариев</i>	Важно проводить регулярный анализ рисков и создавать сценарии для различных возможных развития событий. Это поможет быть готовыми к различным сценариям и принимать соответствующие меры.
<i>Инновации и эксперименты</i>	Необходимо стимулировать культуру инноваций внутри предприятия. Поддерживать эксперименты и исследования, чтобы быстро адаптироваться к изменяющимся условиям рынка и технологий.
<i>Гибкие команды и структуры</i>	Важно формировать гибкие команды и структуры, которые могут быстро перестраиваться в соответствии с изменениями рынка.
<i>Обучение и развитие персонала</i>	Важно инвестировать в обучение и развитие персонала, чтобы они могли эффективно адаптироваться к новым условиям и технологиям.
<i>Сетевые отношения и партнерства</i>	Стоит развивать сетевые отношения и партнерства с другими компаниями и организациями, чтобы иметь доступ к дополнительным ресурсам и экспертизе.
<i>Контроль и обратная связь</i>	Необходимо установить системы контроля и обратной связи, чтобы оперативно отслеживать выполнение стратегии и корректировать её в соответствии с изменениями на рынке.
<i>Цифровая трансформация</i>	Важно использовать цифровые технологии для улучшения процессов и увеличения гибкости бизнеса. Автоматизация, анализ данных и облачные технологии могут помочь снизить издержки и увеличить скорость реакции на изменения.
<i>Кризисное планирование</i>	Необходимо разрабатывать планы кризисного управления, чтобы быстро реагировать на кризисные ситуации и минимизировать потенциальные убытки.
<i>Сбалансированный подход</i>	Важно найти баланс между реагированием на текущие изменения и стратегическим планированием на будущее. Устойчивое управление предприятием требует как оперативной реакции на изменения, так и долгосрочного видения.

Источник [1]



**Рис. 1. Схема стратегического планирования предприятия с возможностью корректировки траектории развития при сохранении стратегической цели.**

При понимании, что из-за возникновения новых обстоятельств реализация изначальных стратегических целей не представляется возможной, происходит смена стратегического направления, то есть меняется траектория развития. Эта трансформация может проявляться в перестановке акцентов в порядке важности развития, уточнении траектории движения и(или) корректировке сроков достижения ключевых показателей предприятия (рисунок 2) [5].



**Рис. 2. Применение стратегического планирования при недостижимости первоначальной цели**

В ситуациях, когда стратегическая цель становится недостижимой, рекомендуется использовать метод скользящего планирования, подразумевающий последовательную разработку стратегических планов. Каждый новый вариант стратегического плана опирается на предыдущий, но предусматривает возможность для корректировок в дальнейшем, учитывая влияние внешних обстоятельств. Данный метод предполагает регулярную корректировку каждого шага на основе анализа полученных итогов и текущей обстановки[5]. Непрерывный контроль за эффективностью деятельности и своевременное реагирование на изменяющиеся обстоятельства позволяют руководству предприятия обеспечить необходимую маневренность и разработать стратегию развития.

3. В связи с динамичностью стратегических целей предприятия, обусловленной воздействием внешних факторов, целесообразно при планировании разрабатывать несколько

альтернативных вариантов развития [10]. Формирование альтернативных стратегий, базирующихся на анализе возможных экономических сценариев, обеспечит необходимую адаптивность системы управления. В процессе реализации мероприятий важно оперативно реагировать на потенциальные отклонения, связанные с нестабильностью внешней и внутренней среды. Этому способствуют: развитая адаптивная организационная культура и условия, в которых максимально эффективно реализуются возможности сотрудников и ключевые компетенции предприятия. Заключительным этапом стратегического управления является оценка конкурентоспособности предприятия и эффективности стратегического управления.

### **Заключение**

В настоящее время стратегическое управление становится критически важным для предприятий, поскольку внешние факторы оказывают постоянное и значительное влияние на их деятельность, изменяя условия работы и, как следствие, вероятность достижения намеченных целей. Управление, даже при долгосрочном планировании, должно обладать достаточной гибкостью и способностью адаптироваться к изменяющимся обстоятельствам внешней среды. В этих условиях стратегическое управление становится не просто инструментом планирования, а системой непрерывного анализа, адаптации и пересмотра целей. Оно позволяет организациям не только выживать, но и устойчиво развиваться в динамичной среде, используя свои возможности и минимизируя риски.

### **Библиографический список**

1. Тадеев Р.А. Устойчивое управление предприятием в условиях неопределенности и риска // Актуальные исследования. – 2025. – №. 4 (239). – С. 30-34.
2. Родионова В.Н. Стратегический менеджмент: учеб. Пособие [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые, граф. данные (903 Кб)/ В.Н. Родионова, С.П. Курбатова.- Изд. 2-е, перераб. и доп. - Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2015
3. Фролова Е.А. Стратегическое управление предприятием в условиях неопределенности внешней среды // Информационная безопасность регионов. – 2015. – № 1(18). – с. 99–104.
4. Бражникова Л.Н., Мызникова М.А. Стратегическое управление инновационным развитием экономики в условиях неопределенности на основе форсайтинга // Вестник Института экономических исследований. – 2022. – № 1(25). – с. 36–48.
5. Осипов В.А., Красова Е.В., Вичковский Н.А. Современные подходы к стратегическому управлению на предприятии в условиях неопределенности // Лидерство и менеджмент. – 2022. – Том 9. – № 4. – С. 1015–1032.
6. Бондарчук А.В., Казакова Е.В. Методический подход к оценке устойчивого развития предприятия // Социально-экономические и технические системы. 2023. № 2 (94). С. 161-169.
7. Хлынин Э.В., Кабанов В.В. Теоретические аспекты устойчивого экономического развития предприятия // Вестник Тульского филиала Финуниверситета. 2023. № 1. С. 562-566.
8. Тронина И. А., Семенихина А. В., Морозова О. И. Инструменты стратегического управления инновационными процессами в промышленности: современные региональные вызовы // Друкеровский вестник. – 2019. – №. 3. – С. 304-318.
9. Кононов А.А., Нурулин Ю.Р. Разработка стратегии развития организации в условиях неопределенности и нестабильности // Прогрессивная экономика. 2024. № 6. С. 186–198. DOI: 10.54861/27131211\_2024\_6\_186.



10. Родионова Е.В. Стратегическое управление как парадигма развития предприятий в условиях глобальных вызовов и угроз // Развитие российской экономики и ее финансовая безопасность в условиях современных вызовов и угроз. – 2020. – С. 288-290.
11. Бреусова Е. А., Мирошниченко А. С. Стратегическое управление: понятие и сущность // Развитие науки и практики в глобально меняющемся мире в условиях рисков. – 2022. – С. 367-372.
12. Шкарупета, Е. В. Парадигма устойчивого ESG-развития предприятий в условиях современных вызовов / Е. В. Шкарупета, Е. А. Ильина, А. В. Холманских // Организатор производства. – 2024. – Т. 32, № 2. – С. 56-72.

## STRATEGIC ENTERPRISE MANAGEMENT IN THE CONTEXT OF EXTERNAL CHALLENGES AND RISKS

E.A. Ilyina

---

*Ilyina Ekaterina Alekseevna\**, Voronezh State Technical University, Candidate of Economic Sciences, Senior Lecturer of the Department of Management  
Russia, Voronezh, e-mail: [catrin.ilina@cchgeu.ru](mailto:catrin.ilina@cchgeu.ru), tel.: +7(473) 207-22-20 доб. 5483

---

Annotation. The current stage of society development is characterized by active processes of transformation of the main elements of the enterprise management system. Enterprise management is the most important task of ensuring sustainable development of the Russian economy, especially in the period of increased sanctions, crisis situations, post-pandemic recovery and many other challenges. The organizational management structure, methods, technologies and processes of enterprise management become guidelines for changing the entire management system. At the same time, in the context of rapid changes in the external environment, the need to solve problems of adaptation to the conditions of modern challenges increases. Today, enterprises operating in a difficult economic environment face numerous problems associated not only with maintaining high economic performance, but with the ability to remain in the market and ensure continuous sustainable operations. In conditions of instability, issues of strategic management of an enterprise, as well as achieving a sustainable trajectory of its development, are particularly relevant. The article examines the issues of the methodology of strategic management at an enterprise in modern conditions characterized by a high level of uncertainty in the external environment. The work develops practical recommendations for the strategic management of enterprises, taking into account adaptation to changing market conditions, external challenges and risk minimization.

Keywords: enterprise, strategy, management, strategic management, strategic management, sustainable development, external challenges, risks

## References

1. Tadeev R.A. Sustainable enterprise management under conditions of uncertainty and risk // Current research. - 2025. - No. 4 (239). - P. 30-34.
2. Rodionova V.N. Strategic management: textbook. Manual [Electronic resource]. - Electronic. text, graphic. data (903 Kb) / V.N. Rodionova, S.P. Kurbatova. - 2nd ed., revised. and additional - Voronezh: FGBOU HPE "Voronezh State Technical University", 2015
3. Frolova E.A. Strategic enterprise management under conditions of environmental uncertainty // Information security of regions. - 2015. - No. 1 (18). - P. 99-104.
4. Brazhnikova L.N., Myznikova M.A. Strategic management of innovative development of the economy in conditions of uncertainty based on foresight // Bulletin of the Institute of Economic Research. - 2022. - No. 1 (25). - p. 36-48.



5. Osipov V.A., Krasova E.V., Vichkovsky N.A. Modern approaches to strategic management at the enterprise in conditions of uncertainty // *Leadership and Management*. - 2022. - Vol. 9. - No. 4. - P. 1015-1032.
6. Bondarchuk A.V., Kazakova E.V. Methodological approach to assessing the sustainable development of an enterprise // *Socio-economic and technical systems*. 2023. No. 2 (94). P. 161-169.
7. Khlynin E.V., Kabanov V.V. Theoretical aspects of sustainable economic development of the enterprise // *Bulletin of the Tula branch of the Financial University*. 2023. No. 1. P. 562-566.
8. Tronina I.A., Semenikhina A.V., Morozova O.I. Tools for strategic management of innovation processes in industry: modern regional challenges // *Drucker Bulletin*. - 2019. - No. 3. - P. 304-318.
9. Kononov A.A., Nurulin Yu.R. Development of an organization development strategy in conditions of uncertainty and instability // *Progressive Economy*. 2024. No. 6. P. 186-198. DOI: 10.54861/27131211\_2024\_6\_186.
10. Rodionova E.V. Strategic management as a paradigm of enterprise development in the context of global challenges and threats // *Development of the Russian economy and its financial security in the context of modern challenges and threats*. - 2020. - P. 288-290.
11. Breusova E.A., Miroshnichenko A.S. Strategic management: concept and essence // *Development of science and practice in a globally changing world in the context of risks*. - 2022. - P. 367-372.
12. Shkarupeta, E.V. Paradigm of sustainable ESG development of enterprises in the context of modern challenges / E.V. Shkarupeta, E.A. Ilyina, A.V. Kholmanskikh // *Production organizer*. - 2024. - Vol. 32, No. 2. - P. 56-72.

## ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ РИСКОВ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Я.С. Крухмалева

---

*Крухмалева Яна Сергеевна, ООО «РИСКГАП», генеральный директор  
Россия, г. Москва, e-mail: yana.krukhtmaleva@gmail.com, тел.: +7-800-775-67-84*

---

Аннотация. В работе осуществлена попытка развития методического инструментария оценки рисков инвестиционных проектов предприятий нефтегазовой отрасли. Проведенный анализ используемых методических подходов показал, что основным применяемым методом оценки рисков является анализ чувствительности, который, как правило, включается в раздел оценки эффективности инвестиций в проект как в составе прединвестиционных исследований, так и проектной документации. Приведены примеры применения методических подходов для анализа рисков для проектов «Арктик СПГ», «Балтика СПГ», «Ямал СПГ», Штокмановского проекта. Реализация данных инструментариев позволит снизить риски увеличения сроков и затрат на реализацию проектов, существенно сократить временные и финансовые ресурсы на управление рисками реализации таких проектов.

*Ключевые слова: нефтегазовая отрасль, инвестиционные проекты, риски, методический инструментарий.*

### Введение

Состояние топливно-энергетического комплекса в России и в мире в настоящее время крайне нестабильно и находится в зоне высокой неопределенности. На сегодняшний день очевидно, что масштабный экономический спад, как следствие нестабильной политической ситуации в мире - это глобальный экономический шок, который может изменить мировой экономический ландшафт [1].

До недавних событий, как правило, исходя из целей анализа, достижения необходимой точности оценок, имеющейся в распоряжении исходной информации, а также ресурсов предприятия выбирали для себя наиболее приемлемый вариант методических подходов, инструментов и моделей для оценки рисков инвестиционных проектов. Ниже приводится анализ использования методических подходов, инструментов и моделей оценки рисков, применимых для ряда крупных инвестиционных проектов нефтегазовых предприятий.

Проведенный анализ используемых методических подходов показал, что основным применяемым методом оценки рисков является анализ чувствительности, который, как правило, включается в раздел оценки эффективности инвестиций в проект как в составе прединвестиционных исследований, так и проектной документации.

Основная часть анализируемых проектов реализовывалась в период с 2006 по 2014 годы, который является наиболее благоприятным для предприятия, и рассмотрены проекты с 2019 по 2024 годы. В 2014 году произошел финансовый кризис в России и прибыль ПАО «Газпром», как и многих других нефтегазовых предприятий, упала по отношению к предыдущему году в 7 раз, это указано в отчете ПАО «Газпром» по стандартам МСФО. Падение прибыли в большей степени связано с валютными скачками. Чистые убытки из-за курсовой разницы - 1 070 971 млн р. в 2014 г. по сравнению с предыдущим годом (145 214 млн р.) непосредственно связан с ростом курса \$ USA и евро по сравнению с рублем (на 72% и 52% соответственно). Также сокращение прибыли корпорации обусловлено ростом расходов на создание резервов под обесценивающиеся активы - 245,51 млрд р. [2]. Далее будет показано, как финансовый

кризис и пандемия коронавируса повлияли на риск-менеджмент предприятий в нефтегазовой отрасли на некоторых примерах [3].

#### **Методические подходы к анализу рисков проекта «Арктик СПГ»**

В ходе анализа рисков Харасавэйского проекта сжижения газа «Арктик СПГ» применялись экспертные методы, метод анализа чувствительности и сценарный анализ. Использование анализа чувствительности и сценарного анализа в качестве базовых методов оценки проектных рисков слишком трудоемки и могут применяться лишь эпизодически. А анализ рисков необходимо проводить на системной основе.

В проекте «Арктик СПГ» основные риски были идентифицированы с участием технических специалистов. В ходе проведения риск-анализа для каждого анализируемого параметра ими был определен диапазон возможных изменений. В составе параметров были выделены [4]:

- инвестиции в добычу и сжижение (-10%; +30%);
- инвестиции в добычу (-10%; +30%);
- инвестиции в сжижение (-10%; +30%);
- задержка ввода в эксплуатацию (на 1 год, на 2 года);
- задержка на год и капитальные вложения +30%;
- эксплуатационные расходы (-10%; +10%);
- не возмещение НДС;
- объем добычи (+5%; -10%);
- срок жизни проекта (-3 года);
- введение экспортной пошлины;
- энергоустановка с прямым приводом;
- теплотворная способность (+50 БТЕ/куб. фут);
- нормативная минимальная внутренняя норма доходности (6%; 8%);
- заемное финансирование (50%).

Далее рассматривалось влияние варьируемых параметров на стоимость «Cost+» и выделялись наиболее существенные из них. Результаты расчетов были представлены на диаграмме Торнадо. Кроме того, были построены четыре возможных сценария будущего развития проекта и проведена оценка их влияния на показатели эффективности.

#### **Методические подходы к анализу рисков проекта «Балтика СПГ»**

Анализ чувствительности также присутствует в обосновании инвестиций в строительство завода по производству СПГ и морского терминала на побережье Балтийского моря. В качестве основных варьируемых параметров проекта используются: капитальные вложения ( $\pm 30\%$ ); эксплуатационные расходы ( $\pm 30\%$ ); цена покупки газа ( $\pm 30\%$ , +/- 30 долл. США/тыс. м<sup>3</sup>); цена реализации газа ( $\pm 30\%$ ), изменение текущей ставки экспортной таможенной пошлины (до +30% от цены реализации). Результаты однофакторного анализа чувствительности были представлены в виде таблицы коэффициентов эластичности и диаграммы чувствительности [5].

Анализ чувствительности дополнен расчетом резервов оптимизации проекта, который позволяет выявить возможные варианты повышения доходности проекта. Расчеты по определению влияния факторов резерва оптимизации проведены путем изменения условий базового варианта осуществления проекта, а именно:

- оценка стоимости добычи на Штокмановском месторождении при ставке ВНД, соответствующей доходности данного проекта, равной 12% в реальном исчислении;
- оценка стоимости добычи на Штокмановском месторождении без учета исторических затрат;
- оценка стоимости строительства завода СПГ по сценарию капитальных вложений «фиксированные цены»;

- оценка стоимости производства СПГ при ставке ВНД, равной 10,08% в номинальном исчислении;
- использование дополнительных возможностей по оптимизации поставок в краткосрочном периоде, связанных с волатильностью текущих цен на сырьевых рынках, с использованием арбитражных операций с СПГ. Дополнительная выручка от реализации СПГ была учтена в ценах реализации продукции.

Помимо этого, обоснование инвестиций содержит отдельный раздел по анализу и системе управления рисками. Для анализа выделяются шесть групп рисков: политические (дополнительно делятся на внешнеполитические и внутриполитические риски), институциональные, финансово-экономические и организационные, конъюнктурно-сбытовые, производственно-технологические и экологические. На этапе идентификации приводится общий список и затем более подробная характеристика каждой из групп рисков. Оценка рисков проведена с использованием анкетирования экспертов и многоуровневого иерархического анализа (метода анализа иерархий Саати) [6].

Анкетирование было проведено в два этапа: составление перечня рисков, непосредственно сама оценка рисков. После чего риски ранжировались и определялись приоритеты реализации проекта. Трудоемкость многоступенчатого анкетирования усложняет процесс и делает затруднительной оценку рисков на систематической основе.

#### **Методические подходы к анализу рисков проекта «Ямал СПГ»**

Схожие методики были использованы ОАО «Гипроспецгаз» при оценке рисков проекта строительства завода СПГ на базе месторождений полуострова Ямал и шельфа Восточной Арктики. При этом в общем реестре рисков группа экологических рисков была разделена на ресурсные (геоэкологические) риски и эколого-правовые, а производственно-технологическая группа включала инжиниринговые и строительно-монтажные риски. Также кроме описательной части в отчет включены результаты качественной оценки рисков. В качестве целевых показателей рассматривались увеличение затрат проекта и задержка выполнения план-графика проекта, оценка которых осуществлялась в баллах по 7-ми уровневой градации. Каждый риск оценивался по 8-ми вариантам возможной реализации проекта. В итоге по каждому из вариантов считалась интегральная оценка рисков, в соответствии с которой проводилось их ранжирование. Далее аналогичным образом происходило ранжирование всего реестра рисков с выделением наиболее значимых для проекта рисков, как по вариантам, так и в усредненном виде.

В дополнение к качественному анализу рисков ОАО «Гипроспецгаз» была проведена оценка отклонений важнейших параметров проекта от их ожидаемых значений. В качестве оцениваемых параметров были взяты: стоимость газа на входе завода СПГ, стоимость завода, эксплуатационные расходы, стоимость морской транспортировки, цены реализации СПГ, сроки завершения обустройства месторождений, сроки завершения строительства завода, сроки ввода в эксплуатацию судов-газовозов. Оценка отклонений основных параметров проекта была выполнена методом экспертных оценок [7]. Для описания изменчивости данных параметров экспертами были выбраны их максимальные и минимальные значения. В результате анализа были выявлены наиболее неустойчивые параметры проекта.

#### **Методические подходы к анализу рисков Штокмановского проекта**

Ряд прединвестиционных исследований относится к проекту разработки и обустройства Штокмановского месторождения (преимущественно первая Фаза проекта). Отчеты подготовлены различными международными компаниями, что позволяет

сравнить их подходы к оценке риска применительно к конкретному проекту (фазе проекта).

Компания Hydro приводит отдельный раздел по управлению рисками проекта, который состоит из оценки рисков проекта и описания процесса управления ими. Оценка риска включает в себя описательную часть и реестр с указанием последствий и качественными оценками степени вероятности и величин ущерба.

Степень вероятности имеет четыре градации: малая вероятность (<5%), менее вероятно (5-20%), вероятно (20-50%), высокая вероятность (>50%).

Величина ущерба может оцениваться по стоимостной оценке, воздействию на безопасность/окружающую среду, последствиям для репутации ПАО «Газпром» и также имеет четыре уровня градации (минимальный, небольшой, серьезный, очень серьезный). В отчете компании Hydro не приводится ни методика проведения качественной оценки рисков, ни дальнейшее их ранжирование и анализ. В ходе количественной оценки экономической эффективности и рисков проекта применяется сценарный подход и метод анализа чувствительности для оценки устойчивости проекта к налоговым и ценовым рискам.

В технико-экономической оценке Штокмановского проекта, выполненного компанией Конокофиллипс, раздел анализа рисков включен в часть, касающуюся выбора оптимального варианта схемы проектного финансирования, так как оптимизация разделения рисков с третьими сторонами (участниками проекта) признано одной из основных задач этого процесса. В этой связи в данном исследовании выделялись только те факторы риска, которые оказывали влияние на возможности финансирования проекта.

В разделе расчета экономических показателей проекта также приводится анализ чувствительности, результаты которого представляются на диаграмме Торнадо. Варьируемыми параметрами являются: цена (-25%; +25%), капитальные затраты на СПГ (+40%; -20%), капитальные затраты на танкеры (+40%; -20%), доля инвестора в прибыльной продукции (70%; 100%), капитальные затраты на добычу (+40%; -20%), НДПИ (16,5%; 6%), коэффициент использования (-5%; +1%), вариант без реализации на внутреннем рынке, задержка проекта на 1 год, капитальные затраты на трубопровод (+40%; -20%), эксплуатационные расходы на СПГ (+40%; -20%).

В отчете по анализу рисков, проведенному компанией Mitsui, приведена похожая классификация рисков, а именно: риски до завершения проекта (риск по строительству, риск по оценке пластов-коллекторов, российские согласования и разрешения), риски после завершения проекта (рыночный, договорный, производственный и экологический риски). По каждому риску представлено его краткое описание, а в некоторых случаях меры по снижению.

В отчете по анализу рисков, представленному компанией Statoil, помимо анализа чувствительности и диаграммы Торнадо (варьирование по цене СПГ -20%/+20%, капитальным затратам -20%/+20%, добыче -10%/+10%, эксплуатационным расходам -20%/+20% и введению экспортной пошлины на СПГ (+29.3 долл./т) присутствует отдельный раздел, посвященный проектным рискам. В исследовании выделяются следующие группы проектных рисков: геологические и пластовые риски, технические риски, риски стоимости и графика выполнения проекта, риски, связанные с охраной труда, окружающей среды и техникой безопасности, коммерческие и политические риски.

Также, как и в предыдущих отчетах, по каждому риску дается лишь краткое описание, в некоторых случаях также приводятся меры по снижению рисков и отдельно выделен пункт по минимизации рисков путем страхования, где перечислены возможные виды страхования, которые могут быть использованы в процессе реализации проекта.

В отчете компании Sumitomo Corporation анализ рисков не проводится, но кредитные, страновые и политические риски упоминаются при выборе схемы финансирования проекта.

В варианте прединвестиционного исследования, выполненного компанией Total, проведен более подробный анализ рисков. Для предоставления результатов анализа чувствительности используются диаграммы чувствительности показателей эффективности проекта к основным факторам (объем производства СПГ, капитальные и эксплуатационные издержки, цены) и диаграмма Торнадо (к варьированию различных параметров и базовых условий проекта). В разделе анализа рисков приводится список из 54 рисков проекта, качественно оцененных и нанесенных на матрицу вероятности и последствий рисков согласно оценкам вероятности и влиянию на цели проекта по трехуровневой шкале. По каждому риску также приведены меры по его снижению. И отдельно рассмотрена возможность страхового покрытия рисков.

Компанией «ШевронТексако» анализ рисков представлен в виде реестра с указанием степени влияния (высокое, среднее, низкое), описания проблемы и решений по его снижению. Выделяются следующие группы рисков: рыночные (ситуация на рынке природного газа в странах Атлантического бассейна), геологические, технические и прочие риски (недра, освоение месторождения, подземная часть, объекты и сооружения СПГ, морской транспорт, регазификация, выполнение работ по проекту, маркетинг, финансовые и экономические аспекты, политические аспекты, экологические аспекты).

В текстовой форме представлены основные результаты анализа рисков, связанных с подготовкой и реализацией Штокмановского проекта, проведенного компанией «Шелл». При этом риски были разделены на следующие основные группы: риски определения геологического строения и пластовых параметров, технические риски, риски, влияющие на затраты и график проекта, риски для здоровья, безопасности и окружающей среды, коммерческие риски (включают в себя маркетинговые, финансовые, юридические и риски, связанные с налогообложением), политические риски.

В отчете компании «ЭксонМобил» представлены оценки геологического риска. Кроме приведения списка основных факторов геологического риска проекта, специалистами компании были оценены минимальные, средние и максимальные значения для объема пород, коэффициента песчанистости, пористости, газонасыщенности и объемного коэффициента. На основе этого была построена вероятностная функция распределения геологических запасов газа Штокмановского месторождения и найдены их квантильные значения. Анализ остальных рисков в отчете не приводится.

Анализ рисков первой фазы проекта комплексного освоения Штокмановского месторождения был также проведен ООО «НИИгазэкономика» на основе стандартов РМВoК и СТО Газпром 2-2.3-400-2009 [8]. Процесс качественной оценки рисков Штокмановского ГKM начинался с идентификации событий, способных повлиять на ход дальнейшей реализации проекта. В ходе идентификации рисков событий экспертами ООО «НИИ газэкономика» с привлечением экспертов ООО «Газпром ВНИИГАЗ» осуществлялось документирование наиболее значимых из них и разработка соответствующего реестра. С целью подтверждения достоверности экспертных оценок проводился анализ согласованности их мнений с уровнем допустимой погрешности в 1 балл. Значения вероятностей возникновения рисков событий, связанных с реализацией технических и природно-климатических рисков, были оценены экспертными методами в соответствии со шкалой, рекомендованной СТО Газпром 2-2.3-400-2009 (для технических рисков) [8]. В результате были получены балльные оценки для различных вариантов распределения ответственности между ПАО «Газпром» и иностранными участниками на этапах проектирования, строительства и эксплуатации объектов внешней инфраструктуры (порт, хранилище СПГ и электростанция). Для представления результатов оценок рисков были использованы матрица вероятности и последствий рисков и диаграмма причинно-следственных связей (диаграмма Ишикавы).

Аналогичные оценки были также проведены для проекта в целом. Отдельный раздел отчета посвящается описанию и выделению наиболее существенных глобальных и региональных геополитических рисков.

Далее по всем основным группам рисков были построены возможные цепочки негативного развития событий и их последствий для ПАО «Газпром», которые послужили основой для количественной оценки значимых рисков. Кроме этого, для технических и природно-климатических рисков, а также для финансово-экономических рисков были построены диаграммы влияния и деревья отказов. Далее процесс принятия окончательного инвестиционного решения был проанализирован с использованием сценарного подхода.

Количественный анализ был проведен на основе экономико-математической модели. Основной фокус сделан на оценке рисков вариантов распределения ответственности этапов проектирования, строительства и эксплуатации объектов внешней инфраструктуры (зона хранения и отгрузки СПГ, электростанция), а также рыночных рисков, имеющих наибольшую значимость для ПАО «Газпром». Экономико-математическая модель количественной оценки рисков проекта включала:

- модель оценки ожидаемых потерь ПАО «Газпром» от аварий и инцидентов, вызванных остановкой производственной деятельности в порту;
- модель оценки ожидаемых потерь ПАО «Газпром» от реализации организационных и финансово-экономических рисков;
- модель оценки рыночных рисков и их влияния на эффективность проекта.

Оценка рисков привлечения внешнего финансирования была проведена построением возможных сценариев его привлечения, позволяющим в дальнейшем снизить риски проекта. Отдельный раздел отчета посвящен рекомендациям по снижению рисков Штокмановского проекта (Фаза 1).

Анализ рисков для 2-ой и 3-ей фаз проекта освоения Штокмановского месторождения был проведен ООО «Питер Газ».

По каждой вышеприведенной группе рисков были построены наиболее важные цепочки событий с основными причинами и последствиями для ПАО «Газпром».

В ходе идентификации осуществлялось документирование наиболее значимых рисков проекта и разработка соответствующего интегрального реестра, включающего конкретные сценарии рисков. При этом каждый из рисков оценивался по двум параметрам: вероятности возникновения и возможным последствиям для ПАО «Газпром». Оценка возможных последствий проводилась по трехбалльной шкале по следующим областям проекта:

- сроки;
- стоимость;
- качество;
- денежный поток.

На основе проведенной качественной оценки рисков был выделен перечень основных факторов риска. Результат качественной оценки был представлен в виде матрицы вероятности и последствий рисков и диаграммы причинно-следственных связей (диаграмма Ишикавы).

Количественная оценка строительно-монтажных и сопутствующих природно-климатических рисков проведена по цепочкам событий (аварий и инцидентов) выделенным на предыдущем этапе, и дает оценки вероятности реализации события и возможные финансовые и временные затраты.

Для риска задержки реализации проекта, обусловленного организационными факторами, количественная оценка проводилась методом Монте-Карло. Для этого для каждой цепочки событий методом экспертных оценок выбирались максимально возможные временные затраты в сутках, возникающие в случае реализации

соответствующих событий. Для каждого сценария принимался непрерывный экспоненциальный закон распределения временных затрат от нуля до бесконечности, а также полагая, что максимальная задержка этапов строительства соответствует значениям сумм математического ожидания задержки и трех величин ее среднеквадратического отклонения, рассчитывались параметры распределения. Для каждой выявленной цепочки при помощи датчика случайных чисел моделировалась последовательность событий, для которой рассчитывалось среднее время отставания от графика. При этом учитывалась зависимость одних событий от других, временные запасы проекта, сезонный характер отдельных работ и также имеющийся у проекта некоторый запас устойчивости. В итоге были получены оценки вероятности увеличения длительности проекта на срок менее одного года, от года до двух лет, а также более, чем на два года. Также были смоделированы возможные дополнительные затраты по проекту, вызванные реализацией организационных факторов, рассчитаны их оценочные значения исходя из средних временных задержек по проекту.

Для оценки риска возникновения аварийных ситуаций использовался вероятностный подход, основанный на статистических данных по оценке частоты отказов оборудования. Совокупный ущерб состоял из: социального; экономического; косвенного; экологического. Количественные оценки финансовых рисков в данном отчете не приведены.

## **Выводы**

Исходя из проведенного анализа опыта оценки рисков ряда крупных нефтегазовых проектов, реализуемых различными российскими и международными предприятиями, можно отметить следующее:

- отсутствие единых инструментов, используемых в ходе анализа проектных рисков разными предприятиями (шаблонов реестра, матрицы вероятности и последствий рисков и др.);
- отсутствие единого подхода к установлению уровней приемлемого (высокого, среднего или низкого) риска и, как следствие, наблюдаемые различия в структуре реестров значимых рисков проектов, подготовленных различными предприятиями;
- использование анализа чувствительности и сценарного анализа в качестве базовых методов оценки проектных рисков, применяемых в ходе риск-анализа большинством анализируемых предприятий;
- не во всех анализируемых отчетах приведены подробные сведения о процедуре проведения качественной оценки проектных рисков, включая сведения о составе и компетенциях экспертов;
- ни в одном проекте не проводилось определение субъективности экспертных оценок рисков, не применялись методики оценки согласованности мнений экспертов и т.п., что не позволяет судить об адекватности результатов качественных оценок рисков;
- количественная оценка проектных рисков на основе инструментов имитационного моделирования и современного программного обеспечения выполняется редко;
- на прединвестиционном этапе жизненного цикла предприятия чаще всего используют достаточно грубые методы анализа риска, а именно: экспертные методы, анализ чувствительности, анализ сценариев, что соответствует классу точности данного этапа цикла;
- на инвестиционном этапе проектного цикла спектр применяемых методов, моделей и инструментов расширяется: причинно-следственный анализ, анализ сценариев, матрица вероятностей и последствий, FMEA анализ, а также деревья решений, метод имитационного моделирования и модель геометрического броуновского движения.



Проведенный анализ показал необходимость разработки и внедрения в процессы управления инвестиционными проектами нормативно-методического документа по анализу рисков, который должен включать процедуру определения уровня субъективности экспертных оценок рисков, описание процедуры анализа и управления рисками на системной основе на протяжении всего жизненного цикла инвестиционного проекта, реестр и классификатор рисков инвестиционного проекта, а также необходимость автоматизации процессов управления рисками в единой информационной системе, что позволит снизить риски увеличения сроков и затрат на реализацию проектов, существенно сократить временные и финансовые ресурсы на управление рисками реализации таких проектов.

### **Библиографический список**

1. Крухмалева Я.С. Динамика и тенденции внедрения комплексных автоматизированных систем риск-ориентированного управления проектами в российских промышленных компаниях, на примере ПАО «Газпром» / Проблемы Экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2019. - № 1 – С. 37-42
2. «Ernst & Young» («Эрнст энд Янг», в наст. время — EY): официальный сайт. – Текст: электронный. - URL: <http://www.ey.com>. (дата обращения: 14.01.2025).
3. Kruhmaleva Ya.S. Unfair Manipulations during Introduction of Project and Risk-Management System within Implementation of Investment Projects in Russian Industrial Companies, Big Data in Risk-Manage // SCOPUS Journal of Physics: Conference Series. – 2019 г. - J. Phys.: Conf. Ser. 1405 012007
4. Жилыева В.В. Анализ финансово-хозяйственной деятельности предприятий нефтегазовой отрасли. - М.: ИнФолио, 2010. - 224 с.
5. Акимов В.А. и др. Надежность технических систем и техногенный риск: Учебное пособие / Под общей редакцией М.И. Фалеева. – М.: Деловой Экспресс, 2002. – 368 с.
6. Saaty T. L. Relative Measurement and its Generalization in Decision Making: Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors - The Analytic Hierarchy / Network Process. RACSAM 102 (2): 251–318.
7. Орлов А. И. Экспертные оценки: Учебное пособие. - М.: ИВСТЭ, 2002. – 312 с.
8. СТО Газпром 2-2.3-400-2009. Методика анализа риска для опасных производственных объектов газодобывающих предприятий ОАО «Газпром». - М.: ООО «Газпром экспо», 2009. – 310 с.

## **OPTIMIZATION OF CONSUMER SUPPLY SYSTEM BASED ON MATHEMATICAL PROGRAMMING METHODS**

**Ya.S. Kruhmaleva**

---

**Krukhmaleva Yana Sergeevna**, RISKGAP LLC, General Director

Russia, Moscow, e-mail: [yana.krukhmaleva@gmail.com](mailto:yana.krukhmaleva@gmail.com), phone: +7-800-775-67-84

---

**Abstract.** The paper attempts to develop a methodological toolkit for assessing the risks of investment projects in the oil and gas industry. The analysis of the methodological approaches used showed that the main method used for assessing risks is sensitivity analysis, which is usually included in the section on assessing the effectiveness of investments in a project both as part of pre-investment studies and project documentation. Examples of the application of methodological approaches to risk analysis for the Arctic LNG, Baltic LNG, Yamal LNG, and Shtokman projects are given. The implementation of these tools will reduce the risks of increasing the time and costs of project implementation, and significantly reduce the time and financial resources for managing the risks of implementing such projects.

*Keywords:* oil and gas industry, investment projects, risks, methodological tools.

## References

1. Kruhmaleva Ya.S. Dynamics and trends of implementation of complex automated systems of risk-oriented project management in Russian industrial companies, on the example of PJSC Gazprom [Dinamika i tendentsii vnedreniya kompleksnykh avtomatizirovannykh sistem risk-oriyentirovannogo upravleniya proyektami v rossiyskikh promyshlennykh kompaniyakh, na primere PAO «Gazprom»] / Problemy Ekonomiki i upravleniya neftegazovym kompleksom. 2019. No. 1. P. 37-42
2. «Ernst & Young» (EY): official website. – Text: electronic. - URL: <http://www.ey.com>. (date of access: 14.01.2025).
3. Kruhmaleva Ya.S. Unfair Manipulations during Introduction of Project and Risk-Management System within Implementation of Investment Projects in Russian Industrial Companies, Big Data in Risk-Manage // SCOPUS Journal of Physics: Conference Series. – 2019 г. - J. Phys.: Conf. Ser. 1405 012007
4. Zhilyaeva V.V. Analysis of financial and economic activities of enterprises in the oil and gas industry [Analiz finansovo-khozyaystvennoy deyatelnosti predpriyatiy neftegazovoy otrasli]. M.: InFolio. 2010. 224 pp.
5. Akimov V.A. et al. Reliability of technical systems and man-made risk: Textbook [Nadezhnost' tekhnicheskikh sistem i tekhnogennyy risk: Uchebnoye posobiye] / Pod obshchey redaktsiyey M.I. Faleyeva. M.: Delovoy Ekspres, 2002. 368 pp.
6. Saaty T. L. Relative Measurement and its Generalization in Decision Making: Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors - The Analytic Hierarchy / Network Process. RACSAM 102 (2): 251–318.
7. Orlov A. I. Expert assessments: Textbook [Ekspertnyye otsenki: Uchebnoye posobiye]. M.: IVSTE, 2002. 312 pp.
8. STO Gazprom 2-2.3-400 2009. Methodology for risk analysis for hazardous production facilities of gas producing enterprises of OAO Gazprom [STO Gazprom 2-2.3-400 2009. Metodika analiza riska dlya opasnykh proizvodstvennykh ob"yektov gazodobyvayushchikh predpriyatiy OAO «Gazprom»]. M.: OOO «Gazprom ekspozitsiya». M.: OOO Gazprom Expo, 2009. 310 pp.

## МЕХАНИЗМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РОЛЕЙ В КОМАНДЕ ПРОЕКТА И ПОДДЕРЖАНИЕ ЕЁ ЭФФЕКТИВНОЙ РАБОТЫ

О.С. Перевалова

---

*Перевалова Ольга Сергеевна\**, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры управления  
Россия, г. Воронеж, e-mail: [nilga.os\\_vrn@mail.ru](mailto:nilga.os_vrn@mail.ru), тел.: +7-910-284-74-17

---

Аннотация. Статья посвящена рассмотрению механизмов управления командой проекта на разных этапах ее жизненного цикла. В работе представлена методика выбора руководителя команды проекта на этапе ее формирования. В основе методики лежит механизм расчета комплексной оценки претендентов на роль руководителя проекта, полученной путем обобщения информации о них, полученной по результатам оценки по критериям. Комплексная оценка строится по матрице потерь.

Далее в статье рассматриваются инструменты из практической психологии – креативные, игровые и нестандартные методики сплочения команд проекта, даются рекомендации о том, на каком этапе жизненного цикла команды проекта будет актуальна та или иная методика, а также приводится аналитика их практического применения.

*Ключевые слова:* команда проекта, жизненный цикл команды проекта, критерии, комплексная оценка, матрица потерь, практическая психология, командообразование.

### Введение

Управление проектами – это дисциплина, которая включает в себя инициацию, планирование, выполнение, мониторинг, контроль и закрытие проекта. Успех в управлении проектами напрямую зависит от эффективности работы команды, а это, в свою очередь, – от процесса командообразования.

Как правило, команда управления проектом (КУП) представляет собой специфическую организационную структуру, возглавляемую управляющим (главным менеджером) проекта и создаваемую на период осуществления проекта. Ее отличие от традиционной команды проекта, выполняющей полный комплекс работ по его реализации, состоит в том, что КУП сосредоточена только на управлении [1].

Автономность и согласованность деятельности команды управления проектом означает, что каждый из членов команды не только декларирует свои намерения, но и совершает те действия, которые от него ожидают другие члены команды. Отсюда делается вывод, что задача формирования эффективной КУП может быть успешно решена только при наличии у её членов определенных компетенций – поведенческих характеристик, необходимых для успешного выполнения профессиональных функций, решения проблем, а так же выстраивания комфортных межличностных отношений. Компетенции, имеющие в своей основе мотивы, психофизиологические особенности, я-концепцию, знания и навыки, являются устойчивой частью человеческой личности и могут предопределять поведение человека во множестве ситуаций и рабочих задач [1].

В целом, эффективное командообразование – неотъемлемая часть успешного управления проектами. Вложение времени и ресурсов в этот процесс окупается многократно за счет повышения эффективности, качества удовлетворенности работой.

### 1. Команда проекта

Команда проекта – это группа людей, объединенных общей целью – успешной реализацией конкретного проекта. Это не просто сбор людей, а организованная структура с распределенными ролями и обязанностями, работающая сообща для достижения запланированного результата.

Важность команды проекта обосновывается следующими эффектами: синергия; эффективность; инновации; управление рисками; мотивация; качество.

Состав команды зависит от масштаба и сложности проекта, но обычно включает следующие роли (не все обязательно присутствуют в каждой команде) [2]: руководитель проекта; заказчик; технический руководитель; специалисты; тестеры; менеджер по коммуникациям.

Важно отметить, что некоторые члены команды могут совмещать несколько ролей, особенно в небольших проектах. Главное – четкое понимание ролей и ответственности каждого участника для эффективной и слаженной работы.

## **2. Руководитель в команде проекта**

Руководитель проекта играет критическую роль в успехе любого проекта, независимо от его размера и сложности. Его важность заключается в следующих четырех ключевых аспектах.

### **1. Планирование и организация:**

Разработка плана проекта: руководитель отвечает за создание детального плана, включающего цели, задачи, сроки, бюджет, ресурсы и риски. Этот план служит дорожной картой для всей команды.

Распределение ресурсов: эффективное распределение человеческих, финансовых и материальных ресурсов – ключ к своевременной и качественной реализации проекта. Руководитель оптимизирует использование ресурсов, избегая избыточности и дефицита.

Организация работы команды: руководитель структурирует работу команды, определяет роли и ответственности каждого участника, обеспечивая слаженность и эффективность взаимодействия.

### **2. Лидерство и мотивация**

Лидерство: руководитель должен вдохновлять и мотивировать команду, создавать позитивную атмосферу сотрудничества и способствовать развитию каждого участника.

Управление конфликтами: возникновение конфликтов неизбежно. Руководитель должен уметь эффективно предотвращать и разрешать конфликты, сохраняя продуктивность работы команды.

Коммуникация: ясная и эффективная коммуникация – залог успеха. Руководитель должен обеспечивать бесперебойный обмен информацией между членами команды, заказчиком и другими заинтересованными сторонами.

### **3. Контроль и мониторинг:**

Мониторинг прогресса: руководитель отслеживает ход выполнения проекта, сравнивая фактические результаты с планом и выявляя отклонения.

Управление рисками: руководитель идентифицирует, анализирует и разрабатывает стратегии для минимизации рисков, которые могут угрожать успеху проекта.

Контроль бюджета: руководитель отслеживает расходы и обеспечивает соблюдение бюджета проекта.

Изменение хода проекта: Руководитель должен быть готов адаптировать план проекта в случае необходимости, учитывая изменения в условиях или появление новых факторов.

### **4. Завершение проекта:**

Закрытие проекта: руководитель организует завершение проекта, обеспечивая сдачу результатов заказчику и подведение итогов. Это включает в себя документирование результатов и извлечение уроков для будущих проектов.

Итак, руководитель проекта – это не просто администратор, а лидер, стратег и человек занимающийся решением проблем. Его умение планировать, организовывать, мотивировать, контролировать и адаптироваться к изменениям является ключом к успеху проекта.

### 3. Жизненный цикл команды проект, его стадии

Жизненный цикл команды проекта – это последовательность этапов, через которые проходит команда от момента своего формирования до завершения проекта. Он характеризуется динамикой развития межличностных отношений, уровня производительности и общей эффективности. Различные модели предлагают разное количество стадий, но общая картина остается похожей. Вот одна из распространенных моделей:

Стадии жизненного цикла команды проекта:

1. Формирование (Forming): на этой начальной стадии команда только формируется. Члены команды еще не знают друг друга хорошо, не уверены в своих ролях и не имеют ясного представления о целях проекта. Характерны нерешительность, зависимость от руководителя, поиск своего места в команде. Производительность на низком уровне.

2. Шторм (Storming): на этой стадии начинаются конфликты, несогласия и борьба за лидерство. Члены команды выражают свое мнение, часто конфликтуя друг с другом. Это период нестабильности, но он необходим для выявления проблем и установления правил взаимодействия. Производительность может временно снизиться.

3. Нормирование (Norming): на этой стадии конфликты улаживаются, устанавливаются негласные правила взаимодействия, формируются командные нормы и ценности. Члены команды лучше понимают друг друга, начинают доверять и сотрудничать. Производительность постепенно растет.

4. Выполнение (Performing): это стадия высокой эффективности. Команда работает слаженно, эффективно решает задачи, достигает высоких результатов. Члены команды фокусируются на достижении общих целей, используя свои сильные стороны и компенсируя слабые стороны друг друга. Производительность на максимальном уровне.

5. Рассеивание (Adjourning): на завершающей стадии команда завершает проект и распускается. Члены команды подводят итоги, обмениваются опытом, прощаются. Эта стадия может быть как легкой и позитивной, так и тяжелой, и эмоционально напряженной, в зависимости от успеха проекта и отношений в команде.

Кривая развития команды (рис. 1) (также известная как модель Tuckman) [3] графически отображает динамику производительности команды на протяжении ее жизненного цикла. Она обычно выглядит как «U»-образная кривая или, в более реалистичном варианте, с несколькими «холмами» и «долинами».

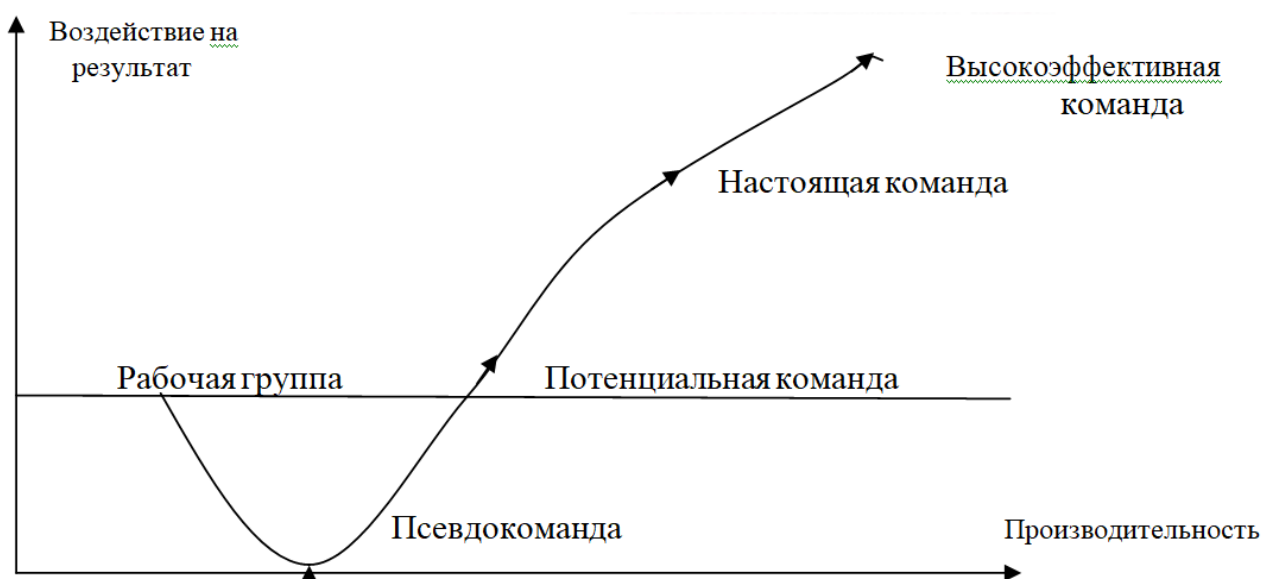
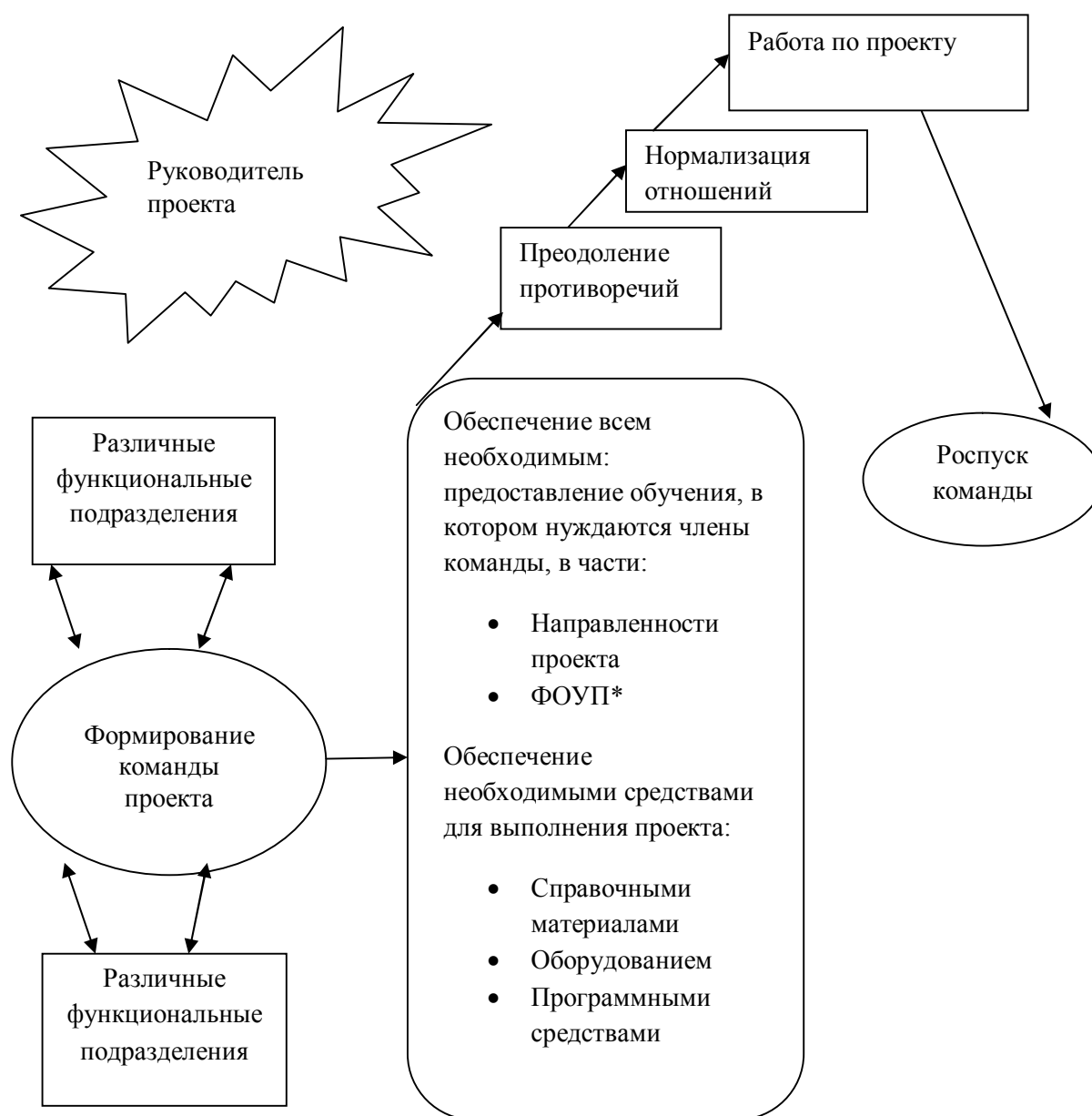


Рис. 1. Кривая развития команды [3]

Описать кривую можно последовательностью следующих понятий:

- начальный спад: производительность низкая на стадии формирования из-за неопределенности и отсутствия ясности.
- падение: производительность падает еще сильнее во время шторма из-за конфликтов и несогласий.
- подъем: после этапа нормирования производительность начинает расти, так как команда становится более сплоченной и эффективной.
- пик: на стадии выполнения производительность достигает своего пика.
- завершение: на стадии рассеивания производительность падает, так как команда распускается.

Важно помнить, что это обобщенная модель, и реальный жизненный цикл команды (рис. 2) может отличаться в зависимости от многих факторов, таких как размер команды, тип проекта, опыт членов команды, стиль руководства и другие.



\* ФОУП – финансово-ориентированное управление проектами

Источник: [2]

**Рис. 2. Стадии жизненного цикла команды проекта**

Некоторые команды могут проходить стадии быстрее, а другие могут застрять на одной из стадий на более продолжительный период времени. Роль руководителя проекта – оптимизировать процесс, помогая команде эффективно пройти через все стадии.

#### **4. Некоторые механизмы образования команды проекта**

##### **4.1. Методика выбора руководителя команды проекта на этапе формирования команды**

Прежде чем начать поиск руководителя команды проекта, необходимо четко сформулировать требования к будущему руководителю проекта. Эти требования должны основываться на специфике проекта и желаемых результатах.

Ключевыми аспектами формирования критериев отбора из числа претендентов на роль руководителя проекта представлены на рис. 3.



**Рис. 3. Ключевые требования к претендентам на роль руководителя команды проекта**

Для многосторонней оценки кандидата, рационально использовать многокритериальные методы оценивания. Результаты, полученные по этим методам, определяются выбором критериев оценивания. В результате теоретического изучения данной проблемы и практического опыта, можно предложить следующие критерии для оценки кандидатов на роль руководителя проекта:

1. Трудовой стаж работы по специальности, соответствующей направленности проекта ( $K_1$ ). Трудовой стаж – это время трудовой или другой общественно полезной деятельности работника, а в данном случае по конкретной специальности. Минимальное допустимое значение задается инициатором проекта.
2. Стаж работы в организации ( $K_2$ ).
3. Процент проектов, в которых участвовал кандидат, завершившихся успешно ( $K_3$ ). Успешно завершенным проектом считается проект, который достиг поставленных целей и требований в установленные сроки, бюджет и с ожидаемым качеством. Он также

должен удовлетворять ключевых заинтересованных лиц (заказчиков, клиентов, руководителей, команду).

4. Количество проектов, в которых участвовал кандидат ( $K_4$ ).

5. Дополнительное профессиональное образование, соответствующее направленности проекта ( $K_5$ ). Обязательно наличие сертификата / диплома о дополнительном профессиональном образовании.

6. Лояльность кандидата к предприятию / организации ( $K_6$ ). Оценку по критерию производит его непосредственный руководитель.

7. Системное представление о работе своего подразделения и предприятия в целом у кандидата ( $K_7$ ). Оценку по критерию производит непосредственный руководитель кандидата.

8. Готовность кандидата инвестировать свое время в развитие проекта / чего-то нового ( $K_8$ ). Оценку по критерию производит непосредственный руководитель кандидата.

9. Способность кандидата к конструктивной критике и обратной связи ( $K_9$ ). Оценку по критерию производит его непосредственный руководитель.

10. Обучаемость, способность к личному развитию и профессиональному росту у кандидата ( $K_{10}$ ). Оценку по критерию производит его непосредственный руководитель.

11. Коммуникабельность кандидата ( $K_{11}$ ). Оценку по критерию производит непосредственный руководитель кандидата.

12. Лидерские качества кандидата ( $K_{12}$ ). Оценку по критерию производит его непосредственный руководитель.

13. Умение кандидата выстраивать ровные рабочие отношения ( $K_{13}$ ). Оценку по критерию производит его непосредственный руководитель.

14. Соблюдение правил дисциплины труда и внутреннего трудового распорядка ( $K_{14}$ ). Степень соблюдения / подчинения правилам поведения, определенным в соответствии с ТК РФ, иными федеральными законами, коллективным договором, соглашениями, локальными нормативными актами и трудовым договором (статья 189 ТК РФ). Оценка по критерию производится непосредственным руководителем или работником службы управления персоналом.

15. Оценка кандидата членами проектных команд, в которых он принимал участие ( $K_{15}$ ). Подобные критерии оцениваются методом анкетирования / методом «360 градусов» [4].

Немаловажную роль в формировании итоговой оценки для каждого претендента играют шкалы измерения по критериям [5] (табл. 1).

**Таблица 1**

**Рекомендуемые шкалы оценок по критериям**

Обозначение критерия	Направление критерия*	Тип шкалы	Значения по шкале
$K_1$	Максимизация	Натуральная	Время (годы)
$K_2$	Максимизация	Натуральная	Время (месяцы)
$K_3$	Минимизация	Процентная	0% ... 100%
$K_4$	Максимизация	Натуральная	Количество проектов
$K_5$	Максимизация	Дихотомическая	1 – имеет, 0 – не имеет
$K_6$	Максимизация	Политомическая	1 – высокий, 0,5 – средний, 0 – низкий
$K_7$	Максимизация	Политомическая	1 – высокий, 0,5 – средний, 0 – низкий
$K_8$	Максимизация	Политомическая	1 – высокий, 0,5 – средний, 0 – низкий
$K_9$	Максимизация	Политомическая	1 – высокий, 0,5 – средний, 0 – низкий
$K_{10}$	Максимизация	Политомическая	1 – высокий, 0,5 – средний, 0 – низкий
$K_{11}$	Максимизация	Политомическая	1 – высокий, 0,5 – средний, 0 – низкий
$K_{12}$	Максимизация	Политомическая	1 – высокий, 0,5 – средний, 0 – низкий



Продолжение табл. 1

Обозначение критерия	Направление критерия*	Тип шкалы	Значения по шкале
$K_{13}$	Максимизация	Политомическая	1 – высокий, 0,5 – средний, 0 - низкий
$K_{14}$	Максимизация	Политомическая	1 - полностью соблюдает, 0,75 - не соблюдает в редких случаях, 0,5 - соблюдает частично; 0,25 – чаще не соблюдает, 0 - не соблюдает
$K_{15}$	Максимизация	10-ти балльная	0 ... 10

\* Направление критерия характеризует его вклад в итоговую оценку: при максимизации чем выше оценка по критерию, тем больше будет итоговая оценка, при минимизации – наоборот.

Для обобщения информации о претендентах на роль руководителя проекта, полученной по результатам оценки по критериям с целью формирования их итоговой обобщающей оценки, необходимо использовать математические методы свертки информации. В данной работе комплексная оценка строится по матрице потерь [6].

Представленный ниже пример был рассмотрен для семи претендентов ( $n$ ) на роль руководителя проекта. Из предложенного перечня критериев для представленного примера было выбрано шесть критериев ( $m$ ) (табл. 2).

Таблица 2

#### Абсолютные оценки претендентов по критериям

Номер претендента	Критерии оценки					
	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$K_6$	$K_9$
1	5	9	2	3	1	1
2	3	3	0	1	0,5	0,5
3	7	6	3	2	1	0,5
4	4	12	2	6	0,5	1
5	5	9	2	4	0,5	0,5
6	3	3	1	1	1	0
7	10	24	1	10	1	1

Элементов матрицы  $D$  – это набор значений критериев по соответствующей шкале для каждого претендента. Как показано выше, оценочные критерии имеют разную направленность, а их шкалы различную размерность. Чтобы была возможность в равной степени сравнить вклады критериальных оценок в итоговую, необходимо провести нормализацию критериальных оценок на единичную шкалу.

Для этих целей наилучшим образом подойдет следующая нормировка (рис. 4).

Данная нормировка позволяет свести все показатели к диапазону изменения от 0 до 1 и привести все показатели к одному типу, т.е. к показателям, ориентированным на максимум.

Пронормировав значения из табл. 2 получим табл. 3.

1. Для показателей ориентированных на максимум, т.е. чем больше показатель, тем лучше, нормированный показатель  $y_{ij}$  будет определяться по (1):

$$y_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{ij}^{\min}}{x_{ij}^{\max} - x_{ij}^{\min}}; \quad (1)$$

2. Для показателей ориентированных на минимум, т.е. чем меньше показатель, тем лучше,  $y_{ij}$  будет определяться по (2);

$$y_{ij} = 1 - \frac{x_{ij} - x_{ij}^{\min}}{x_{ij}^{\max} - x_{ij}^{\min}}. \quad (2)$$

где  $x_{ij}^{\max}$ ,  $x_{ij}^{\min}$  – минимально возможное и максимально возможные значения показателей;  $y_{ij}$  – нормированное значение показателя  $x_{ij}$ .

**Рис. 4. Нормировка элементов матрицы  $D$**

**Таблица 3**

**Нормированные оценки претендентов по критериям**

Номер претендента	Критерии оценки					
	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$K_6$	$K_9$
1	0,286	0,286	0,333	0,222	1,000	1,000
2	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,500
3	0,571	0,143	0,000	0,111	1,000	0,500
4	0,143	0,429	0,333	0,556	0,000	1,000
5	0,286	0,286	0,333	0,333	0,000	0,500
6	0,000	0,000	0,667	0,000	1,000	0,000
7	1,000	1,000	0,667	1,000	1,000	1,000

Из условия нормировки следует, что лучшее значение по каждому критерию равно единице, т.е. находится по формуле (3),

$$y_j = \max_i y_{ij}, \quad (3)$$

поэтому вектор идеального соответствия претендента предъявляемым к нему требованиям будет следующим:

$$Y^* = \{1, 1, \dots, 1\}. \quad (4)$$

Используя матрицу нормированных исходных данных, строим вспомогательную матрицу  $A = \|a_{ij}\|$ , по следующему правилу: произвольный элемент матрицы  $a_{ij}$  – это значение  $i$ -го показателя, если выбирается претендент, лучший по  $j$ -ому критерию.

Таблица 4

Вспомогательная матрица $A$							
		$j$					
		1	2	3	4	5	6
$i$	1	1	1	0	1	0,571	0,286
	2	1	1	0	1	0,286	0,429
	3	0,667	0,667	1	0,667	0,667	0,667
	4	1	1	0	1	0,222	0,556
	5	1	1	0	1	1	0
	6	1	1	0,5	1	0,5	1

На основе вспомогательной матрицы  $A = \|a_{ij}\|$  и вектора  $Y^*$ , строится матрица потерь по следующему правилу (5):

$$P = \|p_{ij}\| = Y^* - A = \|y_j^* - a_{ij}\| = \|1 - a_{ij}\|. \quad (5)$$

Матрица потерь  $P = \|p_{ij}\|$  будет характеризовать потери при выборе конкретного претендента.

Таблица 5

Матрица потерь $P$							
		$j$					
		1	2	3	4	5	6
$i$	1	0	0	1	0	0,429	0,714
	2	0	0	1	0	0,714	0,571
	3	0,333	0,333	0	0,333	0,333	0,333
	4	0	0	1	0	0,778	0,444
	5	0	0	1	0	0	1
	6	0	0	0,5	0	0,5	0

Для построения интегральной оценки каждого тендера необходимо получить весовые коэффициенты каждого из показателя. Это можно сделать, используя идею о том, что весовые коэффициенты ( $q_j$ ) должны быть функциями от матрицы потерь, поэтому можно использовать соотношение вида  $q_i p_{ij} = q_j p_{ji}$  и нормировочное соотношение для весовых коэффициентов

$$\sum_{j=1}^n q_j = 1 \quad [6]. \quad (6)$$

Для решения этой задачи необходимо придать параметру  $i$  произвольное значение из интервала от 1 до  $m$ , а значение индекса  $j$  будем менять от 1 до  $n$ . В итоге получим систему алгебраических уравнений, в которой одно из уравнений, где  $i = j$ , заменим на нормировочное соотношение (6).

Для нашего примера составим следующую систему алгебраических уравнений, где  $i = 3$ , а  $j$  будем менять от 1 до 6:

$$\begin{cases} q_3 \cdot p_{31} = q_1 \cdot p_{13}; \\ q_3 \cdot p_{32} = q_2 \cdot p_{23}; \\ q_3 \cdot p_{34} = q_4 \cdot p_{43}; \\ q_3 \cdot p_{35} = q_5 \cdot p_{53}; \\ q_3 \cdot p_{36} = q_6 \cdot p_{63}; \\ q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 = 1. \end{cases} \quad (7)$$

Заменим параметр  $p_{ij}$  конкретными значениями из матрицы  $P$ , получим систему (8)

$$\begin{cases} q_3 \cdot 0,333 = q_1 \cdot 1; \\ q_3 \cdot 0,333 = q_2 \cdot 1; \\ q_3 \cdot 0,333 = q_4 \cdot 1; \\ q_3 \cdot 0,333 = q_5 \cdot 1; \\ q_3 \cdot 0,333 = q_6 \cdot 0,5; \\ q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 = 1. \end{cases} \quad (8)$$

и решим ее, вычислив весовые коэффициенты для каждого критерия:

$$\begin{cases} q_1 = q_2 = q_4 = q_5 = 0,13328; \\ q_3 = 0,40024; \\ q_6 = 0,06664. \end{cases}$$

Определив значимость показателей, находим рейтинг каждого претендента по схеме, представленной в табл. 6.

**Таблица 6**

**Схема расчета рейтинга претендента на роль руководителя проекта**

Номер претендента	Критерий 1	Критерий 2	...	Критерий $m$	Рейтинг претендента
Значимость (вес критерия - $q_j$ )	$q_1$	$q_2$	...	$q_m$	
1	$y_{11}$	$y_{12}$	...	$y_{1m}$	$\sum_{j=1}^m q_j \cdot y_{1j}$
2	$y_{21}$	$y_{22}$	...	$y_{2m}$	$\sum_{j=1}^m q_j \cdot y_{2j}$
...	...	...	...	...	...
$n$	$y_{n1}$	$y_{n2}$	...	$y_{nm}$	$\sum_{j=1}^m q_j \cdot y_{nj}$

Лучшим будет претендент с большим рейтингом.

Рейтинг претендентов для нашего примера представлен в последнем столбце табл. 7.

Таблица 7

## Рейтинг претендентов на роль руководителя проекта

Номер претендента	Критерии оценки						Рейтинг претендентов
	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$K_6$	$K_9$	
$q_j$	0,13328	0,13328	0,40024	0,13328	0,13328	0,06664	
1	0,286	0,286	0,333	0,222	1,000	1,000	0,439024
2	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,500	0,43356
3	0,571	0,143	0,000	0,111	1,000	0,500	0,276556
4	0,143	0,429	0,333	0,556	0,000	1,000	0,35026
5	0,286	0,286	0,333	0,333	0,000	0,500	0,287218
6	0,000	0,000	0,667	0,000	1,000	0,000	0,40024
7	1,000	1,000	0,667	1,000	1,000	1,000	0,86672

Применение полученного рейтинга, позволит выбрать на роль руководителя проекта лучшего из претендентов, то есть человека более всего соответствующего роли, описанной критериями приведенными выше. Итак, в представленном примере, лучшим претендентом является номер семь.

#### 4.2. Инструмент распределения ролей в команде проекта из практической психологии

На этапе формирования команды особенно важно грамотно распределить роли и заложить фундамент для эффективного взаимодействия участников команды проекта. В практической психологии есть множество методик, игр и инструментов, которые могут помочь в этом.

В работе предлагается на этапе первичного формирования команды проекта использовать концепцию командных ролей Р. М. Белбина. В ее основе лежит разработанный автором концепции опросник [7], который позволяет определить человеку свою роль в команде. Суть самодиагностики по Р. М. Белбину заключается в том, что необходимо заполнить опросник, определить характерный набор командных ролей (табл. 8), но не сообщать его другим участникам тренинга. Опросник Р. М. Белбина позволит определить естественные для человека роли в команде, а также те роли, от выполнения которых он предпочел бы отказаться.

Таблица 8

## Типы ролей в команде (по Р. М. Белбину)

Функциональное назначение	Описание роли
Менеджеры-трудяги	<b>- Исполнитель (Implementer, И)</b> Дисциплинированный, надежный, консервативный. Превосходно организует работу, превращая идеи в действия. Предан команде и принятым целям, систематичен и эффективен. Хороший администратор, но может быть негибким и не любит нововведения. Успешен в стабильных организациях, где требуется четкое выполнение задач.
	<b>- Доводчик (Completer-Finisher)</b> Педант и перфекционист, ориентирован на детали, сроки и завершение работы. Надежен, стремится к качеству. Не гибок, может тратить усилия на устаревшие цели. Отличается упорством и вниманием к мелочам, часто незаменим на завершающем этапе проекта.

Функциональное назначение	Описание роли
Лидеры	<p><b>- Председатель (Coordinator, П)</b> Поддерживающий лидер, умеет делегировать и видеть сильные стороны команды. Зрелый, спокойный, уверен в себе. Хорошо управляет ресурсами, адаптивен в общении. Эффективен для сбалансированных команд с комплексными задачами. Не обязательно гениален, но отличный организатор и руководитель.</p> <p><b>- Формирователь (Shaper, Ф)</b> Динамичный и напористый лидер, мотиватор и двигатель команды. Побуждает к действию, не боится давления. Не терпит поражений, склонен к раздражению, прямолинеен. Хорош в кризисных ситуациях и политически сложных условиях. Лучше всего работает с уже сложившимися командами.</p>
Интеллектуалы	<p><b>- Оценщик (Monitor Evaluator)</b> Аналитик и стратег, взвешивает альтернативы, принимает обоснованные решения. Обладает критическим мышлением, осторожен и медлителен, но точен. Не вдохновляет, может показаться сухим. Тем не менее, часто занимает высокие посты благодаря рассудительности.</p> <p><b>- Мыслитель (Plant, М)</b> Генератор нестандартных идей, интроверт с высоким интеллектом и креативностью. Часто работает в одиночку. Игнорирует детали и процедуры, предпочитает идею процессу. Лучше реализуется в роли специалиста, чем менеджера. Часто встречается в стартапах.</p>
Переговорщики	<p><b>- Коллективист (Team Worker)</b> Дипломат, поддерживает командную атмосферу, предотвращает конфликты. Чуткий к людям и ситуациям. Поддерживает лидера, но может быть нерешительным в кризисе. Часто становится наставником и ценным членом команды.</p> <p><b>- Разведчик (Resource Investigator, Р)</b> Экстраверт, общительный, находит и развивает идеи, налаживает внешние связи. Любопытен, активен, быстро интегрируется в команду. Эффективен в поиске ресурсов за пределами группы. Хорошо сочетается с мыслителями при грамотном руководстве.</p>

Источник: [7]

Следующим шагом в формировании команды проекта будет являться ознакомление ее членов с ролями друг друга. Существуют упражнения, на решение командных задач исходя из ролей определенных с помощью опросника Р. М. Белбина, благодаря которым можно создать условия для знакомства участников с ролями коллег, выявить поведенческие модели и наладить взаимодействие, запустить процесс осознания сильных и слабых сторон команды.

Это, например, может быть игра «Выжить в пустыне» или ее аналоги «Кораблекрушение», «Катастрофа в пустыне» [7, 8]. Они направлены, помимо указанного выше, на тренировку умений принимать решения, отстаивать свою точку зрения.

Во время решения задания участники погружаются в стрессовую, но безопасную ситуацию, где требуется быстро: делиться мнением, слушать других, принимать общее решение, согласовывать разногласия.

Все участники выполняют задание, исходя из своей роли определенной по опроснику Р. М. Белбину. В процессе проявляется, кто склонен брать инициативу на себя, кто анализирует, кто примиряет решения, а кто тянет на себя или отстраняется. Стоит отметить,

что необходимым условием является наличие контрольной группы, которая должна вести наблюдение за групповой динамикой со стороны – это усиливает эффект осознания: как работают роли, что помогает команде, а что мешает.

Предложенный подход к формированию команды был использован в рамках «VIII Проектно-образовательного интенсива по проектной деятельности» [9, 10], который проводился в ФГОУ ВО «ВГТУ», для формирования проектных команд и распределения ролей между участниками. Применение описанного инструмента помогло выявить и сформировать:

- представления об участниках – кто как себя ведет в группе, проявление командных ролей (спонтанных и назначенных);
- провести наблюдение за стилями общения и влияния: кто направляет, кто спорит, кто поддерживает;
- отследить появление первых норм и правил и начало фаз доверия и признания ценности разных стилей мышления;
- спрогнозировать возможные конфликты, разногласия и способы их преодоления. Все это дало положительные результаты командной работы над проектом в рамках указанных выше мероприятий, участники смогли успешно завершить и защитить свои проекты.

Из сказанного выше следует, что применение концепции Р. М. Белбива в совокупности с другими инструментами практической психологии позволяет получить реальные положительные результаты командной работы.

## **5. Методики для нормализации отношений в команде проекта**

Этап нормализации отношений в команде (Norming) – это переходный период, когда команда переходит от конфликтов и борьбы за лидерство к сотрудничеству и совместной работе. Для ускорения и улучшения этого процесса можно использовать необычные методики, выходящие за рамки стандартных тренингов по командообразованию (рис. 5).

### **----- Креативные и игровые методики сплочения членов команды -----**

- «Escape Room» или квест [11]. Суть методики заключается в том, что совместное прохождение квеста требует сотрудничества, быстрой реакции и решения проблем в команде. Успешное завершение квеста способствует сплочению и повышает уровень доверия.
- Improvisation (импровизация). Упражнения по импровизации помогают членам команды научиться быстро адаптироваться к изменяющимся ситуациям, доверять друг другу и генерировать креативные идеи в командной работе.
- Ролевые игры. Они подразумевают разработку и проигрывание различных ситуаций, с которыми команда может столкнуться в процессе работы, поможет членам команды лучше понять друг друга и отработать механизмы взаимодействия.
- Командное создание произведения искусства. Примером данной методики может быть, совместная роспись холста, создание музыкальной композиции, сценарной постановки или литературного произведения. Это стимулирует креативность, взаимопомощь и совместное достижение конкретного результата.
- «LEGO Serious Play» [12]. Это методика игрового моделирования (фасилитации), цель, которой улучшение творческого мышления и коммуникации. Ее суть состоит в использовании LEGO для моделирования ситуаций и проблем в работе. Она способствует более глубокому пониманию и обсуждению сложных вопросов.

**Рис. 5. Методики и подходы сплочения членов команды проекта**

----- **Нестандарные подходы сплочения членов команды** -----

- «Командный день» в необычном месте. Суть подхода заключается в смене обстановки, в которой обычно находится команда, что способствует более неформальному общению и раскрытию личностей. Вместо скучных закрытых помещений команда может провести свой командный день на плесе озера, в лесном парке или на ферме.
- Благотворительный проект. Это участие в общественно полезной деятельности (волонтерство, благотворительная акция), которое способствует сплочению команды и позволяет почувствовать себя частью чего-то большего.
- «Reverse Mentoring». Суть этого подхода заключается в том, что более молодые члены команды делятся своим опытом и знаниями с более опытными коллегами. Это способствует повышению равноправия в процессе взаимодействия и усилению взаимопонимания

**Рис. 5. Методики и подходы сплочения членов команды проекта (продолжение)**

Перед выбором методики необходимо учитывать специфику команды, её культуру и предпочтения членов команды. Успех зависит также от способности руководителя создать безопасную и поддерживающую атмосферу, в которой члены команды чувствуют себя свободно и уверены в себе. Не все методики подходят всем, нужно экспериментировать и наблюдать за реакцией команды.

Эффективность применения описанных методик можно оценить, рассмотрев информацию представленную в табл. 9. Данные приведенная в этой таблице сформированы по результатам анализа информации представленная в сети Интернет.

**Таблица 9**

**Оценка методик сплочения команды (нормализация отношений) (балл по пятибалльной шкале)**

№	Методика	Критерий оценки		Комментарий
		Использование в компаниях	Эффективность по отзывам и результатам	
1	Escape Room / Командный квест	5	5	Очень популярна — проверка на стресс и коммуникацию
2	Improvisation (импровизация)	4	4	Активно используется для развития гибкости и доверия
3	Ролевые игры	4	4	Часто внедряются в тренинги и деловые игры
4	LEGO Serious Play	3	4	Более затратный формат, но глубоко проникает в суть взаимодействия
5	Командное создание произведения искусства	3	3	Часто используется в креативных сферах и HR-ивентах
6	«Командный день» в необычном месте (оффсайт)	4	3	Повышает неформальность и сплоченность
7	Благотворительный проект	2	4	Отлично работает на ценностном уровне
8	Reverse Mentoring	2	4	Чаще применяется в крупных или мультигенерационных командах

Источник: собственная разработка



Стоит заметить, что не всегда наиболее популярные методики являются самыми эффективными. Это объясняется тем, что популярность методики зависит не только от ее результативности, но и от доступности. Поэтому, если компании имеют ограничения в ресурсах, то и набор методик нормализации отношений для них может быть ограничен.

### **Заключение**

Командообразование – это ключевой элемент успешного управления проектами. Эффективная команда не возникает спонтанно. Она формируется, развивается и совершенствуется в процессе взаимодействия и прохождения всех стадий жизненного цикла команды проекта.

На каждом этапе жизненного цикла команды применимы свои методы и инструменты налаживания эффективной команды проекта.

На этапе формирования важно применять методы диагностики и распределения ролей, например, такие как концепция командных ролей Р. М. Белбина, практические игровые упражнения (в данной работе предложена игра «Выжить в пустыне»), а также представленная в данной работе методика выбора руководителя команды проекта. Эти инструменты позволяют определить природные поведенческие стили участников и наладить первичное взаимодействие, заложив прочную основу для командной работы.

На этапе нормализации отношений рекомендуется использовать креативные, игровые и нестандартные методики, направленные на развитие доверия, улучшение коммуникации, преодоление конфликтов и формирование психологически комфортной среды. Наиболее эффективными методиками и подходами показавшими свою результативность в корпоративной практике являются: Escape Room, импровизация, ролевые игры, LEGO Serious Play, командные оффсайты и благотворительные проекты.

Важно на этапе оценки и завершения проекта подвести итоги, зафиксировать уроки и отразить вклад каждого участника, что обеспечивает непрерывное развитие и рост профессионализма.

Таким образом, целенаправленное и продуманное командообразование, с использованием как классических, так и современных подходов, – это инвестиция, которая окупается высокой продуктивностью, доверием в команде, качественным выполнением задач и достижением стратегических целей. Умение формировать, развивать и поддерживать эффективную команду проекта становится сегодня одной из базовых позиций для успешного завершения проекта.

### **Библиографический список**

1. Калинина Н.Ю. Методы и модели формирования и функционирования команд управления проектами // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук/ Москва, 3 декабря 2009.
2. Каппелс Томас М. Финансово-ориентированное управление проектами / Пер. с англ. – М.: ЗАО «Олимп – Бизнес», 2008. – 400 с.: ил.
3. Модель формирования команды – Брюс Такман Bruce W. Tuckman. URL: <https://janberg.by/model-formirovaniya-komandy-bryus-takman-bruce-w-tuckman/> (дата обращения 22.04.2025)
4. Модель закрепления ученика за наставником в системе обучения персонала организации / О.С. Перевалова, С.А. Баркалов, Н.Ю. Калинина, Д.Н. Батракова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2021. – Т. 21, № 2. – С. 92–103. DOI: 10.14529/ctcr210209.
5. Баркалов С. А. Исследование систем управления: учебно-методический комплекс [Электрон. текстовые и граф. Данные (5,0 Мб)] / С. А. Баркалов, П. В. Михин, Перевалова

О.С. – 2-е изд., перераб. и доп. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2022.

6. Баркалов С.А., Баскаков А.С., Курочка П.Н., Скворцов В.О. Теория систем и системный анализ. Воронеж «Научная книга», 2009. – 626 с.

7. Юрьева О.В. Командообразование: учебно-методическое пособие / О.В. Юрьева, О.Ю. Кукушкина, Ф.Б. Михайлов, К.Р. Насретдинова. – Издательство : Казань, 2022. – 80 с.

8. Ситников В. Л. Практикум по психологии командообразования : учеб. пособие / В. Л. Ситников, А. В. Комарова, Т. В. Слотина. – СПб. : Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2011. – 217 с.

9. Перевалова, О.С. Совершенствование механизма обучения финансовой грамотности / Перевалова О.С., Задорожная Е.Е., Мухарамов Э.К., Перунова В.А. // Труды VII Международной научно-практической конференции. Под ред. проф. Н. В. Апатовой. Симферополь-Сатера (Алушта), 30 мая – 1 июня 2024 год. – Симферополь: ИП Зуева, 2024. – С. 193-197.

10. Перевалова, О.С. Обучение проектной деятельности – фактор развития предпринимательской грамотности в студенческой среде ВГТУ / О.С. Перевалова, Е.А. Карпенко, А.В. Иващенко, С.А. Лемза // Научный журнал «Проектное управление в строительстве». – 2024. – № 2 (31). – С. 129–140.

11. Эскейп-румы и квесты в реальности — новый вид игр для гиков URL: <https://habr.com/ru/articles/375307/> (дата обращения 18.04.2025)

12. LEGO Serious Play. О методе развития бизнеса в игровом формате. URL: [https://dtcenter.ru/blog/lego\\_serious\\_play\\_method](https://dtcenter.ru/blog/lego_serious_play_method) (дата обращения 18.04.2025)

## **MECHANISMS FOR ASSIGNING ROLES IN A TEAM THE PROJECT AND THE MAINTENANCE OF ITS EFFECTIVE OPERATION**

**O.S. Perevalova**

---

*Perevalova Olga Sergeevna , Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Management  
Russia, Voronezh, e-mail: nilga.os\_vrn@mail.ru , tel.: +7-910-284-74-17*

---

**Abstract.** The article is devoted to the consideration of project team management mechanisms at different stages of its life cycle. The paper presents a methodology for choosing a project team leader at the stage of its formation. The methodology is based on a mechanism for calculating a comprehensive assessment of applicants for the role of project manager, obtained by summarizing information about them based on the results of an assessment based on criteria. A comprehensive assessment is based on a loss matrix. Further, the article discusses tools from practical psychology – creative, playful and non-standard methods of project team building, provides recommendations on at what stage of the project team's life cycle a particular technique will be relevant, and provides an analysis of their practical application.

*Keywords:* project team, project team lifecycle, criteria, comprehensive assessment, loss matrix, practical psychology, team building.

## **References**

1. Kalinina N.Y. Methods and models of formation and functioning of project management teams [Metody i modeli formirovaniya i funkcionirovaniya komand upravleniya proektami] // Abstract of the dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences / Moscow, December 3, 2009.

2. Kappels, Thomas M. Financially oriented project management [Finansovo-orientirovannoj upravlenie proektami] / Translated from English. Moscow: Olymp – Business CJSC, 2008. 400 p.: ill.
3. The team Formation model – Bruce Tuckman / Bruce W. Tuckman. URL: <https://janberg.by/model-formirovaniya-komandy-bryus-takman-bruce-w-tuckman/> (date of application 22.04.2025)
4. Perevalova O.S., Barkalov S.A., Kalinina N.Yu., Batrakova D.N. Model for Assigning a Pupil to a Mentor in the Staff Training System of the Organization. Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics, 2021, vol. 21, no. 2, pp. 92–103. (in Russ.) DOI: 10.14529/ctcr210209
5. Barkalov S. A. Research of control systems [Issledovanie sistem upravleniya]: an educational and methodological complex [Electron. text and graph. Data (5.0 MB)] / S. A. Barkalov, P. V. Mikhin, Perevalova O.S. – 2nd ed., revised. and an addendum – Voronezh: Voronezh State Technical University, 2022.
6. Barkalov S.A., Baskakov A.S., Kurochka P.N., Skvortsov V.O. Theory of systems and system analysis [Teoriya sistem i sistemnyj analiz]. Voronezh "Scientific Book", 2009. – 626 p.
7. Yuryeva O.V. Team building [Komandoobrazovanie]: an educational and methodical manual / O.V. Yuryeva, O.Y. Kukushkina, F.B. Mikhailov, K.R. Nasretdinova. – Publisher : Kazan, 2022. – 80 p.
8. Sitnikov V. L. Practicum on the psychology of team building [Praktikum po psihologii komandoobrazovaniya] : textbook. manual / V. L. Sitnikov, A.V. Komarova, T. V. Slotina. – St. Petersburg : St. Petersburg State University of Railways, 2011. – 217 p.
9. Perevalova, O.S. Improving the mechanism of teaching financial literacy / Perevalova O.S., Zadorozhnaya E.E., Mukharamov E.K., Perunova V.A. // Proceedings of the VII International Scientific and Practical Conference. Edited by prof. N. V. Apatova. Simferopol-Satera (Alushta), May 30 – June 1, 2024. – Simferopol: IP Zueva, 2024. – pp. 193-197.
10. Perevalova O.S., E.A. Карпенко, А.В. Иващенко, С.А. Лемза [Teaching project activities is a factor in the development of entrepreneurial literacy among VSTU students]. Nauchnyy zhurnal “Proyektnoye upravleniye v stroitel'stve” [Scientific journal “Project management in construction”], 2024, no. 2 (31), pp. 129–140. (in Russ.)
11. Escape rooms and quests in reality are a new kind of games for geeks [Eskejp-rumy i kvesty v real'nosti — novyj vid igr dlya gikov]/ URL: <https://habr.com/ru/articles/375307/> (date of application 18.04.2025).
12. LEGO Serious Play. About the method of business development in a game format [LEGO Serious Play. O metode razvitiya biznesa v igrovom formate] / [URL: [https://dtcenter.ru/blog/lego\\_serious\\_play\\_method](https://dtcenter.ru/blog/lego_serious_play_method) (date of application 18.04.2025).

## ОСОБЕННОСТИ ОФОРМЛЕНИЯ ПРАВА СОБСТВЕННОСТИ НА ОБЪЕКТЫ НЕДВИЖИМОСТИ, ВОЗНИКАЮЩЕГО БЕЗ НЕОБХОДИМОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ РАЗРЕШЕНИЯ НА СТРОИТЕЛЬСТВО

В. Г. Попов

---

*Попов Виталий Геннадьевич<sup>9</sup>, Воронежский государственный технический университет, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры управления, кафедры цифровой и отраслевой экономики  
Россия, г.Воронеж, e-mail: vzlet.888@yandex.ru, тел.: +7-952-555-8888*

---

Аннотация: Данное исследование посвящено актуальной и значимой проблеме, содержащей анализ существующей нормативной правовой базы и экономические механизмы управления в сфере строительного комплекса. В нём представлен обзор и анализ правовых норм, регулирующих порядок регистрации прав на недвижимость. В соответствии с Гражданским кодексом РФ, регистрация является этапом оформления права собственности. Эта процедура представляет собой сложный и требующий значительных затрат комплекс административных и управленческих мер, включающий, в частности, получение разрешительной документации на строительство. Однако, предусмотрена упрощённая форма регистрации, которая может быть использована в определенных обстоятельствах, что упрощает процесс и сокращает время получения права собственности на построенное имущество. Государственная регистрация вещных прав – важный элемент системы экономико-правового регулирования, обеспечивающий защиту интересов собственников. В условиях экономической нестабильности и волатильности рынков, участники гражданского оборота ищут пути оптимизации процессов строительства и ввода объектов в эксплуатацию. Исследование посвящено изучению особенностей регистрации права собственности на объекты недвижимости, в случаях, когда разрешение на строительство не требуется. Практическая ценность работы заключается в кратком анализе возникающих трудностей, связанных с упрощенной регистрацией. Материалы статьи могут быть полезны также студентам, аспирантам и всем, кто интересуется вопросами предпринимательского и вещного права в сфере строительства.

*Ключевые слова: регистрация права собственности, разрешение на строительство, экономико-правовое регулирование, предпринимательское право.*

Право владения недвижимым имуществом – зданиями, сооружениями и другими объектами, подлежащими учету в государственных органах, возникает лишь после его официальной регистрации. Таким образом, подчеркивается важнейшая роль процедуры государственной регистрации. Строительная деятельность тесно связана с формированием объектов недвижимости и, являясь одной из ведущих отраслей экономики, оказывает значимое влияние на множество сопутствующих сфер и смежных рынков. Значимость строительной отрасли обуславливает необходимость четкого экономико-правового регулирования.

Оформление разрешения на строительство обычно сопряжено со значительными расходами и временными затратами для застройщика. Этот этап – лишь ступень к вводу недвижимости в эксплуатацию и последующей регистрации прав собственности. Только после завершения регистрации имущество обретает статус полноценного объекта гражданских прав, отвечающего потребностям участников рынка. Этапы создания нового объекта недвижимости включают: подготовительный период (проектирование, инженерные изыскания и прочее); подготовку необходимой документации для получения разрешения (градостроительный план, топосъемка); само получение разрешения; строительство; ввод в эксплуатацию; постановку на кадастровый учет; и, наконец, регистрацию права собственности.

Существуют исключения из этого порядка, предусмотренные федеральным законодательством, в частности, пунктом 17 статьи 51 Градостроительного кодекса РФ [3], которые предусматривают ситуации, при которых разрешение на строительство не требуется. Например, согласно подпункту 3 указанной нормы, не требуется разрешение при возведении на участке строений и сооружений, предназначенных для вспомогательного использования. В таких случаях возможно зарегистрировать право собственности без прохождения промежуточных административных процедур. Особенность данного процесса заключается в одновременном взаимодействии нескольких органов: Росреестра (через территориальные управления), органов местного самоуправления и территориальных органов федеральных органов исполнительной власти. Это может приводить к различным интерпретациям правовых норм и особенностям реализации процедур, в отличие, например, от налогового администрирования.

Федеральная налоговая служба играет важную роль, осуществляя целый комплекс действий: от регистрации до контроля и управления. Создание нормативной основы для строительства – сложный процесс, который предполагает внимание к техническим, административным и гражданско-правовым нюансам. В последние годы высшие судебные органы провели детальное изучение судебной практики, сформулировав решения по конкретным делам (Постановления Пленума Верховного Суда РФ № 10, Пленума ВАС РФ № 22, [12], информационные письма Президиума ВАС РФ № 143 и № 153 [4,5]). Особое значение имеет Постановление Президиума ВАС РФ от 24 сентября 2013 года № 1160/13 по делу № А76-1598/2012 [14], в котором рассматривался вопрос о возможности квалификации ограждения как объекта недвижимости и о необходимости регистрации права собственности на него. Это, в свою очередь, ставит под вопрос необходимость получения разрешения на строительство в случае признания объекта таковым. Застройщик пытается доказать, что постройка выполняет вспомогательную функцию, опираясь на положения пункта 3 пункта 17 статьи 51 Градостроительного кодекса РФ [3]. Этот вопрос заслуживает пристального внимания и детального рассмотрения в данной работе, поскольку в судебной практике нередко встречаются случаи возведения объектов, обладающих признаками недвижимости, без требуемого разрешения, что впоследствии порождает проблемы с регистрацией прав и влечет за собой административные и гражданско-правовые последствия. Основная цель – выявить критерии, позволяющие классифицировать имущество как объект вспомогательного назначения. Действующее законодательство не дает однозначного ответа на этот вопрос, поскольку соответствующие нормы, касающиеся вспомогательного использования, распределены между различными правовыми документами, регулирующими строительную сферу. В частности, Градостроительный кодекс РФ [3] не содержит определения термина "вспомогательное использование".

В регламентирующих документах, в особенности при определении характеристик строений в соответствии с пунктом 10 статьи 4 Федерального закона от 30 декабря 2009 года № 384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" [17], возможно упоминание о применении их для целей, отличных от основных. Законодательство классифицирует как объекты с пониженной степенью ответственности те, которые связаны с проведением строительных или реставрационных работ, либо размещены на участках, предназначенных для индивидуального жилищного строительства. Соответственно, установление того, используется ли конкретная недвижимость дополнительно, предполагает детальное изучение правовых норм. При этом, действующее законодательство предусматривает упрощенный порядок регистрации права собственности на такие объекты. Согласно статье 25.3 Федерального закона от 21 июля 1997 года № 122-ФЗ «О государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним» [11], для внесения нового объекта в реестр необходимо предоставить документы, подтверждающие его создание и содержащие детальное описание, а также правоустанавливающие документы на землю, на которой он находится. Для оформления права собственности следует обратиться в Росреестр, который внесет соответствующую запись в единый государственный

реестр прав. Прежде этого, объект недвижимости должен быть поставлен на государственный кадастровый учет согласно Федеральному закону от 24 июля 2007 года № 221-ФЗ "О государственном кадастре недвижимости" [10]. Важно подчеркнуть, что при подаче заявления в Росреестр для регистрации права, статья 25.3 Федерального закона № 122-ФЗ [9] не требует предоставления заключений или иных документов от государственных (муниципальных) органов, подтверждающих отсутствие необходимости получения разрешения на строительство.

В соответствии с частью 235 Приказа Минэкономразвития России от 9 декабря 2014 года № 789 «Об утверждении Административного регламента Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по предоставлению государственной услуги по государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним» (зарегистрировано в Минюсте России 28 апреля 2015 года, № 37039) [8] в процессе правового анализа представленных документов государственный регистратор обязан принимать необходимые шаги для получения дополнительных материалов, требуемых для регистрации прав, а также для подтверждения подлинности документов и достоверности содержащейся в них информации. Это положение основано на статье 19 Федерального закона от 21 июля 1997 года № 122-ФЗ [9]. Росреестр самостоятельно проводит все необходимые проверки, результаты которых не предоставляются заявителю, подавшему документы для регистрации. При этом, действия ведомства строго регламентированы временными рамками, установленными законодательством. Органы, получающие запросы от регистратора, не всегда дают полные ответы, поскольку перечень документов, предоставляемых заявителем согласно статье 25.3 Федерального закона № 122-ФЗ [9], значительно короче списка, требуемого пунктом 7 статьи 51 Градостроительного кодекса РФ [3] для получения разрешения на строительство. Таким образом, при проведении правовой экспертизы регистратору необходимо установить наличие оснований для регистрации права, что фактически сводится к определению, требуется ли разрешение на строительство для конкретного объекта, и, соответственно, нужно ли соблюдать требования и ограничения, связанные с его выдачей.

В ходе юридической проверки регистратор устанавливает, есть ли основания для внесения записи о праве собственности в ЕГРН. Главное здесь – выяснить, требуется ли разрешение на строительство планируемого объекта и, как следствие, соблюдены ли требования для его выдачи. Исследование деятельности муниципальных органов в крупных городах Приволжского федерального округа, занимающихся выдачей разрешений в сфере градостроительства, показало, что в администрациях часто отсутствует оперативный разбор проектной документации и не предоставляется однозначного ответа о необходимости получения разрешения на строительство в каждом конкретном случае. Данная функция не прописана в положениях об этих органах, что приводит к проверкам после завершения работ, а не на этапе планирования. В результате, лица, участвующие в гражданско-правовых отношениях, не могут заранее определить, подпадает ли их объект под исключения, указанные в пункте 3 пункта 17 статьи 51 Градостроительного кодекса РФ [3], до подачи документов на получение разрешения или регистрации права собственности.

Применение термина "вспомогательное использование" в пункте 3 части первой статьи 51 Градостроительного кодекса РФ [3], даже при тщательном анализе законодательства, вызывает вопросы и может трактоваться неоднозначно. Это открывает лазейки для нечестных участников рынка недвижимости, которые могут попытаться оформить право собственности, избежав необходимого получения разрешений. Подобная ситуация может быть вызвана стремлением ускорить подготовку к строительным работам, снизить финансовые затраты, либо нарушением установленных законом правил при возведении здания. Незаконное строительство в дальнейшем может привести к судебным разбирательствам, однако судебная система выступает как гарант защиты прав владельца. Согласно статье 12 Гражданского кодекса РФ [2], защита гражданских прав, включая признание права собственности, является одним из ключевых способов их защиты, и именно



поэтому граждане нередко обращаются в суд. Тем не менее, в этой области есть свои особенности, которые необходимо принимать во внимание. Государственный кадастровый учет, регистрация прав на недвижимость и подготовка требуемых документов – это административные процедуры, не входящие в компетенцию судебной власти. Задача суда – обеспечивать исполнение прав и законных интересов сторон, а не заменять государственные органы, ответственные за оформление прав на недвижимое имущество.

В ряде судебных актов, таких как Постановление ФАС Поволжского округа от 19 декабря 2012 года (дело № А55-10278/2011) [15] и Постановление Президиума ВАС РФ от 12 мая 2009 года № 17373/08 (дело № А06-470/2008-9) [13], можно обнаружить сходные трактовки относительно процедуры замены административных мер. Судебные инстанции высказали точку зрения, что обращение напрямую в суд, минуя обязательные административные этапы, представляет собой нарушение правил, регламентирующих государственную регистрацию прав собственности. Согласно разъяснениям, содержащимся в совместном Постановлении Пленума Верховного Суда РФ № 10 и Пленума ВАС РФ № 22 от 29 апреля 2010 года [12], при разрешении споров, касающихся возведения зданий и сооружений без надлежащих разрешений, необходимо установить, предпринимались ли попытки легализовать эти объекты и насколько обоснованным было решение государственных органов об отказе в выдаче разрешения на строительство или о включении объекта в эксплуатационные документы. Также важно определить, какие шаги были предприняты заинтересованной стороной для приведения объекта в соответствие с требованиями закона, включая сбор необходимой разрешительной документации. В целом, действующее законодательство требует от участников гражданских отношений получения разрешения на строительство при создании объектов недвижимости, хотя и предусматривает некоторые исключения, в частности, указанные в пункте 3 параграфа 17 статьи 51 Градостроительного кодекса РФ [3]. Однако использование прав, предусмотренных этим пунктом, связано с немалыми юридическими рисками. В связи с этим, в рамках данного анализа предлагаются определенные практические советы.

Для разрешения возникшей правовой неопределённости, необходимо сформулировать четкое определение термина "вспомогательное использование" и установить его связь с категориями объектов, определёнными в действующих нормативных документах, касающихся технического регулирования, строительных норм, правил и стандартов. Поэтому участникам гражданско-правовых отношений целесообразно тщательно оценивать возможные юридические последствия и убедиться в обоснованности применения положений пункта 17 части 3 статьи 51 Градостроительного кодекса РФ [3] в каждом конкретном случае. Возможности применения этой коллизии для широкого круга лиц, вовлечённых в гражданский оборот, подчеркивают важность дальнейшего изучения данной проблемы.

### **Библиографический список**

1. Богданов А.В., Клячин А.А. Условия и основания гражданско-правовой ответственности лица, осуществляющего функции единоличного исполнительного органа акционерного общества // Вестник Пермского университета. Юридические науки. 2012. № 3. С. 62 – 72.
2. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая): Федеральный закон от 30.11.1994 № 51-ФЗ (ред. от 03.07.2016) // СЗ РФ. 1994. № 32. Ст. 3301; 2015. № 27. Ст. 3945 - (Электронный ресурс). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5142/3f4368f181f833a15c0636db51cee2d81274ede9/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142/3f4368f181f833a15c0636db51cee2d81274ede9/) (дата обращения: 25.01.2025).
3. Градостроительный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 29.12.2004 №190-ФЗ (ред. от 03.07.2016) // СЗ РФ. 2005. № 1. Ст. 16, Ст.51 - (Электронный ресурс).

URL:[http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5142/3f4368f181f833a15c0636db51cee2d81274ede9/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142/3f4368f181f833a15c0636db51cee2d81274ede9/) (дата обращения: 25.01.2025).

4. Информационное письмо Президиума ВАС РФ от 09.12.2010 № 143 «Обзор судебной практики по некоторым вопросам применения арбитражными судами статьи 222 Гражданского кодекса Российской Федерации» (Электронный ресурс). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_109288/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_109288/) (дата обращения: 28.01.2025).

5. Информационное письмо Президиума ВАС РФ от 15.01.2013 N 153 "Обзор судебной практики по некоторым вопросам защиты прав собственника от нарушений, не связанных с лишением владения". - (Электронный ресурс). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_109288/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_109288/) (дата обращения: 28.01.2025).

6. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях: Федеральный закон от 30.12.2001 № 195-ФЗ (ред. От 06.07.2016) // СЗ РФ. 2002. № 1 (ч. 1). Ст. 1

7. Наумова О.В. Преобразование института самовольного строительства // Актуальные проблемы российского права. 2013. № 6. С. 728 –732.

8. Об утверждении Административного регламента Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по предоставлению государственной услуги по государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним. Приказа Минэкономразвития России от 9 декабря 2014 года № 789 (Зарегистрировано в Минюсте России 01.12.2017 № 49074). - (Электронный ресурс). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_109288/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_109288/) (дата обращения: 28.01.2025).

9. О внесении изменений в законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу некоторых законодательных актов Российской Федерации в связи с принятием федеральных законов "О внесении изменений и дополнений в Федеральный закон «Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов государственной власти субъектов Российской Федерации» и «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации». Федеральный закон от 22.08.2004 № 122-ФЗ (последняя редакция) - (Электронный ресурс). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_49025/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_49025/) (дата обращения: 28.01.2025).

10. О государственном кадастре недвижимости. Федеральный закон от 24 июля 2007 года № 221-ФЗ - (Электронный ресурс) URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/12054874/> (дата обращения: 31.03.2025).

11. О государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним: Федеральный закон от 21.07.1997 №122–ФЗ (ред. от 03.07.2016) // СЗ РФ. 1997. № 30. Ст. 3594. - (Электронный ресурс) URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_182661/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182661/) (дата обращения: 31.03.2025).

12. Постановления Пленума Верховного Суда РФ № 10, Пленума ВАС РФ № 22 от 29 апреля 2010 года – (Электронный ресурс) URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_100466/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_100466/) (дата обращения: 25.01.2025).

13. Постановление Президиума ВАС РФ от 12 мая 2009 года № 17373/08 (дело № А06-470/2008-9) – (Электронный ресурс) URL: [https://arbitr.ru/materials/24835?path=%2Farxiv%2Fpost\\_pres%2F](https://arbitr.ru/materials/24835?path=%2Farxiv%2Fpost_pres%2F) (дата обращения: 28.01.2025).

14. Постановление Президиума ВАС РФ от 24 сентября 2013 года № 1160/13 по делу № А76-1598/2012 – (Электронный ресурс) URL: <https://www.v2b.ru/documents/postanovlenie-prezidiuma-vas-rf-ot-24-09-2013-1160-13/> (дата обращения: 28.01.2025).

15. Постановление ФАС Поволжского округа от 21.02.2012 г. № А72-5678/2011– (Электронный ресурс) URL: [https://http://taxpravo.ru/sudebnie\\_dela/statuya-177550-postanovlenie\\_fas\\_povoljskogo\\_okruga\\_ot\\_21022012\\_g\\_\\_a72-5678\\_2011/](https://http://taxpravo.ru/sudebnie_dela/statuya-177550-postanovlenie_fas_povoljskogo_okruga_ot_21022012_g__a72-5678_2011/) (дата обращения: 28.01.2025).

16. Тараданов Р.А. К вопросу о допустимости придания вспомогательным зданиям, строениям и сооружениям статуса недвижимого имущества. Комментарий к Постановлению Президиума ВАС РФ от 24.09.2013 №1160/13 // Вестник ВАС РФ. 2014. №6. С. 54 – 65.



17. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений. Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ (последняя редакция) - (Электронный ресурс) URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_95720/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/) URL: (дата обращения: 31.03.2025).

18. Шеметова Н.Ю. Отнесение имущества к недвижимому в российском праве: критерии и свойства недвижимости Научный ежегодник Института философии и права Уральского отделения Российской академии наук. 2014. Том 14. Вып. 4 с.127-143.

19. Ширвиндт А.М., Щербаков Н.Б.О понятии строений и сооружений вспомогательного использования: к вопросу о целях градостроительного законодательства и корректном толковании закона // Имущественные отношения в Российской Федерации, 2016, № 7. С. 24-37.

## FEATURES OF REGISTRATION OF OWNERSHIP RIGHTS TO REAL ESTATE OBJECTS, ARISING WITHOUT THE NEED TO OBTAIN A CONSTRUCTION PERMIT

V.G. Popov

---

*Popov Vitaly Gennadievich, Voronezh State Technical University, PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Management, Department of Digital and Industrial Economics*  
*Russia, Voronezh, e-mail: vzlet.888@yandex.ru, tel.: +7-952-555-8888*

---

**Abstract.** This study is devoted to an urgent and significant problem, containing an analysis of the existing regulatory framework and economic management mechanisms in the construction sector. It provides an overview and analysis of the legal norms governing the registration of real estate rights. In accordance with the Civil Code of the Russian Federation, registration is a stage of registration of ownership rights. This procedure is a complex and costly set of administrative and managerial measures, including, in particular, obtaining permits for construction. However, a simplified registration form is provided, which can be used in certain circumstances, which simplifies the process and reduces the time required to obtain ownership of the constructed property. State registration of property rights is an important element of the system of economic and legal regulation, ensuring the protection of the interests of owners. In conditions of economic instability and turbulence of the market, participants in civil turnover are looking for ways to optimize the processes of construction and commissioning of facilities. The study is devoted to the study of the features of registration of ownership of real estate in cases where a building permit is not required. The practical value of the work lies in a brief analysis of the difficulties associated with simplified registration. The materials of the article can also be useful to students, postgraduates and anyone who is interested in business and property law issues in the field of construction.

*Keywords:* registration of property rights, construction permit, economic and legal regulation, business law.

## References

1. Bogdanov A.V., Klyachin A.A. Conditions and grounds of civil liability of a person performing the functions of the sole executive body of a joint-stock company // Bulletin of Perm University. Legal sciences. 2012. No. 3. pp. 62-72.
2. The Civil Code of the Russian Federation (part one): Federal Law No. 51-FZ of 11/30/1994 (as amended on 07/03/2016) // SZ RF. 1994. No. 32. Art. 3301; 2015. No. 27. Art. 3945 - (Electronic resource). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5142/3f4368f181f833a15c0636db51cee2d81274ede9/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142/3f4368f181f833a15c0636db51cee2d81274ede9/) / (date of access: 01/25/2025).
3. The Urban Planning Code of the Russian Federation: Federal Law No. 190-FZ dated 29.12.2004 (as amended on 03.07.2016) // SZ RF. 2005. No. 1. Art. 16, Art.51 - (Electronic

resource).

URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5142/3f4368f181f833a15c0636db51cee2d81274ede9/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142/3f4368f181f833a15c0636db51cee2d81274ede9/) / (date of access: 01/25/2025).

4. Information letter of the Presidium of the Supreme Arbitration Court of the Russian Federation dated 09.12.2010 No. 143 "Review of judicial practice on some issues of the application of Article 222 of the Civil Code of the Russian Federation by Arbitration Courts" (Electronic resource). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_109288/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_109288/) / (date of access: 28.01.2025).

5. Information letter of the Presidium of the Supreme Arbitration Court of the Russian Federation dated 15.01.2013 N 153 "Review of judicial practice on certain issues of protecting the rights of the owner from violations not related to the deprivation of possession." - (Electronic resource). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_109288/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_109288/) / (date of application: 28.01.2025).

6. The Code of Administrative Offences of the Russian Federation: Federal Law No. 195-FZ dated 30.12.2001 (ed. Dated 07/06/2016) // Federal Law of the Russian Federation. 2002. No. 1 (part 1). Art. 1

7. Naumova O.V. Transformation of the Institute of unauthorized construction // Actual problems of Russian law. 2013. No. 6. pp. 728-732.

8. On approval of the Administrative Regulations of the Federal Service for State Registration, Cadastre and Cartography for the provision of public services for the state registration of rights to immovable Property and Transactions with it. Order of the Ministry of Economic Development of Russia dated December 9, 2014 No. 789 (Registered with the Ministry of Justice of Russia on December 01, 2017 No. 49074). - (Electronic resource). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_109288/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_109288/) / (date of access: 28.01.2025).

9. On Amendments to Legislative Acts of the Russian Federation and Invalidation of Certain Legislative Acts of the Russian Federation in Connection with the Adoption of Federal Laws "On Amendments and Additions to the Federal Law "On General Principles of Organization of Legislative (Representative) and Executive Bodies of State Power of Subjects of the Russian Federation" and "On General Principles of Organization of Local Self-Government in the Russian Federation." Federal Law No. 122-FZ dated 08/22/2004 (latest edition) - (Electronic resource). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_49025/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_49025/) / (date of reference: 28.01.2025).

10. About the state cadastre of real estate. Federal Law No. 221-FZ of July 24, 2007 - (Electronic resource) URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/12054874/> / (date of application: 03/31/2025).

11. On state registration of rights to immovable property and transactions with it: Federal Law No. 122-FZ dated 07/21/1997 (as amended on 07/03/2016) // SZ RF. 1997. No. 30. Art. 3594. - (Electronic resource) URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_182661/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182661/) / (date of access: 03/31/2025).

12. Resolutions of the Plenum of the Supreme Court of the Russian Federation No. 10, Plenum of the Supreme Arbitration Court of the Russian Federation No. 22 dated April 29, 2010 – (Electronic resource) URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_100466/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_100466/) / (date of application: 01/25/2025).

13. Resolution of the Presidium of the Supreme Arbitration Court of the Russian Federation dated May 12, 2009 No. 17373/08 (case no. A06-470/2008-9) – (Electronic resource) URL: [https://arbitr.ru/materials/24835?path=%2Farxiv%2Fpost\\_pres%2F](https://arbitr.ru/materials/24835?path=%2Farxiv%2Fpost_pres%2F) (accessed: 28.01.2025).

14. Resolution of the Presidium of the Supreme Arbitration Court of the Russian Federation dated September 24, 2013 No. 1160/13 in case No. A76-1598/2012 – (Electronic resource) URL: <https://www.v2b.ru/documents/postanovlenie-prezidiuma-vas-rf-ot-24-09-2013-1160-13/> / (date of application: 01/28/2025).

15. Resolution of the Federal Antimonopoly Service of the Volga Region dated 02/21/2012 G. no. A72-5678/2011– (Electronic resource) URL: [https://http://taxpravo.ru/sudebnie\\_dela/statya-](https://http://taxpravo.ru/sudebnie_dela/statya-)

177550-postanovlenie\_fas\_povoljskogo\_okruga\_ot\_21022012\_g\_\_a72-5678\_2011 /(date of access: 28.01.2025).

16. Taradanov R.A. On the issue of the admissibility of granting auxiliary buildings, structures and structures the status of immovable property. Commentary to the Resolution of the Presidium of the Supreme Arbitration Court of the Russian Federation dated 24.09.2013 No. 1160/13 // Bulletin of the Supreme Arbitration Court of the Russian Federation. 2014.No. 6. pp. 54-65.

17. Technical Regulations on the safety of buildings and structures. Federal Law No. 384-FZ dated 12/30/2009 (latest edition) - (Electronic resource) URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_95720/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/) / URL: (accessed: 31..03.2025).

18. Shemetova N.Y. Attribution of property to immovable property in Russian law: criteria and properties of real estate Scientific Yearbook of the Institute of Philosophy and Law of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. 2014. Volume 14. Issue 4 pp.127-143.

19. Shirvindt A.M., Shcherbakov N.B. On the concept of buildings and structures of auxiliary use: on the issue of the objectives of urban planning legislation and the correct interpretation of the law // Property Relations in the Russian Federation, 2016, No. 7. pp. 24-37.

Е. А. Сидорова

---

*Сидорова Екатерина Александровна, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры управления  
Россия, г. Воронеж, e-mail: [kireewa.e.a@yandex.ru](mailto:kireewa.e.a@yandex.ru), тел.: +7 (473) 276-40-07*

---

Аннотация. В современном обществе активно развиваются технологии и конечно же они затрагивают многие сферы общественной жизни в том числе и финансовые. В данной статье будут рассматриваться основы логического развития в финансовой сфере, какие существуют закономерности внедрение финансовых технологий в современную финансовую систему, проводится оценка перспектив развитие технологий, а также проводится анализ распространение финансовых технологий в мировом масштабе в условиях глобальной цифровизации.

*Ключевые слова: финансовые технологии, цифровизация, киберриски, блокчейн.*

В последние десятилетия современные технологии развиваются стремительными темпами. Не обошли существенные преобразования и финансовую сферу. Толчком в развитии финансовых технологий послужил кризис, начавшийся ещё в далёких 2007-2009 годах, именно рост накопившихся финансовых проблем послужил точкой для развития инноваций, которые, в свою очередь, не гарантировали эффективное перераспределение имеющихся ресурсов и не способствовали производственному росту.

Именно финансовая неустойчивость в начале двухтысячных годов и дала развитие в финансовом секторе, которая потребовала внедрения прогрессивного технологичного подхода. При этом необходимо было применение новых возможностей, которые позволяли бы включить в финансовый сектор более удобные технологичные средства для облегчения применение их, расширенная реализация которых позволяла бы увеличивать прибыль компаний. Основой для активного продвижения финансовой доступности послужило активное распространение в глобальном, мировом смысле интернет сетей, распространение современных гаджетов и нейросетей, которые помогли облегчить эффективное внедрение современных технологий в финансовый сектор и улучшить распределение ресурсов, а также эффективному применению инвестиций. Но вместе с открывающимися возможностями, которые позволяют быстро преобразовывать информацию, обрабатывать ее и передавать большие объемы данных, появились и существенные риски и прежде всего это риски связанные с безопасностью информации. Это говорит о необходимости применения методов и механизмов, способствующих повышению эффективности сохранности цифровых данных, минимизации существующих угроз и рисков с целью недопущения экономических потерь. Киберриск - это риск, связанный с угрозой несоблюдения условия безопасности цифровой информации, управление которым будет содействовать повышению работы каждого экономического субъекта [1].

В современном научном сообществе проблеме цифровизации уделяется всё большее внимание и отмечается тенденция, что воздействие цифровизации на общество имеет не только положительное воздействие, но и отрицательное. В широком смысле цифровизация рассматривается как необходимость развития современного общества, которая охватывает многие сферы жизни и с этим выдвигает определённые условия для комфортного и продуктивного развития как экономики, так и качества жизни общества [5]. Если данные

условия не выполняются, общество сталкивается с различными негативными последствиями, основными из которых является угроза мошенничества, которая приводит к потере не только финансовых средств, но и личных конфиденциальных данных (рис. 1).



**Рис. 1. Современные информационные вызовы**

Несмотря на все существующие вызовы связанные с цифровизацией эта сфера активно развивается и современные явления, которые происходят в финансовом секторе экономики позволили включить новых игроков, которые существенно оказывают конкурентное воздействие в целом на финансовый сектор бизнеса, особенно банковский, что в свою очередь также способствует активации спроса на наиболее современные рычаги влияние и взаимосвязи в экономическом и финансовом секторе.

Вышесказанное доказывает необходимость внедрения современных финансовых технологий, которые специалистами сокращённо называются финтех, с учетом возникающих рисков в цифровой среде. Финансовые технологии - это стремительно развивающаяся сфера, которая применяет инновационные технологии, помогает расширить сектор финансовых и банковских услуг, предполагает создание универсальных бизнес-моделей различных платёжных сервисов обслуживание клиентов, при этом при применении финансовых технологий отмечается существенное снижение затрат, что способствует увеличению прибыли компании, а также осуществляется финансовая инклюзия. Так, например, существенной идеей финансовых технологий является использование открытого банкинга (API)- данная система позволяет между собой разными программами обмениваться данными, таким образом осуществляется эффективная взаимосвязь различных сервисов и платформ, образуя своего рода новую финансовую среду, которая открывает всё больше возможности для бизнеса. Конечно такой технологический скачок произошёл не сразу.

Финансовым технологиям предшествовали несколько исторических этапов.

Первый из них отмечается появлением количества банковских операций в банковской системе. Это послужило разработке системы банковских карт.

Следующим этапом, который стал развивать финансовые технологии стало появление онлайн банкинга, который стали применять современные торговые площадки, например, всемирно известна американская платформа eBay. Удобство такой системы оплаты способствовало резкому росту спроса на онлайн-платежи.

В дальнейшем росте спроса на новейшие финансовые технологии послужило появление криптовалюты, такой как Bitcoin, который стал альтернативой привычной валюте и технология блокчейн, где информация записывается на отдельные блоки, которые взаимосвязаны в единую цепочку. Технология блокчейн очень способствовал развитию таких секторов как экономика, торговля, голосование и даже здравоохранения.

И последним существенным шагом к развитию финансовых технологий послужило создание искусственного интеллекта, который позволил применять гибкие механизмы автоматизация с учётом персонализации данных и предпочтений в области оказываемых услуг, а также высокую степень обучаемости и адаптивности.

Современные тенденции развитие финансовых технологий позволили создать новые платёжные решения, например, такие как "Быстрые деньги" B2B, которая получила наибольшую популярность совместно с технологией BNPL, основная концепция которой в том, что можно приобрести товар сегодня, а оплатить за него завтра. Также финансовые технологии позволяют налаживать более глубокие отношения с существующими клиентами не акцентируя внимание и не тратя усилия на традиционном поиске новых клиентов. Применение финансовых технологий позволяет существенно снизить стоимость транзакций за счёт снижения комиссии за перевод денежных средств.

В последняя время финансовые технологии начинает привлекать сектор страховых услуг. Это связано с нестабильной экономической ситуацией во всём мире и конечно же в России. Инвесторы стремятся максимально застраховать свои инвестиции, а страховые компании для увеличения оборота активно внедряют современные финансовые технологии, одним из них являются SaaS-решения (Software as a Service) - это готовая рабочая программа, которая предоставляет услуги через интернет и полностью обслуживается сервис-провайдером и отличается от PaaS- решения (Platform as a Service), которая является тестовой и не контролируется разработчиками. Также с помощью техрешений страховщики активно оценивают стартапы, позволяя быстро оценить наиболее перспективные. Да и среди финансовых технологий появляются все больше молодых проектов, ориентированных на применение электронных технологий, так чат-боты помогающие быстро отсортировать наиболее востребованные услуги и оперативно определить имеющиеся проблемы и недовольство клиентов. Ещё одним направлением электронных технологий страхования является электронное оформление полисов.

Становится очевидным, что финтех оказывает существенное влияние на современную финансовую среду, а также на её развитие, более того, он становится ключевым фактором для успешного стратегического планирования, поскольку это синтез передовых информационных технологий и участников финансового рынка, которые формируют финансовые услуги и продукты, т.е. финансовую среду. Подтверждение тому является активное вливание инвестиций в RegTech (Regulatory Technology) и SupTech (Supervisory Technology) технологии, которые помогают организациям оперативно осуществлять аудит компании, своевременно отслеживать эффективность работы системы риск-менеджмента, соблюдение законодательных нормативов и актов, а также отслеживать деятельность прочих участников финансового рынка.

Многие страны уже обратили внимание на возможности, который дают финансовые технологии, на скорость платёжных переводов и рост технологических решений. Страна-лидер по финансовым техническим операциям является Китай. Правительство республики, а также Народный банк активно поддерживают внедрение финансовых технологий и развивают правовой сектор в этом направлении. Финансовыми услугами в Китае пользуется

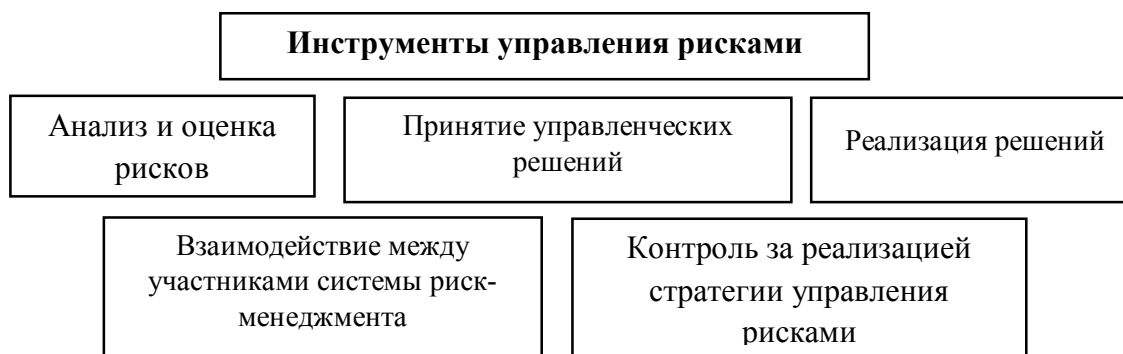
68% населения. Естественно это делает Китайскую Народную Республику привлекательной для внедрения инноваций, причём большую долю инвестиций приходится на иностранные компании. Следующая страна по привлечению инвестиций Соединённые Штаты Америки. На их долю приходится 40% инвестиций, это обуславливается ростом венчурной системой. Поскольку Соединённые Штаты Америки тесно связаны с такими странами как Великобритания и Германия, и в экономическом и в национальном отношении, то становится естественным, что и эти страны начинают активно использовать и инвестировать в финансовые технологии. Так, например, Великобритания занимает в мировом рейтинге второе место среди компаний «единорогов» занимающихся финансовыми технологиями. Следующим лидером по внедрению и развитию финансовых технологий следует считать Японию, которая выделила одной из своих ключевых национальных целей - стать мировым ключевым центром в принятии финансовых решений [2].

**Таблица 1**

**Объем рынка цифровых платежей**

Топ 5 стран:	Платежи, млрд долл.
КНР	3427,00
США	1041,00
Великобритания	445,10
Япония	375,50
Германия	270,00

Россия занимает 13 место в рейтинге стран активно развивающих и применяющих финансовые технологии. Успеху развития способствует поддержка государства в области развитие платёжной системы, а также активное участие таких крупных участников финансового рынка как Сбербанк, Альфа-банк, Тинькофф и др. Так же Россия занимает двадцатое место по инвестированию в цифровые технологии. Это конечно существенное отставание по сравнению лидирующими странами, так, например, Япония занимает шестое место. Специалисты объясняют это тем, что всё ещё не достаточно развивается фондовый рынок по сравнению с развитыми странами, а так же сверхмощными кибератаками, которыми уже несколько лет подвергается Россия, что вызывает определенные опасения со стороны инвесторов. Последние наносят существенный вред национальным интересам страны. Внедрение сквозных цифровых технологий, которые активно применяются в различных сферах управления, в том числе и государственном, позволяют использовать, хранить, обрабатывать информацию в электронный вид, но при этом и являют собой современные киберриски вызванные спецификой киберпространства провоцирую появление инцидента (киберинцидента), которые приводят к неплатежеспособности организации, длительным простоям и снижению качества. Именно поэтому все компании, не зависимо от рода деятельности, организационно-правовой формы должны осуществлять меры по предупреждению и преодолению новых киберугроз. Для эффективного управления рисками необходимо применение набора инструментов, позволяющих существенно снизить уровень потерь. Набор таких инструментов представлен на рисунке 2.



**Рис. 2. Инструменты управления рисками**

Набор таких инструментов по управлению рисками представлен в международных и национальных стандартах, в которых определяются требования, правила по руководству и характеристики составляющих системы риск-менеджмента. В Российской Федерации национальным стандартом является ГОСТ Р ИСО 31000-2019 «Менеджмент риска. Принципы и руководство» утвержденный в 2019 году [7]. Разработка и внедрение в практику подобных стандартов говорит об активной проактивной политики со стороны государства, что позволяет активно наращивать обороты по доступности цифровых платформ, это в свою очередь будет обеспечивать прирост капиталов, а также распространению и процветанию финансовой культуры.

Такая политика в течение трех лет гарантирует прирост доли финансовых услуг не менее чем на 15%, что естественно будет благодатной почвой для стимулирования развития инноваций в финтех сфере [2].

**Таблица 2**

**Основные показатели развития финтех-рынка в России**

Показатель	Значение	Изменение, год к году (%)
Общий объем финтех-рынка (I пол. 2024г)	115,5 млрд.руб.	14,6%
Общий объем финтех-рынка (II пол. 2024г)	59,2 млрд.руб.	10,5%
Объем рынка ЦФА (август 2024г)	217 млрд.руб.	362 % (за 8 месяце 2024г)
Количество выпусков ЦФА (август 2024г)	650-700	200% (за 8 месяце 2024г)
Клиенты финансовых маркетплейсов	2 млн. руб.	1100%

Россия активно стремится занять в финансовом секторе лидирующие позиции на мировом рынке среди финансовых технологий. Содействует этому инновационные компаний, которые активно внедряют инвестиции и развивают финтех-стартапы, предлагая услуги по управлению активами и банкинг. Поскольку в России растёт спрос на кредитные услуги, то активную поддержку в инвестировании оказывают банки, которые могут позволить сопровождать пилотные проекты экспертной поддержкой, тем самым расширяя каналы продаж.

Для обеспечения эффективного развития в финансовой сфере в России необходимо выделить следующие направления:



- на законодательном уровне классифицировать и регламентировать деятельность финансовых учреждений, это позволит обеспечить защиту интересов клиентов пользующихся финтех-сервисами;

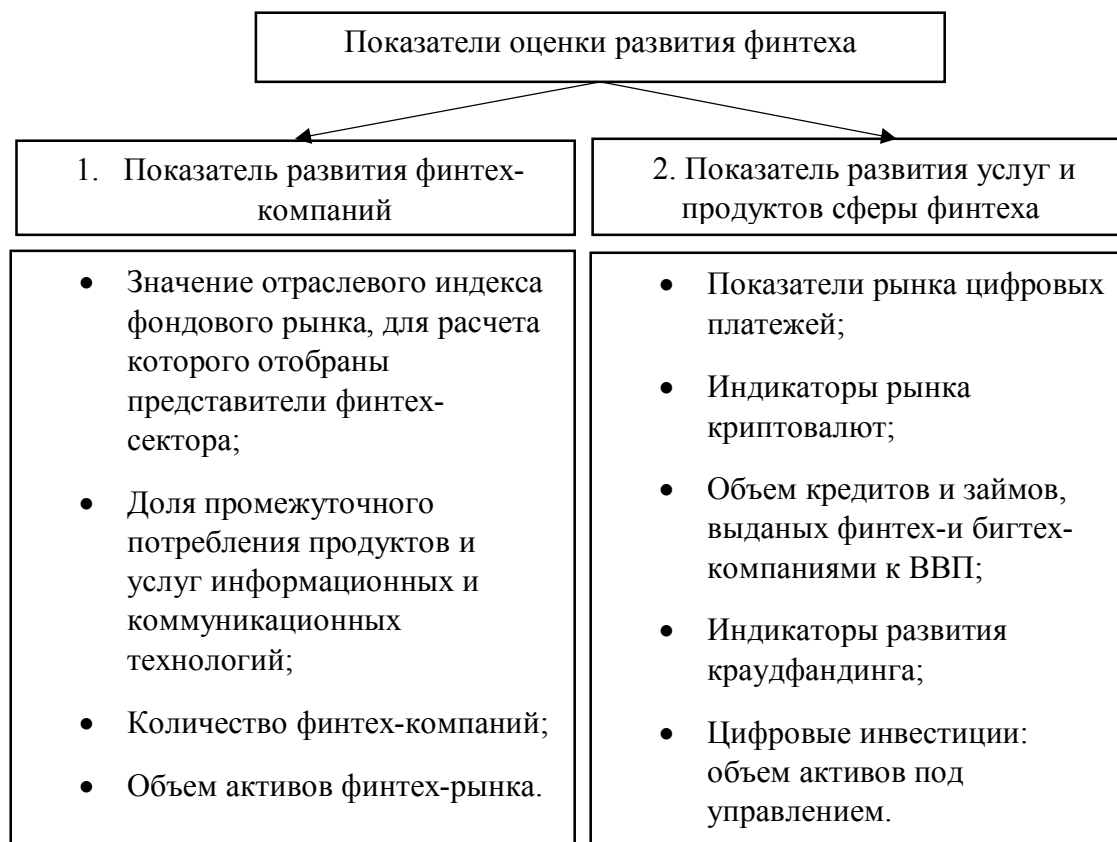
- распределить функции Regulatory Technology и блокчейн, что позволит повысить интерес банковского сектора;

- развивать неолбанки, которые благодаря тому, что работают только через интернет, и следовательно у них нет необходимости иметь свои офисы существенно снижают свои издержки, благодаря чему могут выплачивать своим клиентам более высокие процентные ставки по вкладам, взимать низкие комиссии за совершение операции по сравнению с конкурентами.

- способствовать расширению API, это позволит повысить спрос на технологии, а следовательно будет способствовать развитию конкуренции на финансовом рынке России;

- необходимо развивать и внедрять отечественные финтехнологии и финсервисы, это будет способствовать независимости российских компаний от иностранных программных систем и повышать конкурентоспособность на мировом рынке.

Специалисты в области финансов выделяют два основных показателя с помощью которых происходит оценка развития финтеха на мировом уровне. К первым показателем относят развитие компаний, занимающихся финансовыми технологиями. Оценивается количество фирм и объем их активов. Ко второму показателю относят услуги и техпродукты предлагаемые данными фирмами, оценивается количество платежей через мобильные приложения включая объем транзакций, учитывается объем выданных кредитов на развитие финансовых технологий, а также учитывается количество автоматизированных услуг, оказываемых компаниями своим клиентам, анализируются клиентоактивность пользования и удобство использования продукта.



**Рис. 3. Показатели оценки развития финтеха на становом уровне**

Несмотря на неоспоримые плюсы современных финансовых технологий, на практике специалисты выделяют факторы, которые существенно влияют на динамику развития, к таким факторам можно отнести [2]:

- Отсутствие единого понимания и трактовки определения финансовых технологий;
- Неоднозначность законодательной базы для FinTech- и BigTech компаний (некоторые страны вообще не ведут отдельно учет по таким компаниям);
- Нет оперативного сбора данных как в станovém, так и в мировом масштабе данных по финтех-компаниям;
- Отсутствие оптимизированной системы управления;
- Сложность привлечения капитала;
- В России большие проблемы оказало импортозамещение, вызванное отказом от использования иностранных программных продуктов;
- Нехватка квалифицированных кадров;
- Отсутствие риск-ориентированного подхода.

Выше перечисленные факторы обосновывают необходимость формирования эффективной системы управления киберрисками в организациях. Для этого необходимо уметь правильно их оценивать. Для этого специалисты по управлению выделяют два способа – качественной и количественной оценки рисков. Качественная оценка проводится в основном с помощью экспертов, которые проводят ранжирование рисков в зависимости от уровня возможного ущерба и вероятности их возникновения, в следствии чего разделяют имеющиеся риски на высокие или сильные, слабые или допустимые и низкие. Так же к качественным и одним из самых распространённых методов оценивания относят метод аналогий. Суть которого заключается в сравнительном анализе подобных рисков, которые уже случались ранее. Оба метода, не смотря на свою простоту показывают хороший результат, но только в том случае, если в качестве экспертов выступают опытные и очень квалифицированные специалисты, поскольку данные способы носят субъективный характер. В отношении киберрисков и с учетом стремительно развивающейся, относительной новой цифровой среды подобных специалистов крайне мало, к тому же крайне тяжело предусмотреть все возможные факторы влияния, которые за частую у каждой организации ввиду ее специфик очень индивидуальны. Поэтому в современной цифровой среде киберриски финансовых технологий предпочтительно оценивать количественным способом, в которых нет субъективности. К подобным методам относится метод FAIR (Factor Analysis of Information Risk). Его основной и главной особенностью является то, что он позволяет провести анализ именно информационных рисков и построить модель управления в области информационной безопасности. Построение данной модели строиться на основе экономического подхода при принятии решений в информационной среде и в сравнении с существующими мерами по управлению рисками и их финансовыми показателями. Для этого выделяются ключевые переменные, которые имеют количественную оценку и показывают уровень примлемости потерь для организации. Необходимо отметить, что данный метод на сегодня является единственным количественным методом позволяющим оценивать риски в информационной среде. Он позволяет с помощью сформированного рейтинга рисков выделить среди них наиболее важные и требующие принятия неотложных мер по их ликвидации или уменьшению.

Для формирования наиболее эффективной системы управления рисками в информационной среде необходимо параллельно с методом FAIR осуществлять и мероприятия о которых говорилось выше (рис. 2). Так, например, взаимодействие между участниками системы риск-менеджмента подразумевает под собой коммуникационное взаимодействие как внутри организации, так и во внешней среде. В условиях цифровой трансформации коммуникационное взаимодействие имеет особо значимую роль, поскольку

именно оно позволяет оперативно разработать эффективный план антикризисного управления. Налаженная внутренняя коммуникация дает возможность руководящему составу своевременно получать необходимые сведения об существующих и возможных угрозах, понимать финансовые возможности организации и ее сильные стороны, таким образом построить эффективную систему управления риск-менеджмента. Внешняя коммуникация помогает эффективному взаимодействию и налаживанию более крепких отношений со стейкхолдерами. Благодаря открытой системе взаимодействия, стейкхолдеры чувствуют защищенность своих интересов и тем самым активнее инвестируют или работают на благо организации при этом формируя положительный имидж фирмы в бизнес-среде. Еще одним важным моментом является систематический анализ и оценка рисков. Важность постоянной оценки заключается не только в оперативном отслеживании угроз, но и в оценке качества и эффективности применяемой системы управления рисками, позволяет вовремя внести необходимые корректировки с учетом постоянно меняющихся внутренних и внешних условий. Как уже говорилось выше, для подобной работы должны привлекаться компетентные специалисты, которые могут оценить риски как с качественной, так и с количественной точки зрения. Последние помогают более точно определить частоту наступления рискованных событий и отследить их взаимосвязь, что способствует выработке наиболее качественного системы контроля.

В конченной системе управления должно отдаваться предпочтение проактивной политике по управлению рисками, т.е. предотвращению, сдерживанию и противодействию угрозам, но если предотвратить наступления рискованного события невозможно, то необходимо применять реактивные меры, направленные на немедленное реагирование и восстановление позиций, конечно такие меры должны разрабатываться предварительно в общей концепции системы управления рисками.

Вышесказанное свидетельствует о том, что современные финансовый сектор непременно будет развиваться с применением финансовых технологий и услуг. Вместе с ним будут развиваться такие направления как криптоиндустрия, применение искусственного интеллекта и блокчейна с учётом потребностей и поведения потребителей финансовых услуг, а также разрабатываться механизмы минимизации уровня риска кибербезопасности.

### Библиографический список

1. Гатилова И.Н. Тенденции и перспективы развития цифровой экономики России на современном этапе [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42572423> (дата обращения: 18.04.2025).
2. Криничанский К.В., Зеленева Е.С. Финтех-сектор в контексте финансового развития и проблем его измерения. Финансы: теория и практика. 2024;28(5):121-132. DOI: 10.26794/2587-5671-2024-28-5-121-132
3. Метельский А. А. Совершенствование системы банковского обслуживания на основе цифровой трансформации финансовых технологий // дис. на соис. уч. ст. канд. экон. наук. – 2023. – Т. 5. – №. 4. – С. 141-169.
4. Котова В. А. Современные тенденции развития рынка финансовых технологий / В. А. Котова, Н. А. Лысенко // Управление в социальных и экономических системах. – 2019. – №. 28. – С. 75-76.
5. Халин В.Г., Чернова Г.В. Цифровизация и киберриски // Управленческое консультирование. 2023. №7. С. 28-41.
6. Аналитическое агентство Smart Ranking. Fintech-рынок вырос на 15% по итогам I полугодия 2024 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://smartranking.ru/ru/analytics/FINTECH/fintech-rynok-vyros-na-15-po-itozam-i-polugodiya-2024/> (дата обращения: 15.04.2025).
7. ГОСТ Р ИСО 31000-2019 «Менеджмент риска. Принципы и руководство» утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому

регулированию и метрологии от 10 декабря в 2019 года № 1379-ст. URL <https://docs.cntd.ru/document/1200170125>

8. Официальная страница Центрального банка РФ. Раздел аналитики. Анализ тенденций в сегменте розничного кредитования на основе данных бюро кредитных историй [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cbr.ru/analytics/finstab/bki/> (дата обращения: 15.04.2025)

## FINANCIAL TECHNOLOGIES IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION

**E.A. Sidorova**

---

*Sidorova Ekaterina Aleksandrovna, Voronezh State Technical University, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Construction Management*

*Russia, Voronezh, e-mail: kireewa.e.a@yandex.ru, tel.: +7(473)276-40-07*

---

Abstract. Technologies are actively developing in modern society and, of course, they affect many areas of public life, including financial ones. This article will consider the basics of logical development in the financial sector, what patterns exist for the introduction of financial technologies into the modern financial system, assess the prospects for technology development, and analyze the spread of financial technologies on a global scale in the context of global digitalization.

*Keywords: financial technologies, digitalization, cyber risks, blockchain.*

### References

1. Gatilova I.N. Trends and prospects of development of the digital economy of Russia at the present stage [Electronic resource]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42572423> (date of access: 04/18/2025).
2. Krinichansky K.V., Zeleneva E.S. The fintech sector in the context of financial development and the problems of its measurement. Finance: theory and practice. 2024;28(5):121-132. DOI: 10.26794/2587-5671-2024-28-5-121-132
3. Metelsky A. A. Improvement of the banking service system based on the digital transformation of financial technologies. Candidate of Economic Sciences. – 2023. – Vol. 5. – No. 4. – pp. 141-169.
4. Kotova V. A. Modern trends in the development of the financial technology market / V. A. Kotova, N. A. Lysenko // Management in social and economic systems. – 2019. – No. 28. – pp. 75-76.
5. Khalin V.G., Chernova G.V. Digitalization and cyber risks // Management consulting. 2023. No. 7. pp. 28-41.
6. Smart Ranking analytical Agency. The fintech market grew by 15% in the first half of 2024 [Electronic resource]. – Access mode: <https://smartranking.ru/ru/analytics/FINTECH/fintech-rynok-vyros-na-15-po-itogam-i-polugodiya-2024/> (date of issue: 04/15/2025).
7. GOST R ISO 31000-2019 "Risk Management. Principles and Guidelines" was approved and put into effect by Order No. 1379-art of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated December 10, 2019. URL <https://docs.cntd.ru/document/1200170125>
8. The official page of the Central Bank of the Russian Federation. The analytics section. Analysis of trends in the retail lending segment based on data from credit bureaus [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.cbr.ru/analytics/finstab/bki/> (date of request: 04/15/2025)

# **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ**

УДК 519.714.3

## **ЭВОЛЮЦИЯ ПРОЕКТНОГО УПРАВЛЕНИЯ: ОТ ТРАНССИБИРСКОЙ МАГИСТРАЛИ К СЕТЕВЫМ МОДЕЛЯМ**

**С.А. Баркалов, П.Н. Курочка, Е.А. Серебрякова**

---

**Баркалов Сергей Алексеевич**<sup>\*</sup>, Воронежский государственный технический университет, доктор технических наук, профессор, декан факультета экономики, менеджмента и инновационных технологий, заведующий кафедрой управления  
Россия, г. Воронеж, sbarkalov@nt.ru; 8-473-276-40-07

**Курочка Павел Николаевич**, Воронежский государственный технический университет, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры управления  
Россия, г. Воронеж, kpn55@rambler.ru; 8-473-276-40-07

**Серебрякова Елена Анатольевна**, Воронежский государственный технический университет, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры цифровой и отраслевой экономики  
Россия, г. Воронеж, sea-parish@mail.ru, 8-473-276-40-07

---

Аннотация: Исследуется эволюция методов управления сложными проектами, начиная с исторических мегапроектов, таких как строительство Транссибирской магистрали, и заканчивая современными сетевыми моделями и алгоритмами оптимизации. Анализируются ключевые этапы развития управленческих подходов: от линейных графиков и циклограмм до сетевых графиков, основанных на теории графов. Особое внимание уделено вкладу российских инженеров, разработавших инновационные методы планирования, такие как циклограммы и обобщённые сетевые модели (ОСМ), которые позволили синхронизировать работы на масштабных объектах. Подробно рассматриваются алгоритмы поиска максимального потока (Форда-Фалкерсона, Гольдберга-Тарьяна) и их связь с задачами линейного программирования. Подчеркивается роль теории двойственности, планарных графов и методов минимизации затрат в логистике. Практические примеры, включая распределение ресурсов в строительстве и военной логистике, демонстрируют, как математические модели адаптируются к реальным условиям. Материал также затрагивает современные приложения теории графов в анализе производственных процессов, управлении потоками данных и ресурсов.

*Ключевые слова:* проектное управление, сетевые модели, алгоритмы максимального потока, теория графов, циклограммы, диаграммы Ганта, двойственные сети.

Современный интерес к проектным методам управления обусловлен необходимостью балансировать между двумя целями: достижением стратегических задач и поддержанием стабильности организации [4, 5, 9]. Этот управленческий дуализм требует от компаний не только фокусироваться на миссии, закреплённой в уставе, но и обеспечивать долгосрочное функционирование, что подразумевает выполнение вспомогательных функций, не связанных напрямую с основной деятельностью. В таких условиях оптимальной становится гибкая

организационная структура, способная адаптироваться к динамичным изменениям. Постоянная трансформация рынка диктует необходимость решения новых задач, которые могут кардинально менять приоритеты, ставя под вопрос целесообразность частой реорганизации предприятия. Ответом на этот вызов стало проектное управление, сочетающее вертикальную иерархию с горизонтальными связями для эффективной координации задач.

Эти принципы, кажущиеся очевидными сегодня, столетие назад только начинали формироваться. Ярким примером их интуитивного применения стало строительство Транссибирской магистрали – мегапроекта, сопоставимого по масштабу с атомными и космическими программами XX века. Инициатива возникла после потери Аляски в 1867 году, заставившей Россию осознать важность постоянного освоения территорий. В 1891 году стартовало создание железной дороги, соединившей Миасс (современная Челябинская область) с Владивостоком, чтобы стимулировать экономику прилегающих регионов [9].

Для управления проектом был учреждён Комитет Сибирской железной дороги (КСЖД) — межведомственный орган под председательством наследника престола Николая II (сохранившего пост после вступления на трон). В состав вошли премьер-министр, министры ключевых ведомств и государственный контролёр, что воплотило принцип «первого руководителя», обеспечив приоритетность проекта и оперативное взаимодействие между структурами. Трассу разделили на шесть участков, а строительство вели силами отечественных специалистов с использованием местных материалов и государственного финансирования [9].

Понятно, что в сложившихся условиях на инженерно-управленческий персонал легла огромная нагрузка и не меньшая ответственность. Необходимо было увязать деятельность значительного количества людей и техники, обеспечить бесперебойное снабжение участков строительства всеми необходимыми материалами и полуфабрикатами, а это требовало совершенных методов организационно-технологического проектирования и это в ту пору, когда простой арифмометр типа известного впоследствии «Феликса», а в «девичестве» «Оригинал-Однер»<sup>12</sup>, еще казался чудом техники [3, 7]. Но, как показала история, русские инженеры справились с этой грандиозной задачей моделирования процесса производства.

Известно, что в настоящее время существуют три основных способа описания процессов выполнения работ и их визуализации в виде графиков работ: линейный, циклограммный и сетевой. Каждый из них обладает уникальными преимуществами и ограничениями. В конце XIX не существовал ни один из указанных методов: каждый инженер отображал полученные расчеты в наиболее удобном виде, который чаще всего склонялся к линейной форме. И это вполне понятно: так как линейный формат – наиболее интуитивно понятный, так как отображает задачи в виде временных отрезков на шкале. Однако он не поддерживает сложные математические методы, необходимые для оптимизации сроков или рационального распределения ресурсов.

Циклограммный подход сложнее, но позволяет частичную формализацию данных. Это открывает возможность применения алгоритмов для анализа и корректировки планов.

Сетевые модели, основанные на направленных графах, обеспечивают наиболее полное математическое описание процессов. Они используют инструменты теории графов для детального проектирования структуры работ. Сетевой график в данном контексте — это визуальное отображение взаимосвязей между этапами проекта, где вершины графа

---

<sup>12</sup> «Оригинал-Однер» – первый российский арифмометр, созданный в 1877 г. и в 1893 г. на выставке в Чикаго, получивший главную награду. До 1917 г. в России было выпущено 23 тыс. таких устройств. Первые арифмометры в СССР были выпущены в 1925 г. на Суцевском им. Ф. Э Дзержинского механическом заводе в Москве под маркой "Оригинал-Однер". В дальнейшем (с 1931 г.) они стали известны как арифмометры "Феликс". В СССР арифмометры В.Т. Однера были популярны на протяжении многих лет и выпускались до середины 1970-х годов под марками «Оригинал Однер», «Союз», «Оригинал Динамо», «Москва», «Феликс».

соответствуют задачам, а рёбра — их последовательности и зависимостям. Таким образом, переход от линейных к сетевым моделям повышает глубину анализа, но требует более сложных вычислений. Именно поэтому сетевые модели появились гораздо позже: в середине XX века.

С момента выделения строительства в самостоятельную профессиональную сферу в нём стали проявляться элементы проектного управления. Это связано с уникальными особенностями отрасли: значительными финансовыми затратами, длительностью жизненных, производственных и инвестиционных циклов, перемещением зон активности, а также сезонностью работ. Эти факторы обусловили необходимость привлечения множества сторонних организаций — субподрядчиков, что потребовало разработки систем координации.

Организация строительного процесса включала две взаимосвязанные задачи: подготовку генерального подрядчика к реализации технически сложных объектов и синхронизацию действий субподрядчиков. Решение этих задач фиксировалось в организационно-технологической документации, ключевым элементом которой оставался календарный план. Он определял сроки, ресурсы, исполнителей и последовательность работ. Хотя форматы документов со временем менялись, их суть сохранялась.

Изначально календарные планы представляли собой таблицы, но к началу XX века их эволюционировали в диаграммы Ганта. Простые в построении и наглядные, они до сих пор применяются в виде линейных графиков. То, что было очевидно всем и всеми широчайшим образом использовалось, было очень оперативно запатентовано Гантом и сейчас практически во всем мире используются не просто линейные диаграммы, а диаграммы Ганта. Вот что означает американская предприимчивость и хватка. Однако их недостатки — отсутствие данных о ресурсах, сложность анализа отдельных участков (захваток) и громоздкость для крупных проектов — стимулировали поиск альтернатив.

Прорыв произошёл благодаря русским инженерам, участвовавшим в строительстве Транссибирской магистрали (1891–1916 гг.) [9]. При возведении линейных объектов диаграммы Ганта оказались малоэффективны, так как не позволяли контролировать работы по захваткам. Новаторский подход возник при строительстве железнодорожного моста через Оку у Муромы, где впервые использовали циклограммы. В отличие от западных коллег, русские специалисты, включая руководителя проекта А.Ф. Эндимионова, не патентовали метод, что привело к отсутствию формального авторства.

Циклограммы упрощали планирование поточных работ, позволяя синхронизировать смежные процессы для сокращения сроков. Однако следующим шагом стало внедрение сетевых графиков, основанных на теории графов. Они визуализировали последовательность операций, выявляли критические пути и помогали распределять ресурсы. Несмотря на преимущества, сетевые модели требовали перестройки при изменении количества захваток, что усложняло их применение. Для устранения этого недостатка В.И. Воропаев разработал обобщённые сетевые модели (ОСМ), сочетавшие гибкость графов с наглядностью диаграмм Ганта.

Таким образом, эволюция методов управления в строительстве отражает потребность в балансе между детализацией, гибкостью и практичностью, а также подчёркивает вклад как зарубежных, так и отечественных специалистов, чьи идеи часто опережали время.

Понятно, что реализация такого глобального проекта как Транссиб сопровождалась инновациями. Среди инструментов организационно-технологического проектирования появилась новая форма представления календарных графиков — циклограммная, которая позволяла отобразить особенности применения поточного метода производства. Русские инженеры разработали циклограммы — альтернативу графикам Ганта — для визуализации этапов работ. Особого внимания заслуживает возведение моста через Енисей в Красноярске. Инженер Лавр Проскуряков создал проект за четыре месяца, предложив рекордные для эпохи решения: пролёты длиной 144,5 метра с арочными параболами высотой 27 метров.

Благодаря слаженной работе Комитета (КСЖД) согласование заняло всего месяц, несмотря на скепсис части экспертов [9].

Руководитель строительства Евгений Кнорре внедрил новаторские методы: работы велись зимой, используя вымораживание грунта для установки опор. На берегу организовали мастерские, где собирали 900-тонные пролёты, которые затем надвигали на позиции. Это тоже было новым: до этого сборочные работы велись в стационарных мастерских, а затем собранные конструкции доставляли к месту монтажа. Но как доставить конструкцию массой в 900 тонн, длиной 144 и высотой 27 метров? Оказалось, что перемещение сборочных мастерских к месту монтажа более выгодно, чем доставка готовой конструкции. Использование зимнего времени для монтажных работ позволило преодолеть имеющиеся сложности: паводки, быстрое течение, сложный рельеф дна – и завершить строительство за три года. В 1899 году мост успешно испытали, пропустив состав с паровозами и гружёными вагонами. Кнорре лично участвовал в тесте, подчеркнув ответственность за проект, а в отчёте отметил 52-кратный запас прочности, «чтобы потомки не упрекнули».

К 1916 году протяжённость железных дорог России достигла 73 022 км (см. таблицу), а завершение Транссиба поставило вопрос о дальнейшем развитии [3, 9].

**Таблица 1**

**Протяженность железнодорожной сети России**

Годы	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907
Протяженность, км	53234	56462	57599	58362	59616	61085	63623	65500
Прирост, км	-	3218	1147	763	1254	1469	2538	1877
Годы	1908	1909	1910	1911	1912	1913	1914	
Протяженность, км	65919	66345	66581	68027	68954	70156	73022	
Прирост, км	419	426	236	1446	927	1202	2866	

В разгар Первой мировой войны создали «Особое межведомственное совещание» для планирования путейской инфраструктуры на 1917–1922 гг. Среди планов – строительство ветки от магистрали через Братск к Бодайбо для развития добычи золота и ресурсов Приленского края, с перспективой продления до Якутии. Опыт Транссиба доказал: амбициозные задачи достижимы при грамотном сочетании управленческой гибкости, инженерной смелости и межведомственной координации.

Остается сказать, что наиболее современной формой представления календарных планов – являются сетевые графики.

Сетевое представление производственных процессов — это метод визуализации и анализа последовательности и взаимосвязи операций, необходимых для производства товаров или услуг. Оно позволяет наглядно представить все этапы производственного процесса, а также их взаимосвязи и зависимости.

Основные элементы сетевого представления:

1. События – моменты времени, когда начинается или заканчивается выполнение какой-либо операции. События обозначаются кружками или другими символами.

2. Работы (операции) – действия или процессы, которые необходимо выполнить для достижения цели. Работы обозначаются стрелками, соединяющими события.

3. Пути – последовательности работ, которые ведут от начального события к конечному. Пути могут быть различными, и их анализ позволяет определить наиболее эффективный путь достижения цели.

Преимущества сетевого представления:

- наглядность и простота восприятия информации;
- возможность анализа и оптимизации производственных процессов;
- выявление узких мест и резервов повышения эффективности;



- планирование и контроль выполнения работ;
- координация действий участников производственного процесса.

Методы сетевого представления:

• Метод критического пути (МКП) – определяет наиболее длительный путь в сети и позволяет выявить операции, которые являются критическими для выполнения проекта в срок.

• Метод оценки и анализа программ (PERT) – учитывает неопределённость и вариативность времени выполнения операций, что позволяет более точно оценить сроки выполнения проекта.

Сетевое представление производственных процессов является полезным инструментом для планирования, анализа и оптимизации производства. Оно позволяет выявить проблемы и возможности для улучшения, а также способствует более эффективному управлению производственными процессами.

Исторически считается, что сетевые графики впервые использовались в США при создании ракетного комплекса «Поларис». Однако в СССР аналогичный метод неофициально применялся ещё в 1946–1947 гг. при копировании американского бомбардировщика В-29. Диспетчерское бюро под руководством И.М. Склянского создало сетевой график для координации 900 предприятий, но из-за отсутствия патентования приоритет опять-таки остался за США. Повторно метод внедрили в 1960-х в Воронежском конструкторском бюро химической автоматики (КБХА), где организовали отдел контроля и анализа работ (КАР), активно применявший сетевые модели [9].

Сетевое моделирование благодаря своей связи с теорией графов имеет более широкие возможности для решения практических задач. Дело в том, что в виде сетевого графика можно представлять не только взаимосвязи между работами, но и другие возникающие ситуации типа: можно ли провести заданные объёмы работ через имеющуюся сеть. Это можно сделать, используя понятие потока в сети [20].

Описание процессов взаимодействия в производственной системе при помощи потоков – это метод, который позволяет визуализировать и анализировать движение материалов, информации и ресурсов в рамках производственного процесса. Это помогает лучше понять, как различные элементы системы взаимодействуют друг с другом, и выявить возможности для оптимизации.

Основные элементы описания процессов взаимодействия:

Потоки – это движение материалов, информации или ресурсов между различными элементами производственной системы. Потоки могут быть материальными (например, движение сырья и компонентов), информационными (например, передача данных о заказах и запасах) или финансовыми (например, движение денежных средств).

Узлы – это точки, где потоки соединяются или разделяются. Узлы могут представлять собой производственные операции, складские помещения, транспортные средства и т. д.

Связи – это линии, которые соединяют узлы и показывают направление потоков. Связи могут быть односторонними или двусторонними, в зависимости от характера взаимодействия между узлами.

Преимущества описания процессов взаимодействия:

- наглядность и простота восприятия информации;
- возможность анализа и оптимизации потоков в производственной системе;
- выявление узких мест и резервов повышения эффективности;
- планирование и контроль выполнения работ;
- координация действий участников производственного процесса.

Методы описания процессов взаимодействия:

Метод потоков создания ценности – позволяет визуализировать все шаги, необходимые для производства продукта или услуги, и выявить возможности для сокращения времени и затрат.

Метод анализа потоков материалов – фокусируется на движении материалов в производственной системе и помогает выявить проблемы с логистикой, складированием и транспортировкой.

Метод анализа потоков информации – направлен на изучение движения информации в производственной системе и может помочь выявить проблемы с коммуникацией, обменом данными и управлением информацией.

Описание процессов взаимодействия в производственной системе при помощи потоков является полезным инструментом для планирования, анализа и оптимизации производства. Оно позволяет выявить проблемы и возможности для улучшения, а также способствует более эффективному управлению производственными процессами.

В качестве примера можно рассмотреть задачу распределения однотипных работ между исполнителями с целью соблюдения договорных сроков выполнения работ. В этом случае процесс распределения удобно представить, как задачу определения потока через заданную систему, а задача заключается в том, чтобы определить возможно ли в заданных условиях «протолкнуть» заданный поток через имеющуюся сеть.

В качестве иллюстрации приведем следующий пример.

Имеются  $n$  объектов на которых необходимо выполнить объемы работ схожие по технологии и организации выполнения. Примем следующие обозначения:  $W_i$  – объём работ на  $i$ -м объекте,  $d_i$  – доступные для реализации моменты начала работ на  $i$ -м объекте,  $D_i$  – договорной момент потенциального завершения работ на  $i$ -м объекте,  $a_i$  – допустимая по нормативам численность бригады на  $i$ -ом объекте,  $n$  – количество объектов;  $m$  – число временных промежутков в которые должны начинаться и заканчиваться, подлежащие выполнению работы;  $N$  – численность бригад.

В этом случае возможны следующие постановки задач оптимального распределения объемов работ по времени [4, 5]:

1. Отклонения от директивных сроков завершения работ должны быть минимальны

$$F_1 = \max_i (T_i - D_i) \quad (1)$$

где  $T_i$  – момент завершения работ на  $i$ -ом объекте.

2. Штрафы за отклонения от договорных сроков выполнения работ должны быть минимальными. В качестве меры, определяющей величину штрафа будем принимать объем невыполненных работ к моменту наступления директивного срока. В этом случае

$$F_2 = \sum_i c_i \delta_i \quad (2)$$

где  $\delta_i$  – объем невыполненных работ по  $i$ -ому объекту,  $c_i$  – норматив штрафа.

3. Величина штрафов за отклонение от договорных сроков должна быть минимальна

$$F_3 = \sum_i c_i (T_i - D_i) \quad (3)$$

где  $c_i$  – норматив штрафа, при  $T_i = 0$ ,  $c_i = 0$ .

4. В том случае когда за досрочное завершение работ предполагается выплата премиального вознаграждения, целевая функция задачи принимает следующий вид

$$F_4 = \begin{cases} b_i (D_i - T_i), & \text{если } T_i \leq D_i \\ c_i (T_i - D_i), & \text{если } T_i \geq D_i \end{cases} \quad (4)$$

Естественно предположить, что в этом случае соотношение между введенными величинами примет следующий вид  $b_0 \leq b_i \leq c_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ .

Для решения задачи построим двудольный граф, где: первое множество вершин соответствует  $n$  объектам, а второе множество вершин отражает  $m$  временных интервалов.

Формирование интервалов. Все временные точки  $d_i$  и  $D_i$  сортируются в порядке возрастания. На основе этих отсортированных значений определяются  $m$  интервалов, которые и образуют второе множество вершин графа.

Таким образом, структура графа связывает объекты с временными промежутками, полученными из упорядоченных исходных данных. Проиллюстрируем сказанное на примере 1.

**Пример 1** Величины отрезков времени  $d_i$  и  $D_i$ ,  $i = \overline{1,5}$ , представлены в табл. 2

**Таблица 2**

$i$	1	2	3	4	5
$d_i$	3	5	6	4	12
$D_i$	11	10	13	12	14

Проранжировав моменты времени  $d_i$  и  $D_i$  по возрастанию, получим

$$d_1 < d_4 < d_2 < d_3 < D_2 < D_1 < D_4 = D_5 < D_3 < D_5.$$

В данном случае получаем  $m = 8$  интервалов, длительности которых указаны в табл. 3

**Таблица 3**

$S$	1	2	3	4	5	6	7	8
$\Delta_s$	1	1	1	4	1	1	1	1

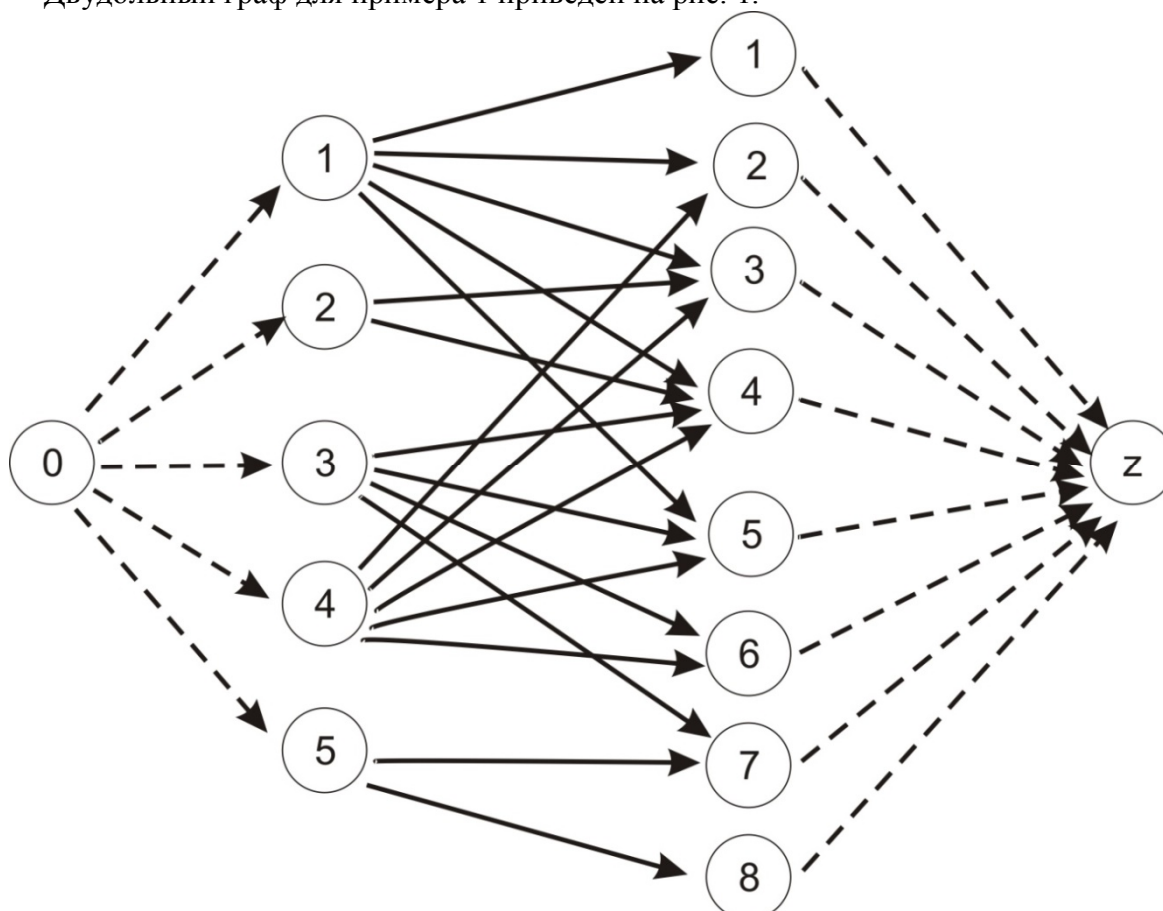
Обозначит  $P_s$  множество объектов, работы на которых могут проводиться в  $S$ -ом интервале. Для рассматриваемого в примере 1 случая это будут:

$$P_1 = \{1\}, \quad P_2 = \{1; 4\}, \quad P_3 = \{1; 4; 2\}, \quad P_4 = \{1; 4; 2; 3\}$$

$$P_5 = \{1; 4; 3\}, \quad P_6 = \{4; 3\}, \quad P_7 = \{3; 5\}, \quad P_8 = \{5\}$$

При построении графа учитываем, что дуга  $(i, s)$  проводится только в том случае если  $i \in P_s, s = \overline{1, m}$ . В итоге получаем для рассматриваемого примера двудольный граф, приведенный на рис. 1.

Двудольный граф для примера 1 приведен на рис. 1.



**Рис. 1. Двудольный граф**

Для дальнейшего решения преобразуем построенный двудольный граф в сеть, дополнив его входом в сеть (вершина 0) и выходом из сети (вершина z), соединив вход с вершинами первого подмножества, выход – с вершинами второго подмножества. Эти дуги на рис. 1 показаны пунктиром.

Далее необходимо определить параметры дуг, которые были введены в исходный граф. Для этой цели будем считать объемы работ  $C_{oi} = W_i$  за пропускные способности дуг  $(0, i)$ , объёмы работ, которые могут выполнить  $N$  человек за время  $\Delta_s$  то есть  $C_{sz} = N\Delta_s$  за пропускные способности дуг  $(s, z)$ , а максимальные объёмы работ, которые могут выполнить бригада из  $a_i$  человек в интервале  $S$  за пропускные способности  $C_{is} = a_i\Delta_s$  дуг  $(i, s)$ ,  $i = \overline{1, n}$ ,  $s = \overline{1, m}$ .

Обозначим  $x_{is}$  – объем работ по  $i$ -ому объекту, выполняемой в  $s$ -ом интервале

$$x_{oi} = \sum_{s \in R_i} x_{is}$$

где  $R_i$  – множество интервалов, в которых может выполняться работы  $i$ -го объекта; объем работ по  $i$ -у объекту,

$$x_{sz} = \sum_{s \in P_i} x_{is}$$

объем работ, выполняемый в  $s$ -ом интервале.

Очевидны ограничения

$$\begin{aligned} 0 \leq x_{oi} \leq c_{oi}, \quad i = \overline{1, n} \\ 0 \leq x_{is} \leq c_{is}, \quad i \in P_s, i = \overline{1, m} \\ 0 \leq x_{sz} \leq c_{sz}, \quad s = \overline{1, m} \end{aligned} \quad (5)$$

Набор чисел  $\{x_{is}\}$  образует поток по сети, величина которого

$$X = \sum_i x_{oi} = \sum_s x_{sz}$$

Заметим, что если  $X = \sum_i w_i = W$ , то это содержательно означает, что все работы на объектах завершены в срок.

Разность  $W_i - x_{oi} = \delta_i$ , будет равна объему невыполненных работ по  $i$ -ому объекту.

Рассмотрим алгоритм решения задачи минимизации максимального отклонения от договорных сроков. Введем обозначения

$$u = \max(T_i - D_i)$$

Отсюда следует, что

$$T_i \leq D_i + U, \quad i = \overline{1, n}$$

Зафиксируем величину  $U$ , соответственно, увеличив на  $U$  все  $D_i$ . При этом, может измениться упорядоченных чисел  $d_i$  и  $D_i + U$  и соответственно, длительности интервалов и пропускные способности дуг  $(i, s)$  и  $(s, z)$  поставим задачу определения величины в полученной сети.

**Лемма 1** [8] Минимальная величина  $U$ , при которой поток максимальной величиной равен  $W$ , определяет оптимальное решение задачи по критерию  $F_1$ .

Доказательство очевидно.

#### Описание алгоритма

**1 шаг.** Полагаем  $U_0$ . Определен поток  $X_0$  максимальной величины. Если величина потока равно  $W$ , то задача решена. В противном случае переходом к шагу 2.

**2 шаг.** Определяем разрез минимальной пропускной способности и вычисляем увеличение пропускной способности разреза при увеличении всех  $D_i$  на  $\Delta U$ . Заметим, что если в разрез заходит дуга  $(S, Z)$  или  $(i, S)$  то увеличение их пропускных способностей зависит от  $S$  такой, что его длина равна разности соседних  $d_i$  либо соседних  $D_i$  то очевидно, при увеличении  $D_i$  эта разность не изменится и увеличение пропускных способностей равно

0. Если же отрезок  $S$  такой, что его длина равна разности некоторого  $D$  и некоторого  $d$ , то очевидно, увеличение пропускной способности  $\partial y(i, s)$  равно  $a_i \Delta u$ , и дуги  $(S, Z)$  равно  $N \Delta u$ . Пропускные способности дуг  $(0, i)$ , заходящих в разрез, не изменяются суммарные увеличения является меленной функцией  $\Delta u$  (при условии, что очередность отрезков не изменился). Запишем ее в виде

$$\Delta(V) = A_0 \cdot \Delta U$$

Из уравнения

$$A_0 \cdot \Delta U = W - X_0$$

Определяем

$$\Delta U = \frac{W - X_0}{A_0}$$

Определяем такие минимальные  $\Delta U = \eta$ , такие что при  $\Delta U > \eta$  меняемся очередность отрезков.

$$\text{Берем } \Delta U = \min(\eta; \frac{W - X_0}{A_0})$$

Определяем поток максимальной величины при желательных сроках завершения  $D_i + \Delta U$ . Если величина поток равно  $W$ , то задача решена. В противном случае переходим к следующему шагу.

За конечное число шагов будет получено значения  $\Delta U$ , такое, что поток максимальной величиной равен  $W$ , то есть все работы выполнены. Заметим, что начальное значение  $\Delta U_0$  на первом шаге можно брать не нуль, а определяем из условия

$$(\Delta U_0 + \max_i D_i - \min_i d_i) N = W$$

Действительно, все работы должны быть выполнены в интервале

$$T = [\min_i d_i; \Delta u + \max_i D_i]$$

При общем объеме работ и количестве ресурсов  $N$  длина интервала  $T$  должна быть не меньше чем  $\frac{W}{N}$ . Отсюда получаем минимальное увеличение

$$\Delta U_0 = \frac{W}{N} - [\max_i D_i - \min_i d_i]$$

Если эта величина отрицательна, то получаем  $\Delta U_0 = 0$ .

Теория графов изначально развивалась для анализа игровых и развлекательных задач. Отправной точкой стала знаменитая проблема Кёнигсбергских мостов (1736 г.), решённая Леонардом Эйлером. Его работа не только дала ответ на конкретный вопрос, но и заложила основы теории, сформулировав критерий существования особого типа пути в графе. Полученный результат был оформлен в виде известной теоремы Эйлера.

**Теорема Эйлера.** [13, 16] Граф содержит замкнутый путь, проходящий по каждому ребру ровно один раз (ныне называемый эйлеровым циклом), в том случае если: все вершины имеют чётную степень, или ровно две вершины имеют нечётную степень (остальные – чётные).

Графы, удовлетворяющие этому условию, получили название эйлеровых. Однако, как позже было доказано, такие графы являются исключением:

**Теорема** [13, 16] Подавляющее большинство графов не являются эйлеровыми.

В 1857 году Уильям Гамильтон поставил задачу о поиске цикла, проходящего через все вершины графа без повторений. Это положило начало изучению гамильтоновых графов, в которых существует замкнутый путь, посещающий каждую вершину ровно один раз. В отличие от эйлеровых графов, здесь ситуация обратная:

**Теорема** [13, 16] Практически все графы содержат гамильтонов цикл.

Задача Гамильтона известна также как «задача коммивояжера», но простого решения эта задача не имеет. Для ее решения приходится применять достаточно трудоемкие

алгоритмы типа метода ветвей и границ. Работы Эйлера и Гамильтона послужили базой для развития

В отличие от элегантных решений Эйлера, многие задачи теории графов оказались значительно сложнее. Например, гипотеза четырёх красок, впервые сформулированная в 1852 г., получила строгое математическое доказательство лишь в 1976 г. – спустя более века активных исследований.

Другие практические приложения теории графов связаны с работами по электротехнике Г. Кирхгофа (законы Кирхгофа) и трудами А. Кэли по химическим структурам, разработавшего аппарат визуализации синтезируемых органических соединений. Это послужило толчком к созданию нового научного направления в химической кинетике.

Во время Второй мировой войны Дж. Данциг разработал методы оптимизации логистики, что привело к задаче о максимальном потоке. Форд и Фалкерсон (1955) предложили алгоритм расстановки пометок, ставший классикой.

Изначально теория графов рассматривалась как интеллектуальное упражнение без явной связи с реальными задачами. Однако с развитием технологий она стала инструментом для моделирования коммуникационных систем, включая транспортные сети. Ключевой этап её эволюции связан с представлением сетей передачи ресурсов (например, трубопроводов) в виде графов, где рёбрам соответствуют пути перемещения «продукта». Практический импульс развитию теории дали военные нужды. Во время Второй мировой войны перед США стояла сложная логистическая задача – обеспечение одновременных поставок на два удалённых театра военных действий (Европа и Тихий океан). Решением этих проблем занялся математик Джордж Бернард Данциг, чьи исследования в 1951 году привели к формализации задачи о максимальном потоке.

В 1955 году Л. Форд и Д. Фалкерсон предложили эффективный алгоритм её решения, известный как **алгоритм расстановки пометок** (позже названный в их честь) [21]. Метод неоднократно совершенствовался, последняя модификация метода датируется 2010 годом.

#### Основы задачи о максимальном потоке

Рассмотрим простую сеть (рис. 2) с источником  $x_0$ , стоком  $z$ , четырьмя вершинами и шестью дугами. Каждая дуга  $(x_i, x_j)$  характеризуется:

- пропускной способностью  $c_{ij}$ ;
- величиной потока  $\varphi(x_i, x_j)$ .

Свойства потока:

1. Ограничение пропускной способности:  $\varphi(x_i, x_j) \leq c_{ij}$ .
2. Кососимметричность:  $\varphi(x_i, x_j) = -\varphi(x_j, x_i)$ , что исключает наличие в графе петель ( $\varphi(x_i, x_i) = 0$ ). Эти условия обеспечивают корректность моделирования двустороннего движения ресурсов без накопления в узлах.
- 3.

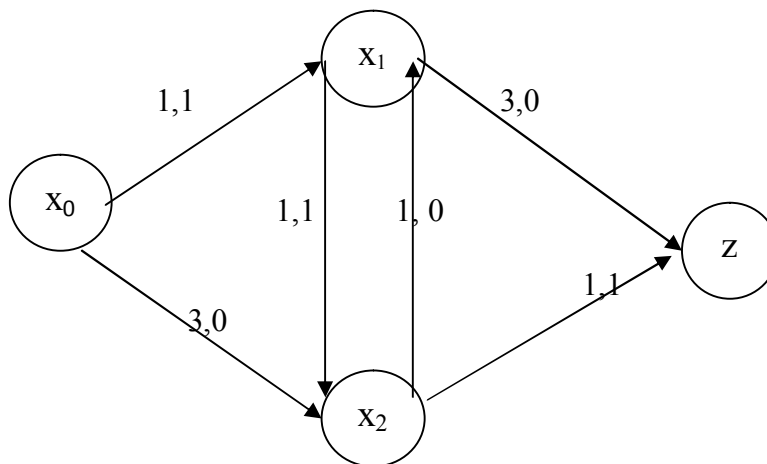


Рис. 2. Пример сети с потоком

3. Свойство сохранения потока. В исследуемой сети поток не может аккумулироваться или возникать в промежуточных узлах. Исключение составляют только начальная точка (источник) и конечная точка (сток). Это означает, что для любой вершины объем входящего потока должен равняться исходящему. Математически данное условие выражается уравнением баланса для каждой вершины.

$$\sum_{(x_i, x_j)} \varphi(x_i, x_j) - \sum_{(x_j, x_i)} \varphi(x_j, x_i) = 0 \quad (x \neq x_0, x \neq z) \quad (6)$$

4. Свойство баланса. Объем данных, исходящих из источника, должен строго соответствовать объему, поступающему в сток. Таким образом, величина  $\Phi$ , отражающая суммарную мощность потока, определяется как значение, равное как выходному потоку источника, так и входному потоку стока.

Задача о поиске максимального потока стала фундаментом для анализа сетевых систем, объединив теоретическую точность с прикладной ценностью. В рамках модели предполагается, что структура сети и пропускные возможности каналов (дуг) остаются неизменными. Подобные задачи относят к категории статических, где параметры системы фиксированы во времени.

Математическая формулировка задачи о максимальном потоке сводится к определению предельного значения  $\Phi$  при соблюдении условий баланса и ограничений на пропускную способность дуг, то есть необходимо найти максимум функции следующего вида

$$\Phi = \sum_{(x_i)} \varphi(x_0, x_i) \rightarrow \max \text{ или } \Phi = \sum_{(x_j)} \varphi(x_j, z) \rightarrow \max \quad (7)$$

при ограничениях на пропускную способность каждой дуги

$$\varphi(x_i, x_j) \leq c_{ij}, \quad (8)$$

и условиях сохранения потока (6)

Изучение структуры задачи (6)-(8) позволяет сделать вывод, что она относится к классу задач линейного программирования. Её решение может быть найдено как с помощью стандартных методов оптимизации, так и посредством алгоритмов, разработанных в теории графов. Рассмотрим второй подход более детально.

Для наглядности возьмём произвольное направленное ребро  $(k; l)$  в заданном графе (рис. 3). Каждой такой дуге присваивается два параметра: пропускная способность  $c_{kl}$  и текущий поток  $\varphi_{kl}$ . Алгоритм Форда-Фалкерсона, один из ключевых методов решения подобных задач, основывается на последовательном поиске вершин, через которые можно увеличить суммарный поток в сети. Для этого в процессе работы алгоритма вершины получают специальные метки, указывающие на возможность модификации потока через связанные с ними рёбра.



Рис. 3. Вершины со специальными метками

В рамках алгоритма рассматриваются четыре возможных варианта для анализируемой дуги  $(k; l)$ :

1. **Недоиспользованная дуга:** Если поток  $\varphi_{kl}$  меньше пропускной способности  $c_{kl}$ , то рассматриваемая дуга может передать дополнительный поток и в этом случае вершина  $l$  получает метку  $+k$ , указывающую на возможность увеличения потока.

2. **Насыщенная дуга:** При равенстве  $\varphi_{kl} = c_{kl}$  дуга полностью загружена, и увеличение потока невозможно. Вершина  $l$  остаётся без метки.

3. **Обратный поток:** Если по дуге  $(l; k)$  существует поток  $\varphi_{lk} > 0$ , его можно уменьшить, высвободив ресурс для увеличения общего потока. Вершина  $l$  помечается как  $+k$ .

**4. Нулевой обратный поток:** При  $\varphi_{lk}=0$  корректировка невозможна, и метка для  $l$  не присваивается.

Если в процессе маркировки достигается сток, это означает обнаружение пути от источника, вдоль которого можно увеличить поток, то есть имеет место прорыв. Максимальный прирост определяется «узким местом» – минимальной разницей между пропускной способностью и текущим потоком для всех дуг пути. Формально:

$$\Delta = \min(h_{min}, c_{kl} - \varphi_{kl}),$$

где  $h_{min}$  – величина минимальной пропускной способности из всего множества дуг, входящих в путь, состоящий из помеченных вершин.

Определив возможный прирост потока в сети, убираем у всех вершин, кроме истока, пометки и переходим к следующему шагу.

За конечное число шагов приходим к ситуации, когда прорыв к стоку – невозможен. Данная ситуация характерна для окончания алгоритма и поток в сети будет в данных условиях максимальным.

Основным недостатком алгоритма расстановки пометок является ограничение на пропускные способности дуг – они должны быть целочисленными. Если это условие не выполняется, то получаемое решение может оказаться неоптимальным или же приводить к заикливанию. С другой стороны, поскольку задача поиска максимального потока входит в категорию задач линейного программирования, где переменные не требуют целочисленных значений, естественно предположить, что существуют алгоритмы, свободные от подобных ограничений. Рассмотрим адаптацию алгоритма Форда-Фалкерсона для работы с непрерывными величинами потока.

Рассмотрим описание модифицированного алгоритма [15, 16].

**Шаг 1.** Исключение насыщенных дуг: На каждой итерации из сети удаляются дуги, где поток достиг пропускной способности  $\varphi_{ij} = c_{ij}$ . При старте алгоритма таких дуг нет, так как начальный поток во всей сети равен нулю  $\varphi_{ij} = 0$ .

**Шаг 2.** Поиск пути увеличения потока. В оставшейся сети (без насыщенных дуг) с помощью стандартного метода Форда-Фалкерсона ищется путь от источника к стоку. Если путь обнаружен, поток увеличивают на максимально допустимую величину, после чего процесс возвращается к шагу 1. Если путь отсутствует, алгоритм переходит к шагу 3.

**Шаг 3.** Восстановление сети и повторный поиск. Ранее исключённые насыщенные дуги возвращаются в сеть. В обновлённой структуре предпринимается попытка найти новый путь для увеличения потока. При успешном обнаружении путь используется для корректировки потока, и алгоритм возобновляется с шага 1. Если путь не найден, процесс завершается.

Ключевой моментом в данном алгоритме является принцип: максимальный прирост потока на каждом этапе определяется «слабым звеном» пути – минимальной разницей ( $c_{ij} - \varphi_{ij}$ ) среди всех его дуг. Это гарантирует, что ни одна дуга не превысит свою пропускную способность.

Таким образом, модификация алгоритма позволяет эффективно работать с непрерывными значениями, сохраняя основную идею — итеративное улучшение потока через поиск увеличивающих путей.

В основе, предложенной А. Гольдбергом и Р. Тарьяном модификации алгоритма нахождения максимального потока лежит понятие предпотока, под которым понимается функция  $f(x_i, x_j)$ , удовлетворяющая следующим свойствам:

1. Ограничение пропускной способности дуги

$$f(x_i, x_j) \leq c_{ij}.$$

2. Свойство кососимметричности:

$$f(x_i, x_j) = -f(x_j, x_i),$$

что означает возможность протекания потока по дуге в обе стороны, при этом величина потока в противоположном направлении принимает отрицательное значение. Из этого



свойства следует, что в представленной сети отсутствуют петли, то есть  $f(x_i, x_i) = 0$ , для любой вершины  $x_i$ .

3. Выполнение свойства сохранения потока в ослабленном виде, что приводит к появлению свойства неотрицательности избыточного потока. Это условие приводит к тому, что должно выполняться неравенство вида

$$\sum_{x_i \in V} f(x_i, x_j) \geq 0, \text{ для всех } x_j \in V \setminus \{x_0; z\}$$

Данный набор свойств делает возможным накапливание избыточного потока в произвольной вершине  $v$ . Избыточный поток в этом случае обозначается через  $e_f(v)$ .

Для произвольной вершины  $u$  определяется её высота  $h(u)$ , представляющая собой функцию, заданную на множестве натуральных чисел и удовлетворяющую следующим условиям:

$$h(z) = 0; h(x_0) = n; h(u) \leq h(v) + 1.$$

Алгоритм строится на последовательном применении двух ключевых операций: перераспределения потока (проталкивания) и изменения высоты вершин (подъёма).

Условия для выполнения проталкивания из вершины  $u$ :

1. Активность вершины  $u$ : наличие избыточного потока  $e_f(u) > 0$ .
2. Наличие допустимой дуги: существует хотя бы одна исходящая дуга  $(u, v)$ , не достигшая максимальной пропускной способности ( $f(u, v) < c_{uv}$ ).
3. Соотношение высот: высота вершины  $u$  не превышает высоту смежной вершины  $v$  более чем на 1, то есть выполняется соотношение

$$h(u) \leq h(v) + 1.$$

Таким образом, проталкивание возможно только при сочетании активности вершины, доступных ресурсов дуги и корректной иерархии высот в сети.

Иногда возникает сценарий, при котором активный узел (имеющий избыток потока) не может распределить его дальше, так как все исходящие соединения достигли максимальной пропускной способности. В этом случае выполняется операция «повышение уровня», направленная на изменение статуса узла. Для этого определяется соседний узел с наименьшим текущим уровнем, после чего уровень исходного узла устанавливается на единицу выше этого минимального значения. Это позволяет создать новые возможности для перераспределения потока в сети, то есть

$$h(u) = \min_{(u,v) \in E_f} [h(v) + 1],$$

где  $E_f$  – остаточная сеть, то есть сеть, состоящая из ненасыщенных дуг, поток по которым еще можно увеличить.

Таким образом, любая произвольная вершина  $u$  сети будет описываться следующими параметрами: избыточным потоком  $e_f(u)$  и высотой  $h(u)$ , а каждое ребро  $(u, v)$  – пропускной способностью  $c_{uv}$ ; величиной пропускаемого предпотока  $f(u, v)$  и потока  $\phi(u, v)$ .

В итоге алгоритм решения рассматриваемой задачи может быть записан следующим образом [15]:

**Шаг инициализации.** Выполняется начальная настройка алгоритма. Для этой цели задаются начальные параметры для всех вершин и дуг сети:

1. Потоки на дугах:

- Для дуг, исходящих из источника  $x_0$ , так называемый, прямой поток:  $f(x_0, u) = c_{x_0u}$ ; обратный поток задается в виде отрицательной пропускной способности дуги, то есть в виде:  $f(u, x_0) = -c_{ux_0}$ .

- На остальных дугах предпоток устанавливается нулевым:  $f(u, v) = 0$ .

2. Избыточный поток:

- Вершины, соединённые с источником  $x_0$ :

$$e_f(u) = c_{x_0u}.$$

- Избыток в источнике уменьшается на суммарную пропускную способность его дуг.
- Для остальных вершин (включая сток) поток принимается равным нулю.

### 3. Высота вершин:

Источник  $x_0$ :  $h(x_0)=n$ , где  $n$  – число вершин. Для всех остальных вершин (включая сток):

$$h(u)=0 \quad \forall u \in V \setminus \{x_0\}.$$

Таким образом, начальные параметры обеспечивают корректный старт алгоритма с распределением потоков и высот согласно заданным правилам.

**к-й шаг.** Осуществляется проверка: имеются ли в рассматриваемой сети активные вершины, то есть вершины с избытком потока для которых выполняется соотношение  $e_f(u) > 0$ ? В том случае, когда таких вершин больше нет – то решение получено. Если такие вершины имеются, то проверяется наличие ненасыщенных дуг. В том случае, когда такая дуга найдена, то вычисляется величина передаваемого потока по формуле:

$$\Delta = \min[e_f(u); c_{uv} - f(u, v)]$$

где  $c_{uv} - f(u, v)$  – остаточная пропускная способность дуги  $(u, v)$  и обозначается как  $c_f(u, v)$ . Дальнейшие действия на данном шаге направлены на то, чтобы обеспечить корректировку потоков и остаточных значений. Для этой цели необходимо уменьшить избыточный поток: в вершине  $u$ :  $e_f(u)$ , остаточной пропускной способности:  $c_f(u, v)$  и поток по обратной дуге:  $f(v, u)$  на величину  $\Delta$ . В целях обеспечения условий сохранения потока необходимо также откорректировать и избыточные величины потока по узлам  $v$ :  $e_f(v)$ , потока по дуге  $(v, u)$ :  $f(v, u)$ ; остаточная пропускная способность обратной дуги  $(v, u)$ :  $c_f(v, u)$  увеличить на такую же величину  $\Delta$ . Если же у активной вершины  $u$  все исходящие дуги насыщены, то есть выполняется условие вида  $\forall (u,v) : f(u,v)=c_{uv}$  её высота повышается, то есть выполняется операция «подъем»

$$h(u) = \min_{(u,v) \in E_f} [h(v) + 1]$$

Осуществляется переход к началу  $k$ -го шага.

Приведенный алгоритм проталкивания предпотока имеет вычислительную сложность порядка  $O(V^2E)$ , где  $V$  – число вершин;  $E$  – число дуг. Но это общеизвестная, классическая оценка вычислительной сложности. Существуют современные версии алгоритма в которых эта величина снижается до значения  $O(V^3)$  и даже до  $O(V^2\sqrt{E})$ . Объясняется это тем, что в рассматриваемой методике имеются дополнительные возможности, позволяющие снизить трудоемкость вычислений. К примеру, никак не регламентируется способ выбора активной вершины, а от этого зависит в некоторых случаях число производимых итераций, а, следовательно, и трудоемкость.

В завершение обзора методов поиска максимального потока стоит отметить важный результат, согласующийся с принципом двойственности в линейном программировании. Теорема Форда-Фалкерсона устанавливает взаимосвязь между задачами поиска максимального потока и минимального разреза в сети, демонстрируя их эквивалентность. Кроме того, задача о минимальном разрезе может быть сведена к поиску кратчайшего пути во вспомогательной сети, однако для такого преобразования необходимо выполнение условия планарности исходного графа — возможности его изображения на плоскости без пересечения рёбер. Важно отметить, что не все графы, визуализируемые на плоскости, удовлетворяют этому требованию.

**Утверждение.** Связный двудольный граф, содержащий два непустых множества вершин, где каждая вершина первого множества соединена с каждой вершиной второго, теряет свойство планарности.

Это означает, что подобные структуры невозможно изобразить без пересечений рёбер, что подтверждает ограниченность применения упомянутого преобразования для произвольных сетей.

Таким образом, теоретическая взаимосвязь задач сохраняется лишь при соблюдении строгих условий на топологию графа, что подчёркивает важность анализа структурных особенностей сетей перед выбором методов решения [13, 14, 17].

Свойство планарности исходного графа обусловлено требованием построения двойственной сети – вспомогательной структуры, отражающей топологию исходного графа. Процесс создания двойственной сети включает следующие этапы [14]:

**1 шаг.** Добавление разделяющего ребра. В исходный граф вводится дополнительное ребро, соединяющее источник и сток, без пересечения существующих рёбер. Участки графа, ограниченные рёбрами, называются гранями – они не содержат вершин или рёбер внутри. Разделяющее ребро делит плоскость графа на: внутреннюю грань (пространство внутри контура, образованного добавленным ребром) и внешнюю грань (область за пределами исходной структуры).

**Шаг 2.** Построение двойственной сети. Источник двойственной сети размещается внутри внутренней грани, а сток — во внешней. Для каждой из оставшихся граней исходного графа создаётся отдельная вершина двойственной сети.

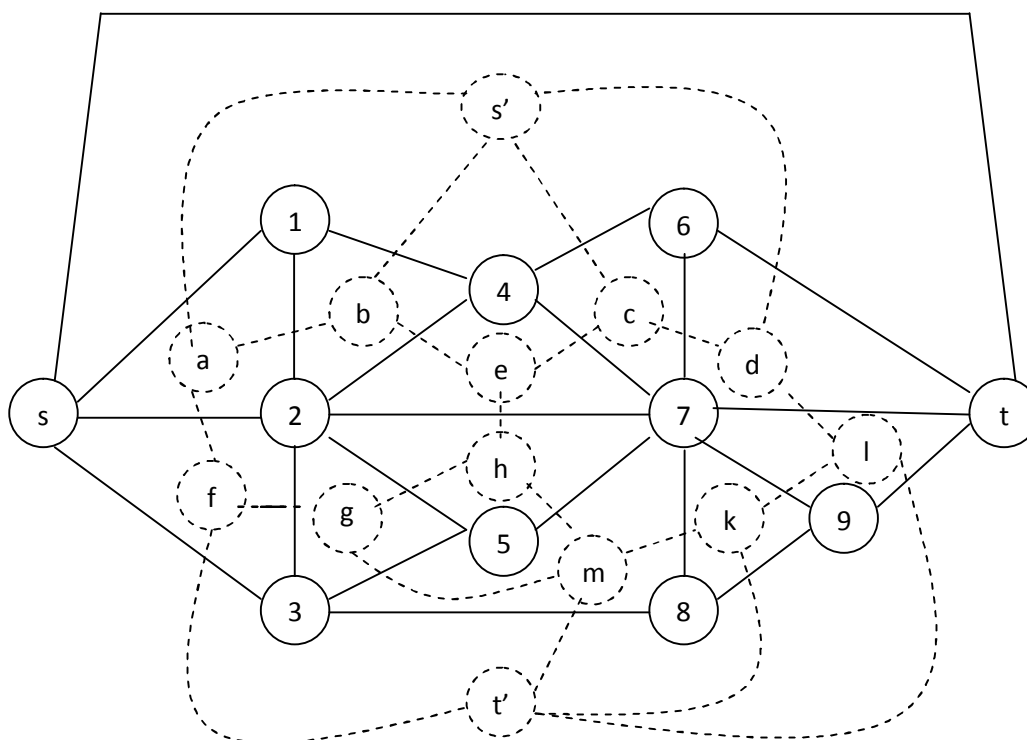
Критерий корректности построения двойственной сети будет являться то факт, что каждое ребро исходной сети должно пересекаться ровно одной дугой двойственной сети. Это правило гарантирует, что между исходной и двойственной структурами сохраняется взаимно однозначное соответствие рёбер и связей, необходимое для корректного преобразования.

Таким образом, двойственная сеть строится с учётом топологии исходного графа, обеспечивая структурную согласованность для последующего анализа (например, поиска минимального разреза через кратчайший путь).

**3 шаг.** Соседние вершины двойственной сети соединяются дугами, которые пересекают рёбра исходного графа. Каждой дуге присваиваются параметры: длина каждой дуги двойственной сети соответствует пропускной способности пересекаемого ею ребра исходного графа.

На рис. 4 приведена двойственная сеть, разделенная добавленным ребром  $(s', t')$  на две части: внутреннюю и внешнюю. Вершины двойственной сети для наглядности обозначены буквами.

Планарность графа обеспечивает возможность построения двойственной сети, где каждое ребро исходной структуры однозначно соответствует дуге двойственной. Это позволяет преобразовать задачу о максимальном потоке в задачу поиска кратчайшего пути, используя геометрические свойства графа.



**Рис. 4. Планарный граф или плоская сеть**

Развитие метода связано с учётом экономических аспектов, например, затрат на перемещение грузов по конкретным участкам, расширил классическую постановку задачи. Вместо поиска максимального потока акцент сместился на оптимизацию транспортных расходов, что привело к формулировке задачи о потоке **минимальной стоимости** в сети.

В этой модели каждая дуга  $(x_i, x_j)$  описывается тройкой параметров:

$$\langle c_{ij}, p_{ij}, \varphi_{ij} \rangle,$$

где  $c_{ij}$  – пропускная способность дуги  $(x_i, x_j)$ ;  $p_{ij}$  – стоимость транспортировки единицы продукта по дуге  $(x_i, x_j)$ ;  $\varphi_{ij}$  – имеющийся поток по дуге  $(x_i, x_j)$ .

Для решения задачи применяются два классических алгоритма: Басакера-Гоуэна и Клейна [12, 15, 16]. Рассмотрим этапы работы первого из них.

Алгоритм Басакера-Гоуэна:

**Подготовительный шаг:** Установить нулевые значения потока для всех дуг. Тогда общий поток в сети также приравнивается к нулю.

**Шаг 1. Расчёт модифицированных стоимостей:** Для каждой дуги вычисляется параметр, учитывающий текущие затраты, по формуле:

$$c_{ij}^* = \begin{cases} \varphi_{ij}, & 0 \leq \varphi_{ij} < c_{ij}, \\ \infty, & \varphi_{ij} = c_{ij}, \\ c_{ji}, & \varphi_{ji} > 0, \end{cases} \quad (9)$$

**Цель алгоритма:** Последовательно корректировать потоки, минимизируя суммарные затраты при соблюдении ограничений на пропускную способность. Это достигается через итеративное обновление потенциалов вершин и поиск оптимальных путей перераспределения грузов.

Таким образом, задача трансформируется в комбинацию управления потоками и экономической оптимизации, что делает её применимой в логистике, управлении ресурсами и других практических областях.

Рассмотрим особенности применения алгоритма Басакера-Гоуэна.

**Подготовительный шаг.** Приравнять все потоки по ребрам графа и общую величину потока к нулю.

**1 шаг.** Вычислить модифицированные стоимости по каждому ребру графа формуле (9).

**2 шаг.** На данном шаге осуществляется поиск экономичного маршрута: на основе текущих затрат на участках сети определяется маршрут от исходной точки (источник 0) до конечного узла (сток  $n$ ), обладающий минимальной стоимостью. По найденному маршруту направляется максимально допустимый объём потока, при условии, что маршрут сохраняет статус наиболее экономичного. Текущий суммарный поток увеличивается на величину, определённую на предыдущем шаге. Если достигнут целевой объём потока  $v$ , алгоритм останавливается. В противном случае процесс повторяется, начиная с первого шага.

Таким образом, итерации продолжаются до тех пор, пока не будет обеспечен требуемый уровень потока с минимальными затратами.

Если  $v$  составляет десятки единиц, классический алгоритм требует множества итераций, что неэффективно. В этом случае целесообразно использовать алгоритм Клейна, особенностью которого является формирование на предварительном этапе любым способом, включая подбор, начального распределения потока заданной мощности (любым методом).

Рассмотрим основные этапы алгоритма Клейна.

**Шаг инициализации.** В сети формируется максимальный поток с использованием стандартных методов (например, алгоритма Форда-Фалкерсона).

**Шаг 1.** Для каждой дуги вычисляется стоимость по формуле (9), которая учитывает текущие потоки и потенциалы вершин.

**Шаг 2.** Проверяется наличие циклов с суммарной отрицательной стоимостью.

Если таких циклов нет – решение оптимально, алгоритм завершается.

Если циклы обнаружены, поток в них увеличивается на величину:

$$\Delta = \min[\varphi(v, u); c_{uv} - \varphi(u, v)],$$

где минимум берётся по всем дугам цикла.

Процесс повторяется для каждого отрицательного цикла, после чего алгоритм возвращается к шагу 1.

Данный алгоритм можно будет оптимизировать: ребра, входящие в минимальный разрез, насыщаются (их модифицированная стоимость становится бесконечной  $\infty$ ). Это исключает их участие в циклах, позволяя разбить сеть на подграфы для независимого анализа [14].

В целях нахождения циклов отрицательной длины возможно применение подход через подсчёт итераций. Идея заключается в том, что максимальное число шагов для поиска кратчайших путей в графе  $V(n, m)$  будет равно  $n \times m$ . Если алгоритм превышает это число, это сигнализирует о наличии отрицательного цикла. Но, к сожалению, данный подход позволяет установить лишь факт существования отрицательных циклов в данном конкретном графе, но не указывает конкретные дуги этих циклов.

Возможен и другой подход, основанный на расстановки меток вершин, отражающих расстояние от начальной точки. Если это расстояние становится меньше заранее предустановленного значения  $d_i$ , то выполняется проверка:  $\lambda_j - \lambda_i = l_{ij}$ . Если начальная вершина не достигнута – обнаружен отрицательный цикл.

Основной сложностью рассматриваемых подходов является то, что требуется задание параметра  $d_i$ , что увеличивает вычислительную нагрузку и требует априорных предположений о структуре графа.

Основным ограничениями рассматриваемых методов является тот факт, что оба метода требуют предварительной настройки параметров (например,  $d_i$ ), что затрудняет их применение без исходных данных о поведении сети. Эффективность снижается в крупных сетях из-за высокой вычислительной сложности.

Алгоритм Клейна остаётся мощным инструментом для задач оптимизации, но его реализация требует баланса между точностью, скоростью и ресурсозатратностью, особенно в сложных сетях.

Для вычисления кратчайших расстояний в графах применяются различные методы. Такие как: алгоритм для графов с правильной нумерацией вершин, алгоритм Форда, алгоритм Дейкстры. Остановимся подробнее на наиболее известных.

Алгоритм Беллмана-Форда – оптимален при работе с рёбрами, имеющими отрицательные веса (например, рассчитанными по формуле (9)). Его вычислительная сложность  $O(V \cdot E)$  выше, чем у алгоритма Дейкстры  $O(V \log V)$ , но он компенсирует это возможностью анализа сетей с отрицательными значениями [16, 19].

Последовательность операций, выполняемых алгоритмом Беллмана – Форда следующая:

**Предварительный шаг.** Каждой вершине присваивается расстояние до исходной вершины графа равное бесконечности. Начальной вершине присваивается ноль. То есть  $\lambda_0 = 0$ , все остальные вершины помечаются индексами  $\lambda_i = +\infty$ .

**1 шаг.** Для каждого ребра  $(i; j)$ , вычисляется разность индексов конечной и начальной вершины. В том случае, когда будет выполняться соотношение вида

$$\lambda_j - \lambda_i > l_{ij},$$

то необходимо рассчитать новое значение индекса конечной вершины  $j$  по формуле  $\lambda'_j = \lambda_i + l_{ij}$ .

**2 шаг.** Проверяем, имеются ли в данном графе контуры отрицательной длины. Для этой цели вычисляем для каждого ребра  $(i, j)$  соотношение вида

$$\lambda_j - \lambda_i < l_{ij},$$

в том случае, если это соотношение выполняется, то контуры отрицательной длины в данном графе есть. Так как проверка означает, что получив на 1 шаге кратчайшие расстояния мы, просканировав ребра исходного графа еще раз получили более короткое расстояние чем было найдено на предыдущем шаге. А это и будет означать, что в графе имеются контуры отрицательной длины, которые при повторном обходе уменьшают найденную длину кратчайшего пути.

Определив наличие или отсутствие контуров отрицательной длины в графе модифицированных стоимостей, вычисляемых по формуле (9), либо завершаем решение задачи о потоке минимальной стоимости, либо находим данные для следующего шага.

Как уже отмечалось, задача о максимальном потоке, благодаря теореме Форда-Фалкерона тесно связана с задачей о минимальном разрезе. Это дает возможность использования существующих вероятностных алгоритмов, обеспечивающих поиск решения за значительное количество простейших итераций, что при использовании современных средств вычислительной техники не очень-то и трудоемко. Наиболее известным алгоритмом такого рода является алгоритм Каргера, разработанный в 1993 году. Наиболее известным алгоритмом такого рода является алгоритм Каргера, разработанный в 1993 году.

Основная идея алгоритма основана на случайном выборе ребер, подлежащих стягиванию. Стягивание ребра осуществляется за счет объединения двух вершин, связанных с выбранным ребром, в одну. За счет этой операции происходит уменьшение ребер в нем. Если случайным образом в графе выбрано ребро  $(u, v)$ , то есть объединяются вершины  $u$  и  $v$  за счет удаления вершины  $v$ , то каждое ребро, инцидентное вершине  $v$ , будет заменяться на ребро  $(u, x)$ . При такой операции преобразованный граф не будет содержать контуров.

Алгоритм заканчивается тогда, когда в графе остается только две вершины, которые и представляют собой разрез изначального графа. При этом полученный разрез, как правило, не будет являться минимальным. Для получения разреза, удовлетворяющего свойству минимальности, необходимо повторить алгоритм достаточное количество раз.

К недостаткам алгоритма можно отнести необходимость на каждой итерации подсчитывать мощность полученного разреза.

Дальнейшее обобщение задач о потоке в сетях связано с отождествлением графа с некой электрической цепью, в которой ребра – это проводники характеризуемые или сопротивлением  $R$ , или проводимостью, которая определяется как обратная величина сопротивления, то есть  $G=1/R$ , а вершины графа – это соединения проводников. Так как величина тока между узлами в электрической сети всегда пропорциональна разности потенциалов этих узлов, то возникает естественное желание ввести аналогичные величины, характеризующие каждую вершину в графе. Не мудрствуя лукаво эти характеристики так же называли потенциалами вершин и обозначили  $q_i$ .

Такое представление позволило рассмотреть сразу же несколько постановок задач. Первой такой задачей является задача о сбалансированном потоке. При этом исходный граф предполагается ориентированным. Предположим, что в исходном графе имеется некоторое множество вершин, которые являются стоками, то есть эти вершины не имеют исходящих дуг иными словами полустепень исхода для этих дуг равна нулю, то есть  $d_i^- = 0$ . Для каждой вершины, которая не является стоком задается величина  $q_i$  которая называется потенциалом вершины. Все вершины, для которых  $q_i > 0$ , являются источниками в рассматриваемой сети. Таким образом, получаем сеть с множеством источников и стоков.

В сети может существовать поток, представляющий собой множество действительных чисел  $\varphi_{ij}$  заданных на множестве дуг графа. Данная система работает в динамическом режиме: в каждый дискретный момент времени вершина передает порожденный ею за счет потенциал  $q_i$  поток, а также поток пришедший в данную вершину по инцидентным дугам. Величина передаваемого потока будет задается в виде пропорции для каждой из вершин. Поток будет сбалансированным если для каждого момента времени будет выполняться

условие сохранения потока для каждой вершины, не являющейся стоковой. То есть должно выполняться соотношение

$$q_i + \sum_{x_l \in V^-} \varphi(x_l, x_j) = \sum_{x_j \in V^+} \varphi(x_i, x_j),$$

где  $V^-$  и  $V^+$  – множество дуг, входящих в вершину и выходящих из вершины соответственно.

В данной постановке задачи поток в сети не во все моменты времени будет удовлетворять условиям сбалансированности. Исследуются условия стабилизации потока и скорость сходимости процесса.

В том случае, если отождествить потенциалы вершин  $q_i$  с ресурсами, подлежащими распределению, то возникает задача о равновесном распределении ресурсов на сети. В общем случае граф предполагается неориентированным, но за счет расщепления каждого ребра на две дуги всегда можно получить ориентированный граф. Каждой дуге приписывается вес, который на произвольном шаге в момент времени  $t$  для дуги  $(i, j)$  будет обозначаться как  $\varphi_{ij}^t$ . Причем, в общем случае пропускные способности одного и того же ребра в разных направлениях не одинаковы, то есть  $\varphi_{ij}^t \neq \varphi_{ji}^t$ .

Состояние системы рассматривается в динамике, так как распределение ресурсов по дугам с течением времени может изменяться. Для каждой дуги в начальный момент времени заданы вес дуг  $\varphi_{ij}^0$ , которые могут меняться с течением времени. Начальное распределение весов должно удовлетворять условию

$$\sum_{x_l \in V^-} \varphi_{ij}^0 = q_i.$$

Что означает, что суммарная величина весовых коэффициентов, входящих в рассматриваемую вершину  $i$ , должна равняться величине ресурса, которым располагает данная вершина  $q_i$ .

Для каждой дуги изначально определена функция весовых коэффициентов  $c_{ij}(\varphi_{ij}^t, \varphi_{ji}^t)$ . По известным значениям весовых коэффициентов  $\varphi_{ij}^t$  в момент времени  $t$  осуществляется нахождение весовых коэффициентов для следующего момента времени, то есть величин  $\varphi_{ij}^{t+1}$  из условия минимизации максимальных значений функции  $c_{ij}$  для всех ребер, выходящих из вершину  $i$ . Таким образом возникает следующая рекуррентная последовательность оптимизационных задач

$$\max_{j \in V^-} c_{ij}(\varphi_{ij}^{t+1}, \varphi_{ij}^t) \rightarrow \min,$$

$$\sum_{j \in V^-} \varphi_{ij}^{t+1} = q_i,$$

$$\varphi_{ij}^{t+1} = 0, (i, j) \notin E.$$

Решение данной задачи естественно будет зависеть от вида задаваемых функций  $c_{ij}(\varphi_{ij}^t, \varphi_{ji}^t)$ . Для некоторых частных случаев были получены соответствующие результаты.

Графы служат эффективным инструментом для анализа и наглядного представления данных в рамках сложных проектов, включающих множество взаимосвязанных операций. В таких условиях ключевой задачей становится не поиск отдельных маршрутов в сети, а оптимизация распределения ресурсов или потоков по всей системе в соответствии с заданными критериями [1, 2, 6].

К подобным задачам относятся: управление логистическими цепочками (например, распределение товаров между узлами сети); оптимизация транспортных маршрутов для минимизации затрат; координация потоков данных в информационных системах; планирование этапов строительных работ с учётом их взаимозависимостей.

В каждом из случаев графы позволяют моделировать систему, выявлять «узкие места» и находить баланс между доступными мощностями и требуемыми объёмами работ. Это делает их универсальным средством для проектирования и управления процессами в различных отраслях — от логистики до IT и инженерии.

## Библиографический список

1. Баркалов С.А. Формирование производственной программы строительного предприятия [Текст] / Баркалов С.А., Курочка П.Н., Золотарев Д.Н. // Экономика и менеджмент систем управления / Научно-практический журнал, № 1.1(19) 2016. – с. 110-119.
2. Баркалов С.А. Распределение ресурсов типа мощности на основе обобщения задачи о редакторе [Текст] / С.А. Баркалов, П.Н. Курочка, Т.А. Аверина, Д.Н. Золотарев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника, т. 17, №2, 2017. – с. 134 – 140.
3. Баркалов С.А., Курочка П.Н., Курносков В.Б. Статистика. Воронеж, ВГАСУ, 2010. – 775 с.
4. Баркалов С.А., Курочка П.Н., Маилян Л.Д., Серебрякова Е.А. Ресурсное планирование проектного управления: монография / С.А. Баркалов, П.Н. Курочка, Л.Д. Маилян, Е.А. Серебрякова. – М.: Кредо, 2024. – 530 с.
5. Баркалов С.А., Курочка П.Н., Маилян Л.Д., Серебрякова Е.А. Оптимизационные модели – инструмент системного моделирования: монография / С.А. Баркалов, П.Н. Курочка, Л.Д. Маилян, Е.А. Серебрякова. – М.: Кредо, 2023. – 522 с.
6. Баркалов С.А., Курочка П.Н., Серебрякова Е.А. Моделирование инновационного развития фирмы / С.А. Баркалов, П.Н. Курочка, Е.А. Серебрякова. // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2023. №2 (18). – с. 49 – 64. DOI: 10.46573/2658-5030-2023-2-49-64
7. Баркалов С.А., Курочка П.Н., Серебрякова Е.А. Построение рейтинговой оценки на основе потоковой модели / С.А. Баркалов, П.Н. Курочка, Е.А. Серебрякова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2023. Т. 23. № 1. – С. 31-41.
8. Баркалов С.А. Построение интегральной оценки организационно-технологических решений на основе сингулярных разложений. / С.А. Баркалов, П.Н. Курочка // Системы управления и информационные технологии. Научно-технический журнал. №2 (64), 2016. Воронеж. 2016 г. – с. 39 – 46.
9. Баркалов С.А., Курочка П.Н., Карпович М.А. Очерки истории развития инженерно-управленческой мысли в России. / С.А. Баркалов, П.Н. Курочка, М.А. Карпович. – Воронеж: АО «Воронежская областная типография – издательство имени Е.А. Болховитинова», 2021. – 852 с.
10. Баркалов С.А., Бурков В.Н., Курочка П.Н., Серебрякова Е.А. Формирование поколений новой техники как задача о покрытии множества / С.А. Баркалов, В.Н. Бурков, П.Н. Курочка, Е.А. Серебрякова // Проблемы управления. – 2023. – № 6. – с. 22-32. DOI: 10.25728/ru.2023.6.2
11. Баркалов С.А., Курочка П.Н., Серебрякова Е.А. Модели и методы прогнозного оценивания инженерных решений / Проектное управление в строительстве. 2023. №1 (28). – с. 6 – 37.
12. Бурков В.Н., Буркова И.В. Задачи дихотомической оптимизации. – М.: Радио и связь. – 2003. – 156 с.
13. Бурков В.Н., Заложнев А.Ю., Новиков Д.А. Теория графов в управлении организационными системами. М.: Синтег, 2001. – 124 с.
14. Губанов Д.А., Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Социальные сети. Модели информационного влияния, управления и противоборства. М.: Изд-во физ.-мат. лит-ры, 2010 – 228 с.
15. Кофман А., Анри-Лабурдер А. Методы и модели исследования операций. М.: Мир, 1977. – 432 с.
16. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход. М.: Мир, 1978. – 435 с.
17. Курочка П.Н. Оценка надежности организационных структур произвольного вида, задающихся планарным графом / П.Н. Курочка, В.Г. Тельных // Научный вестник



Воронеж. гос. арх.-строит. ун-та. Строительство и архитектура. – 2011. – № 3 (23). - С. 134–141.

18. Курочка П.Н., Сеферов Г.Г. Модель управления объемами незавершенного производства при произвольной связи между работами проекта. / Вестник Воронежского государственного технического университета. 2011. Т. 7. № 4. С. 178-182.

19. Медведев С.Н. Жадные и адаптивный алгоритмы решения задачи маршрутизации транспортных средств с несколькими центрами с чередованием объектов /С.Н. Медведев // Автоматика и телемеханика, 2023, Выпуск 3. М.: ИПУ РАН. – с. 139 – 168. DOI: 10.31857/S0005231023030078

20. Новиков Д.А., Бреер В.В., Рогаткин А.Д. Управление толпой: математические модели порогового коллективного поведения. М.: ЛЕНАНД, 2016. – 168 с.

21. Форд Л.Р., Фалкерсон Д.Р. Потоки в сетях: Пер. с англ. – М.: Мир, 1966 – 276 с.

## EVOLUTION OF PROJECT MANAGEMENT: FROM THE TRANS-SIBERIAN RAILWAY TO NETWORK MODELS

S.A. Barkalov, P.N. Kurochka, E.A. Serebryakova

---

**Barkalov Sergey Alekseevich\***, Voronezh State Technical University, D. Sc. in Engineering, Prof., Head of the Department of Management

Russia, Voronezh, e-mail: sbarkalov@nm.ru, tel. 8-473-276-40-07

**Kurochka Pavel Nikolaevich**, Voronezh State Technical University, D. Sc. in Engineering, Prof., Professor of the Department of Management

Russia, Voronezh, e-mail: kpn55@rambler.ru, tel. 8-473-276-40-07

**Serebryakova Elena Anatolyevna**, Voronezh State Technical University, PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Digital and Industrial Economics  
Russia, Voronezh, sea-parish@mail.ru, 8-473-276-40-07

---

## References

1. Barkalov S.A. Formation of the production program of a construction enterprise [Text] / Barkalov S.A., Kurochka P.N., Zolotarev D.N. // Economics and management of control systems / Scientific and practical journal, No. 1.1 (19) 2016. - pp. 110-119.

2. Barkalov S.A. Distribution of resources such as capacity based on a generalization of the editor problem [Text] / S.A. Barkalov, P.N. Kurochka, T.A. Averina, D.N. Zolotarev // Bulletin of the South Ural State University. Series: Computer technologies, control, radio electronics, v. 17, no. 2, 2017. - pp. 134 - 140.

3. Barkalov S.A., Kurochka P.N., Kurnosov V.B. Statistics. Voronezh, VGASU, 2010. – 775 p.

4. Barkalov S.A., Kurochka P.N., Mailyan L.D., Serebryakova E.A. Resource planning of project management: monograph / S.A. Barkalov, P.N. Kurochka, L.D. Mailyan, E.A. Serebryakova. – М.: Credo, 2024. – 530 p.

5. Barkalov S.A., Kurochka P.N., Mailyan L.D., Serebryakova E.A. Optimization models - a tool for system modeling: monograph / S.A. Barkalov, P.N. Kurochka, L.D. Mailyan, E.A. Serebryakova. – М.: Credo, 2023. – 522 p.

6. Barkalov S.A., Kurochka P.N., Serebryakova E.A. Modeling of innovative development of the company / S.A. Barkalov, P.N. Kurochka, E.A. Serebryakova. // Bulletin of Tver State Technical University. Series: Technical sciences. 2023. No. 2 (18). – pp. 49 – 64. DOI: 10.46573/2658-5030-2023-2-49-64

7. Barkalov S.A., Kurochka P.N., Serebryakova E.A. Construction of a rating assessment based on a flow model / S.A. Barkalov, P.N. Kurochka, E.A. Serebryakova // Bulletin of the South Ural State University. Series: Computer technologies, control, radio electronics. – 2023. Vol. 23. No. 1. – pp. 31-41.
8. Barkalov S.A. Construction of an integral assessment of organizational and technological solutions based on singular decompositions. / S.A. Barkalov, P.N. Kurochka // Control systems and information technologies. Scientific and technical journal. No. 2 (64), 2016. Voronezh. 2016. - pp. 39 - 46.
9. Barkalov S.A., Kurochka P.N., Karpovich M.A. Essays on the history of the development of engineering and management thought in Russia. / S.A. Barkalov, P.N. Kurochka, M.A. Karpovich. - Voronezh: JSC "Voronezh Regional Printing House - Publishing House named after E.A. Bolkhovitinov", 2021. - 852 p.
10. Barkalov S.A., Burkov V.N., Kurochka P.N., Serebryakova E.A. Formation of generations of new equipment as a problem of set covering / S.A. Barkalov, V.N. Burkov, P.N. Kurochka, E.A. Serebryakova // Problems of control. - 2023. - No. 6. - pp. 22-32. DOI: 10.25728/pu.2023.6.2
11. Barkalov S.A., Kurochka P.N., Serebryakova E.A. Models and methods for predictive assessment of engineering solutions / Project management in construction. 2023. No. 1 (28). – pp. 6 – 37.
12. Burkov V.N., Burkova I.V. Dichotomous optimization problems. – Moscow: Radio and Communications. – 2003. – 156 p.
13. Burkov V.N., Zalozhnev A.Yu., Novikov D.A. Graph theory in managing organizational systems. Moscow: Sinteg, 2001. –124 p.
14. Gubanov D.A., Novikov D.A., Chkhartishvili A.G. Social networks. Models of information influence, control and confrontation. M.: Publishing House of Phys.-Math. Literature, 2010 – 228 p.
15. Kofman A., Henri-Labordere A. Methods and Models of Operations Research. M.: Mir, 1977. – 432 p.
16. Christofides N. Graph Theory. Algorithmic Approach. M.: Mir, 1978. – 435 p.
17. Kurochka P.N. Reliability Assessment of Organizational Structures of Arbitrary Type Defined by a Planar Graph / P.N. Kurochka, V.G. Telnykh // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and Architecture. – 2011. – No. 3 (23). - P. 134–141.
18. Kurochka P.N., Seferov G.G. Model of work in progress volume management with arbitrary connection between project works. / Bulletin of Voronezh State Technical University. 2011. Vol. 7. No. 4. Pp. 178-182.
19. Medvedev S.N. Greedy and adaptive algorithms for solving the problem of vehicle routing with several centers with alternating objects / S.N. Medvedev // Automation and Telemekhanics, 2023, Issue 3. Moscow: IPU RAS. - pp. 139 - 168. DOI: 10.31857/S0005231023030078
20. Novikov D.A., Breer V.V., Rogatkin A.D. Crowd management: mathematical models of threshold collective behavior. Moscow: LENAND, 2016. - 168 p.
21. Ford L.R., Fulkerson D.R. Network Flows: Trans. from English. – Moscow: Mir, 1966 – 276 p.

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СТРАТЕГИИ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ЗРЕЛОСТИ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ**

**Е.О. Пужанова**

---

*Пужанова Екатерина Олеговна, Воронежский государственный технический университет, аспирант кафедры управления  
Россия, г. Воронеж, e-mail: [pujanova@icloud.com](mailto:pujanova@icloud.com), тел.: +7-916-652-10-51*

---

Аннотация. В данной статье рассматривается подход к разработке комплексного показателя, отражающего уровень развития организационных компетенций в управлении проектами, используя описанную в ней модель на основе подхода к повышению качества уровня зрелости, который предусматривает реализацию эффективных мероприятий при минимальных финансовых затратах. Предложенный метод определения уровня зрелости организации в управлении проектами минимизирует субъективность при классификации организации по категориям зрелости, основываясь на оценках по ключевым показателям. Более того, понимание системы формирования интегральной оценки дает организации возможность выработать обоснованную стратегию развития и повышения своего уровня зрелости.

Эффективность подобного подхода была продемонстрирована при анализе рисков инвестиционных строительных проектов, повышения безопасности дорожного движения и ряда других. Однако, для более глубокого понимания требуются дальнейшие исследования в области разработки календарных планов и учета взаимосвязи между различными мероприятиями, чтобы выявить эффект накопления.

*Ключевые слова: алгоритм, зрелость, проекты, компетенции, организация, оперативное управление, результат.*

### **Введение**

Сегодня популярным методом определения уровня развития проектных организаций считается анализ их соответствия различным моделям управления проектами, которые определяют, какие организационные компетенции в области управления проектами необходимы для достижения заданного уровня зрелости. Некоторые исследования [1] выдвинули концепцию интегрированной модели, которая охватывает все организационные аспекты управления проектами.

Модель, представленная в данном исследовании, позволяет оценивать уровень зрелости организационных способностей управления проектами на основе следующих ключевых составляющих:

Подход к управлению проектами в рамках организационных способностей предприятий (Методы оптимизации деятельности).

Подход к анализу этой частичной характеристики согласуется с принципами, заложенными в модели ОРМЗ целостности.

Факторы, определяющие степень развития этой составляющей, заключаются в:

Углублении эффективности управления проектами;

Улучшение методической составляющей и, как следствие, повышение организационных способностей достигаются посредством непрерывного совершенствования бизнес-процессов, лежащих в основе методики организации работы. Каждый бизнес-процесс в компании должен пройти полный цикл эволюции, включающий этапы стандартизации, количественной оценки, контроля и постоянного совершенствования.

Широкого применения различных методик управления проектами.

По мере внедрения на предприятии новых подходов к управлению проектами, совершенствуется и методологическая база организационных способностей. Для успешного функционирования проектно-ориентированного предприятия необходимо освоить полный спектр процессов, охватывающих все уровни управления, от операционных до стратегических. Уровень совершенства методической составляющей определяется наличием в методике организации работы процессов, которые регламентируют различные уровни управления на проектно-ориентированном предприятии, начиная от управления отдельными проектами и заканчивая управлением портфелем проектов.

Технологическая основа управленческих компетенций в проектах (информационные системы управления).

Успешное внедрение информационных технологий в управлении предприятием прямо пропорционально степени автоматизации проектных процессов. Такое положение достигается тогда, когда автоматизированы ключевые этапы управления отдельными проектами (например, календарно-ресурсное планирование), а также процессы управления портфелем проектов в целом и система документооборота.

Профессиональные навыки, составляющие основу управленческих способностей в проектах (Квалификация персонала организации):

Эта компонента характеризуется своим уровнем развития, который зависит от:

- степени профессиональной квалификации
- степени развитости межличностных навыков
- степени развития личностных качеств
- степени владения контекстуальными навыками

Эффективность организации в профессиональной, межличностной и личностной сферах тесно связана с количеством сотрудников, обладающих способностью успешно реализовывать проекты разной степени сложности, соответствующие направлениям деятельности компании.

Степень усвоения сотрудниками контекстуальных компетенций напрямую влияет на то, насколько их действия соответствуют установленным правилам и процедурам работы. Это означает, что в реальной деятельности сотрудники должны уметь применять все формализованные процессы, которые были разработаны при создании методической основы.

В данной статье рассматривается подход к разработке комплексного показателя, отражающего уровень развития организационных компетенций в управлении проектами, используя описанную в ней модель на основе подхода к повышению качества уровня зрелости, который предусматривает реализацию эффективных мероприятий при минимальных финансовых затратах.

### **Постановка задачи формирования комплексной оценки**

В предисловии было указано, что степень зрелости организации оценивается по трем ключевым компонентам:

1. Эффективность управления проектами во многом зависит от методической составляющей организационных способностей. Оценить ее уровень развития можно по ряду ключевых показателей.

Уровень достижения совершенства в управлении проектами.

1.2. Область применения применяемых методик управления проектами.

2. Компонента, обеспечивающая информационную и технологическую базу для эффективного управления проектами.

3. Эффективность управления проектами тесно связана с компетентностной составляющей организационных способностей. Степень ее развития оказывает существенное влияние на:

3.1. Показателем профессиональной квалификации служит уровень профессиональных умений.

3.2. — компетенции в сфере межличностных отношений

3.3 Оценка уровня сформированности личностных компетенций

3.4. - это уровень, определяемый контекстуальными компетенциями.

Оценку каждого показателя осуществляют по четырехбалльной квалитетической шкале, где уровни представлены как "Низкий", "Удовлетворительный", "Хороший" и "Отлично".

Важно отметить, что в работе [1] шкала оценок разделена на четыре части, по 25% каждая, но такой подход не является обязательным. Логично предположить, что можно создать единую оценку уровня зрелости, не привязываясь к четкой градации.

Такая комплексная оценка даст организации возможность более разумно и эффективно определять стратегию развития своей зрелости. Оценка состоит из двух уровней. На первом уровне формируются общие оценки методической и компетентной составляющих, так как их значение вычисляется на основе анализа множества показателей.

Окончательная оценка зрелости рассчитывается на высшем уровне, путем объединения результатов оценки трех компонентных показателей.

Предположим, что как обобщенные оценки, так и итоговая оценка выражаются в системе четырехбалльной шкалы. Для их вычисления мы воспользуемся методом матричных сверток, как описано в [2].

Рассмотрим определение общей характеристики методического компонента.

Оценку методической составляющей, которая формируется по двум ключевым показателям, можно получить с помощью единой матрицы. Пример такой матрицы представлен на рис. 1.

2	3	2	4	3
2	4	3	3	3
①	②	2	4	3
1	2	3	2	2
1,2 1,1	③	2	4	3

**Рис. 1. Матрица свертки оценки уровня зрелости**

Обратите внимание, что структура матрицы свертки отображает приоритеты экспертов, специализирующихся на совершенствовании методов управления качеством проектов. Приведенный пример демонстрирует, что эксперты ставят на первое место не количество применяемых проектов, а качество и глубину совершенствования используемых в них процессов.

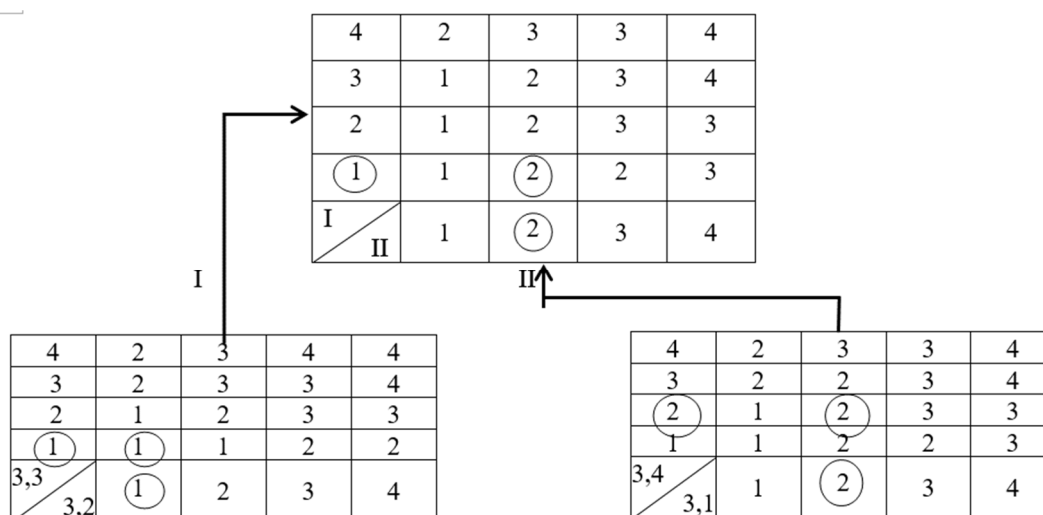
Определение общей характеристики компетентностного компонента.

Ввиду того, что компетентностная составляющая оценивается по четырем критериям, для ее определения необходимо использовать три матрицы свертки. При построении этих матриц также учитываются стратегические направления развития проектного менеджмента.

В случае равного значения личностных и межличностных качеств, матрица компетенций должна иметь симметричную структуру. Однако, если профессиональные навыки считаются более важными, чем содержательные, то матрица будет несимметричной, отдавая предпочтение профессиональным компетенциям [3].

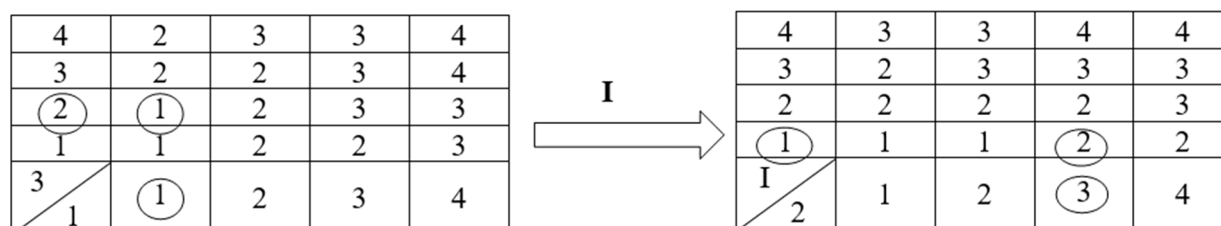
В случае, когда профессиональные и ситуационные умения оказываются более значимыми, чем навыки межличностного взаимодействия и личностные качества, то и матрица компетенций будет несимметричной.

В качестве иллюстрации процесса формирования обобщенной оценки компетентностной составляющей, с учётом ранее обсуждённых аспектов, представлен пример на рис.2.



**Рис. 2. Формирование обобщенной оценки компетентностной составляющей на основе матриц сверток**

Рассмотрим процесс создания системы комплексной оценки, которая будет базироваться на трех составляющих. Для ее формирования необходимо использовать две матрицы [4]. Учитывая, что методическая составляющая имеет более высокое значение по сравнению с компетентностной, а компетентностная – по сравнению с информационно-технологической, предлагаем вариант системы комплексной оценки, представленный на рис. 3.



**Рис. 3. Вариант системы комплексной оценки**

В ходе оценки зрелости организации были определены следующие значения ключевых показателей, представленные в табл. 1.

**Таблица 1**

**Ключевые показатели уровня зрелости проектной компании**

1		2	3			
1.1	1.2	2	3.1	3.2	3.3	3.4
1	2	3	2	1	1	2

На основе данных, представленных в матрице (рис.1), вычисляется обобщенная оценка методического фактора  $Y_1=1$ .

На основе матриц, представленных на рис. 2, вычисляется обобщенная оценка компетентностного показателя,  $Y_2=2$ .

На основании данных, представленных в матрицах из рис.3, вычисляется обобщенная оценка уровня зрелости,  $Y_3=2$ .

Определимся с целью – разработать стратегию, которая позволит повысить текущий уровень зрелости до целевого показателя.

Чтобы улучшить общую оценку, необходимо провести мероприятия по корректировке оценок по одному или нескольким из семи показателей. Обозначим через  $S_{ij}(K)$  затраты, которые необходимо будет инвестировать в изменение оценки  $j$ -го параметра  $i$ -го блока до уровня  $K (i = \overline{1,3})$ .

Рассмотрим величины  $Z_{ik}$ , представляющие собой минимальные вложения, необходимые для поднятия оценки  $i$ -го элемента до уровня  $K$ .

Обратите внимание: так как вторая часть не обладает показателями второго ранга, то  $Z_{2k} = S_{21}(K)$ .

Рассмотрим алгоритм, который позволит нам вычислить оценки  $Z_{ik}$ , основываясь на заданном значении  $S_{ij}(K)$ . Начнем с установления начальных значений оценок показателей, обозначаемых как  $q_{ij}$ , и расходов  $S_{ij}(g_{ij})$  на поддержание этих начальных оценок, которые для каждого показателя, обозначенного как  $S_{ij}(1)=0$ , равны нулю по определению [5].

Анализируем процесс формирования обобщенной оценки для первой составляющей. Табл. 2 демонстрирует значения затрат  $S_{ij}(K)$ ,  $j = \overline{1,2}$ ,  $K = \overline{1,4}$ , которые были определены на основе начальных оценок, представленных в табл. 1.

**Таблица 2**

**Значения затрат на основе начальных оценок**

$K$	1	2	3	4
$S_{ii}(K)$	0	5	15	40
$S_{ir}(K)$	0	3	18	35

Рис. 4 демонстрирует матрицу, предназначенную для определения обобщенной оценки первой компоненты. В каждой ячейке матрицы представлены два значения: первое значение, аналогично рис. 1, обозначает обобщенную оценку, а второе – стоимость ее вычисления  $Z_{1k}$ ,  $k = \overline{1,4}$ . Минимальные затраты  $Z_{1k}$ , представленные в правом столбце, соответствуют наименьшей стоимости среди всех ячеек, где первое значение совпадает с  $K$ .

4	2;35	3;40	3;50	4;75
3	2;18	2;23	3;33	4;58
2	1;3	2;8	3;18	3;43
1	1;0	2;5	2;15	2;40
1,2 1,1	1	2	3	4

$K$	$Z_{1k}$
4	58
3	18
2	5
1	0

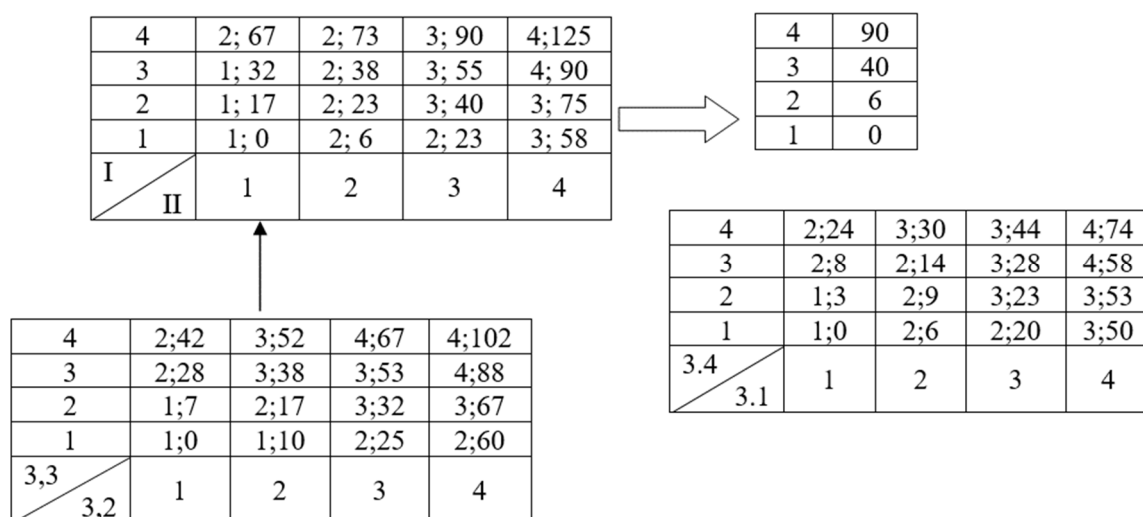
**Рис. 4. Обобщённая оценка первой компоненты**

Для получения результата используется схожий алгоритм, как показано на рис. 5. Стоимости, представленные в табл. 3, основаны на начальных оценках, изложенных в табл. 1.

**Таблица 3**

**Значения затрат для остальных компонент**

$K$	1	2	3	4
$S_{31}(K)$	0	6	20	50
$S_{32}(K)$	0	10	25	50
$S_{33}(K)$	0	10	25	42
$S_{34}(K)$	0	3	8	24



**Рис. 5. Обобщённая оценка остальных компонент**

Используем значения, представленные в табл. 4, для параметра  $K$ .

**Таблица 4**

**Значения затрат для второй компоненты**

$K$	1	2	3	4
$S_{21}(K)$	0	9	21	46

В результате  $Z_{2K} = S_{21}(K)$ ,  $K = \overline{1,4}$ , используя полученные данные, можно оптимизировать повышение интегральной оценки  $Y_0=2$  до необходимого уровня (например,  $Y_T=4$ ), минимизируя при этом затраты. Для достижения этой цели достаточно воспользоваться алгоритмом, описанным ранее, применив его к системе формирования интегральной оценки, как показано на рис. 3.

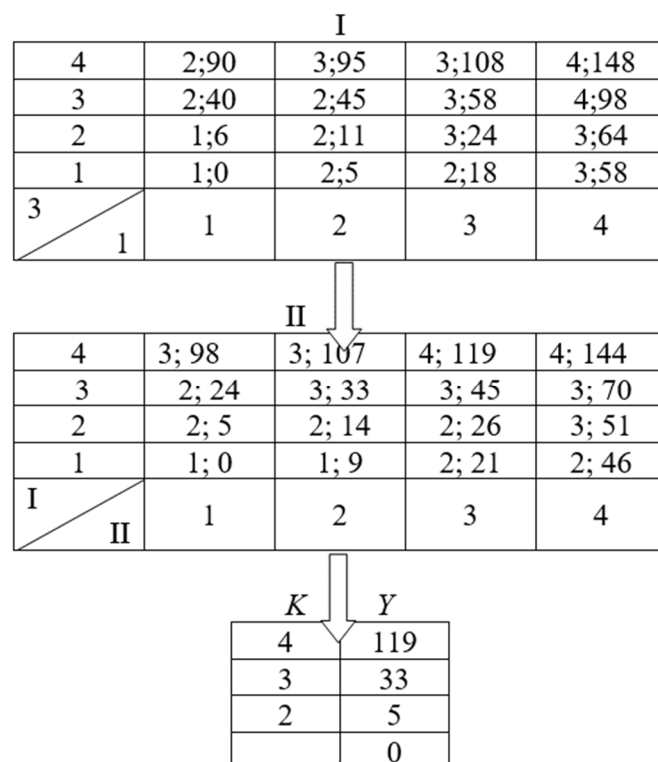
Графическое представление результатов расчетов представлено на рис. 6.

Рис. 6 демонстрирует, что для достижения желаемого показателя интегральной оценки минимальные затраты будут равны  $Y=119$ , если, например, целевой уровень установлен на отметке 4.

Чтобы определить стратегию корректировки показателей, мы используем обратный ход. Связь между клетками (4;119) и (4;98) в матрице I (рис.6) и вариантом (3;21) из табл. 4 проявляется в повышении обобщенной оценки вторых компонентов до уровня 3. Вариант (4;98) характеризуется обобщенной оценкой 4 для первой компоненты и 3 для третьей.

После того как мы определили общие оценки по компонентам, переходим к более детальной оценке по каждому показателю. Первая компонента имеет два показателя: 1.1 и 1.2. Анализ рис. 4 показывает, что общая оценка 4 для первой компоненты распадается на 4 для показателя 1.1 и 3 для показателя 1.2. Что касается второй компоненты, то ее оценка уже установлена и равна 3. Чтобы определить оценки для третьей компоненты, обратимся к рисунку 5 и воспользуемся методом обратного хода. Обобщенная оценка 3 соотносится с определенными ячейками в матрицах I и II: (2, 17) и (3, 23) соответственно. Ячейка (2, 17) матрицы I связывает оценку 2 с показателями (3, 2) и (3, 3), а ячейка (3, 23) матрицы II привязывает оценку 3 к показателю (3, 1) и оценку 2 к показателю (3, 4).





**Рис. 6. Графическое представление результатов расчетов**

В результате мы формулируем следующую стратегию корректировки оценок по указанным показателям (табл. 5).

**Таблица 5**

**Стратегия корректировок оценок по показателям**

Компоненты	1		2	3			
Показатели	1.1	1.2	2.1	3.1	3.2	3.3	3.4
Начальные значения	1	2	3	2	1	1	2
Желательные значения	4	3	3	3	2	2	2

В данном контексте, ключевым направлением развития организации выступает значительное усиление внимания к совершенствованию механизмов управления проектами.

#### **Заключение**

Предложенный метод определения уровня зрелости организации в управлении проектами минимизирует субъективность при классификации организации по категориям зрелости, основываясь на оценках по ключевым показателям. Более того, понимание системы формирования интегральной оценки дает организации возможность выработать обоснованную стратегию развития и повышения своего уровня зрелости.

Эффективность подобного подхода была продемонстрирована при анализе рисков инвестиционных строительных проектов, повышения безопасности дорожного движения и ряда других. Однако, для более глубокого понимания требуются дальнейшие исследования в области разработки календарных планов и учета взаимосвязи между различными мероприятиями, чтобы выявить эффект накопления.

## Библиографический список

1. Бурков В.Н., Кондратьев В.В. Механизмы функционирования организационных систем. – М.: Наука, 1981.
2. Бурков В.Н., Данев Б., Еналеев А.К. и др. Большие системы: моделирование организационных механизмов. М.: Наука, 1989. - 245 с.
3. Белоусов В.Е. Алгоритм для оперативного определения состояний объектов в многоуровневых технических системах [Текст]/ Белоусов В.Е., Кончаков С.А.// Экономика и менеджмент систем управления. № 3.2 (17). 2015. - С. 227-232.
4. В.Е. Белоусов. Ресурсно-временной анализ в задачах календарного планирования строительных предприятий. [Текст] / В.Е. Белоусов, С.А. Баркалов, К.А. Нижегородов // Материалы XVI-ой Всероссийская школа-конференция молодых ученых «Управление большими системами» Тамбов (11-13.09.2019), Изд-во ТГТУ, г. Тамбов, 2019. – Т.1. - С.98-101.
5. Кондратьев В.Д., Бурков В.Н., Щепкин А.В. Механизмы управления эколого-экономическими системами. – М: Издательство физико-математической литературы. 2008. – 244 с

## DEVELOPMENT OF THE ALGORITHM SOVERSHESTSVOVANIYA OF STRATEGY OF INCREASE IN LEVEL OF THE MATURITY OF THE ORGNIZATSIONNY SYSTEM AT PROJECT MANAGEMENT

E.O. Puzhanova

---

*Puzhanova Ekaterina Olegovna, Voronezh state technical university, graduate student of department of management  
Russia, Voronezh, e-mail: pujanova@icloud.com, ph.: +7-916-652-10-51*

---

Abstract. In this article the development approach of the complex indicator reflecting the level of development of organizational competences of project management is considered, using the model described in it on the basis of approach to improvement of quality of level of a maturity which provides implementation of effective actions at the minimum financial expenses. The offered method of determination of level of a maturity of the organization in project management minimizes subjectivity at classification of the organization for categories of a maturity, based on estimates on key indicators. Moreover, understanding of a system of forming of integrated assessment gives to the organization the chance to develop the reasonable development strategy and increases in the level of a maturity.

The efficiency of similar approach was shown at risk analysis of investment construction projects, increases in traffic safety and some others. However, for deeper understanding further researches in the development area of planned schedules and accounting of interrelation between different actions are required to reveal effect of accumulation.

*Key word: algorithm, maturity, projects, competences, organization, operational management, result.*

## References

1. Burkov V.N., Kondratyev V.V. Mechanisms of functioning of organizational systems. – М.: Science, 1981.
2. Burkov V.N., Danev B., Enaleev A.K., etc. Big systems: modeling of organizational mechanisms. М.: Science, 1989. - 245 pages.
3. Belousov V.E. An algorithm for expeditious definition of conditions of objects in multilevel technical systems [Text] / Belousov V.E., Konchakov S.A.//Economy and management of control systems. No. 3.2 (17). 2015. - C. 227-232.

4. V.E. Belousov. The resource and time analysis in problems of scheduling of the construction enterprises. [Text] / V.E. Belousov, S.A. Barkalov, K.A. Nizhegorodov//Materials of XVI All-Russian school conference of young scientists "Management of big systems" Tambov (11-13.09.2019), TGTU Publishing house, Tambov, 2019. – T.1. - Page 98-101.

5. Kondratyev V. D., Burkov V.N., Shchepkin A.V. Mechanisms of management of ekologo-economic systems. – M: Publishing house of fiziko-mathematical literature. 2008. – 244 with.

## **НАУЧНЫЕ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ И МАГИСТРАНТОВ**

УДК 658.5

### **СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНДЫ В ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ**

**Т.А. Аверина, Н.Ю. Калинина, М.В. Атоян**

---

**Аверина Татьяна Александровна\*** - Воронежский Государственный Технический Университет, к.т.н., доцент, доцент кафедры управления

Россия, г. Воронеж, e-mail: [ta\\_averina@mail.ru](mailto:ta_averina@mail.ru), тел: 8 (910) 349-89-53.

**Калинина Наталия Юрьевна** - Воронежский Государственный Технический Университет, к.т.н., доцент, доцент кафедры управления

Россия, г. Воронеж, e-mail: [nkalinina@cchgeu.ru](mailto:nkalinina@cchgeu.ru), тел: +7(4732)76-40-07.

**Атоян Маргарита Вадимовна** – Воронежский Государственный Технический Университет, студент кафедры управления

Россия, г. Воронеж, e-mail: [rro051739@gmail.com](mailto:rro051739@gmail.com), тел.: +7-950-803-16-08.

---

Аннотация. В статье представлены теоретические аспекты организации рабочих мест и выделены основные современные тренды в данной сфере. Отмечена значимость таких направлений как создание благоприятной рабочей атмосферы и гибких условий труда для работников в настоящее время. Рассмотрены и охарактеризованы ключевые нововведения в исследуемой области за последние годы. Выделены основные направления технологических инноваций в организации рабочих мест.

Ключевые слова: рабочее место, теоретические аспекты организации рабочих мест, организация рабочих мест, инновации, технический прогресс в организации рабочих мест.

**Актуальность.** В современных условиях быстрые изменения и инновации становятся частью нашей повседневной жизни. Организационные практики в области управления рабочими местами также испытывают значительные изменения. Причем важным аспектом является тот факт, что организация рабочих мест сегодня является не только инструментом воздействия на труд сотрудников, но и может стать значительным конкурентным преимуществом компании в условиях кадрового голода [1, 2]. Именно поэтому тема исследования крайне актуальна на сегодняшний день.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Данное направление отражено в трудах многих отечественных и зарубежных ученых. В частности, базовую информацию в области организации рабочих мест представляет Филипп Семенычев в своей книге «5S. Организация рабочих мест». Научный труд не просто описывает японский метод, но и содержит подробные примеры различных рабочих мест. Конкретно тему инновации в организации рабочих мест подробно описала Кабакова Е.А. в 2021 в своем научном труде под названием «Инновации на рабочих местах: актуальность и перспективы». В статье от компании «Klutch» представлены конкретные инновационные подходы и современные тренды в области организации рабочих мест [3, 4, 5].

**Цель исследования.** Целью исследования является определение значимости, выявление и структуризация современных подходов и технологических новинок в области организации рабочих мест, а также их влияния на результаты работы сотрудников и организации.

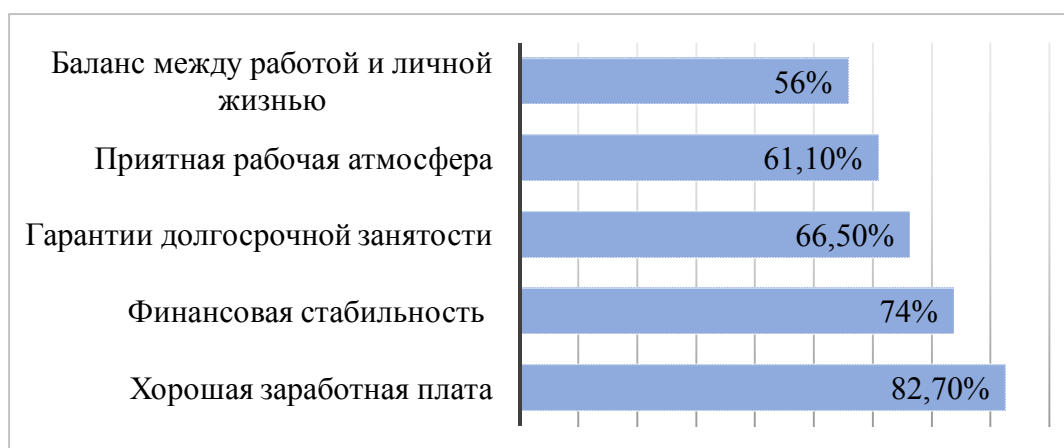
**Результаты исследования.** Инновации в организации рабочих мест не только способствуют повышению производительности и эффективности сотрудников, но и создают комфортные условия труда, что в свою очередь влияет на общую атмосферу в коллективе, а также на уровень удовлетворенности работников [6]. В условиях стремительного технологического прогресса и изменений экономических реалий, внедрение новых подходов к организации рабочих мест становится жизненной необходимостью.

Рабочее место является одним из ключевых элементов любой организации, ведь напрямую влияет на эффективность труда, мотивацию работников и общую атмосферу в коллективе. Рабочее место — это место, где работник должен находиться или куда ему необходимо прибыть в связи с его работой и, которое прямо или косвенно, находится под контролем работодателя.

Процесс организации рабочего места включает в себя разработку концепции его оформления, выбор оборудования и инструментов, создание комфорта и безопасности для работника. Это многоэтапное мероприятие, которое начинается с анализа потребностей конкретной организации и продолжается до момента, когда рабочее место становится средой, способствующей результативной деятельности.

Ключевым моментом в этом процессе является понимание того, что рабочее место — это не просто физическое пространство, а место, где происходит взаимодействие между человеком и окружающей его средой. Поэтому важно учитывать разнообразные аспекты, начиная от эргономики и заканчивая психологическими потребностями работников.

Актуальность и важность разработки данного направления подтверждается результатами многих опросов. В частности, согласно материалам исследования «Талантист» за 2024 год [7] в топ-5 критериев при выборе работодателя (рис. 1) входит приятная рабочая атмосфера и баланс между работой и личной жизнью. При этом чем выше доход человека, тем менее значимы для него последние два критерия, а более значимы интересная работа и сильное руководство.



**Рис. 1. Топ-5 критериев при выборе работодателя**

Приказ Минтруда России от 29.10.2021 N 774н "Об утверждении общих требований к организации безопасного рабочего места" (Зарегистрировано в Минюсте России 25.11.2021 N 65987) устанавливает ряд требований к организации рабочих мест.

Стоит отметить, что со временем понятие рабочего места стало значительно шире. Сегодня большая часть работников не проводит весь свой день только за письменным столом и за монитором офисного компьютера. Например, согласно статистике, только на рабочие совещания менеджеры тратят в неделю до 21ч, сотрудники более низких уровней –

от 5 до 8ч. Деловые встречи и переговоры стали повседневной рутиной современных офисных сотрудников, а это значит, что рабочее место теперь включает в себя ещё и коворкинг-центры с переговорными и другие рабочие пространства.

Ещё одним организационным новшеством являются открытые пространства и коворкинги. В последние годы наблюдается тенденция к созданию открытых офисных пространств, которые поощряют коммуникацию и совместную работу. Такой подход приводит к улучшению корпоративной культуры и способствует формированию командного духа. Коворкинги, представляющие собой общие рабочие пространства, становятся популярными среди фрилансеров и небольших команд, предоставляя им доступ к необходимой инфраструктуре и возможностям для сетевого взаимодействия.

В организации переговоров чаще применяются всё более современные и креативные подходы. Например, в последние годы всё чаще деловые встречи предпочитают проводить в таких локациях как: отели с видом на море; конференц-центры с современным дизайном; парки с открытыми пространствами; технопарки; галереи художников; сады с фонтанами и аркадами; парусные клубы; городские театры и др.

Выбор необычных локаций для проведения бизнес-встреч способствует более комфортной обстановке на переговорах, помогает расположить бизнес-партнеров, а также демонстрирует статус и имидж компании. При этом сам процесс деловых встреч и совещаний обретает новый формат: ведущие мировые компании активно внедряют более неформальный формат проведения встреч [8]. Например, в переговорных появляются пуфы и диваны вместо классических столов и стульев.

Ещё одной тенденцией в организации рабочих мест является офисный тренажерный зал. Данная новинка уже присутствует в офисах таких компаний, как: «Яндекс», «Avito», «Simtech Development» (ульяновское отделение), «СКБ Контур» (Екатеринбург). Google. В офисах поискового гиганта по всему миру есть тренажёрные залы, кафе, бассейны, массажные кабинеты, комнаты для игр и отдыха.

Фрукты, чай и иного рода перекусы уже давно присутствуют в офисах многих компаний и не вызывают удивления у работников и соискателей, но в последние годы всё чаще наблюдается тенденция к ежедневному выделению определённой суммы на каждого сотрудника, которая зачисляется на пропуск или зарплатную карту работников.

Следующим трендом является сам процесс организации офисной работы. Несмотря на то, что удаленный формат уже во многих организациях является основным, от офисов руководители не спешат отказываться. Компании, имеющие офисы в разных городах, предоставляют сотрудникам возможность брони любого рабочего места в любом офисе компании. Практикуют и гибридный формат работы. И это также очень важный инновационный аспект организации работы [9]. Ещё несколько лет назад возможность работать из дома была настоящей редкостью, и для многих работодателей звучало, как что-то нереальное. Теперь же, в объявлениях на HH и в итоговых офферах всё чаще в графе «режим работы» появляется надпись «удаленно». Гибридный формат работы вовсе стал настоящим спасением для работников и работодателей, ведь он стал «золотой серединой», позволяющей планировать свой рабочий день как из дома, так и из офиса. Гибридный формат работы позволяет держать баланс между занятостью и личной жизнью сотрудников, а также не вредит корпоративной культуре, более того, гибридный формат повышает уровень удовлетворенности условиями труда у работников.

Много исследований о плюсах и минусах дистанционной работы и видах гибридного графика уже опубликовано, но важно отметить, что отсутствие гибкого графика, согласно опросу [7], проведенному в 2024 году, является причиной увольнения практически в каждом пятом случае. Отсутствие гибких условий труда является проблемой для 13% опрошенных работающих респондентов (рис. 2) [7].



**Рис. 2. Результаты опроса**

Интересно отметить тот факт, что для молодежи (18-24 года) эти факторы являются еще более значимыми. Более 50% опрошенных ценят приятную рабочую атмосферу и баланс между работой и личной жизнью (рис. 3) [7].



**Рис. 3. Результаты опроса**

В современном мире нельзя не сказать об информационной и технологической составляющих инноваций в организации рабочих мест.

Оборудование и мебель. Современные технологии играют важную роль в организации рабочего места. Одним из ключевых направлений является использование эргономичной мебели, которая способствует снижению физического напряжения и дискомфорта. Такие предметы, как регулируемые по высоте столы и стулья с поддержкой поясницы, помогают улучшить здоровье и самочувствие сотрудников.

Также активно внедряются новые технологии в виде высокопроизводительных компьютеров, multifunctional принтеров и других устройств, которые облегчают работу. Например, системы виртуальной реальности могут использоваться для проведения удаленных совещаний, что позволяет сотрудникам взаимодействовать друг с другом, не выходя из дома.

Можно выделить пять основных направлений технологических инноваций в организации рабочих мест (рис. 4):



**Рис. 4. Технологические инновации в организации рабочих мест**

– Автоматизация и роботизация процессов. Всё больше функций доверяется искусственному интеллекту.

– Виртуальная и дополненная реальность. AR-системы позволяют делать более яркими и информативными обучающие курсы, формировать цифровые материалы и совмещать их с продуктами физического мира.

– Умные столы и стулья. Они оснащены датчиками, которые могут определять позу и движения сотрудников и обеспечивать обратную связь в режиме реального времени. Например, умное кресло может регулировать высоту сиденья и спинки в зависимости от веса и формы тела сотрудника.

– Носимые технологии. Фитнес-трекеры и умные часы подключаются к программному обеспечению, которое передаёт данные о состоянии здоровья.

– Облачные технологии. Облачные технологии представляют собой еще одну значимую инновацию. Они обеспечивают доступ к рабочим документам и программному обеспечению из любой точки мира с помощью интернета. Это облегчает совместную работу между сотрудниками, позволяя одновременно редактировать документы, обмениваться информацией и проводить онлайн-встречи. Такой подход особенно актуален для компаний с гибким графиком работы и удаленными командами [10].

Отдельным пунктом можно выделить датчики. В этой области за последние годы произошел настоящий прорыв. В современных офисах активно устанавливаются датчики присутствия, качества воздуха, контроля температуры и влажности воздуха, визуальные и акустические датчики и др. Их действие направлено на создание и поддержание комфортных условий труда, а также на контроль деятельности сотрудников, например, с целью своевременного выявления нарушений или потерь рабочего времени.



**Выводы.** Очевидным является тот факт, что технический прогресс не стоит на месте. Как и говорилось ранее, инновации уже стали частью нашей повседневной жизни, и организация рабочих мест не является исключением. В данной области присутствует явная положительная тенденция. Рабочий функционал значительно расширяется, сотрудники всё больше времени проводят на работе, растёт процент переработок – всё это обуславливает рост потребностей к комфорту и удобству на рабочем месте. Рост потребностей увеличивает спрос, а следовательно, появляется повод выдвижения всё более выгодных предложений. Более того, теперь для работодателей открыт целый горизонт возможностей в эффективной организации рабочих мест персонала. Важно отметить, что в условиях кадрового голода инновационные подходы и современные технологии в организации рабочих мест, ориентированные на персонал, могут стать весомым конкурентным преимуществом, повлиявшим на удержание работников, а также привлечение новых кадров.

Таким образом, можно сделать вывод, что грамотная организация рабочих мест является ключевым фактором успеха любой компании. Грамотный подход к обустройству рабочего пространства не только повышает продуктивность сотрудников, но и способствует улучшению их физического и психоэмоционального состояния. Современная комфортабельная мебель, оптимальные условия освещения и вентиляции, удобный формат работы, а также доступ к необходимым технологиям позволяют работникам более четко сосредотачиваться на своих задачах, минимизируя уровень стресса и утомляемости. Кроме того, хорошо организованные рабочие места способствуют эффективному взаимодействию между сотрудниками, что улучшает командную работу и коммуникацию внутри коллектива.

### Библиографический список

1. Давыдова Т.Е. Перспективные возможности для работников и работодателей в условиях дефицита кадров на рынке труда России / Давыдова Т.Е., Калинина Н.Ю., Авдеева Е.А. // Экономика и предпринимательство. 2024. № 3 (164). С. 210-214.
2. Баркалов С.А. Новые роли работников в условиях цифровой трансформации промышленности / Баркалов С.А., Авдеева Е.А., Аверина Т.А., Калинина Н.Ю. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2024. Т. 24. № 2. С. 87-96.
3. Селиверстов, А.С. Система 5S как метод повышения эффективности деятельности предприятия / А. С. Селиверстов, В. В. Постнов, В. В. Лукина. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 42 (332). — С. 132-134. — URL: <https://moluch.ru/archive/332/74250/> (дата обращения: 25.03.2025).
4. Кабакова Е.А. Инновации на рабочих местах: актуальность и перспективы внедрения // Human Progress. 2021. Том 7, Вып. 3. С. 7. URL: [http://progress-human.com/images/2021/Tom7\\_3/Kabakova.pdf](http://progress-human.com/images/2021/Tom7_3/Kabakova.pdf), свободный. DOI 10.34709/IM.173.7 (дата обращения: 23.03.2025)
5. Будущее технологий на рабочем месте // Klutch. - URL: <https://klutch.app/ru/blog/the-future-of-technology-in-the-workplace/> (дата обращения: 23.05.2025)
6. Мороз К.В. Развитие управленческих инноваций в условиях индустрии 4.0 / Мороз К.В., Аверина Т.А. // Эффективность организации и управления промышленными предприятиями: проблемы и пути решения. материалы V Международной научно-практической конференции. Курск, 2024. С. 132-136.
7. Сайт компании Ancor URL: <https://ancor.ru/press/research/otchet-po-itogam-issledovaniya-talantist-2024/> (дата обращения: 20.03.2025)

8. Юлия Абдулбарова «10 креативных мест для проведения бизнес-встреч и конференций» // linDEAL. - URL: <https://lindeal.com/rating/10-kreativnykh-mest-dlya-provedeniya-biznes-vstrech-i-konferencij> (дата обращения: 23.03.2025)
9. Пелихова А.С. Разработка моделей гибридного формата работы / Пелихова А.С., Аверина Т.А. // Научная опора Воронежской области. Сборник трудов победителей конкурса научно-исследовательских работ студентов и аспирантов ВГТУ по приоритетным направлениям развития науки и технологий. Воронеж, 2024. С. 257-260.
10. 8 тенденций в области технологий на рабочем месте на 2024 год // Mk construction. - URL: <https://mkconstruction.ru/> (дата обращения: 20.03.2025)

## MODERN TRENDS IN WORKPLACE ORGANIZATION

**T.A. Averina, N.Yu. Kalinina, M.V. Atoyan**

---

*Averina Tatiana Alexandrovna - Voronezh State Technical University, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Management Russia, Voronezh, e-mail: [ta\\_averina@mail.ru](mailto:ta_averina@mail.ru), tel: 8 (910) 349-89-53.*

*Kalinina Natalia Yurievna - Voronezh State Technical University, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Management Russia, Voronezh, e-mail: [nkalinina@cchgeu.ru](mailto:nkalinina@cchgeu.ru), tel: +7(4732)76-40-07.*

*Atoyan Margarita Vadimovna - Voronezh State Technical University, Student of the Department of Management Russia, Voronezh, e-mail: [rro051739@gmail.com](mailto:rro051739@gmail.com), tel.: +7-950-803-16-08.*

---

Abstract. The article presents theoretical aspects of workplace organization and highlights the main current trends. The importance of work in relation to the creation of a favorable working atmosphere and flexible working conditions for employees at the present time is noted. Key innovations in the area under study in recent years are considered and characterized. The main directions of technological innovations in the organization of workplaces are highlighted.

Keywords: workplace, theoretical aspects of workplace organization, workplace organization, innovations, technical progress in the organization of workplaces.

## References

1. Davydova T.E., Kalinina N.Yu., Avdeeva E.A. Promising opportunities for workers and employers in the context of a shortage of personnel in the Russian labor market // Economics and Entrepreneurship. 2024. No. 3 (164). pp. 210-214.
2. Barkalov S.A. New roles of workers in the digital transformation of industry / Barkalov S.A., Avdeeva E.A., Averina T.A., Kalinina N.Yu. // Bulletin of the South Ural State University. Series: Computer technology, control, radio electronics. 2024. Vol. 24. No. 2. pp. 87-96.
3. Seliverstov, A.S. The 5S system as a method of increasing the efficiency of an enterprise / A. S. Seliverstov, V. V. Postnov, V. V. Lukina. — Text : direct // Young scientist. — 2020. — № 42 (332). — Pp. 132-134. — URL: <https://moluch.ru/archive/332/74250/> / (date of access: 03/25/2025).
4. Kabakova E.A. Innovations in the workplace: relevance and prospects of implementation // Human Progress. 2021. Volume 7, Issue 3. P. 7. URL: <http://progress-human.com/images/2021/Tom>.
5. The future of technology in the workplace // Klutch. - URL: <https://klutch.app/ru/blog/the-future-of-technology-in-the-workplace/> (date of request: 05/23/2025)
6. Moroz K.V. Development of managerial innovations in the context of industry 4.0 / Moroz K.V., Averina T.A. // Efficiency of organization and management of industrial enterprises:

problems and solutions. proceedings of the V International Scientific and Practical Conference. Kursk, 2024. pp. 132-136.

7. Ancor company website URL: <https://ancor.ru/press/research/otchet-po-itogam-issledovaniya-talantist-2024/> (date of request: 03/20/2025).

8. Julia Abdulbarova "10 creative places for business meetings and conferences" // linDEAL. - URL: <https://lindeal.com/rating/10-kreativnykh-mest-dlya-provedeniya-biznes-vstrech-i-konferencij> (date of access: 03/23/2025)

9. Pelikhova A.S. Development of hybrid work format models / Pelikhova A.S., Averina T.A. // Scientific support of the Voronezh region. A collection of works by the winners of the VSTU student and graduate research competition on priority areas of science and technology development. Voronezh, 2024. pp. 257-260.

10. 8 trends in technology in the workplace for 2024 // Mk construction. - URL: <https://mkconstruction.ru/> (date of request: 03/20/2025)

## РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ АНАЛИЗЕ РИТМОВ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА

**В.Е. Белоусов, Е.А. Медведева, В.П. Решетникова**

---

**Белоусов Вадим Евгеньевич**, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой кибернетики в системах организационного управления

Россия, г. Воронеж, e-mail: vbelousov@cchgeu.ru, тел.: +7-961-188-36-00

**Медведева Елизавета Александровна**, Воронежский государственный технический университет, студент факультета информационных технологий и компьютерной безопасности,

Россия, г. Воронеж, e-mail: elizm-1207@mail.ru, тел.: +7-910-282-55-44

**Решетникова Валерия Павловна**, Воронежский государственный технический университет, студент факультета информационных технологий и компьютерной безопасности,

Россия, г. Воронеж, e-mail: sovva.lera@yandex.ru, тел.: +7-968-266-39-20

---

**Аннотация.** В статье рассматриваются подходы к обнаружению вызванной синхронизации/десинхронизации на электроэнцефалограмме с использованием сверточных нейронных сетей. В результате исследователю достаточно загрузить в обученную нейросеть ЭЭГ полученную с определённого датчика энцефалографа и далее производится поиск участков вызванной синхронизации/десинхронизации ритмов активности головного мозга. При этом возможно проводить идентификацию участков ЭЭГ как по отдельным электродам, так и на их совокупности отвечающих за  $\alpha$  и  $\beta$  ритмы. В целом данная задача необычайно сложная, т.к. единой методики выявления участков вызванной синхронизации/десинхронизации практически нет, и исследователи применяют очень разнообразные математические методы. Поэтому использование аппарата сверточных нейронных сетей может существенно упростить работу исследователя.

**Ключевые слова:** синхронизация, десинхронизация, аутентификация, головной мозг, ритм, обнаружение.

### **Введение**

Технологии, основанные на биометрических данных, активно развиваются, предлагая новые методы идентификации и аутентификации. Использование ЭЭГ (ЭЭГ — метод регистрации электрической активности головного мозга) является одним из перспективных направлений, поскольку ритмы мозговой активности обладают высокой степенью уникальности и устойчивости к подделке.

Безопасность, основанная на биометрической аутентификации, достигается за счет использования уникальных физических или поведенческих особенностей человека для идентификации. В отличие от традиционных паролей, этот метод не требует запоминания комбинаций символов, а вместо этого анализирует индивидуальные черты, такие как отпечатки пальцев, радужная оболочка глаза, голос, морфологические особенности лица и даже манера подписи [1].

### **Постановка задачи**

Для успешного применения в реальных системах биометрические данные должны соответствовать нескольким ключевым критериям: универсальность (наличие у всех пользователей), постоянство (стабильность во времени) и измеримость (возможность точной фиксации). Кроме того, системы биометрической аутентификации должны быть достаточно

быстрыми и точными, чтобы обеспечивать удобство и надёжность в повседневном использовании.

Отличительные особенности этих характеристик гарантируют точность идентификации пользователя как именно того, кто себя заявляет. Информация о биометрии пользователя регистрируется в базе данных и служит эталоном для последующих проверок. При запросе к информационному ресурсу система биометрической аутентификации анализирует введенные пользователем данные и сверяет их с сохраненными в базе эталонными показателями.

Успешная аутентификация, подтверждающая совпадение предоставленных данных, открывает доступ к ресурсу для пользователя. Биометрические методы аутентификации находят применение в широком спектре задач, от контроля физического доступа к объектам (зданиям, помещениям) до управления доступом к цифровым ресурсам, таким как системы, приложения и базы данных [2].

Чтобы изучить воздействие ритмов на испытуемого, используется стандартный тест "открытие-закрытие глаз", продолжающийся примерно 3 секунды с паузами между испытаниями от 5 до 10 секунд. В нормальном состоянии при открытии глаз наблюдается снижение альфа-ритма и увеличение бета-ритма. Напротив, при закрытии глаз отмечается рост показателей альфа-ритма: индекса, амплитуды и регулярности.

Время реакции на открытие и закрытие глаз составляет **0,01-0,03 секунды** и **0,4-1 секунды** соответственно.

Открытие глаз сигнализирует о переходе из состояния релаксации в активность, что свидетельствует о сопротивлении тормозным процессам. Закрытие глаз, наоборот, указывает на переход из активного состояния в состояние покоя и отражает инертность возбуждающих процессов. У каждого пациента показатели этих реакций обычно остаются неизменными при повторных измерениях.

Во время движений глаз возникает биоэлектрическая активность, известная как глазодвигательный артефакт, которую можно обнаружить с помощью электродов, приложенных к коже около глаз. Полученная информация отображается в виде электроокулограммы (ЭЭГ). Хотя электроды ЭЭГ предназначены для регистрации мозговой активности, движения глаз также фиксируются ими. В этом случае, движение глаз интерпретируется как артефакт, поскольку не отражает непосредственную электрическую активность мозга, и его удаляют из итоговой записи.

Анализы выявили, что чередование морганий с паузами, превышающими 300 миллисекунд, создает индивидуальный электроэнцефалограммический отклик для каждого субъекта [3].

### **Ключевые шаги, составляющие алгоритм ЭЭГ-аутентификации**

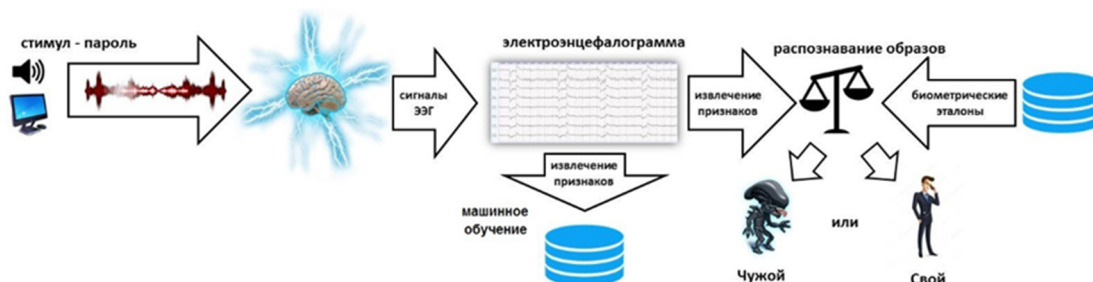
Система аутентификации, использующая естественные моргания, регистрируемые с помощью ЭЭГ, состоит из четырех ключевых этапов (рис. 1):

1. Получение информации посредством регистрации электрической активности мозга в определенных точках.
2. Первоначальная обработка данных направлена на фильтрацию шумов и выделение характерных ЭЭГ-сигналов, связанных с морганием.
3. Разработка алгоритма классификации ЭЭГ сигналов, основанного на методах машинного обучения.
4. Процесс обучения и оценки.

В ходе этой фазы осуществляется регистрация ЭЭГ с использованием электроэнцефалографа. Ожидается, что полученные записи включают в себя сигналы, связанные с морганием.

Подготовка данных фокусируется на изолировании сигналов ЭОГ из общего сигнала ЭЭГ. ЭЭГ, как классический временной ряд, открывает возможности для применения сверточных нейронных сетей. Архитектура YOLO, известная своей эффективностью в

распознавании объектов на изображениях, предлагает оригинальный подход к решению задачи обнаружения. Оригинал изображения преобразуется в квадратную матрицу 13x13, где каждая ячейка хранит данные о присутствии объекта и его типе на соответствующем фрагменте изображения [4].



**Рис. 1. Основные этапы аутентификации при анализе ритмов головного мозга**

Во время обучения YOLOv5 все изображения масштабируются до 640x640 пикселей. YOLO функционирует по принципу единого прохода, когда полное изображение проходит через сверточную нейронную сеть всего один раз, что и отражено в его названии «Стоит только раз взглянуть». Другие алгоритмы повторяют этот процесс множество раз, пропускают изображение через CNN по несколько раз. Благодаря этому YOLO выделяется своей высокой скоростью обнаружения объектов, чего не могут достичь другие подходы.

Оценку качества классификации можно провести с помощью ряда ключевых показателей [5]:

1. Процент точных ответов (Accuracy). Измеряет общую долю правильных предсказаний (как истинно положительных, так и истинно отрицательных) среди общего числа экземпляров.

2. Точность (Precision) измеряет, сколько из идентифицированных объектов были на самом деле правильными. Высокая точность означает, что модель делает мало ложных положительных предсказаний.

3. Точность классификации (*Recall*) внутри класса определяется как процент правильно идентифицированных записей, относящихся к данному классу, по отношению к общему числу записей этого класса в тестовом наборе. Этот показатель отражает, насколько эффективно модель обнаруживает все существующие объекты данного класса. Высокий recall свидетельствует о том, что модель успешно обнаруживает большинство объектов, относящихся к классу (т.е. минимизирует количество ложноотрицательных ответов).

4. F-мера выступает в роли синтеза точности и полноты, являясь их гармоническим средним.

$$F = (Precision \cdot Recall) / (Precision + Recall)$$

5. Mean Average Precision (mAP) – это широко используемая метрика для оценки производительности моделей обнаружения объектов, таких как в популярных Ultralytics YOLO семейства. Она представляет собой единый комплексный показатель, который суммирует способность модели правильно идентифицировать и находить объекты для различных классов и уровней доверия.

В отличие от более простых метрик, mAP эффективно балансирует между компромиссом между нахождением всех релевантных объектов (recall) и гарантией того, что найденные объекты действительно правильные (precision), что делает его крайне важным для оценки моделей, используемых в сложных приложениях, таких как автономные системы и медицинская диагностика.

## Внедрение системы, основанной на электроэнцефалограмме для аутентификации

ЭЭГ-аутентификация реализуется через систему, которая включает в себя отдельные модули: захват данных, предварительная обработка, извлечение признаков и модуль аутентификации (рис. 2).

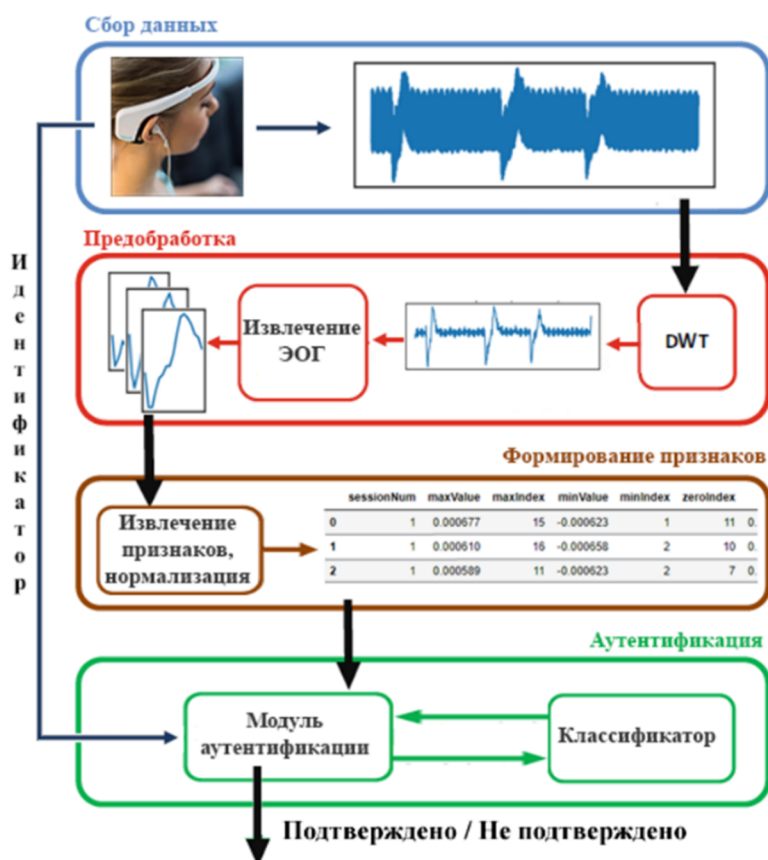


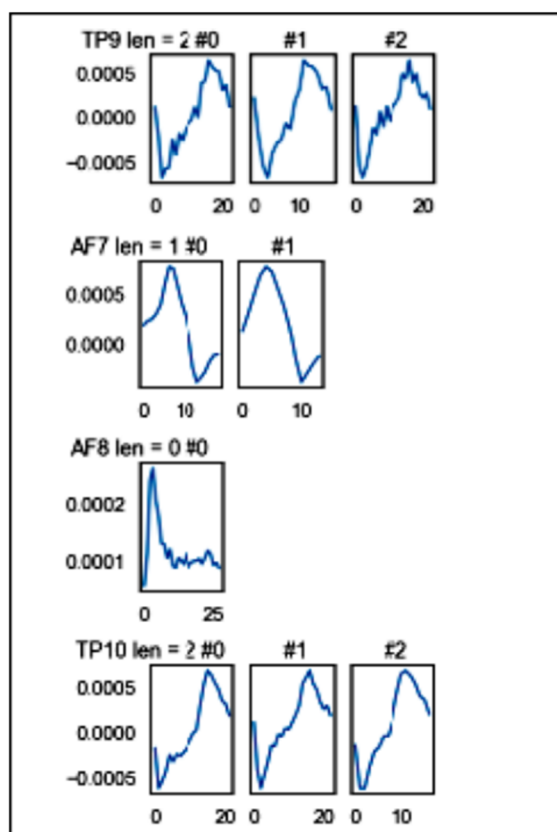
Рис. 2. Основные этапы аутентификации при анализе ритмов головного мозга

На первом этапе (модуле) происходит захват сигналов ЭЭГ с головы пользователя при выполнении определённой когнитивной задачи (например, воображаемое движение, распознавание лиц, математические вычисления) или в состоянии покоя. Данные записываются в виде временных рядов с ЭЭГ-устройств (например, NeuroSky, Emotiv EPOC, OpenBCI) с электродами, размещаемыми на голове. В качестве программного обеспечения выбран Python (Google Colab). Выбор обусловлен наличием большого количества библиотек.

Модуль предобработки предназначен для очистки сигнала от шума и артефактов, чтобы улучшить качество данных перед извлечением признаков. Основными этапами являются фильтрация (устранение сетевых помех), удаление артефактов (движение глаз, мышечная активность), нормализация (стандартизация сигнала по каждому каналу).

Модуль формирования признаков включает в себя выделение уникальных характеристик ЭЭГ для идентификации. Частотные (спектральная мощность в альфа (8–13 Гц), бета (13–30 Гц), тета (4–7 Гц), гамма (30+ Гц) диапазонах), временные (амплитуда пиков).

Модуль аутентификации сравнивает признаки с эталоном и принимает решения о доступе (рис. 3).



**Рис. 3. ЭЭГ-паттерны морганий**

### **Заключение**

Представленный в статье подход позволяет решить вопрос аутентификации личности лица принимающего решения для систем, предусматривающих серьезные последствия от несанкционированного доступа при противоправных действиях третьих лиц, что в условиях быстро меняющейся конъюнктуры рынка дип фейков крайне актуальна.

### **Библиографический список**

1. Станкевич Л.А., Аманбаева С.С., Самочадин А.В. Аутентификация пользователя по электроэнцефалографическим сигналам при моргании // Компьютерные инструменты в образовании. 2019. №3. С.52–69.
2. Зима И, Тукаев С, Селезнов И, Киёно К, Попов А, Черных М, Шпенков О. Электроэнцефалограммы при выполнении ментальных арифметических задач. Данные. 2019 год; 4(1):14.
3. Звёздочкина Н.В. Исследование электрической активности головного мозга / Н.В.Звёздочкина. – Казань: Казан. ун-т, 2014. – 59 с.
4. Бранцевич, П. Ю. Примеры цифровой обработки электроэнцефалограмм / П. Ю. Бранцевич // Медэлектроника–2022. Средства медицинской электроники и новые медицинские технологии: сб. науч. Ст. XIII Междунар. Науч.-техн. конф. (Республика Беларусь, Минск, 8-9 декабря 2022 года). – Минск: БГУИР, 2022. – С. 314-318.
5. Григорьева Е. А., Певзнер А. А., Шахназаров С. С. Программа для определения моментов синхронизации и десинхронизации ЭЭГ // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2010615245, в Реестре программ для ЭВМ 13.08.2010 б.



# DEVELOPMENT OF AN INTELLECTUAL SYSTEM FOR DECISION SUPPORT IN ANALYZING BRAIN ELECTROENCEPHALOGRAM RHYTHMS

V.E. Belousov, E.A. Medvedeva, V.P. Reshetnikova

---

**Belousov Vadim Evgenyevich**, the Voronezh state technical university, Candidate of Technical Sciences, the associate professor, the manager of department of cybernetics in the systems of organizational management,

Russia, Voronezh, e-mail: vbelousov@cchgeu.ru, ph.: +7-961 - 188-36-00

**Medvedeva Elizabetha Aleksandrovna**, Voronezh state technical university, student of faculty of information technologies and computer safety,

Russia, Voronezh, e-mail: elizm-1207@mail.ru, ph.: +7-910-282-55-44

**Reshetnikova Valeria Pavlovna**, Voronezh state technical university, student of faculty of information technologies and computer safety,

Russia, Voronezh, e-mail: sovva.lera@yandex.ru, ph.: +7-968-266-39-20

---

**Abstract.** In article approaches to detection of the caused synchronization/desynchronization on the electroencephalogram with use of convolution neural networks are considered. As a result it is enough to researcher to load into the trained EEG neuronet received from a certain sensor of the encephalograph and further search of sections of the caused synchronization/desynchronization of rhythms of activity of a brain is run. At the same time it is possible to carry out identification of sections of EEG both on separate electrodes, and on their set answering for  $\alpha$  and  $\beta$  rhythms. In general this task extraordinary difficult since there is practically no uniform technique of identification of sections of the caused synchronization/desynchronization, and researchers apply very different mathematical methods. Therefore use of the office of convolution neural networks can significantly simplify work of the researcher.

*Key word:* synchronization, desynchronization, authentication, brain, rhythm, detection.

## References

1. Stankevichl. And., Amanbayevas. Page, Samochadin.B. User authentication on electroencephalographic signals when blinking//Computer tools in education. 2019. No3. Page 52-69.
2. Winter And, Tukayev With, Seleznov And, Kiyono To, Popov And, Black M, Shpenkov O. Electroencephalograms at execution of mental arithmetic tasks. Data. 2019; 4(1): 14.
3. Zvyozdochkina N.V. Research of electric activity of a brain / N.V. Zvyozdochkina. – Kazan: Cauldron. un-t, 2014. – 59 pages.
4. Brantsevich, P. Yu. Examples of digital processing of electroencephalograms / item Yu. Brantsevich//Medical electronic engineer-2022. Means of medical electronics and new medical technologies: Saturday. науч. Article XIII Mezhdunar. (Republic of Belarus, Minsk, on December 8-9, 2022). – Minsk: BGUIR, 2022. – Page 314-318.
5. Grigorieva E. A., Pevzner A. A., Shakhnazarov S. S. The program for definition of the moments of synchronization and desynchronization of EEG//the Certificate on the state registration of the computer program No. 2010615245, in the Register of the computer programs 13.08.2010 6.

## РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КЛАССИФИКАЦИИ ТИПОВ ПЛАЧА МЛАДЕНЦА НА ОСНОВЕ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

**В.Е. Белоусов, Е.А. Медведева, В.П. Решетникова**

---

**Белоусов Вадим Евгеньевич**, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой кибернетики в системах организационного управления

Россия, г. Воронеж, e-mail: vbelousov@cchgeu.ru, тел.: +7-961-188-36-00

**Медведева Елизавета Александровна**, Воронежский государственный технический университет, студент факультета информационных технологий и компьютерной безопасности,

Россия, г. Воронеж, e-mail: elizm-1207@mail.ru, тел.: +7-910-282-55-44

**Решетникова Валерия Павловна**, Воронежский государственный технический университет, студент факультета информационных технологий и компьютерной безопасности,

Россия, г. Воронеж, e-mail: sovva.lera@yandex.ru, тел.: +7-968-266-39-20

---

Аннотация. В статье представлены результаты исследований аудиосигналов плача младенца на основе сверточной нейронной сети по классификации непосредственно типов плача. Такой подход позволил существенно сократить время обучения нейронной сети и повысил метрики качества до значений, позволяющих использовать результаты в практической области, а именно дополнить существующие типы радио нянь модулем классификации типа плача.

Ключевые слова: аудиосигнал, сверточная нейронная сеть, решения, классификация, спектрграмма.

### Введение

Плач является основным способом общения и выражения своих потребностей для младенцев. Он служит важным сигналом, позволяющим родителям понимать, что беспокоит их малыша. В последние годы значительный прогресс в области исследований детского плача привел к выделению пяти основных типов плача, каждый из которых может указывать на разные состояния или потребности ребенка. Это открыло новые горизонты для применения технологий с использованием искусственного интеллекта, в мониторинге и анализе детского плача [1].

Системы, основанные на искусственном интеллекте, способны анализировать аудиоданные плача и классифицировать их по типам, что позволяет родителям быстрее и точнее реагировать на потребности своего ребенка. Ранее многие молодые родители испытывали трудности в интерпретации плача, что могло приводить к ненужному стрессу и беспокойству. Однако с помощью современных технологий, таких как машинное обучение и обработка аудиосигналов, стало возможным автоматическое распознавание и классификация типов плача, что значительно упрощает жизнь родителям.

### Постановка задачи

Актуальность использования искусственного интеллекта в данной области трудно переоценить. Системы, которые могут точно идентифицировать тип плача, могут не только помочь родителям понять, что беспокоит их малыша — голод, усталость, дискомфорт или потребность в внимании — но и обеспечить более быстрое реагирование на эти потребности. Это может привести к улучшению эмоционального состояния как детей, так и родителей, снижая уровень стресса и повышая качество ухода за младенцем.

Кроме того, такие системы могут быть интегрированы в современные устройства, такие как умные коляски или мониторинг сна, что делает их доступными и удобными для использования в повседневной жизни. В конечном итоге, использование искусственного интеллекта для анализа детского плача открывает новые возможности для улучшения качества жизни семьи и формирования более глубокого понимания потребностей младенцев.

### Практическая часть

Для исследования идентификации типов детского плача младенца был использован датасет Baby Cry Detection Database [2]. Этот датасет был собран в рамках научного проекта, направленного на изучение акустических характеристик детского плача. Он доступен для исследовательских целей и может быть использован для разработки систем, основанных на искусственном интеллекте, для автоматического распознавания и классификации типов плача.

Датасет (табл. 1) представлен в виде аудиофайлов, сохраненных в формате WAV, что обеспечивает высокое качество звука и возможность дальнейшей обработки. Каждый аудиофайл содержит запись детского плача, которая сопровождается метками, указывающими на тип плача. Набор данных был разделен на два основных класса: BabyCry и Other.

Класс Other состоит из звуковых клипов из домашней обстановки.

Таблица 1

Фрагмент датасета Baby Cry Detection Database

	filename	event_label	onset	offset	start	name	original_label
0	-THl_72tO8I_4.wav	Other	0.0	3.81	4	-THl_72tO8I	Other
1	-THl_72tO8I_4.wav	BabyCry	3.81	6.34	4	-THl_72tO8I	BabyCry
2	-THl_72tO8I_4.wav	Other	6.34	10.0	4	-THl_72tO8I	Other
3	i13woB5tvQE_30.wav	BabyCry	0.0	2.11	30	i13woB5tvQE	BabyCry
4	i13woB5tvQE_30.wav	Other	2.11	2.5	30	i13woB5tvQE	Other
5	i13woB5tvQE_30.wav	BabyCry	2.5	4.17	30	i13woB5tvQE	BabyCry
6	i13woB5tvQE_30.wav	Other	4.17	05.06	30	i13woB5tvQE	Other
7	i13woB5tvQE_30.wav	BabyCry	05.06	5.24	30	i13woB5tvQE	BabyCry
8	i13woB5tvQE_30.wav	Other	5.24	5.38	30	i13woB5tvQE	Other

Рассмотрим подробно какие данные содержит рассматриваемый датасет [1]:

- **filename:** имя аудиофайла, из которого был извлечен 10-секундный клип,  $t=\text{start sec to } t=\text{start}+10 \text{ sec}$ , соответствуют границам клипа в полном видео.

- **event\_label:** обновленный класс звукового события в соответствии с нашим распределением набора данных.

- **onset:** время начала в секундах.

- **offset:** время смещения в секундах.

- **start:** начало, откуда был извлечен 10-секундный клип,  $t=\text{start sec to } t=\text{start}+10 \text{ sec}$ .

- **name:** имя аудиофайла.

- **original\_label:** исходный класс звукового события, как представлено в AudioSet.

На сегодняшний день существуют следующие виды классификации аудиоданных: распознавания речи; идентификация акустических событий; голосовая аутентификация; эмоциональное состояние. Рассматриваемая задача относится к классу оценки эмоционального состояния. Поэтому можем классифицировать плач ребенка по пяти основным категориям:

1 Самый «популярный» плач приходится на звук «нэ» / «на» / «лэ» / «ла» и означает, что малыш голоден.

2 «Уа-ааа» — раскатистый, звонкий плач означает, что малыш переутомился или перевозбудился.

3 Не слишком громкий, с затиханием плач «хэ» означает внешний дискомфорт — холодно, жарко, грязный подгузник, неудобная поза и др.

4 Самый страшный для всех родителей — глубокий, гортанный плач «арр» означает, что ребенка беспокоят колики, боли в животе.

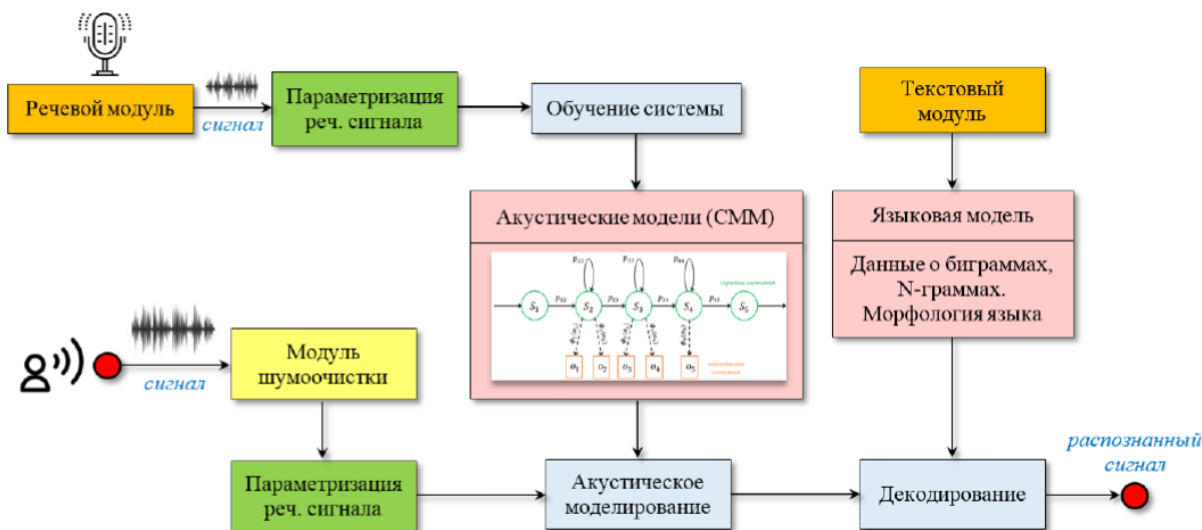
5 Короткое «э-э» означает, что малышу что-то мешает, чаще скопившийся воздух, отрыжка, желание срыгнуть.

Датасет Baby Cry Detection Database включает в себя более 1000 аудиозаписей, что обеспечивает достаточное количество примеров для обучения и тестирования моделей машинного обучения. Каждая запись имеет продолжительность от 5 секунд, что позволяет зафиксировать ключевые характеристики плача.

Объем данных позволяет исследователям проводить анализ и тестирование различных алгоритмов классификации, а также оценивать их эффективность в реальных условиях.

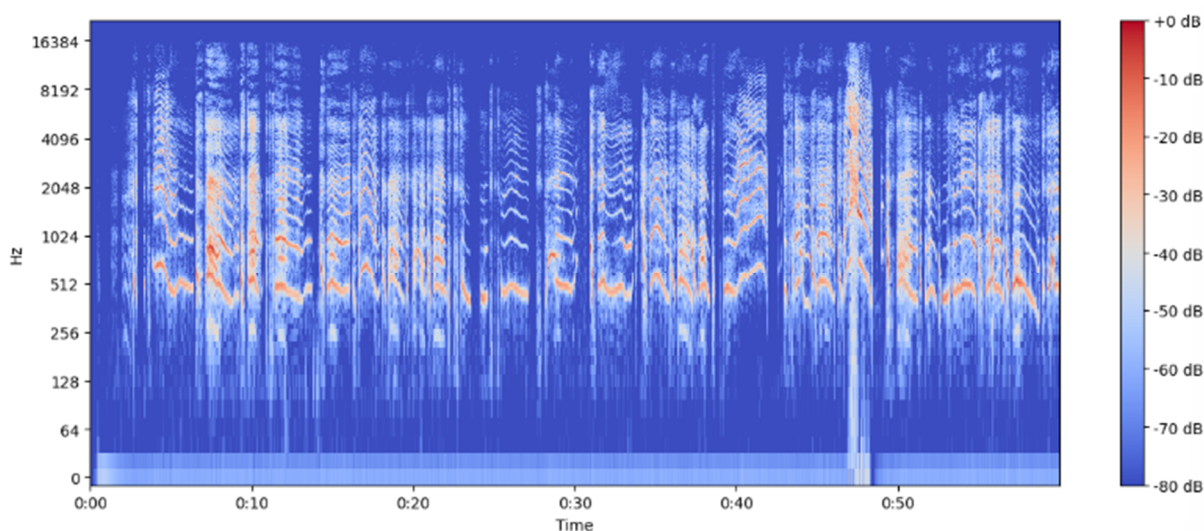
Для решения задачи идентификации типа плача младенца была выбрана свёрточная нейронная сеть (CNN). Свёрточные нейронные сети хорошо справляются с задачами обработки изображений, но также могут быть адаптированы для анализа звуковых сигналов. Для этого аудиофайлы преобразуются в спектрограммы, которые представляют собой визуальные изображения звуковых волн. CNN может эффективно извлекать пространственные и частотные признаки из таких изображений [3].

Длительность аудио не фиксирована, в отличие от изображений, поэтому для распознавания аудиоданных применяется архитектура нейронной сети, представленная на рис. 1.



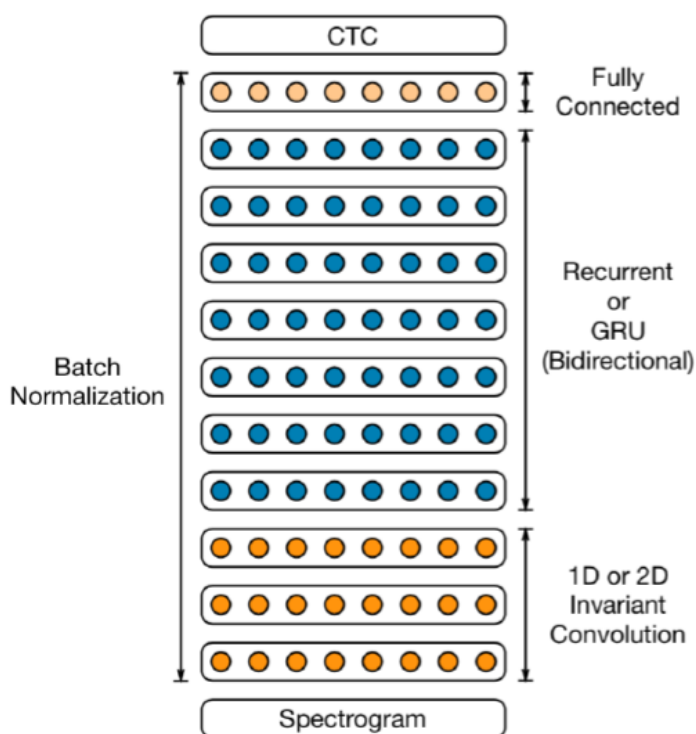
**Рис. 1. Архитектура нейронной сети для распознавания аудиоданных**

На вход сети подается мел-спектрограмма (рис. 2) для выделения признаков важных для классификации, далее производится обработка на 1-3 входных сверточных слоях, затем данные передаются на 1-9 рекуррентных слоя (RNN, GRU, LSTM), определяется функция потерь (CTC-Loss) и производится нормализация данных по мини-батчам (batch normalization) (рис. 3).



**Рис. 2. Мел-спектрограмма плача ребенка**

В контексте идентификации плача младенца, это позволяет модели сосредоточиться на важных аспектах звукового сигнала, таких как громкость, интонация, частота, амплитуда и другие характеристики, которые могут указывать на тип плача, без необходимости ручного выбора признаков [4].

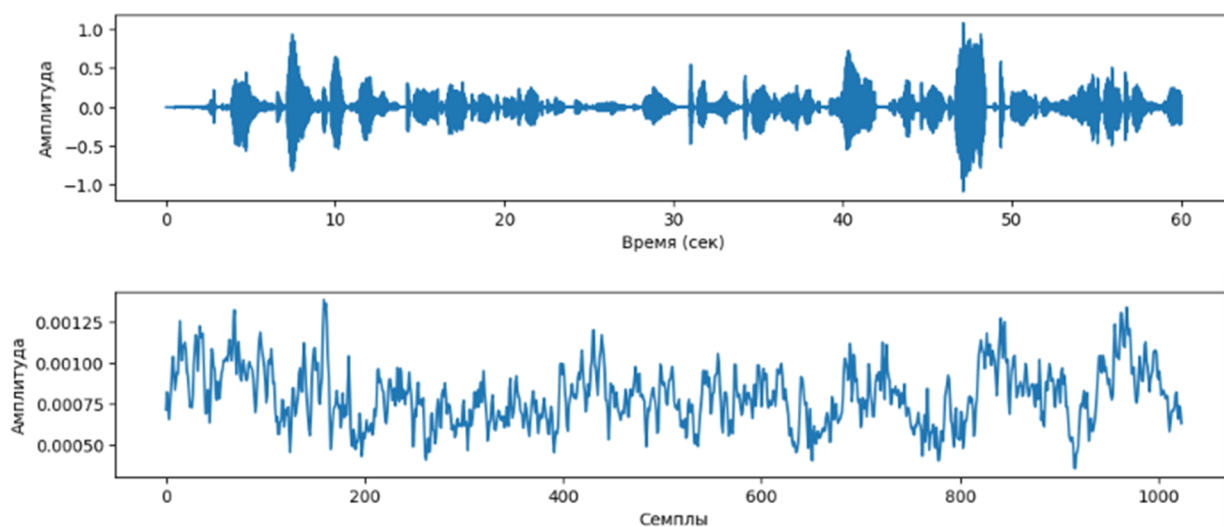


**Рис. 3. Алгоритм обработки аудиосигнала плача младенца**

Посмотрим, как выглядит аудиосигнал плача младенца. Файл \*.wav включает в себя набор амплитуд аудиосигнала, отсчитываемых за определенные промежутки времени (рис. 4).

Сразу извлечем мел-спектрограммы из всех аудиосигналов в наборе данных, с использованием короткосрочного преобразования Фурье (STFT), которая отображается на отдельном графике, где по оси X представлено время, а по оси Y — частота в логарифмической шкале. Цветовая шкала показывает уровень громкости в децибелах.

Данные были разделены на обучающую и тестовую выборки в соотношении 80/20. Обучающая выборка использовалась для обучения модели, в то время как тестовая выборка применялась для оценки её производительности [5].



**Рис. 4. АЧХ аудиосигнала плача младенца**

В ходе экспериментов были настроены несколько гиперпараметров, таких как количество слоев, скорость обучения и размер батча. Оптимизация гиперпараметров проводилась с использованием методов кросс-валидации и сеточного поиска, что позволило добиться наилучших результатов в классификации типов плача.

Модель состоит из нескольких сверточных слоев, за которыми следуют слои подвыборки (pooling) и полносвязные слои. Для обучения модели использовалось 50 эпох. Изначально планировалось 30, но было увеличено до 50 для достижения лучшей сходимости. Каждая эпоха представляет собой один полный проход через обучающий набор данных. Размер пакета (batch size) был установлен на 32, что означает, что модель обновляла свои веса на основе ошибки, полученной на обучающей выборке, после обработки каждого пакета из 32 примеров. В процессе обучения использовался оптимизатор Adam с начальной скоростью обучения 0.01.

В процессе обучения отслеживается функция потерь и точность на обучающем наборе. Данные представлены в табл. 2.

На первой эпохе модель показала точность около 50%, но по мере обучения и корректировки весов точность увеличивалась. На 50-й эпохе была достигнута точность около 93%. Ошибка на обучающем наборе (loss) уменьшилась с 0.7 до 0.25.

Обучение модели для идентификации типа плача младенца с использованием CNN показало хорошие результаты, с высокой точностью на обучающем наборе и приемлемой на тестовом наборе. Настройка гиперпараметров и архитектуры модели сыграли ключевую роль в достижении этих результатов.

### **Заключение**

Таким образом, использование свёрточной нейронной сети в сочетании с правильным подходом к обучению и настройке гиперпараметров позволяет эффективно решать задачу идентификации плача младенцев, что может быть полезно для родителей и специалистов в области детской психологии и медицины.

Таблица 2

Динамика изменений функции потерь и точности в ходе обучения нейронной сети

Эпоха	Функция потерь (Loss)	Точность (Accuracy)
1	0.693	51.0%
2	0.650	60.0%
3	0.620	65.0%
4	0.580	70.0%
5	0.550	75.0%
6	0.525	78.0%
7	0.500	80.0%
...	...	...
43	0.300	90.0%
44	0.290	90.5%
45	0.280	91.0%
46	0.275	91.5%
47	0.270	92.0%
48	0.265	92.5%
49	0.260	93.0%
50	0.251	93.5%

### Библиографический список

1. Николенко С., Кадури А., Архангельская Е. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей. – СПб.: Питер, 2019. – 480 с.
2. Колесникова Д.С., Рудниченко А.К., Верещагина Е.А., Фоминова Е.Р. Применение современных технологий распознавания речи при создании лингвистического тренажера для повышения уровня языковой компетенции в сфере межкультурной коммуникации // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 9, №6 (2017).
- 3.База данных\_данных\_обнаружения\_плача\_ребенка  
[https://github.com/tanmayy24/Baby\\_Cry\\_Detection\\_Database?ysclid=makza7oe1g354328948](https://github.com/tanmayy24/Baby_Cry_Detection_Database?ysclid=makza7oe1g354328948).
4. Snyder, D., Garcia-Romero, D., Sell, G., McCree, A., Povey, D., & Khudanpur, S. (2019, May). Speaker recognition for multi-speaker conversations using xvectors. In ICASSP 2019 (pp. 5796-5800).
5. Amodei, D., Ananthanarayanan, S., ... & Zhu, Z. (2016). Deep speech 2: End-to-end speech recognition in english and mandarin. In International conference on machine learning (pp. 173-182). PMLR.

# DEVELOPMENT OF THE INTELLECTUAL SYSTEM OF CLASSIFICATION OF TYPES OF CRYING OF THE BABY ON THE BASIS OF CONVOLUTION NEURAL NETWORK

V.E. Belousov, E.A. Medvedeva, V.P. Reshetnikova

---

**Belousov Vadim Evgenyevich**, the Voronezh state technical university, Candidate of Technical Sciences, the associate professor, the manager of department of cybernetics in the systems of organizational management,

Russia, Voronezh, e-mail: vbelousov@cchgeu.ru, ph.: +7-961 - 188-36-00

**Medvedeva Elizabeta Aleksandrovna**, Voronezh state technical university, student of faculty of information technologies and computer safety,

Russia, Voronezh, e-mail: elizm-1207@mail.ru, ph.: +7-910-282-55-44

**Reshetnikova Valeria Pavlovna**, Voronezh state technical university, student of faculty of information technologies and computer safety,

Russia, Voronezh, e-mail: sovva.lera@yandex.ru, ph.: +7-968-266-39-20

---

Abstract. Results of researches of audisignal of crying of the baby on the basis of convolution neural network on classification directly crying types are presented in article. Such approach allowed to reduce significantly time of training of neural network and raised quality metrics to the values allowing to use results in practical area, namely to add the existing types of radio of nurses with the module of classification of type of crying.

Keywords: audiosignal, convolution neural network, solutions, classification, spectrogram

## References

1. Nikolenko S., Kadurin A., Arkhangelsk E. Deep learning. Immersion to the world of neural networks. – SPb.: St. Petersburg, 2019. – 480 pages.
2. Kolesnikova D.S., Rudnichenko A.K., Vereshchagina E.A., Fominova E.R. Application of modern sensing technologies of the speech during creation of the linguistic exercise machine for increase in level of language competence in the field of cross-cultural communication//the Online magazine "NAUKOVEDENIYE" Volume 9, No. 6 (2017).
3. Base dannykh dannykh\_obnaruzheniya\_placha\_rebenka [https://github.com/tanmayy24/Baby\\_Cry\\_Detection\\_Database?ysclid=makza7oe1g354328948](https://github.com/tanmayy24/Baby_Cry_Detection_Database?ysclid=makza7oe1g354328948).
4. Snyder, D., Garcia-Romero, D., Sell, G., McCree, A., Povey, D., & Khudanpur, S. (2019, May). Speaker recognition for multi-speaker conversations using xvectors. In ICASSP 2019 (pp. 5796-5800).
5. Amodei, D., Ananthanarayanan, S.... & Zhu, Z. (2016). Deep speech 2: End-to-end speech recognition in english and mandarin. In International conference on machine learning (pp. 173-182). PMLR.



## АКТУАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Т.А. Свиридова, А.А. Полякова

---

**Свиридова Татьяна Анатольевна\***, Воронежский государственный технический университет, старший преподаватель кафедры управления

Россия, г. Воронеж, e-mail: [sviridova81m@mail.ru](mailto:sviridova81m@mail.ru), тел.: +79036546695

**Полякова Алина Алексеевна**, Воронежский государственный технический университет, обучающийся кафедры управления

Россия, г. Воронеж, e-mail: [alya\\_polyakova\\_2004@mail.ru](mailto:alya_polyakova_2004@mail.ru), тел.: +79208003521

---

Аннотация. В данной статье проводится подробная актуализация метода Монте-Карло. Рассматриваются различные сферы применения этого статистического подхода, анализируется широкий спектр научных дисциплин, в рамках которых возможно эффективное использование метода Монте-Карло. Особое внимание уделяется особенностям реализации алгоритмов моделирования случайных процессов и оценке точности полученных результатов.

*Ключевые слова:* метод Монте-Карло, моделирование; анализ рисков; вероятностное моделирование; управление неопределенностью; оценка сценариев; анализ чувствительности; поддержка принятия решений; расширенная коммуникация.

Метод Монте-Карло пользуется большой популярностью у специалистов самых разных сфер. Такая методика находит свое применение, к примеру, в сфере финансов. В частности, применять такой подход можно для оценки рисков или, скажем, ценообразования финансовых инструментов, так как на рынке очень часто могут происходить непредсказуемые колебания, которые влекут за собой неопределенность. Именно данный метод позволит создать прогнозы или смоделировать вероятные сценарии развития событий.

Дериваты финансового рынка, среди которых особое место занимают опционы и фьючерсы, представляют собой одну из важнейших областей, где активно используется рассматриваемая методика. Классические аналитические модели (модель Блэка-Шоулза, например), базируются на определенных допущениях, которые зачастую не соответствуют реальным экономическим условиям. Метод Монте-Карло, напротив, предоставляет возможность учёта множественных факторов. Посредством многочисленных итераций и симуляций разнообразных исходов формируется вероятностное распределение будущей стоимости актива. Основные направления применения метода Монте-Карло в финансовой сфере отражены в таблице 1.

Риск-менеджмент в сфере управления инвестиционными портфелями также не обходится без применения данной методологии. Когда точное прогнозирование будущих доходностей представляется невозможным, именно симуляционное моделирование посредством метода Монте-Карло открывает перспективы для прогнозирования множественных сценариев движения цен и, соответственно, оценки потенциальных финансовых потерь.

Метод Монте-Карло нашёл своё место в машинном обучении весьма неожиданным образом. Раньше его воспринимали скорее как математический инструмент, но сейчас он буквально встраивается в саму ткань алгоритмов. Специалисты активно эксплуатируют его возможности для решения совершенно разных проблем.

Оценка неопределённости в моделях стала очень и очень важна для современных систем. Когда нейросеть делает предсказание, насколько мы можем ему доверять? Метод Монте-Карло тут приходит на помощь. Запустив несколько тысяч симуляций с разными

входными параметрами, мы получаем не просто один ответ, а целое распределение. Глядя на это распределение, аналитик сразу видит — модель уверена или колеблется.

**Таблица 1**

**Основные направления применения метода Монте-Карло в финансовой сфере**

Направление	Решаемые задачи	Преимущества метода
Оценка деривативов	Определение справедливой стоимости опционов, фьючерсов и других производных инструментов	Учет сложных рыночных условий и отклонений от стандартных моделей
Анализ рисков	Моделирование потенциальных потерь и стресс-тестирование портфелей	Возможность симуляции экстремальных рыночных событий
Оптимизация портфелей	Нахождение оптимального соотношения активов с учетом риска и доходности	Комплексный учет многочисленных факторов и их взаимосвязей
Управление кредитными рисками	Оценка вероятности дефолтов и потенциальных убытков	Моделирование различных сценариев кредитоспособности заемщиков

В байесовских нейронных сетях данный подход принял форму Монте-Карло Dropout. Эта техника работает удивительно просто: dropout-слои, обычно используемые только при обучении, оставляют включенными и во время предсказания. Выполнив предсказание несколько раз, получаем разные результаты — разброс этих результатов и показывает неопределённость модели.

Перебор гиперпараметров моделей раньше выполнялся по сетке значений. Это работало, но требовало огромных вычислительных затрат. А что если просто взять и выбрать случайные комбинации параметров?

Случайный поиск, основанный на методе Монте-Карло, позволяет исследовать больше комбинаций параметров при тех же вычислительных затратах. Допустим, у модели 5 гиперпараметров и для каждого мы хотим проверить 10 значений. При поиске по сетке потребуется  $10^5 = 100,000$  экспериментов. При случайном поиске достаточно 100-200 экспериментов для нахождения близкого к оптимальному решения.

Эффективность случайного поиска объясняется тем, что не все гиперпараметры одинаково важны. Часто только 2-3 параметра реально влияют на качество модели, а остальные практически не имеют значения. Случайный поиск автоматически концентрируется на важных измерениях. Сравнение подходов к оптимизации гиперпараметров модели градиентного бустинга описано в таблице 2.

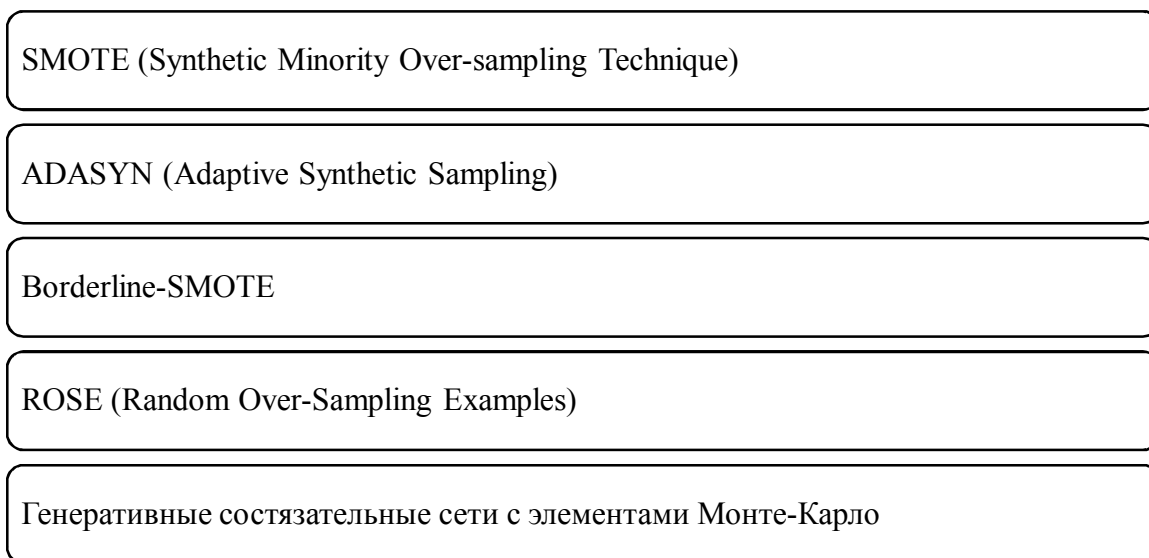
**Таблица 2**

**Сравнение подходов к оптимизации гиперпараметров модели градиентного бустинга**

Метод	Время поиска	Найденная точность	Число итераций
Поиск по сетке	12 часов	0,856	1000
Случайный поиск	2 часа	0,852	100
Байесовская оптимизация	3 часа	0,861	50

Дисбаланс классов — проблема, встречающаяся повсюду в практических задачах. Когда выборка существенно перекошена в сторону какого-то класса, качество модели падает, потому что она просто начинает всё предсказывать как самый частый класс. Здесь метод

Монте-Карло предлагает довольно простое решение: сгенерировать синтетические примеры для редких классов. Алгоритмы генерации данных, основанные на методе Монте-Карло, представлены на рисунке 1.



**Рис. 1. Алгоритмы генерации данных, основанные на методе Монте-Карло**

Принцип их работы в том, что они анализируют распределение признаков редкого класса и синтезируют новые примеры, добавляя контролируемый случайный шум. Это позволяет сохранить структуру данных и при этом расширить пространство решений для обучения. Такой подход намного эффективнее простого дублирования существующих примеров меньшинства.

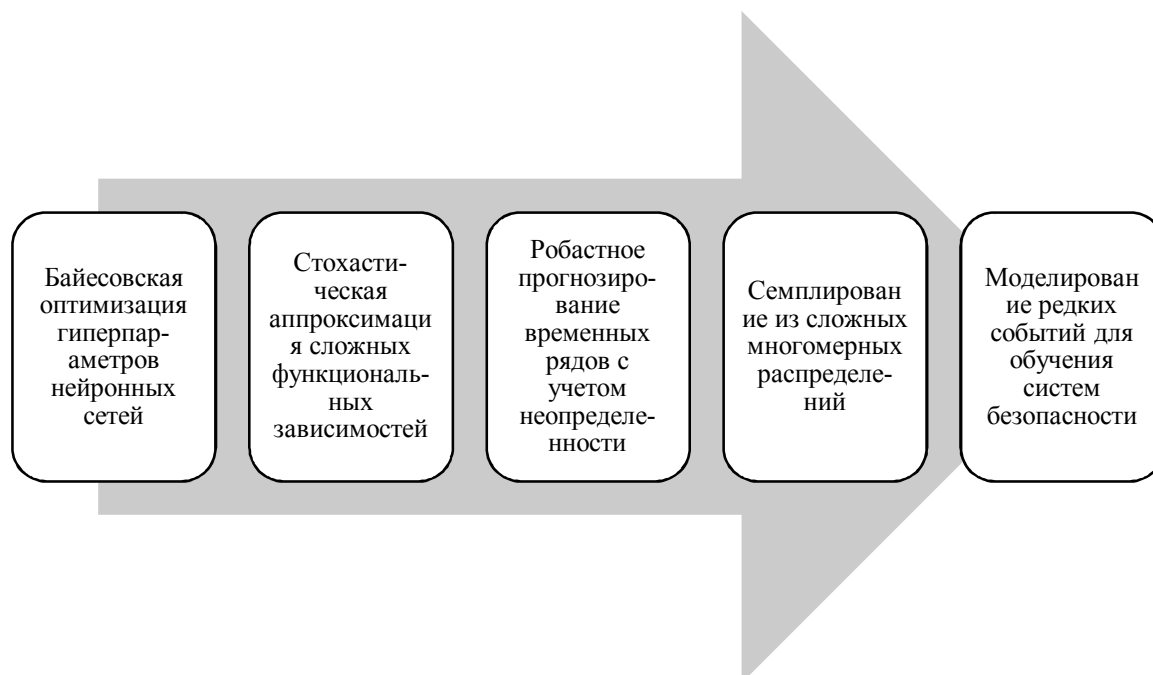
Среди прогрессивных тенденций сегодняшнего дня можно отметить искусственный интеллект – многие компании уже не мыслят свою деятельность без использования этого инструмента. И самое замечательное, что метод Монте-Карло может быть интегрирован с технологиями искусственного интеллекта. Также этот метод находит свое применение в области Big Data – от того, насколько информация объемна и сложна, зависит и подход к данным [5].

Впечатляюще разнообразны области применения метода Монте-Карло. Математическая основа данного метода – численные алгоритмы, базирующиеся на получении большого числа реализаций случайного процесса. Сложные вычислительные задачи решаются проще, когда к ним применяют стохастические методы моделирования.

Кластеризация данных с использованием метода Монте-Карло приобретает новые грани. Разбросанные по разным источникам информационные массивы требуют индивидуального подхода – метод создает репрезентативные подмножества через случайные выборки. Скрытые закономерности в данных проявляются ярче.

Потоковые данные обрабатываются методом Монте-Карло эффективно именно потому, что системам принятия решений нужна быстрая реакция. Особенно хорошо это видно на примере производственных линий – алгоритмы прогнозируют возможные неполадки задолго до их возникновения [4].

Машинное обучение трансформируется под влиянием метода Монте-Карло. Традиционные подходы часто страдают от переобучения на фиксированных наборах данных. Стохастическое формирование множества подвыборок из исходных массивов информации приводит к созданию адаптивных моделей. Разнообразие задач, решаемых с применением данного метода, включает основные аспекты, указанные на рисунке 2.



**Рис. 2. Задачи, решаемые с применением метода Монте-Карло**

Синтетические данные становятся незаменимым ресурсом при дефиците реальных примеров. Разработчикам автономных транспортных средств приходится моделировать невероятное количество сценариев, многие из которых крайне редко встречаются в действительности.

Метод Монте-Карло симулирует различные ситуации на дороге, генерируя данные для тренировки беспилотных автомобилей. Аналогично, в медицинской диагностике создаются искусственные изображения редких патологий – использование таких данных способствует созданию более точных алгоритмов распознавания заболеваний.

Представляется возможным предвидеть дальнейшее развитие применения метода Монте-Карло в различных научных и прикладных сферах. Метод, основанный на многократном проведении случайных испытаний, получает новое дыхание благодаря технологическим инновациям.

В первую очередь есть смысл отметить развитие параллельных вычислений с целью ускорения метода. Масштабные задачи разбиваются на множество мелких подзадач, выполняемых одновременно на нескольких вычислительных устройствах. Практика показала: эффективность алгоритма возрастает пропорционально количеству задействованных вычислительных ядер. Распараллеливание процессов вычисления дает возможность решать задачи, ранее считавшиеся недоступными из-за ограничений времени.

Вернемся к сути метода Монте-Карло — множество разнообразных симуляций может быть запущено параллельно, существенно сокращая общее время вычислений. Финансисты активно применяют этот подход при оценке рисков и доходности, запуская тысячи случайных сценариев одновременно. Рыночные условия меняются стремительно, принятие решений происходит в условиях неопределенности — именно тут скорость получения результатов приобретает значение.

Графические процессоры (GPU) стали революционным шагом в развитии параллельных вычислений для метода Монте-Карло. Архитектура GPU специально спроектирована для одновременной обработки множества однотипных операций. Одна видеокарта среднего уровня способна запустить несколько тысяч потоков вычислений одновременно. Специалисты подтверждают: ускорение в 10-100 раз по сравнению с

Анализ практики использования параллельных вычислений позволил выделить наиболее перспективные сферы применения [7]:

1. Финансовое моделирование рисков инвестиционных портфелей.

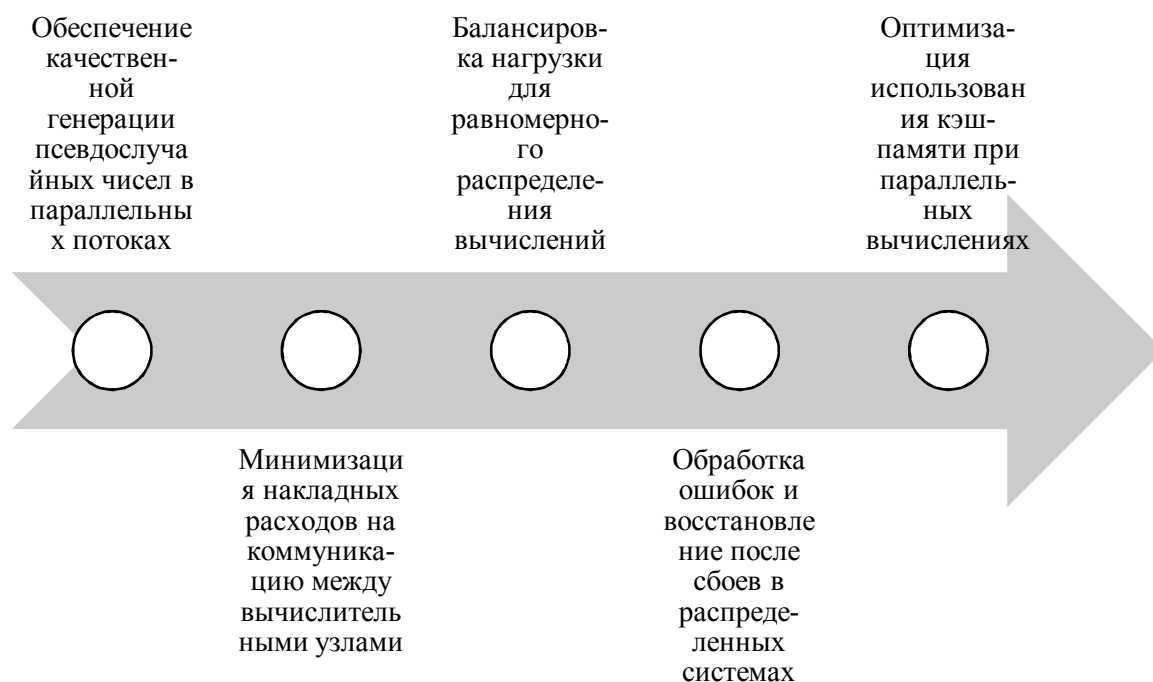
2. Моделирование физических процессов в ядерной энергетике.
3. Прогнозирование погодных явлений и климатических изменений.
4. Оптимизация логистических маршрутов в реальном времени.
5. Компьютерная графика и рендеринг изображений.

Анализируя текущие публикации, можно заметить смещение фокуса с простого увеличения количества вычислительных узлов на оптимизацию взаимодействия между ними. Управление потоками данных становится не менее важным, чем сами вычисления. Случай неэффективного распределения задач между вычислительными узлами может свести на нет все преимущества параллелизации [3].

Говоря о параллельных вычислениях, надо упомянуть, что они обладают такой возможностью: задачи довольно крупные можно разбить на задачи более мелкие. Некоторые мелкие задачи возможно выполнить одновременно.

Развитие гетерогенных вычислительных систем представляется особенно перспективным направлением. В таких системах комбинируются различные типы процессоров — центральные (CPU), графические (GPU) и специализированные (TPU, FPGA). Каждый тип обрабатывает те аспекты задачи, с которыми справляется наиболее эффективно. Результатом становится синергетический эффект, многократно превосходящий возможности однородных систем [5].

Внедрение параллельных вычислений сталкивается с рядом трудностей. Среди наиболее значимых вызовов следует выделить те, что указаны на рисунке 3.



**Рис. 3. Трудности внедрения параллельных вычислений**

Каждая из перечисленных проблем находит собственное решение. Прогресс в этой области не останавливается — регулярно появляются новые алгоритмы и подходы, повышающие эффективность параллельной реализации метода Монте-Карло.

Метод Монте-Карло завоевывает все новые и новые пространства своего практического использования. Выходя за рамки привычных областей, он проникает в сферы, где раньше господствовали исключительно экспериментальные подходы. И биоинформатика тут — яркий пример такого научного "вторжения".

Сфера биоинформатики уже давно не стоит на месте, находясь на стыке компьютерных технологий и биологии. Данная дисциплина открывает новые горизонты для

биологов, генетиков, фармацевтов. Вычислительные методы заменяют многомесячные лабораторные исследования часами машинного времени – экономя ресурсы и ускоряя научный прогресс [6].

Белки – это строительный материал во всех биологических системах. От них зависит практически всё: от цвета глаз до работы иммунной системы. Белки имеют трёхмерную структуру, которую нужно понимать для разработки лекарств, изучения заболеваний, создания биоматериалов.

Метод Монте-Карло применительно к белковым структурам дает возможность смоделировать их изменения. Суть такова: метод исследует разные пространственные конфигурации, оценивая то, насколько они стабильны. Движения атомов, складывание цепей, взаимодействие с водой – все эти процессы можно "проиграть" на компьютере тысячи раз, выбирая наиболее вероятные варианты.

Прогнозирование третичной структуры белка – одна из сложнейших задач современной науки. Монте-Карло справляется с ней через генерацию множества возможных конформаций. Потом алгоритм отбрасывает нежизнеспособные варианты, постепенно приближаясь к истине. Преимущества метода Монте-Карло в предсказании белковых структур перечислены в таблице 2.

**Таблица 2**

**Преимущества метода Монте-Карло в предсказании белковых структур**

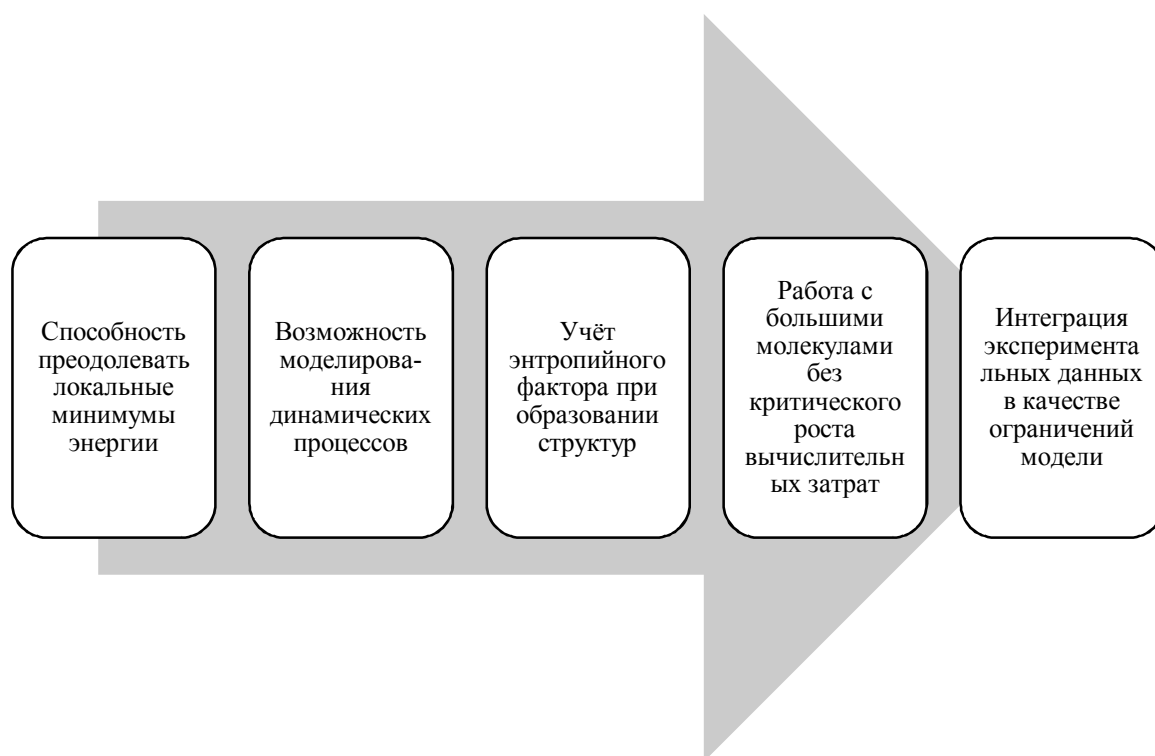
Преимущество	Описание
Параллелизм вычислений	Множество симуляций могут выполняться одновременно на разных процессорах
Независимость от начальных условий	Метод способен найти глобальный минимум энергии даже при неудачном стартовом положении
Преодоление энергетических барьеров	В отличие от детерминированных методов, может "перепрыгивать" локальные минимумы
Учет термодинамических флуктуаций	Моделирует естественные колебания структуры при разных температурах
Статистическая надежность	Чем больше итераций, тем точнее результат

Если продолжать развитие этой темы, то логично прийти к ДНК и РНК. Эти молекулы – носители генетической информации, определяющие все аспекты живых существ. Их изучение – ключ к пониманию жизни на молекулярном уровне.

ДНК и РНК образуют сложные пространственные конструкции. РНК особенно интересна своей способностью сворачиваться в функциональные структуры [7].

Предсказание этих структур является весьма важным для понимания молекулярных механизмов живых организмов. Вот где метод Монте-Карло раскрывает весь свой потенциал.

Моделирование фолдинга РНК - очень сложная вычислительная задача. Использование стохастических методов позволяет исследовать огромное пространство возможных конформаций. Случайные "блуждания" по энергетическому состоянию молекулы дают возможность обнаружить те конфигурации, которые в природе реализуются наиболее часто. Основные преимущества применения метода Монте-Карло к нуклеиновым кислотам отражены на рисунке 4.



**Рис. 4. Основные преимущества применения метода Монте-Карло к нуклеиновым кислотам**

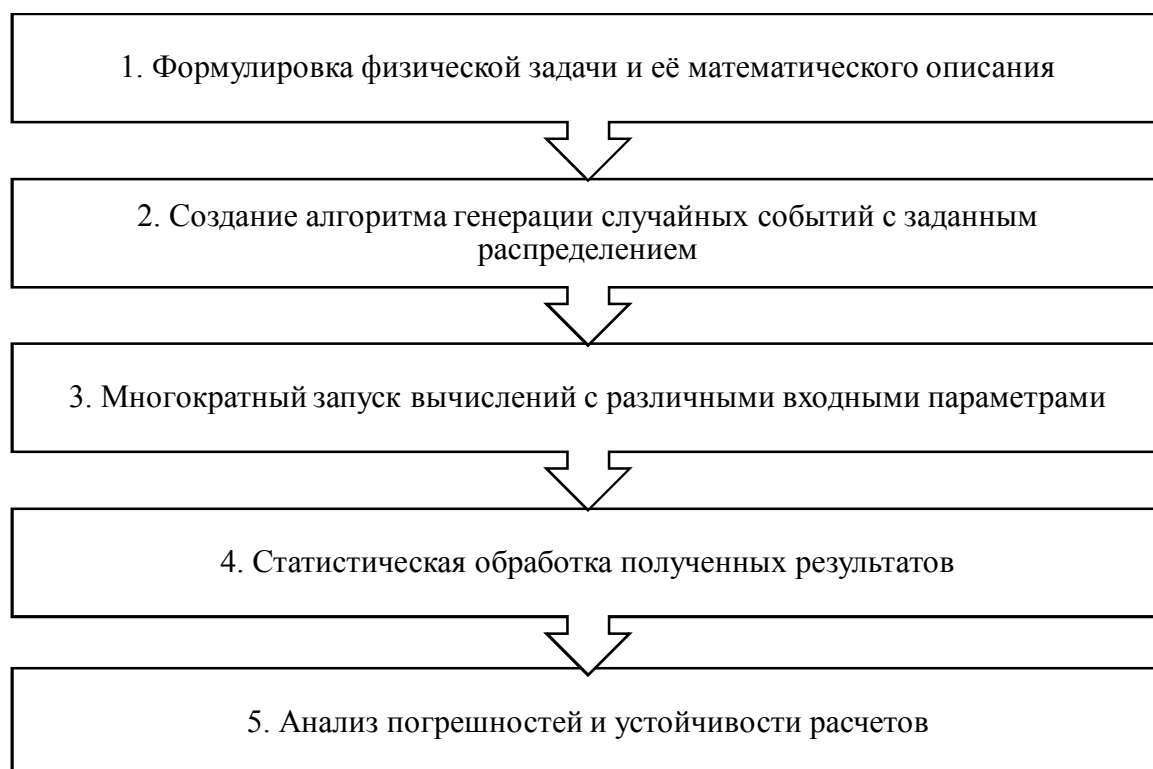
Монте-Карло-симуляции нашли применение в анализе геномных данных. Генетическая изменчивость, мутации и рекомбинации моделируются через стохастические процессы.

Физика это не просто учебная дисциплина, знакомая многим со школьной скамьи. В ней таится глубокое понимание законов и принципов, на которых строится всё мироздание. Наука эта, безусловно, находит себе множество ниш применения, где методика Монте-Карло значительно оптимизирует процессы математического моделирования физических систем.

Материальные системы состоят из огромного количества частиц - иногда их число достигает значений порядка числа Авогадро. Изучая термодинамические свойства таких систем, физики непременно обращаются к методу Монте-Карло. Интегрируется данный метод в статистическую механику весьма доступно – через многократные случайные испытания.

Случайные числа - вот главный инструмент в арсенале данной методики. Генерируются эти числа многократно, образуя некое приближение к решению математической задачи. Через многократные повторения вычислений получаются статистически верные результаты.

В физических исследованиях метод нашел широчайшее применение. Принципиальная схема использования метода Монте-Карло отображена на рисунке 5.



**Рис. 5. Применение метода в физике**

Ядерная физика была первой областью, где этот метод нашел серьезное практическое применение. Тогда, в 1940-х годах, ученые Лос-Аламосской лаборатории рассчитывали движение нейтронов в делящемся материале. С тех пор методика заметно эволюционировала.

На практике данный метод весьма требователен к вычислительным ресурсам. Получаются достоверные результаты лишь при условии проведения достаточно большого числа испытаний. Ошибка метода обычно пропорциональна  $1/\sqrt{N}$ , где  $N$  - число испытаний. Если нужно увеличить точность в 10 раз, то придется выполнить в 100 раз больше вычислений.

Таким образом, метод Монте-Карло находит все более обширное назначение в наши дни.

### **Библиографический список**

1. Классификация методов анализа и оценки рисков Текст научной статьи [Электронный ресурс] // cyberleninka.ru - Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-metodov-analiza-i-otsenki-riskov>, свободный. - Загл. с экрана
2. Статьи по специальности - Научная деятельность - РТУ МИРЭА [Электронный ресурс] // [www.mirea.ru](http://www.mirea.ru) - Режим доступа: <https://www.mirea.ru/about/umo/scientific-activities/articles-on-information-security-speciality/>, свободный. - Загл. с экрана
3. Использование метода Монте-Карло в имитационном моделировании [Электронный ресурс] // cyberleninka.ru - Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-metoda-monte-karlo-v-imitatsionnom-modelirovanii-ekonomicheskikh-sistem>, свободный. - Загл. с экрана



4. Управление рисками в организациях [Электронный ресурс] // apni.ru - Режим доступа: <https://apni.ru/article/7540-upravlenie-riskami-v-organizacziyah-na-osnove-dannyh-i-analiticheskikh-metodov>, свободный. - Загл. с экрана
5. Кундышева, Е. С. Математические методы и модели в экономике : учебник / Е. С. Кундышева, Б. А. Сулаков. - 4-е изд., перераб. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2023. - 286 с. - ISBN 978-5-394-03138-0. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2083020>
6. Журнал № 12–1 «Электросвязь» за 2024 год [Электронный ресурс] // www.elsv.ru - Режим доступа: <https://www.elsv.ru>, свободный. - Загл. с экрана
7. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ [Электронный ресурс] // www.spbgasu.ru - Режим доступа: <https://www.spbgasu.ru/upload/iblock/716.pdf>, свободный. - Загл. с экрана
8. Имитационное моделирование [Электронный ресурс] // www.asu.ru - Режим доступа: <https://www.asu.ru/sveden/education/programs/subject/350998/>, свободный. - Загл. с экрана
9. Научно-учебный комплекс ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУКИ МГТУ [Электронный ресурс] // fn.bmstu.ru - Режим доступа: <http://fn.bmstu.ru/learning-works-fs-11/83-methodic-work/serial>, свободный. - Загл. с экрана
10. Кобелев, Н. Б. Имитационное моделирование : учебник / Н. Б. Кобелев, В. В. Девятков, В. А. Половников. - 2-е изд. - Москва : КУРС, 2024. - 353 с. - ISBN 978-5-907228-65-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2191755> Режим доступа: свободный

## ACTUALIZATION OF THE MONTE CARLO METHOD IN MODERN CONDITIONS

**T.A. Sviridova, A.A. Polyakova**

---

**Sviridova Tatyana Anatolievna\***, Voronezh State Technical University, Senior Lecturer at the Department of Management  
Russia, Voronezh, e-mail: [cviridova81@mail.ru](mailto:cviridova81@mail.ru), tel.: +7-473-276-40-07

**Polyakova Alina Alekseevna**, Voronezh State Technical University,  
Master of Economics and Fundamentals of Entrepreneurship  
Russia, Voronezh, e-mail: [alya\\_polyakova\\_2004@mail.ru](mailto:alya_polyakova_2004@mail.ru), tel.: + 7-920-800-35-21

---

Annotation. This article provides a detailed update of the Monte Carlo method. Various fields of application of this statistical approach are considered, and a wide range of scientific disciplines are analyzed, within which effective use of the Monte Carlo method is possible. Special attention is paid to the implementation of algorithms for modeling random processes and evaluating the accuracy of the results obtained.

*Key words:* Keywords: Monte Carlo method, modeling; risk analysis; probabilistic modeling; uncertainty management; scenario assessment; sensitivity analysis; decision support; enhanced communication.

## References

1. Classification of methods of risk analysis and assessment Text of a scientific article [Electronic resource] // cyberleninka.ru - Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-metodov-analiza-i-otsenki-riskov> , free. - Caption from the screen

2. Articles on specialty - Scientific activity - RTU MIREA [Electronic resource] // [www.mirea.ru](http://www.mirea.ru) - Access mode: <https://www.mirea.ru/about/umo/scientific-activities/articles-on-information-security-specialty/>, free. - Caption from the screen
3. Using the Monte Carlo method in simulation modeling [Electronic resource] // [cyberleninka.ru](http://cyberleninka.ru) - Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-metoda-monte-karlo-v-imitatsionnom-modelirovanii-ekonomicheskikh-sistem>, free. - Caption from the screen
4. Risk management in organizations [Electronic resource] // [apni.ru](http://apni.ru) - Access mode: <https://apni.ru/article/7540-upravlenie-riskami-v-organizacziyah-na-osnove-dannyh-i-analiticheskikh-metodov>, free. - Caption from the screen
5. Kundysheva, E. S. Mathematical methods and models in economics : textbook / E. S. Kundysheva, B. A. Suslakov. - 4th ed., revised. - Moscow : Publishing and Trading Corporation Dashkov & Co., 2023. - 286 p. - ISBN 978-5-394-03138-0. - Text: electronic. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2083020>
6. Journal No. 12-1 "Telecommunication" for 2024 [Electronic resource] // [www.elsv.ru](http://www.elsv.ru) - Access mode: <https://www.elsv.ru>, free. - Caption from the screen
7. ACTUAL PROBLEMS OF ECONOMICS AND MANAGEMENT [Electronic resource] // [www.spbgasu.ru](http://www.spbgasu.ru) - Access mode: <https://www.spbgasu.ru/upload/iblock/716.pdf>, free. - Caption from the screen
8. Simulation modeling [Electronic resource] // [www.asu.ru](http://www.asu.ru) - Access mode: <https://www.asu.ru/sveden/education/programs/subject/350998/>, free. - Caption from the screen
9. Scientific and educational complex FUNDAMENTAL SCIENCES of MSTU [Electronic resource] // [fn.bmstu.ru](http://fn.bmstu.ru) - Access mode: <http://fn.bmstu.ru/learning-works-fs-11/83-methodic-work/serial>, free. - Caption from the screen
10. Kobelev, N. B. Simulation modeling: textbook / N. B. Kobelev, V. V. Devyatkov, V. A. Polovnikov. - 2nd ed. - Moscow: KURS, 2024. - 353 p. - ISBN 978-5-907228-65-8. - Text : electronic. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2191755> Access mode: free

## ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

Материалы принимаются в электронном виде на адрес редакции или на электронный адрес ответственного секретаря [nilga.os\\_vpn@mail.ru](mailto:nilga.os_vpn@mail.ru) с пометкой «Статья в Научный Журнал «Проектное управление в строительстве»» в теме письма. Отправляются: файл текста статьи, отсканированная рецензия с подписью специалиста и печатью организации по месту работы рецензента.

### ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

Статья выполняется в редакторе Microsoft Word. Везде используется шрифт Times New Roman, 12 пт (если нет других указаний). Межстрочный интервал везде одинарный. Номера страниц не вставляются. Параметры страницы: правое поле – 2 см, левое – 2 см, верхнее – 2 см, нижнее – 2 см. Выравнивание абзацев – по ширине. Отступ первой строки абзаца – 1,25 см. Следует отключить режим автоматического переноса слов.

Статья содержит (на первой странице):

- **УДК** (выравнивание по левому краю);
- двойной интервал
- **название статьи** (не более 12–15 слов) на русском языке (шрифт - полужирный, все буквы прописные, выравнивание по центру);
- двойной интервал
- **Ф.И.О. авторов** (например, И.И. Иванов, А.А. Петров) (шрифт - полужирный, выравнивание по центру). Ставится постраничная ссылка на авторский знак (например, © Иванов И.И., 2017 - шрифт ссылки Times New Roman, 9 пт);
- двойной интервал
- **далее приводится информация об авторах: Ф.И.О. полностью** (шрифт - полужирный курсив), после Ф.И.О. ответственного за подготовку рукописи ставится звездочка (\*), **место работы полностью, ученая степень, ученое звание, должность, адрес** (страна, город), **адрес электронной почты** (e-mail:), **телефон** (например, тел.: +7-111-111-11-11) - шрифт - курсив, выравнивание по ширине, без отступа первой строки;
- двойной интервал
- **аннотация** до 1000 знаков на русском языке (например, «Аннотация. В статье...») - шрифт Times New Roman, 10 пт выравнивание по ширине, отступ слева – 1,5 см, дополнительный отступ первой строки – 1 см;
- двойной интервал
- **список ключевых слов на русском языке** (например, «Ключевые слова: управление, ...») - шрифт Times New Roman, 10 пт, курсив выравнивание по ширине, отступ слева – 1,5 см, дополнительный отступ первой строки – 1 см;
- двойной интервал
- текст статьи

В тексте статьи

- **все ссылки в тексте на авторов и исследователей должны соответствовать конкретным источникам в списке и помещаться в квадратных скобках.**
- **формулы** рекомендуется набирать в редакторе формул и нумеровать следующим образом - (1), (2) и т.д.;
- **оформление таблиц:** таблицы располагаются по тексту, нумеруются и имеют названия. Номер таблицы (**Таблица 1**) выравнивается по правому краю, название выравнивается по центру – все полужирным шрифтом;
- **оформление рисунков:** номер рисунка (напр., Рис.1.) и его название набираются полужирным шрифтом под рисунком, выравниваются по центру.

Если в тексте один рисунок или одна таблица, то номер не проставляется.

### В конце статьи приводится раздел «Библиографический список» на русском языке

Название раздела «Библиографический список» - выравнивание по центру, шрифт полужирный – перед и после двойной интервал. Далее список литературы составляется в порядке цитирования в работе, все указанные источники нумеруются. Выравнивание – по ширине. Оформление по ГОСТ 7.1-2003.

Затем приводится информация на английском языке:

- **название статьи** на английском языке (не более 12–15 слов) (шрифт - полужирный, все буквы прописные, выравнивание по центру);
- двойной интервал
- **Ф.И.О. авторов на английском языке** (например, I.I. Ivanov, A.A. Petrov) (шрифт - полужирный, выравнивание по центру).
- двойной интервал
- **далее приводится информация об авторах на английском языке: Ф.И.О. полностью** (шрифт - полужирный курсив) с указанием звездочкой (\*после Ф.И.О. ответственного за подготовку рукописи), **место работы полностью, ученая степень, ученое звание, должность, адрес** (страна, город), **адрес электронной почты** (e-mail:), **телефон** (например, tel.: +7-111-111-11-11) - шрифт - курсив, выравнивание по ширине, без отступа первой строки)
- двойной интервал
- **аннотация** на английском языке (например, «Abstract. ...») - шрифт Times New Roman, 10 пт выравнивание по ширине, отступ слева – 1,5 см, дополнительный отступ первой строки – 1 см.);
- двойной интервал
- **список ключевых слов на английском языке** (например, «Keywords: ...») - шрифт Times New Roman, 10, курсив, выравнивание по ширине, отступ слева – 1,5 см, дополнительный отступ первой строки – 1 см);
- **библиографический список на английском языке (References)** выравнивание по центру, шрифт полужирный – перед и после двойной интервал.

**НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ**

**ПРОЕКТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**

**Выпуск 1 (32), 2025**

Дата выхода в свет 30.06.2025.

Формат 60 × 84 1/8. Бумага писчая. Уч.-изд. л. 18,6. Усл. печ. л. 20,8.

Тираж 25 экз. Заказ № 160

Цена свободная

---

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84

Отпечатано: отдел оперативной полиграфии издательства ВГТУ

394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84