

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 № 2(31), 2024

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 № 2 (31), 2024**

# 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. Первалова.

### 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. Угольницкий – 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/>



© ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2024

## ПИСЬМО ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

*Уважаемые авторы и читатели!*



В ваших руках второй номер научного журнала «Проектное управление в строительстве» 2024 года.

Одна из статей первого раздела этого выпуска посвящена информационному обеспечению интеллектуальных процессов управления строительными проектами. Проблематика работы заключается в том, что часто в процессе выполнения строительно-монтажных работ, возникает необходимость изменения плана работ и их скорости. Это необходимо для того, чтобы адаптировать систему управления к изменениям, которые могут возникнуть в ходе строительства из-за воздействия внешних и внутренних факторов. По результатам исследования, проведенного в системах управления строительного производства, выяснилось, что

используемые для разработки календарных планов организационно-технологические модели в большинстве случаев не имеют динамического характера и являются статичными, и не могут отражать происходящие изменения в процессе выполнения работ, которые имеют отношение к реальному масштабу времени. Это приводит к тому, что на стадии оперативного управления невозможно синхронизировать производство строительно-монтажных работ со сроками поставки материалов и оборудования, а также приводит к внутрисменным потерям времени рабочих и строительных машин. Для обеспечения адаптивности организационно-технологических моделей, в интеллектуальной информационной системе «Управление проектированием» используются алгоритмы, позволяющие на стадии оперативного управления дезагрегировать информацию, которая появляется на строительной площадке при выполнении строительных работ.

В последнем разделе выпуска представлена статья, освещающая актуальное мероприятие, которое каждый семестр проходит в ВГТУ – Проектно-образовательный интенсив по проектной деятельности. Он проводится на базе Точки кипения ВГТУ уже восьмой раз. VIII Проектно-образовательный интенсив по проектной деятельности имел предпринимательскую направленность и проводился с учетом реализации федеральной программы развития молодежного предпринимательства «Я в деле». Эта программа направлена на создание сети наставников и проектных бизнес-команд. Её цель – повышение предпринимательской грамотности обучающихся в регионах РФ при поддержке Департамента государственной молодежной политики и воспитательной деятельности Минобрнауки РФ. Несколько статей последнего раздела журнала посвящены итогам работы проделанной в рамках этого мероприятия.

В заключение хотим поблагодарить всех авторов за плодотворную совместную работу и призвать к сотрудничеству новых авторов. Мы будем рады опубликовать Ваши статьи в нашем научном журнале «Проектное управление в строительстве»!

*С уважением, главный редактор журнала*



**С.А. Баркалов**

*заместитель главного редактора журнала*



**П.Н. Курочка**

## СОДЕРЖАНИЕ

### УПРАВЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЕМ С.А. Баркалов, Л.Д. Маилян, Нгуен Тхань Ньян.....	6
ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ ДВУХЭТАПНОГО УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫМИ ПРОЕКТАМИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ Е.А. Серебрякова.....	16

### УПРАВЛЕНИЕ СЛОЖНЫМИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

ПРИМЕНЕНИЕ РИСК-МЕНЕДЖМЕНТА В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ: КАЧЕСТВЕННЫЕ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ С.В. Артыщенко, А.А. Писарева, Д.И. Емельянов, Т.В. Степанова.....	24
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИК КРЕАТИВНОСТИ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ И ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ С.В. Артыщенко, В.В. Кадурын, Д.С. Никитин, А.М. Усачев, Т.В. Степанова.....	40
СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ОПЫТА РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ВНЕДРЕНИЮ БИЗНЕС-МОДЕЛЕЙ И РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПОВ ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ Е.А. Ильина.....	55

### МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО- ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

УПРАВЛЕНИЕ ВРЕМЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ ПРОЦЕССОВ В АДАПТИВНОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЕМ В.Е. Белоусов, Н.А. Бутырина, Л.Д. Маилян .....	62
РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОГЛАСОВАННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИБЫЛИ ПРОЕКТА НА ОСНОВЕ ИГРОВОГО ПОДХОДА И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ Ю.В. Бондаренко, Е.В. Васильчикова, О.В. Бондаренко.....	72
МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ НА ОСНОВЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ОЦЕНОК ИХ ХАРАКТЕРИСТИК В.Н. Бурков, Е.А. Серебрякова.....	80
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ СКОРОПОРТЯЩЕЙСЯ ПРОДУКЦИИ С.И. Моисеев, В.Л. Порядина, Т.Г. Лихачева.....	89
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭВОЛЮЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПЛАНИРОВАНИЯ IT-ПРОЕКТОВ С.А. Олейникова, А.В. Дятчина.....	100

## НАУЧНЫЕ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ И МАГИСТРАНТОВ

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ НА ВСЕХ ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОЕКТА <b>Т.А. Аверина, Д.А. Бородкина</b> .....	107
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТА НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА <b>А.В. Белоусов, Е.А. Медведева, В.П. Решетникова</b> .....	121
ОБУЧЕНИЕ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ – ФАКТОР РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ГРАМОТНОСТИ В СТУДЕНЧЕСКОЙ СРЕДЕ ВГТУ <b>О.С. Перевалова, Е.А. Карпенко, А.В. Иващенко, С.А. Лемза</b> .....	129
ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ АНТИКРИЗИСНОГО УПРАВЛЕНИЯ <b>Е.А. Сидорова, А.В. Телегина</b> .....	141

# **УПРАВЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ**

УДК 65.011.56

## **ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЕМ**

**С.А. Баркалов, Л.Д. Маилян, Нгуен Тхань Ньян**

---

*Баркалов Сергей Алексеевич\**, Воронежский государственный технический университет, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой управления

Россия, г. Воронеж, e-mail: [sbarkalov@cchgeu.ru](mailto:sbarkalov@cchgeu.ru), тел.: +7-903-850-43-39

*Маилян Лия Дмитриевна*, Донской государственный технический университет, кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой "Организация строительства"

Россия, г. Ростов-на-Дону, e-mail: [19liechka84f@mail.ru](mailto:19liechka84f@mail.ru), тел.: +7-863-201-90-94

*Нгуен Тхань Ньян*, Воронежский государственный технический университет, аспирант кафедры управления

Россия, г. Воронеж, e-mail: [upr\\_stroy\\_kaf@vgasu.vrn.ru](mailto:upr_stroy_kaf@vgasu.vrn.ru), тел.: +7-473-276-40-07

---

Аннотация. Часто в процессе выполнения строительно-монтажных работ, возникает необходимость изменения плана работ и их скорости. Это необходимо для того, чтобы адаптировать систему управления к изменениям, которые могут возникнуть в ходе строительства из-за воздействия внешних и внутренних факторов. По результатам исследования, проведенного в системах управления строительного производства, выяснилось, что используемые для разработки календарных планов организационно-технологические модели в большинстве случаев не имеют динамического характера и являются статичными, и не могут отражать происходящие изменения в процессе выполнения работ, которые имеют отношение к реальному масштабу времени. Это приводит к тому, что на стадии оперативного управления невозможно синхронизировать производство строительно-монтажных работ со сроками поставки материалов и оборудования, а также приводит к внутрисменным потерям времени рабочих и строительных машин. Для обеспечения адаптивности организационно-технологических моделей, в интеллектуальной информационной системе «Управление проектированием» используются алгоритмы, позволяющие на стадии оперативного управления дезагрегировать информацию, которая появляется на строительной площадке при выполнении строительных работ.

*Ключевые слова:* алгоритм, календарные планы, интеллектуальные модели, строительное производство, оперативное управление, результат.

### **Введение**

Часто в процессе выполнения строительно-монтажных работ, возникает необходимость изменения плана работ и их скорости. Это необходимо для того, чтобы адаптировать систему управления к изменениям, которые могут возникнуть в ходе строительства из-за воздействия внешних и внутренних факторов. При этом происходит

смена темпа выполнения работ, в результате чего возникает необходимость изменения последовательности действий и корректировки сроков строительства всего объекта.

В данном случае речь идет об ускорении или замедлении темпа выполнения отдельных видов работ. Из-за того, что нарушаются сроки выполнения работ, происходит изменение двух взаимосвязанных параметров: объема и стоимости, которые в свою очередь могут привести к увеличению бюджета проекта. Если рассматривать моделирование процессов управления, то чаще всего выбирают три типа управления: открытое или замкнутое, а также управляемое с помощью обратной связи и адаптивное.

### Постановка задачи

Общесистемное значение адаптации заключается в способности системы обнаруживать и контролировать процессы приспособления, происходящие в ее среде, а также наблюдать за тем, как происходит этот процесс. Данный вывод подтверждается тем, что адаптация организационно-экономических систем, к которым относится и система управления строительным производством - способность организации адаптироваться к постоянно меняющимся условиям выполнения строительных работ.

Для того чтобы управлять, необходимо иметь модель объекта управления, которая анализирует и прогнозирует возможные последствия управления. Адаптивное управление отличается от замкнутого тем, что в ней присутствует модель объекта, анализирующая и прогнозирующая возможные результаты управления [1].

На рис. 1 представлена адаптивная модель системы управления строительным производством, которая имеет обратную связь.

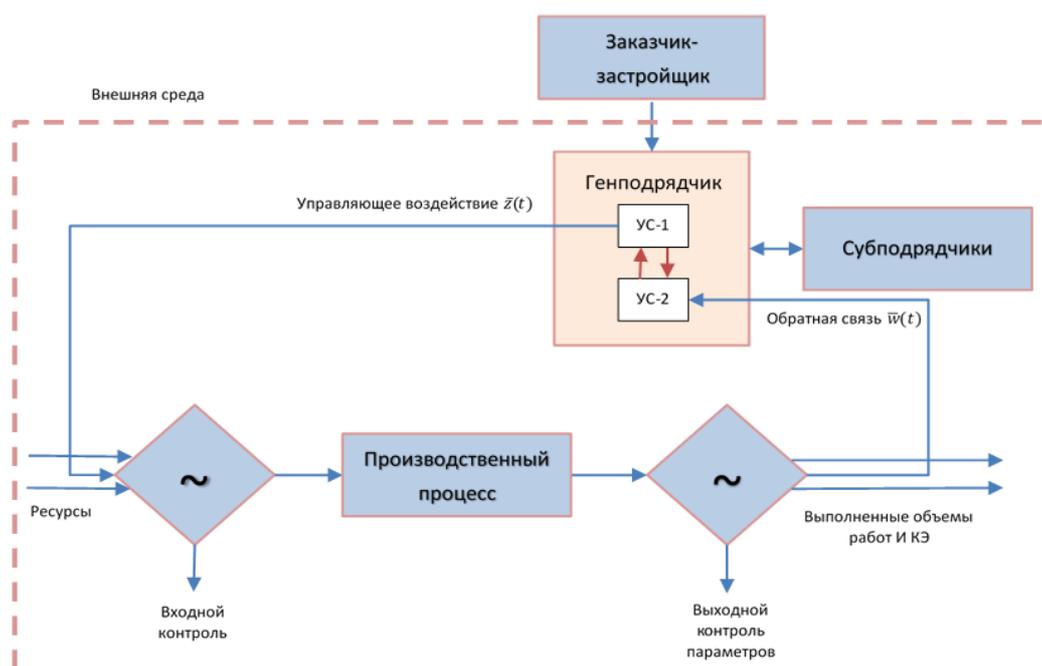


Рис. 1. Адаптивная модель управления строительством

Модель состоит из следующих элементов:

Управляющая система (УС) - это аппарат управления, который используется в организации, осуществляющей строительство, или в организации, которая является субподрядчиком.

Система управления, созданная заказчиком и застройщиком – внешней средой.

В широком смысле, объектом управления является производственный процесс по выполнению комплекса строительных работ, которые направлены на возведение одного или нескольких основных элементов здания [2].

Взаимодействия между управляющей системой и ее системами, которые носят название прямой связи, являются командными воздействиями.

Поток информации, который называется обратной связью, является показателем эффективности функционирования производственных процессов.

Управляющая система состоит из трех основных элементов: УС-1 - это контур управления генеральным подрядчиком, УС-2 - это контур контроля за строительным участком, УС3 - это управление субподрядными строительными организациями.

На стадии тактического управления (УС-1) и оперативного управления (УС-2) необходимо различать процедуры принятия решений и соответствующие им показатели.

В связи с территориальной разобщенностью объектов строительства, необходимо выделение определенных контуров в системе управления строительством.

В каждом из этих контуров есть свои функции, которые они выполняют и решают задачи, соответствующие этим функциям. Если рассматривать пример, то в контуре УС-1 можно найти решение задач по подготовке строительного производства (ПСП), которые направлены на обеспечение объектов строительства необходимыми материалами и ресурсами. Задачи ПСП имеют своей целью обеспечить синхронизацию поставок ресурсов и производства работ в соответствии с планом производства работ, который составляется на основе календарного плана.

Контур УС-2 является частью системы управления, которая занимается решением задач оперативного управления на основе плановых заданий, которые были разработаны в системе УС-1. Также он фиксирует фактические показатели производственных процессов на объекте строительства.

В системе одновременно функционируют два потока: информационные и ресурсные. Материальные ресурсы, которые входят в состав ресурсного потока, это: материалы (МР), строительные машины и механизмы (СМиМ), рабочие и линейные ИТР. При поступлении на объект ресурсов в виде первичных документов, таких как товарно-транспортные накладные, счета учета отработанного времени рабочими и ИТР, информационные потоки сопровождают их поступление на объект [3].

Получена кибернетическая модель, в которой входы описаны вектором поступающих предикторов  $\vec{x}(t)$  со значениями в момент времени  $t$ :

$$\vec{x}(t) = [x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)] \quad (1)$$

Условно, входные параметры можно представить, как векторы, которые отражают планируемые значения работы (сроки и объемы), их составные элементы, а также потребность в рабочих и СМиМ, сырье и материалах для изготовления продукции на заданном интервале планирования.

Материальный поток, входящий в состав производственного процесса, является совокупностью объемов МР, необходимых для бесперебойного функционирования производственных процессов в течение определенного периода времени. В то же время, поток МР должен иметь некоторый запас страховки, который необходим для предотвращения возможных потерь ресурсов типа мощность из-за их отсутствия. Показатели страхового запаса зависят от вида МР, а именно от возможности их складирования и степени организации производственно-хозяйственной деятельности. На основе концепции бережливого строительства, размеры запасов МР должны стремиться к нулю, но в связи с особенностями производства и спецификой работы на стройке, минимальные запасы являются необходимыми, как элементы управления системой.

С целью контроля за поступлением ресурсов на строительную площадку, производится их входной контроль. Он заключается в сравнении входных параметров с теми,

которые будут использоваться в будущем. После проведения входного контроля, будут выявлены все несоответствия в процессе поставки МР, если они возникли. Для этого необходимо сравнить данные заявки на поставку с товарно-транспортной накладной, которая была предоставлена на объект. Высокая степень вероятности возникновения несоответствий в сроках, объемах и номенклатуре выполняемых МР может быть обусловлена различными причинами. Данные, предоставленные в данной ситуации, позволяют выявить причину и принять корректирующие действия к логистической системе, при этом ответственность каждого сотрудника будет персонализирована. Например, инженер по снабжению или инженер ПТО будут нести ответственность за конкретные операции. Если организация-поставщик не выполнила свои обязательства по своевременной и полной отгрузке и доставке товара на объект МР, то она должна будет возместить ущерб в соответствии с условиями заключенного с ней договора [4].

Основными входными параметрами являются численность и время работы рабочих бригад, а также их перемещение на строительную площадку. Благодаря этому удается оперативно реагировать на возникшие отклонения от запланированных параметров, что позволяет проводить корректирующие управленческие действия.

Тогда таргеты модели формируются вектором откликов  $\vec{y}(t)$ :

$$\vec{y}(t) = [y_1(t), y_2(t), \dots, y_n(t)] \quad (2)$$

Уровни выходных параметров  $\vec{y}(t)$  являются составной частью вектора, который характеризует объем работ, которые были выполнены при возведении тех или иных конструктивных элементов, а также количество затраченных ресурсов.

График, отображающий обратную связь на строительной площадке, называется вектором  $\vec{w}(t)$ . Он описывает параметры производственных процессов, которые имеют место на данной площадке.

$$\vec{w}(t) = [w_1(t), w_2(t), \dots, w_n(t)] \quad (3)$$

Уровень обратной связи, включающий в себя составляющие параметры обратной связи, характеризует эффективность использования ресурсов типа «мощность» на заданном интервале планирования, а также состояние системы контроля качества выполняемых работ. Использование ресурсов типа мощность фиксируется с помощью фиксации непроизводительных потерь в использовании. Это может быть: внутрисменные простои, выполнение незапланированных работ по устранению брака, непредвиденных работ и т.п.

Управляющие воздействия опишем вектором управления ( $P$ ):

$$\vec{P}(t_i) = [P_1(t_i), P_2(t_i), \dots, P_n(t_i)] \quad (4)$$

Корректировка параметров ресурсов типа «мощность» является одним из управляющих воздействий. Оно направлено на то, чтобы поддерживать запланированный темп работы. Для этого необходимо изменять численность работников и количество СМиМ, а также стимулировать или демотивировать рабочих и ИТР. Управленческие решения могут приниматься или только на основе интуиции, основанной на накопленном опыте работников строительной организации, или с помощью методов и моделей, которые дают возможность прогнозировать изменения параметров СП.

### **Пример адаптивной модели управления строительством**

Рассмотрим вариант интеллектуальной ИСУ «Управление проектированием» как показано на рис. 2, в составе подсистем, которые дают возможность моделировать процессы управления функциональными областями с четко определенной структурой, можно найти элементы, которые позволяют создавать модели управленческих процессов. ИИСУ «Управление проектированием» встроена с основными подсистемами управления

компанией, такими как: 1С. Управление производством, Компас 3D, «РИК», «Грант–смета», «WIN-смета» и т.д.

При разработке ИССУ «Управление проектированием» рекомендуется применение адаптивной модели управления, которая включает в себя следующие концепции и новации:

- Основываясь на концепции «бережливое строительство», можно решить целый комплекс задач, направленных на управление инвестиционно-строительным проектом. Она позволяет решать задачи управления проектом на всех этапах его жизненного цикла, в том числе и на этапе проектирования, что дает возможность минимизировать затраты при сохранении высокого качества выпускаемой продукции.

- На стадии проектирования и в течение всего жизненного цикла проекта, PLM-система представляет собой однократное создание информации об объекте на этапе проектирования, а затем многократное использование и модификацию этих данных на всех этапах реализации проекта.

- На базе накопленных знаний и опыта в области онтологии можно разработать технологию управления строительством, основанную на использовании уже существующих технологий для создания баз данных объектов аналогичного назначения и разработки механизмов их использования на этапах проектирования и строительства.

- методы моделирования, основанные на BIM.



**Рис. 2. Структура функциональных областей и соответствующих им подсистем ИСУ «Строительство»**

Принцип PLM, который был заложен в ИССУ «Управление проектированием» реализуется за счет того, что информационные базы стадий проектирования и строительства объединены. В ИССУ «Управление проектированием» осуществляется разработка структуры базы данных и ее наполнение проектной информацией. На этапе строительства она дополняется информацией, которая возникает на стадии подготовки к строительным работам и в процессе производства работ.

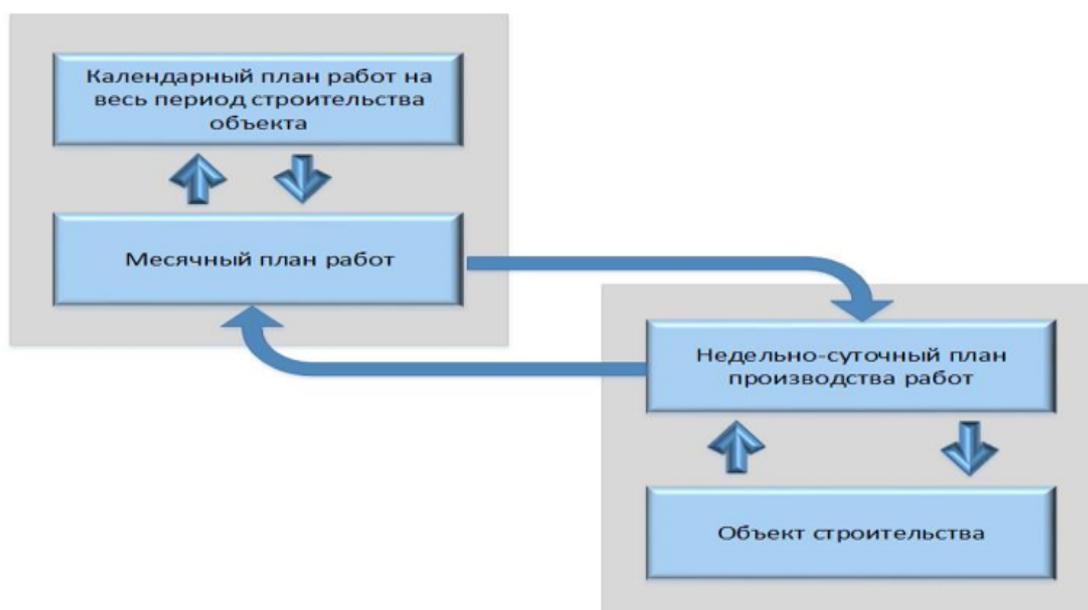
Применяя ИССУ «Управление проектированием», разработчики используют базу данных, созданную в ИСУ "Проектирование" для создания проектно-технологических модулей (ПТМ).

ПТМ - это информационный блок, созданный в 3D-модели из нескольких элементов, который содержит подробное описание основных частей здания и их функциональных характеристик.

На всех этапах жизненного цикла СП, в том числе на этапе проектирования и строительства, ИССУ «Управление проектированием» использует инжиниринговые технологии управления, позволяющие обеспечить его реализацию в заданные сроки, с обеспечением требуемого качества и при минимальных издержках. На любом этапе жизненного цикла СП его техническое, организационное или управленческое решение должно оцениваться с точки зрения экономической целесообразности. Это является одним из основных принципов инжинирингового подхода.

По результатам исследования, проведенного в системах управления СП, выяснилось, что используемые для разработки календарных планов организационно-технологические модели в большинстве случаев не имеют динамического характера и являются статичными, и не могут отражать происходящие изменения в процессе выполнения работ, которые имеют отношение к реальному масштабу времени. Это приводит к тому, что на стадии оперативного управления невозможно синхронизировать производство СМР со сроками поставки материалов и оборудования, а также приводит к внутрисменным потерям времени рабочих и строительных машин.

Для обеспечения адаптивности организационно-технологических моделей, в ИССУ «Управление проектированием» используются алгоритмы, позволяющие на стадии оперативного управления дезагрегировать информацию, которая появляется на строительной площадке при выполнении строительных работ (рис. 3).



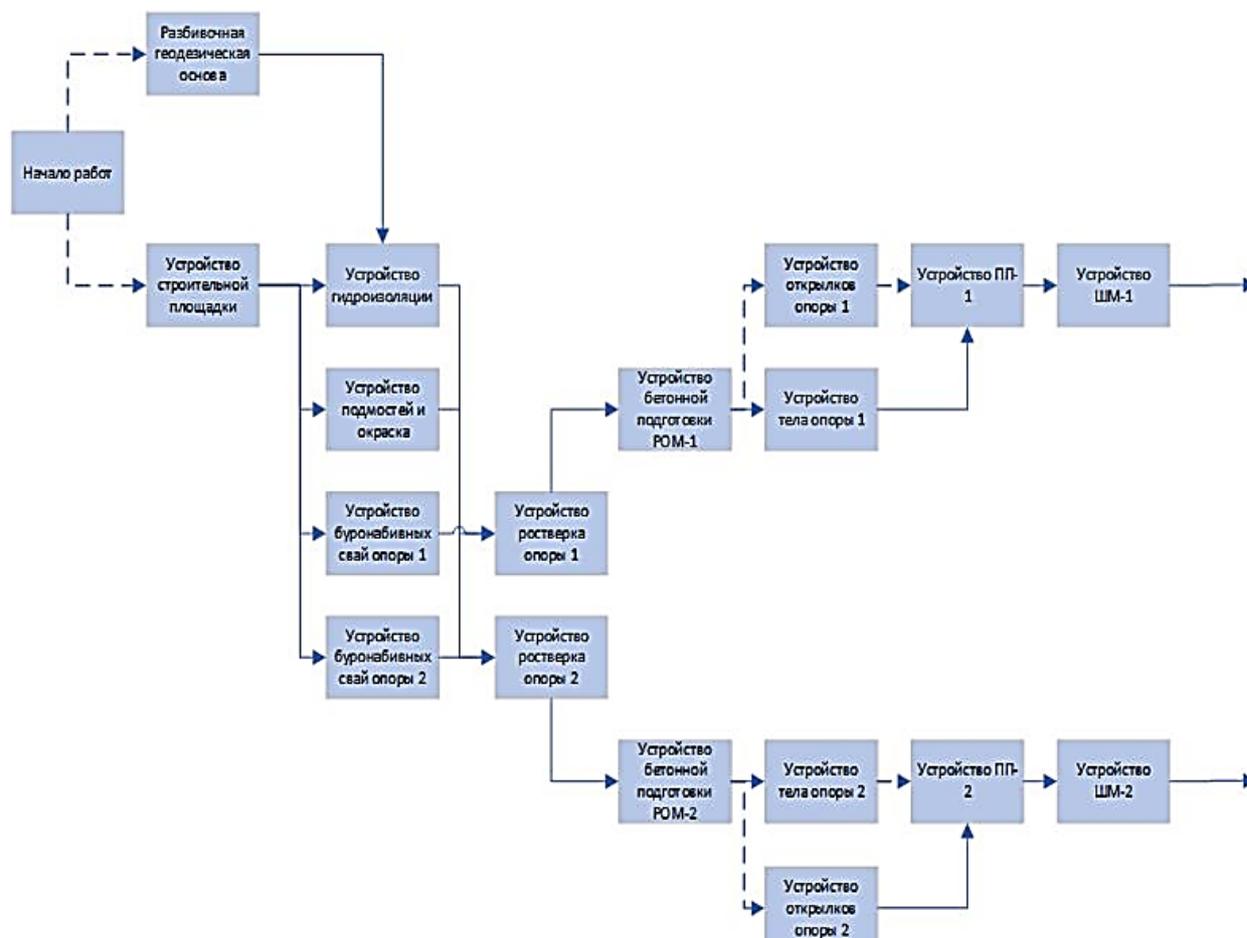
**Рис. 3. Описание схемы потоков информации, которая необходима для управления объектом строительства**

Впоследствии производится расчет и анализ временных параметров, которые определяют параметры работы по созданию организационно-технологической модели объекта строительства, а также их отклонений от запланированных значений. Затем происходит принятие решений о приведении модели к виду, который соответствует условиям договора, заключенного с заказчиком (рис. 4).

На основе организационно-технологических моделей, в ИССУ «Управление проектированием» создаются работы различной степени детализации. В процессе осуществления оперативных действий, в качестве исходной информации используется информация сетевого моделирования, в котором работе соответствуют один или несколько однородных конструктивных элементов. В качестве организационно-технологической модели применяется график Ганта [5].

К примеру, чтобы возвести фундаментную железобетонную опору моста, необходимо выполнить следующие операции - технологические действия:

- установка опоры на основание;
- подготовка основания для установки опалубки;
- проектирование и монтаж арматурного каркаса.
- уход за бетоном: укладка и уход.
- в течение определенного времени (до набора прочности) производится технологический перерыв для схватывания бетона.
- при необходимости производится демонтаж опалубки.



**Рис. 4. Примерная схема строительства автомобильного моста, который будет возведен из монолитного железобетона**

Исходя из того, что использование ИССУ «Управление проектированием» позволяет значительно повысить эффективность управления строительством, процесс его создания включает в себя сбор информации о параметрах производственного процесса и ее передачу с объекта строительства в ПТО строительной организации, где она систематизируется и формируется, после чего происходит принятие управленческих решений.

Планируется, что в процессе внедрения ИССУ «Управление проектированием» будет происходить увеличение количества регистрируемых параметров на строительной площадке и соответственно рост объема данных. При этом скорость передачи информации будет повышена за счет использования технологии WEB.

ИССУ «Управление проектированием» разрабатывается в целях создания целого комплекса программных модулей, которые будут выполнять роль автоматизированных рабочих мест (АРМ). Организационная структура и функционал управления, которые используются в конкретной строительной организации, могут быть использованы при формировании структуры АРМ.

С помощью АРМ можно обеспечить комфортные условия для работы специалистов в своей области и выполнить их функциональные обязанности.

Показана структура АРМ, которые используются в ИССУ «Управление проектированием», с учетом особенностей структуры управления строительной организацией, представленной на рис. 5.

Во время внедрения ИССУ «Управление проектированием» происходит настрой программно обеспечения под конкретные условия деятельности строительной организации.



**Рис. 5. Структура АРМ в ИССУ «Управление проектированием»**

#### **Заключение**

Для успешной работы любой интеллектуальной системы управления (в том числе и ИССУ «Управление проектированием»), необходимо, чтобы она имела возможность

использования методов прогнозирования временных и стоимостных параметров строительных проектов. Это является одним из важных аспектов в работе строительной организации. Понимание сути процесса прогнозирования позволяет определить последовательность действий по формированию системы количественных и качественных показателей ИСП, анализ которых дает возможность оценить динамику, пропорции и тенденции его развития в будущем.

На сегодняшний день актуальность проведения прогнозов параметров ИСП возрастает в связи с тем, что процессы возведения объектов строительства становятся все более сложными, а конкуренция на рынке строительных услуг постоянно возрастает.

### 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. Маилян, Л.Д. Моделирование организационно-технологических процессов в строительстве с использованием современных цифровых технологий [Текст] /Зеленцов Л.Б., Маилян Л.Д., Акопян Н.Г., Шогенов М.С. //Строительное производство.-2020.- № 1.- С. 41-44.

## INFORMATION SUPPORT OF INTELLECTUAL PROCESSES OF MANAGEMENT OF DESIGN

**Barkalov S.A., Mailyan L.D., Nguyen Than Nyan**

---

***Barkalov Sergey Alekseyevich\****, Voronezh state technical university, Doctor of Engineering, professor, head of the department of management

Russia, Voronezh, e-mail: sbarkalov@cchgeu.ru, ph.: +7-903-850-43-39

***Mailyan Leah Dmitriyevna***, Don state technical university, Candidate of Economic Sciences, associate professor, head of the department "Organization of construction"

Russia, Rostov-on-Don, e-mail: 19liechka84f@mail.ru, ph.: +7-863-201-90-94

***Nguyen Than Nyan***, Voronezh state technical university, graduate student of department of management

Russia, Voronezh, e-mail: upr\_stroy\_kaf@vgasu.vrn.ru, ph.: +7-473-276-40-07

---

Abstract. Often in the course of performance of installation and construction works, there is a need of change of the plan of works and their speed. It is necessary to adapt a control system to changes which can arise during construction because of influence of external and internal factors. By results of the research conducted in control systems of construction production it became clear that the organizational and technological models used for development of planned schedules in most cases have no dynamic character and are static, and cannot reflect the happening changes in process of performance of work which are related to real time scale. It leads to the fact that at a stage of operational management it is impossible to synchronize production of installation and construction works with delivery time of materials and the equipment and also leads to intra replaceable losses of time of working and construction machines. For ensuring adaptability of

organizational and technological models, in the intellectual information system "Management of Design" the algorithms allowing to disaggregate information which appears on the building site when performing construction works at a stage of operational management are used.

*Keywords: algorithm, planned schedules, intellectual models, construction production, operational management, result.*

## References

1. Burkov V.N., Kondratyev V.V. Mechanisms of functioning of organizational systems. – M.: Science, 1981.
2. Burkov V.N., Danev B., Enaleev A.K., etc. Big systems: modeling of organizational mechanisms. M.: 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. Mailyan, L.D. Modeling of organizational and technological processes in construction with use of modern digital technologies [Text]/Zelentsov L.B., Mailyan L.D., Akopyan N.G., Shogenov M.S.//Construction production.-2020. - No. 1. - Page 41-44.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ ДВУХЭТАПНОГО УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫМИ ПРОЕКТАМИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Е.А. Серебрякова

---

*Серебрякова Елена Анатольевна\**, Воронежский государственный технический университет, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры управления  
Россия, г. Воронеж, e-mail: sea-parish@mail.ru, тел.: 8 473 276 40 07

---

Аннотация. В работе рассматривается модель управления инновационными строительными проектами, состоящая из двух этапов. На первом этапе производится планирование проекта, на втором - контроль выполнения. Для моделирования процесса управления использованы методы сетевого планирования и марковских случайных процессов. Для практической реализации данной модели был разработан алгоритм управления, на основе которого был создан программный продукт. В статье описана его структурная схема и приведена интерфейсная часть, описывающая работу программы. Приведены результаты внедрения программного продукта в деятельность строительной организации.

*Ключевые слова:* управление, инновационные проекты, математическое моделирование, программный продукт, внедрение

### Введение

Процесс создания и реализации новых проектов в сфере строительства является одним из приоритетных направлений проектного управления, необходимого для создания современных объектов строительства, внедрения новых технологий, использования инновационных материалов для прогрессивного развития строительной отрасли. Именно поэтому создание поколений современных, безопасных и экологичных зданий и сооружений предопределяет достижение определенного прогресса в области конструктивных и технологических решений при строительстве, что является основой в разработке инновационных проектов [1]. Применение новых решений в конструктивной и технологической области строительства предполагает разработку инновационных проектов в сфере строительства, обладающих новыми решениями, методиками и технологиями [2].

Но разработка инновационных проектов и их реализация - очень трудоемкий процесс, связанный со значительными затратами материальных, кадровых и финансовых ресурсов. Любая перспективная идея, лежащая в основе инновационного строительного проекта, будет находить свое применение как в современных проектах, так и в будущих разработках в области проектного управления, образуя некоторый модельный ряд. Именно поэтому в основе любого инновационного проекта обязательно заложены некоторые прототипы успешно реализованных проектов, на которые можно наложить определенные инновации [3].

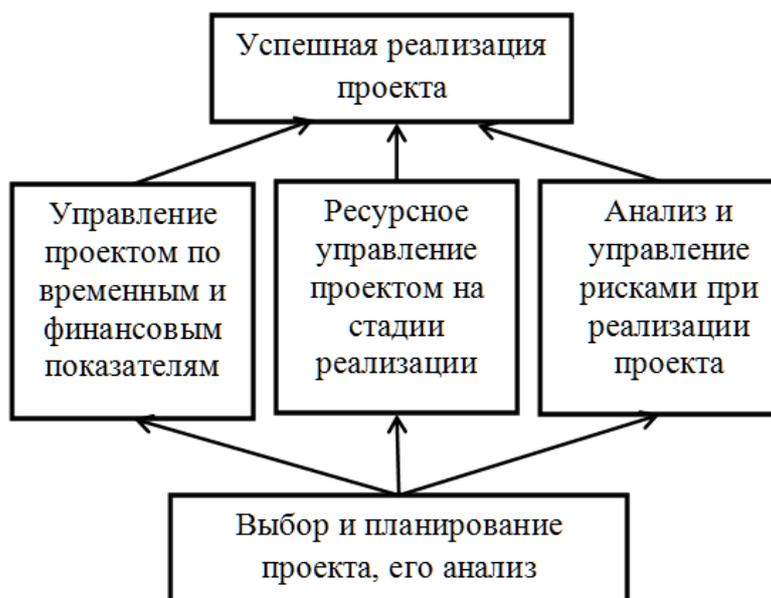
### Описание модели

В работе [4] были рассмотрены особенности разработки инновационных проектов в сфере строительства и предложена схема управления, состоящая из двух этапов.

На первом этапе происходит планирование проекта, а именно, формирование общей концепции инновационного проекта, моделирование основных действий, мероприятий и работ. В качестве динамической модели работ первого этапа было решено использовать методы сетевого планирования и управления.

На втором этапе предполагается выполнение задачи управления инновационным проектом по трем направлениям: в области управления проектом по временным и финансовым показателям, в области ресурсного управления и оптимального распределения имеющихся ресурсов и в сфере управления рисками разного типа. Учитывая стохастический характер поведения параметров, от которых зависит управления, математическая модель основана на методах марковских случайных процессов.

Структурная схема управления инновационными проектами в строительстве представлена на рис. 1.



**Рис. 1. Структурная схема управления инновационными проектами**

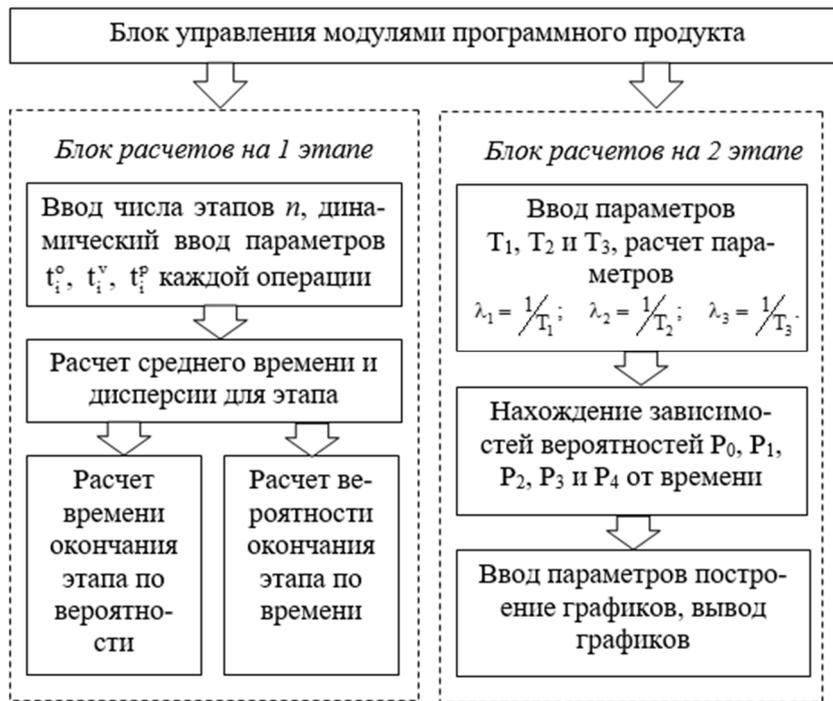
Подробно стадия ресурсного управления проектом при его реализации описана в работах [5, 6], а стадия управления рисками в работе [7].

### **Структурная схема программного продукта**

Для практической реализации методики управления строительными проектами, был разработан программный продукт «Двухэтапное управление инновационными проектами в строительстве», позволяющий автоматизировать вычисления. Опишем структурную схему данного программного продукта.

Программный продукт содержит главный управляющий блок и 2 независимых блока, которые соответствуют первому и второму этапу управления. В свою очередь, каждый расчетный блок имеет подсистему ввода данных, вычислительную подсистему и подсистему вывода результатов.

Структурная схема программного продукта приведена на рисунке 2. Программный продукт позволяет проводить расчеты по необходимым формулам (они указаны в [4]), выводить результаты в формы, осуществлять построение графиков для анализа вероятностей завершения проведения планируемых мероприятий в заданный срок, а также оценивать длительность реализуемых мероприятий с заданной вероятностью.

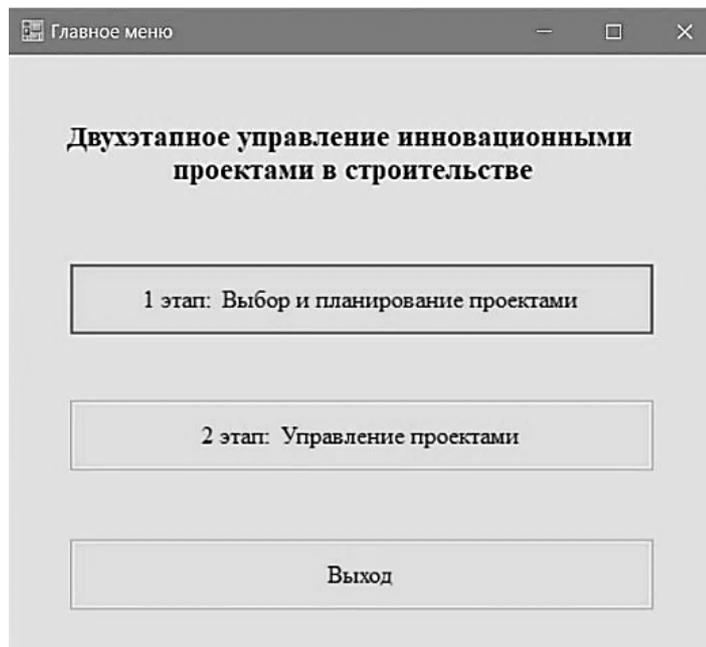


**Рис. 2. Структурная схема программного продукта «Двухэтапное управление инновационными проектами в строительстве»**

Программный продукт был реализован на языке программирования C#, версия 7.3, прошел необходимое тестирование и был зарегистрирован в Федеральной службе по интеллектуальной собственности. Временные показатели при расчетах могут быть приведены в любых единицах, на приведенном ниже примере интерфейса они указаны в сутках.

### **Интерфейс программного продукта**

Ниже опишем интерфейс программного продукта. На рисунке 3 приведено меню главной управляющей формы программного продукта, которое позволяет независимо друг от друга запустить вычисления на каждом этапе



**Рис. 3. Главная управляющая форма**

При выборе первого этапа открывается форма управления вычислениями на данном этапе, она приведена на рисунке 4.

**Рис. 4. Форма проведения расчетов на первом этапе**

Данная форма имеет две области – верхнюю и нижнюю. Верхняя область позволяет ввести число операций на первом этапе, ввести данные для каждой операции (для этого использована динамическая цепочка форм ввода, первые две из которых приведены на рисунке 5), а также рассчитать среднее время реализации первого этапа проекта и его дисперсию.

Операция 1

Введите оптимистическое время выполнения операции: 5

Введите среднее время выполнения операции: 6

Введите пессимистическое время выполнения операции: 8

Данные введены

Операция 2

Введите оптимистическое время выполнения операции: 10

Введите среднее время выполнения операции: 12

Введите пессимистическое время выполнения операции: 14

Данные введены

**Рис. 5. Примеры динамических форм ввода данных**

Нижняя область формы, изображенной на рисунке 4, предназначено для расчета наиболее вероятного времени завершения первого этапа проектного управления с заданной вероятностью (левая часть области), а также для вычисления выполнения данного этапа за заданное время (правая часть области).

Для решения задачи управления инновационными проектами в строительстве на втором этапе, используется форма ввода данных, которая приведена на рисунке 6.

Управление проектами на втором эт...

Среднее время урвления по временным и финансовым показателям: 7

Среднее время управления в сфере распределения ресурсов: 8

Среднее время управления расками: 10

Введите временной интервал для прогнозирования: 30

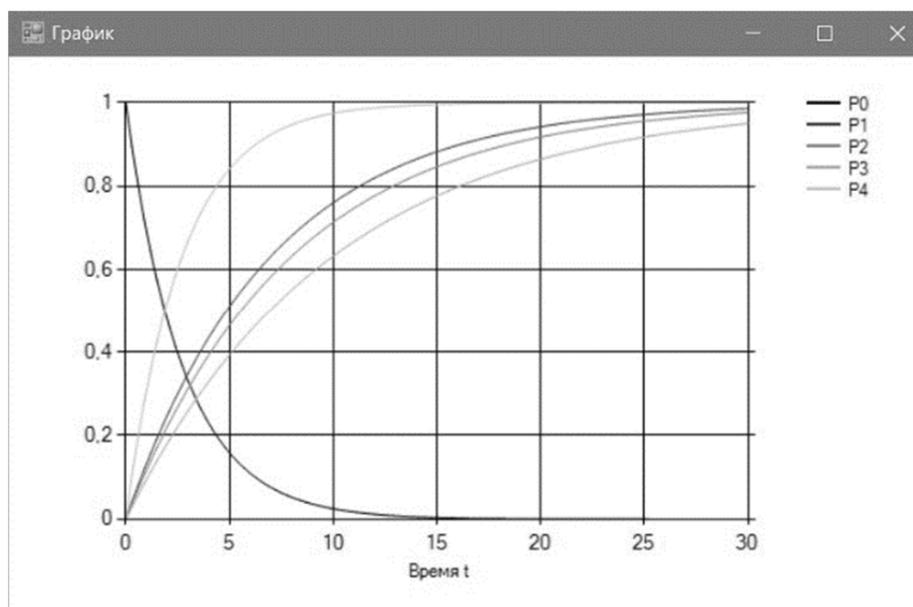
Построить график

Выход

**Рис. 6. Форма управления и ввода данных на втором этапе**

Данная форма позволяет на основе введенных данных осуществлять прогнозирование вероятности окончания проекта на данном этапе в указанный срок на основании

построенных графиков, которые открываются в отдельной форме, пример которой для данного примера изображен на рисунке 7.



**Рис. 7. Форма с примером графиков вероятностей на втором этапе**

На основании полученных диаграмм удастся в вероятностном плане оценивать время завершения каждого этапа управления проектом.

### **Практическая реализация программного продукта**

Данный программный продукт был реализован в практической деятельности Общества с Ограниченной Ответственностью «Управляющая Компания "Жилпроект" (ООО УК "Жилпроект")».

Приведем несколько слов о данной организации и сфере ее деятельности. Сегодня ООО УК "Жилпроект" является одним из лидеров среди проектных организаций Воронежского региона и России. Благодаря профессионализму сотрудников, обеспеченности нормативно-технической документацией, использование современной производственно-технической базы, внедрение новых и передовых проектных технологий организация выполняет любые проектные работы комплексно, качественно и в минимальные сроки под «ключ» в любом конструктивном исполнении (объемные блоки, панель, кирпич, сборный каркас, монолит, металл).

Компания ведет свою историю с декабря 1989 года, когда на базе Воронежского ДСК, структурного подразделения ТСО Воронежстрой, было организовано проектно-строительное объединение «Воронежпроектстрой». С того времени компания является ведущей в Воронежской области и имеет представительства за ее пределами.

Виды деятельности ООО УК "Жилпроект" согласно ОКВЭД-2: 68.20 - Аренда и управление собственным или арендованным недвижимым имуществом; 41.20 - Строительство жилых и нежилых зданий; 73.1 - Деятельность рекламная; 42.99 - Строительство прочих инженерных сооружений, не включенных в другие группировки.

Согласно экспертному мнению сотрудников компании, использовавших в своей деятельности представленную выше модель и программный продукт, разработанный на ее основе «Двухэтапное управление инновационными проектами в строительстве» позволило:

- сократить время выбора проекта на первом этапе (выбор проекта) на 3-5 %;
- сократить время выполнения проекта по временным и финансовым показателям на втором этапе на 5-7 %;
- уменьшить ущерб от воздействия рисков на реализацию проекта в среднем на 5 %;

- в результате оптимизации системы проектного управления ресурсами, осуществлять корректировку нормативных величин управления ресурсами и запасами, что позволит экономить строительной организации порядка 6-8 % на издержках, связанных с дефицитом ресурсов.

Таким образом, данный программный продукт позволит практически реализовать предложенную модель управления инновационными строительными проектами, провести анализ временных и вероятностных показателей, влияющих на разработку и реализацию инновационного проекта и осуществить эффективное управление проектом.

### **Библиографический список**

1. Баркалов С.А., Курочка П.Н., Золотарев Д.Н. Формирование производственной программы строительного предприятия / Экономика и менеджмент систем управления, 2016. - № 1.1(19), - С. 110-119.
2. Курочка П.Н., Чередниченко Н.Д. Задачи ресурсного планирования в строительном проекте / Труды XII Всероссийского совещания по проблемам управления (ВСПУ-2014). – М., 2014. - С. 4745-4753.
3. Новиков Д.А., Иващенко А.А. Модели и методы организационного управления инновационным развитием фирмы. - М.: КомКнига, 2006. - 332 с.
4. Баркалов С.А., Моисеев С.И., Серебрякова Е.А. Динамическая модель управления инновационными проектами в строительстве / Системы управления и информационные технологии, 2024. № 2 (96). - С. 30-34.
5. Баркалов С.А., Моисеев С.И., Серебрякова Е.А. Модели управления ресурсами в сфере строительства / Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2023. Т. 11. № 4 (43).
6. Баркалов С.А., Моисеев С.И., Серебрякова Е.А. Математическая модель оптимального распределения ресурсов в строительной сфере в условиях их дефицита / Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2023. Т. 23. № 1. - С. 89-99.
7. Баркалов С.А., Моисеев С.И., Серебрякова Е.А. Модели управления рисками в строительной сфере, основанные на марковских случайных процессах / Системы управления и информационные технологии, 2023. №4 (94). - С. 31-35

## **PRACTICAL IMPLEMENTATION OF THE TWO-STAGE MANAGEMENT MODEL OF INNOVATIVE PROJECTS IN CONSTRUCTION**

**E.A. Serebryakova**

---

**Serebryakova Elena Anatolyevna\***, Voronezh State Technical University, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Management Russia, Voronezh, e-mail: sea-parish@mail.ru, phone: +7 473 276 40 07

---

Abstract. The paper considers a model for managing innovative construction projects, consisting of two stages. At the first stage, project planning is carried out, at the second stage, execution is monitored. Network planning and Markov random processes methods were used to model the management process. For the practical implementation of this model, a control algorithm was developed, on the basis of which a software product was created. The article describes its structural diagram and provides an interface part describing the operation of the program. The results of implementing the software product in the activities of a construction organization are presented.

*Keywords: management, innovative projects, mathematical modeling, software product, implementation.*

## References

1. Barkalov S.A., Kurochka P.N., Zolotarev D.N. Formation of the production program of a construction enterprise [Formirovaniye proizvodstvennoy programmy stroitel'nogo predpriyatiya] / *Ekonomika i menedzhment sistem upravleniya*, 2016. No. 1.1 (19), P. 110-119.
2. Kurochka P.N., Cherednichenko N.D. Resource planning tasks in a construction project [Zadachi resursnogo planirovaniya v stroitel'nom projekte] / *Trudy XII Vserossiyskogo soveshchaniya po problemam upravleniya (VSPU-2014)*. M., 2014. P. 4745-4753.
3. Novikov D.A., Ivaschenko A.A. Models and methods of organizational management of innovative development of the company [Modeli i metody organizatsionnogo upravleniya innovatsionnym razvitiyem firmy]. M.: KomKniga, 2006. 332 pp.
4. Barkalov S.A., Moiseev S.I., Serebryakova E.A. Dynamic model of managing innovative projects in construction [Dinamicheskaya model' upravleniya innovatsionnymi proyektami v stroitel'stve] / *Sistemy upravleniya i informatsionnyye tekhnologii*, 2024. No. 2 (96). P. 30-34.
5. Barkalov S.A., Moiseev S.I., Serebryakova E.A. Resource management models in the field of construction [Modeli upravleniya resursami v sfere stroitel'stva] / *Modelirovaniye, optimizatsiya i informatsionnyye tekhnologii*. 2023. Vol. 11. No. 4 (43).
6. Barkalov S.A., Moiseev S.I., Serebryakova E.A. Mathematical model of optimal allocation of resources in the construction sector in conditions of their shortage [Matematicheskaya model' optimal'nogo raspredeleniya resursov v stroitel'noy sfere v usloviyakh ikh defitsita]. - *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Komp'yuternyye tekhnologii, upravleniye, radioelektronika*. 2023. T. 23. No. 1. P. 89-99.
7. Barkalov S.A., Moiseev S.I., Serebryakova E.A. Risk management models in the construction sector based on Markov random processes [Modeli upravleniya riskami v stroitel'noy sfere, osnovannyye na markovskikh sluchaynykh protsessakh] / *Sistemy upravleniya i informatsionnyye tekhnologii*, 2023. No. 4 (94). - P. 31-35

# УПРАВЛЕНИЕ СЛОЖНЫМИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

УДК 338.28

## ПРИМЕНЕНИЕ РИСК-МЕНЕДЖМЕНТА В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ: КАЧЕСТВЕННЫЕ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ

С.В. Артыщенко, А.А. Писарева, Д.И. Емельянов, Т.В. Степанова

---

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

*Писарева Алина Александровна*, Воронежский государственный технический университет, магистрант, Россия, г. Воронеж, e-mail: [alinapisareva2012@gmail.com](mailto:alinapisareva2012@gmail.com), тел: +7-930-011-89-46.

*Емельянов Дмитрий Игоревич*, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой металлических и деревянных конструкций, Россия, г. Воронеж, e-mail: [demelyanov@cchgeu.ru](mailto:demelyanov@cchgeu.ru); тел. 8-473-277-65-54;

*Степанова Татьяна Викторовна*, Воронежский государственный технический университет, старший преподаватель кафедры жилищно-коммунального хозяйства, Россия, г. Воронеж, e-mail: [stv19839@gmail.com](mailto:stv19839@gmail.com), тел.: +7-473-271-28-92

---

Аннотация. В работе представлено применение риск-менеджмента в задачах управления с акцентом на использование различных методов. Рассматриваются основные подходы к управлению рисками, включая качественные методы, такие как метод экспертных оценок, аналогов, метод «Роза рисков», также традиционные количественные методы, такие как статистические методы, анализ дерева решений, моделирование методом Монте-Карло и анализ сбоев и последствий (FMEA). Особое внимание уделяется рассмотрению достоинств и недостатков каждого метода, чтобы улучшить процесс принятия решений в условиях неопределённости.

Ключевые слова: Риск-менеджмент, управление рисками, качественные (креативные) методы, количественные методы, комбинированные методы.

Нестабильность и усиление кризисных явлений в экономике, структурная переориентация и реструктуризация российского промышленного сектора, рост конкуренции, а также ухудшение общего состояния предприятия обуславливают необходимость применения риск-менеджмента.

Термин «риск» возник в середине XVIII в. из Франции как слово «risque» (рискованный, сомнительный). Появление термина соответствует словам греческого

происхождения *ridsikon, ridsa* — утес, скала. В итальянском языке *risiko* — опасность, угроза [4]. В России данное понятие появилось намного позже, а именно в 1806 году в словаре Н.М. Яновского.

Имеется высокое разнообразие мнений ученых по поводу понятия и сущности риска. Это связано с разносторонностью и универсальностью этого явления.

Понятие «риск» неразрывно связано с человеком и его жизнедеятельностью. Риск возникает тогда, когда становится невозможно точно определить наступление того или иного события, которое может не зависеть от желаний, предпочтений и действий субъекта. Риски являются неотъемлемой составляющей любого предприятия. Каждая организация, не важно какого размера, должна осуществлять управление рисками. В условиях современности российской экономики умение правильного оценивания возникающих рисков, а также эффективное управление ими приобретает особое значение.

Современная наука экономики представляет риск как возможность возникновения неблагоприятной ситуации или неудачного исхода производственно-хозяйственной или какой-либо другой деятельности [5].

Деятельность, которая связана с риском, всегда предполагает анализ и сопоставление возможных потерь и доходов. Если риск не подкреплен расчетами, то, скорее всего, он заканчивается неудачей и сопровождается определенными потерями. Чтобы уменьшить влияние отрицательных факторов, связанных с риском, необходимо определить: основные черты и источники его возникновения, наиболее важные его виды, допустимый уровень риска, методы измерения риска, методы снижения риска, именно это и включает в себя «риск-менеджмент».

Риск-менеджмент - это процессы, связанные с идентификацией, анализом рисков и принятием решений, которые направлены на достижение максимально положительных и минимально отрицательных последствий наступления рискованных событий [6].

Целью управления рисками является повышение конкурентоспособности хозяйствующих субъектов посредством защиты от реализации рисков. Существенным принципом управления рисками на предприятии является принцип профилактики действия и готовности к реагированию, для чего возникает необходимость осуществления мониторинга внутренней и внешней среды с целью раннего выявления угрозы рисков. Таким образом, проблема управления рисками в деятельности предприятий имеет постоянный характер, особенно в условиях нестабильности в стране, поэтому важным инструментом является достижение экономических целей и нужного результата.

Эффективная работа в управлении рисками достигается за счет соблюдения следующих принципов: постоянное предупреждение и готовность к действиям, своевременность и адекватность реакции, комплексность принимаемых решений, наличие альтернативных вариантов действий и адаптация управления, приоритет использования внутренних ресурсов, оптимизация внешних мер поддержки и принцип эффективности. На практике ключевым аспектом является надежное и быстрое обнаружение рисков, возникающих на предприятии или в организации. Управление рисками требует понимания специфики подходов, разрабатываемых в сферах менеджмента. Взаимодействие этих методов позволяет проводить более детальный и комплексный анализ рисков на структурном уровне, формируя таким образом максимально эффективную систему риск-менеджмента.

Подход к управлению рисками может быть количественным, качественным или сочетать и то, и другое. У каждого метода есть свои преимущества и недостатки.

Рассматривая качественные методы, отметим что, они являются частью системы риск-менеджмента и направлены на обеспечение устойчивого развития предприятия, а также минимизацию выявленных рисков с минимальными затратами ресурсов.

Особенность качественной оценки перед количественной заключается в том, что отсутствует надобность применять статистические методы анализа и внедрять методику расчетов, что является достаточно длительным временным процессом. Изучим более детально качественные методы риск-менеджмента.

1. **Метод экспертных оценок.** Данная методика опирается на коллективное мышление, которое повышает точность результатов, а также допускает появление новых идей в процессе обработки отдельных независимых оценок экспертов. Методы экспертных оценок включают в себя мозговой штурм, фрирайтинг, метод «Дельфи», рассмотрим их подробнее.

1) Метод «Мозговой штурм»

Метод мозгового штурма (мозговой штурм, мозговая атака, англ.brainstorming) — метод решения задач, в котором участники обсуждения генерируют максимальное количество идей решения задачи, в том числе самые фантастические и глупые [9].

Метод заключается в том, что команда экспертов обсуждает проблему с целью выявить возможные опасности и риски. Во время мозгового штурма устанавливают критерии оценки, по которым будут принимать решения, и способы обработки риска. Работу можно стимулировать путем применения методов интервью «один на один» или «один с группой». При мозговом штурме участники прогнозируют возможные ситуации [8]. Результат данного метода зависит от стадии процесса риск-менеджмента, на котором применяют метод.

Преимущества и недостатки метода рассмотрены в таблице 1.

Таблица 1

**Достоинства и недостатки метода «Мозговой штурм»**

	<b>Достоинства</b>	<b>Недостатки</b>
<b>Метод «Мозговой штурм»</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Генерация множества идей</b> Мозговой штурм позволяет собрать идеи от разных людей, расширяя спектр возможных решений. Это особенно полезно при решении сложных или нестандартных задач.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Риск «доминирования»</b> В процессе мозгового штурма могут превалировать определенные личности, подавляя идеи других. Важно обеспечить равные возможности для всех участников.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Новые перспективы</b> Участники из разных областей и с различным опытом могут предложить свежий взгляд на проблему. Это помогает избежать заикливания на традиционных решениях и найти новые, творческие пути.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Отсутствие структуры</b> Неправильно организованный мозговой штурм может быть хаотичным и неэффективным. Важно установить четкие правила и структуру для процесса.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Командная работа</b> Мозговой штурм объединяет людей, позволяя им работать вместе, делиться идеями и учиться друг у друга. Это укрепляет командный дух и повышает вовлеченность.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Риск «группового мышления»</b> В некоторых случаях участники могут быть слишком сосредоточены на достижении консенсуса, что может привести к принятию неверных решений. Важно поддерживать критическое мышление и не бояться высказывать несогласие.</li> </ul>

2) Метод «Фрирайтинг»

Фрирайтинг (свободное письмо, англ.free writing) — техника и методика письма, помогающая найти неординарные решения и идеи, сходная с методом мозгового штурма [13]

Данный метод наиболее актуален на стадии выявления рисков. Сессия фрирайтинга начинается с формулировки конкретной цели, такой как выявление рисков. Продолжительность сессии варьируется, но обычно она занимает от 15 до 20 минут. Затем необходимо проанализировать написанное, выделить ключевые идеи и, возможно,

сформулировать новые значимые вопросы. Процесс можно повторять до тех пор, пока не будет найдено достаточно ответов.

Таблица 2

Достоинства и недостатки метода «Фрирайтинг»

	Достоинства	Недостатки
Метод «Фрирайтинг»	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Быстрое получение начальных идей</b> Метод позволяет быстро сгенерировать широкий спектр рисков, которые могут быть не очевидны при более формальных оценках.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Отсутствие системы</b> Метод не предусматривает системного подхода к оценке рисков, что может привести к пропуску важных факторов.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Стимулирование креативности</b> Свободная форма записи позволяет освободить мыслительный процесс, позволяя увидеть проблему с нестандартных позиций.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Сложность в структурировании</b> Полученные идеи нужно структурировать и анализировать, что может занять дополнительное время и требовать специальных навыков.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Персональный подход</b> Возможность каждого участника выразить свои мнения и опасения, что способствует более полной картине рисков.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Невозможность использования при сложных задачах</b> Присутствует ограничение в использовании оценки рисков в сложных системах с большим количеством факторов и взаимосвязей.</li> </ul>

3) Метод «Дельфи»

Цель метода заключается в том, чтобы получить согласованную информацию высокой степени достоверности от группы экспертов. Метод разработан сотрудниками американской фирмы Rand Corporation в 1964 г [11].

Метод Дельфи позволяет идентифицировать и оценить риски для проекта. Для этого потребуется провести непосредственный обмен информацией о доводах, при котором эксперты не взаимодействуют друг с другом. Прямые дискуссии экспертов заменяются индивидуальными опросами, проходящими по определенной программе в несколько этапов (рис.1) [11].

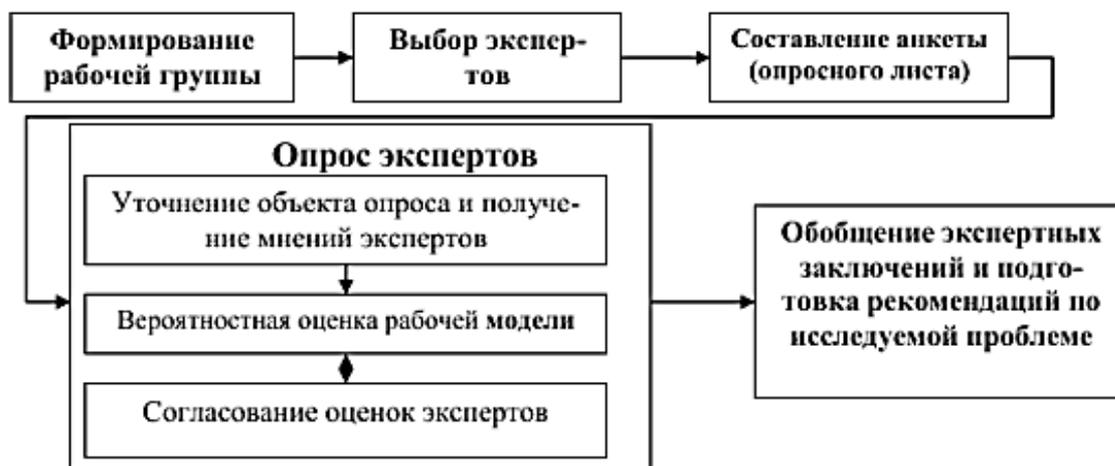


Рис. 1. Последовательность этапов метода Дельфи [11]

Рассмотрим достоинства и недостатки метода «Дельфи» в таблице 3.

Таблица 3

**Достоинства и недостатки метода «Дельфи»**

	<b>Достоинства</b>	<b>Недостатки</b>
<b>Метод «Дельфи»</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Анонимный подход</b> Участники могут выражать свои мнения анонимно, что снижает риск группового мышления и позволяет откровенно высказать свои мнения, не опасаясь критики.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Необходимость специализированных знаний</b> Для эффективного применения метода необходимы определенные знания и опыт в организации и проведении анкетирования и анализе результатов.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Системность</b> Метод предусматривает структурированный подход к оценке рисков, что позволяет учесть все важные факторы и взаимосвязи.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Трудность в учете неопределенности</b> Метод основан на экспертных оценках, которые могут быть субъективными и не всегда точно отражать реальность.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Итеративный процесс</b> Процесс оценки рисков повторяется несколько раз, что уточняет и корректирует результаты.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Риск “усталости” участников</b> Повторные раунды анкетирования могут привести к усталости участников и снижению их заинтересованности в процессе.</li> </ul>

**2. Метод аналогов.**

Сущность данной методики заключается в том, чтобы при анализе, оценке рисков определенного направления деятельности учитываются данные аналогичных направлений, существующих ранее, с целью расчета вероятностей возникновения потерь.

Метод аналогов чаще всего используется при оценке риска для проектов, которые повторяются неоднократно, к примеру, в строительстве. Когда компания планирует реализацию проекта, схожего с ранее выполненными проектами, уровень риска нового проекта можно оценить, построив кривую риска на основе имеющихся статистических данных. Для этого определяются зоны риска, ограниченные нижними и верхними пределами возможных потерь.

Таблица 4

**Достоинства и недостатки метода аналогов**

	<b>Достоинства</b>	<b>Недостатки</b>
<b>Метод «Аналогов»</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Опыт предыдущих проектов</b> В процессе методики учитывается опыт предыдущих проектов, что снижает риск повторения ошибок.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Отсутствие полной аналогии</b> В реальности совершенно идентичных проектов не бывает, поэтому всегда существует определенная степень неопределенности в оценке рисков.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Быстрая оценка</b> Существует возможность оперативно оценить риски на основе данных из схожих проектов.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Неполная информация</b> Информация о предыдущих проектах может быть неполной или не достоверной, что может исказить результаты оценки.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Учет специфики</b> Метод позволяет учесть специфику конкретного проекта или ситуации, сопоставляя его с аналогами.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Не подходит для новых и нестандартных проектов</b> Метод не подходит для оценки рисков в новых и нестандартных проектах, для которых не существует аналогов.</li> </ul>

Метод аналогов обычно применяется тогда, когда другие методы оценки риска оказываются неприменимыми, и он основан на использовании базы данных о рисках, связанных с аналогичными проектами. Одним из ключевых элементов анализа проектных рисков методом аналогов является оценка завершённых проектов.

### 3. Метод «Роза рисков».

На основе экспертных оценок разработан наглядный метод оценки рискованности любого вида деятельности, условно называемый «розой рисков», или «звездой рисков». Эксперты, изучив необходимую документацию, проводят балльную оценку (например, по 10-балльной шкале) его факторов, проверяемых на риск. При этом, чем выше балл, тем выше рискованность. Как и ряд других экспертных методов, данный подход не является количественно точным, но позволяет сопоставить различные факторы проекта [8].

К примеру, для некоторого гипотетического проекта эксперты оценивают степень его рискованности по следующим выявленным факторам риска:

- рост цен на материалы и оборудование (8 баллов);
- неопределенность с объемом работ и поставок при заключении договора с сторонними организациями (4 балла);
- дефицит персонала строительно-монтажных спецификаций (7 баллов);
- низкое качество управления проектами (2 балла);
- недостаточные знания о новых технологиях в строительстве (3 балла);
- дефицит мощностей монтажных и пуско-наладочных организаций при одновременной реализации проектов (7 баллов);
- плохое качество проектной документации (1 балл);
- срыв сроков ввода объекта в эксплуатацию (9 баллов).

Проведенное экспертами аналитическое исследование графически проиллюстрировано в виде упомянутой «розы рисков» на рисунке 2.



Рис. 2. Роза рисков строительного проекта

«Роза рисков» оцениваемого проекта (рис. 2) указывает на вероятность роста цен на материалы и оборудование, а также допустимость того, что произойдет срыв сроков ввода объекта в эксплуатацию.

Таблица 5

**Достоинства и недостатки метода «Роза рисков»**

	<b>Достоинства</b>	<b>Недостатки</b>
<b>Метод «Роза рисков»</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Визуализация</b> Возможность наглядного представления о рисках в виде лепестков розы, что делает информацию более доступной и понятной для всех участников.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Сложность в учете многих факторов</b> При большом количестве рисков метод может стать слишком сложным для анализа и управления.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Структурированный подход</b> Структурированный подход к оценке рисков, что позволяет учесть все важные факторы и взаимосвязи.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Субъективность</b> Оценки рисков основаны на экспертных мнениях, которые могут быть субъективными и не всегда точно отражать реальность.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Учет многих критериев</b> Оценка рисков по нескольким критериям, например, вероятность наступления, степень воздействия, сроки наступления, что дает более полную картину рисков.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Не подходит для сложных систем</b> Метод не рекомендуется использовать для оценки рисков в сложных системах с большим количеством факторов и взаимосвязей.</li> </ul>

Метод экспертных оценок, а также другие методики оценки риска, рассмотренные нами в роли качественных методов, относятся также к числу так называемых методик креативности. Среди которых можно выделить не только ранее указанные методы, но и SWOT-анализ, Brainwalking, обзор «360 градусов», рейтинг метод и прочее. Использование данных методик креативности весьма актуально и широко используется в современном мире, в том числе наиболее актуально использование задач управления риск-менеджмента.

Другой методикой риск-менеджмента является количественный анализ рисков, также известный как количественная оценка рисков. Данный метод позиционирует себя как подход к анализу и контролю рисков, который фокусируется на составлении численных прогнозов относительно влияния риска на цели проекта.

Цель количественного анализа рисков - предоставить надежные оценки, на основании которых возможно принять обоснованные решения относительно того, например, сколько ресурсов мобилизовать и какой ценой. Это очень важно, так как, если сделать неверные оценки, за ними последует несколько неправильных решений. Эффект каскадом распространится на весь проект влияя на способность достижения проектной цели.

Рассмотрим некоторые методы и инструменты количественного анализа рисков, которые применяются при выполнении количественной оценки:

**1. Статистический метод оценки риска.** Данный метод оценки рисков является одним из наиболее распространённых. Он заключается в определении вероятности возникновения потерь на основе статистических данных предшествующего периода и установлении области (зоны) риска, коэффициента риска и т.д. [1].

В качестве базовых параметров для оценки риска используются следующие показатели: значение случайной величины каких-либо последствий (например, доход, выручка, прибыль, затраты, проценты и т.п.), вероятность (частота). На основании этих данных рассчитываются другие важные показатели: среднее значение ожидаемой случайной величины, дисперсия, среднее квадратическое отклонение и коэффициент вариации.

Таблица 6

## Достоинства и недостатки статистического метода

	Достоинства	Недостатки
Статистический метод	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Объективность</b> Метод основан на объективных данных, что делает его более надежным, чем субъективные методы оценки.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Зависимость от качества данных</b> Результаты статистического анализа сильно зависят от качества и полноты исходных данных. Неполные или искаженные данные могут привести к неверным выводам.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Анализ больших объемов данных</b> Статистический метод позволяет обрабатывать и анализировать большие массивы данных, что может привести к более точным выводам.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Сложность в анализе данных</b> Анализ данных и построение статистических моделей требует определенных знаний и навыков.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Визуализация</b> Статистический метод может предусматривать визуализацию данных, что способствует более глубокому пониманию рисков и их воздействия</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Риск переоценки точности</b> Существует риск, что результаты статистического анализа могут быть восприняты как более точные, чем они есть на самом деле, особенно если не учитываются неопределенности и вариации.</li> </ul>

**2. Метод Монте-Карло.** Данный метод трактуется как численный метод решения различных задач при помощи моделирования случайных событий, основанный на получении большого числа реализаций случайных величин, которые формируются таким образом, чтобы их вероятностные характеристики совпадали с аналогичными величинами решаемой задачи. Основная идея метода состоит в использовании выборки случайных чисел для получения искомых оценок. Вместо того чтобы описывать процесс помощью аналитического аппарата алгебраических уравнений, производится «розыгрыш» случайного явления с помощью специально организованной процедуры, включающей в себя случайность и дающий случайный результат [10].

Таблица 7

## Достоинства и недостатки метода «Монте-Карло»

	Достоинства	Недостатки
Метод «Монте-Карло»	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Учет неопределенности</b> Метод позволяет учитывать неопределенности и вариации входных данных, что делает результаты более реалистичными.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Сложность реализации</b> Требует значительных вычислительных ресурсов и может быть сложным в реализации, особенно для сложных моделей.</li> </ul>

Продолжение табл. 7

**Достоинства и недостатки метода «Монте-Карло»**

Метод «Монте-Карло»	Достоинства	Недостатки
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Гибкость</b> Применимость к широкому спектру проблем и моделей, включая сложные системы с множеством переменных.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Зависимость от валидности модели</b> Точность результатов анализа методом Монте-Карло в значительной степени зависит от валидности базовой модели. Если модель неточно отражает взаимосвязи между переменными или лежащими в их основе процессами, результаты могут не отражать фактические результаты проекта.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Анализ чувствительности</b> Метод позволяет провести анализ чувствительности, чтобы определить, какие параметры наиболее влияют на риски и какие изменения в них могут привести к значительному изменению риска.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Трудоемкость</b> Анализ может потребовать больших вычислительных затрат, особенно при работе со сложными проектами и многочисленными переменными.</li> </ul>	

**3. Анализ дерева решений.** Дерево решений – это схематическое представление проблемы принятия решений. Ветви дерева решений представляют собой различные события (решения), а его вершины – ключевые состояния, в которых возникает необходимость выбора. Применяя данный метод, представляются возможные результаты проекта в виде древовидной диаграммы, чтобы была возможность оценить потенциальные результаты на основе ряда вариантов [2].

Ключевые компоненты анализа дерева решений включают:

- Узлы. Узлы принятия решений представляют собой критические точки, в которых делается выбор, ведущий к различным путям.
- Ветви. Эти пути, исходящие из узлов принятия решений, иллюстрируют возможные действия или варианты выбора.
- Результаты. Конечные узлы отображают потенциальные результаты, вытекающие из решений, принятых на узлах принятия решений.
- Вероятности. Вероятности, присвоенные ветвям, количественно определяют вероятность конкретных результатов.
- Ожидаемые значения. Рассчитанные путем умножения вероятностей на соответствующие результаты, ожидаемые значения дают представление о потенциальной ценности или риске, связанных с конкретным путем принятия решения.

Достоинства и недостатки метода «Дерево решений» описаны в табл. 8.

**4. Анализ режима сбоя и последствий (FMEA).** FMEA-анализ или Анализ причин и последствий отказов (Failure modes and effects analysis) – это эффективный инструмент повышения качества разрабатываемых технических объектов, направленный на предотвращение дефектов или снижение негативных последствий от них [3]. Данный анализ является структурированным способом выявления и устранения потенциальных рисков проекта и их последствий до наступления неблагоприятного события.

Достоинства и недостатки метода «Анализ режима сбоя и последствий (FMEA)» описаны в табл. 9.

Таблица 8

## Достоинства и недостатки метода «Дерево решений»

	Достоинства	Недостатки
Метод «Дерево решений»	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Визуализация</b> Дерево решений представляет собой графическое изображение процесса принятия решений, что делает его легко понятным и доступным для всех участников.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Не учитывает непрерывные переменные</b> Метод в основном ориентирован на дискретные переменные, что может ограничить его применимость к ситуациям с непрерывными переменными.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Учет неопределенности</b> Метод позволяет учитывать различные уровни неопределенности и рисков, что делает его полезным инструментом для оценки рисков.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Сложность в учете многих факторов</b> При большом количестве факторов дерево решений может стать слишком сложным и не удобным для использования.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Поддержка принятия решений</b> Дерево решений помогает выявить оптимальные стратегии и варианты действий, что способствует более эффективному принятию решений.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Зависимость от точности данных</b> Ошибки в определении вероятности могут существенно исказить результаты анализа.</li> </ul>

Таблица 9

## Достоинства и недостатки метода «Анализ режима сбоя и последствий (FMEA)»

	Достоинства	Недостатки
Метод «Анализ режима сбоя и последствий (FMEA)»	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Приоритетизация рисков</b> Помогает определить и сосредоточиться на наиболее критичных недостатках благодаря количественным показателям (например, RPN — Risk Priority Number).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Длительность временного ресурса</b> FMEA - это комплексная и трудоемкая процедура, для завершения которой требуется много работы и ресурсов.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Системный анализ</b> Обеспечивает всесторонний взгляд на систему, изучая различные режимы сбоя и их последствия.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Избыточность</b> Для простых систем или процессов FMEA может быть чрезмерно сложным и нецелесообразным.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Документирование процессов</b> Позволяет создать детальную документацию, что полезно для будущего анализа и аудита</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Не охватывает все риски</b> Метод может не выявить редкие или неожиданные сбои, которые могут возникнуть в будущем.</li> </ul>

Блок схема FMEA-анализа представлена в методическом пособии Гарельского В.А «Применение FMEA-анализа в управлении качеством продукции» (рис.3).

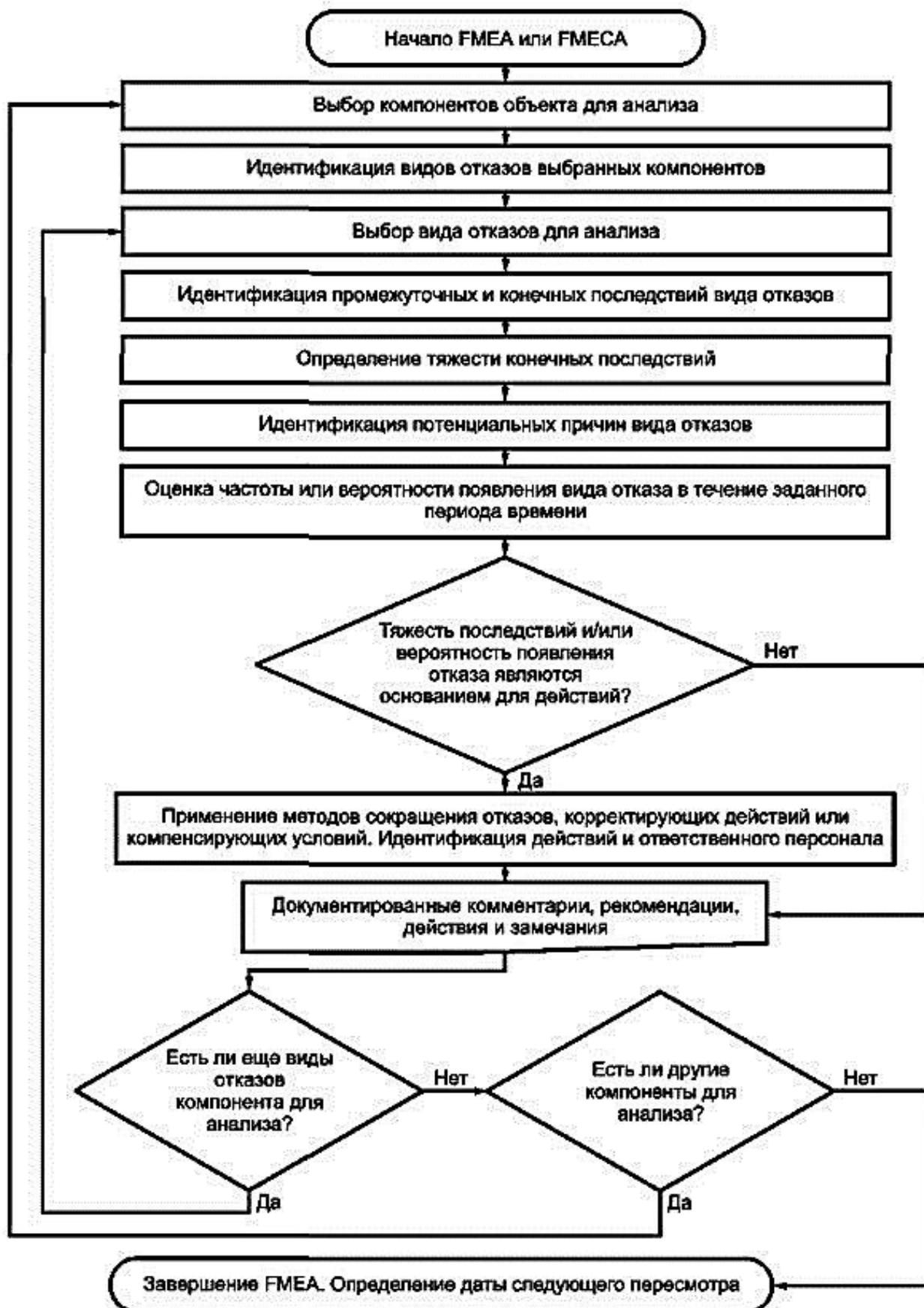


Рис. 3. Блок-схема FMEA-анализа [3]

Метод FMEA является эффективным инструментом для оценки рисков. Он позволяет выявлять потенциальные проблемы на ранних стадиях, анализировать возможные последствия и принимать меры по снижению уровня риска. Применение данного метода способствует улучшению качества процессов и продуктов, а также минимизации потенциальных финансовых и операционных потерь.

Стоит отметить, что существуют комбинированные методы, которые включают в себя интеграцию качественных и количественных методов оценки рисков. Они позволяют более точно выявлять, анализировать и минимизировать риски. Комбинированные методы наиболее применимы в следующих случаях:

1. Сложные проекты: в крупных проектах с множеством переменных и заинтересованных сторон комбинированные методы помогают учитывать разные виды рисков (финансовые, технические, операционные).

2. Высокая неопределенность: когда существует значительная степень неопределенности в данных или параметрах, комбинированные методы могут дать более надежные результаты.

3. Многофакторные системы: в случаях, когда риски могут возникать из-за взаимодействия нескольких факторов, комбинированные методы позволяют более ясно видеть связи и причины.

4. Стратегическое планирование: в процессе долгосрочного стратегического планирования, где необходимо оценить различные сценарии будущего, подойдет комбинированный подход для более полной картины.

5. Инновационные проекты: в случае разработки новых технологий или продуктов, где есть высокие риски неудачи, комбинированные методы помогают быстро и эффективно оценить потенциальные угрозы.

Такие методы включают, например, комбинацию качественных и количественных подходов, использование диаграмм, моделирование, статистические методы и другие инструменты анализа для создания более полных и надежных прогнозов.

Применение перечисленных методов, которые сами по себе имеют очевидный инновационный характер и направленность, помимо прочих положительных аспектов, позволяет повысить инновационный потенциал предприятия. Действительно, выше упоминалось о применимости рассматриваемых методов именно в инновационных проектах, которые по своей сути являются высокорискованными. Задача повышения инновационного потенциала неразрывно связана с задачей повышения конкурентоспособности, которое также может достигаться посредством защиты от реализации рисков, и является актуальной проблемой в настоящее время, что подтверждается значительным количеством работ в этом направлении, см. например, работы [13]-[23] и цитированные там источники.

Таким образом, применение риск-менеджмента в задачах управления при использовании методик, становится все более важным аспектом деятельности современных организаций. В условиях неопределенности и изменчивости внешней среды использование как качественных, так и количественных методов позволяет эффективно идентифицировать риски, оценить их влияние и разработать стратегии по минимизации негативных последствий.

Качественные подходы к управлению рисками помогают учитывать уникальные особенности каждой ситуации, предлагая нестандартные решения, которые могут быть адаптированы под конкретные условия. Количественные методы, с другой стороны, обеспечивают объективность оценки рисков через математические модели и статистический анализ данных, что повышает точность прогнозов и решений.

Также, стоит отметить, что возможность комбинирования этих двух методов дает возможность не только оперативно реагировать на возникающие угрозы, но и предвосхищать потенциальные проблемы, создавая устойчивую систему управления рисками. Это способствует повышению инновационного потенциала и конкурентоспособности

организации, улучшению качества принимаемых управленческих решений и обеспечению долгосрочной стабильности компании.

### Библиографический список

1. Балабаев В. Е. Статистический анализ финансовых рисков : учебно-методическое пособие / В. Е. Балабаев ; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. — Ярославль : ЯрГУ, 2015. — 60 с.
2. Большаков А. С. Организация лесопользования : учебное пособие / А. С. Большаков ; Сыкт. лесн. ин-т. — Электрон. дан. — Сыктывкар : СЛИ, 2013. — 220 с.
3. Гарельский В. А. Применение FMEA-анализа в управлении качеством продукции : методические указания / В. А. Гарельский, А. Л. Воробьев ; Оренбургский гос. ун-т. — Оренбург : ОГУ, 2018. — 85 с.
4. Крыжановский О. А. Анализ современных подходов к пониманию терминов «риск» и «финансовый риск» / О. А. Крыжановский, Л. К. Попова // Молодой ученый. — 2016. — № 19 (123). — С. 467–471.
5. Левшин Л. М. Управление рисками : учеб. пособие / Л. М. Левшин. — Красноярск : СибГАУ, 2016. — 178 с.
6. Менеджмент риска. Реестр рисков. Основные положения (ГОСТ Р 51901.21-2012) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293791/4293791964.htm> (дата обращения: 15.10.2024)
7. Метод мозгового штурма. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод\\_мозгового\\_штурма](https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_мозгового_штурма) (дата обращения: 01.12.2024)
8. Грачева М.В. Риск-менеджмент инвестиционного проекта : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по экономическим специальностям / [М. В. Грачева, А. М. Афанасьев, М. Ю. Афанасьев и др.] ; под ред. М. В. Грачевой ; Экономический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ЮНИТИ, 2017. – 663 с.
9. Раменская А. В. Метод Монте-Карло и инструментальные средства его реализации : методические указания / А. В. Раменская, К. В. Пивоварова ; Оренбургский гос. ун-т. — Оренбург : ОГУ, 2018. — 58 с.
10. Раскатова М. И. Теоретические основы управления рисками : учебное пособие / М. И. Раскатова. — Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2019. — 46 с.
11. Трофимова Л. А. Методы принятия управленческих решений : учебное пособие / Л. А. Трофимова, В. В. Трофимов. – Санкт-Петербург : Изд-во СПбГУЭФ, 2012. – 101 с.
12. Фрирайтинг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Фрирайтинг> (дата обращения: 01.12.2024)
13. Партисипативное управление как инновационная модель управления инновационным потенциалом предприятия и как способ его повышения / С. В. Артыщенко, С. А. Баев, И. С. Артыщенко, М. В. Гусев, Е. И. Радинская // Проектное управление в строительстве : научный журнал. – Воронежский государственный технический университет, 2024. – Вып. 1 (30). – С. 21-30.
14. Обзор методов теории принятия решений и некоторых парадоксов, в том числе группового мышления в контексте управления инновационным потенциалом предприятия и его повышения / С. В. Артыщенко, С. А. Баев, В. Ю. Боголепова, А. Е. Арников // Проектное управление в строительстве : научный журнал. – Воронежский государственный технический университет, 2024. – Вып. 1 (30). – С. 31-39.
15. Состояние инновационного климата в России и влияющие на него факторы / С. В. Артыщенко, И. В. Русиков, С. А. Баев, М. В. Гусев // Проектное управление в строительстве : научный журнал. – Воронежский государственный технический университет, 2024. – Вып. 1 (30). – С. 140-148.
16. Артыщенко С.В., Баркалов С.А., Баев С.А., Серебрякова Е.А., Панфилов Д.В. Использование парадокса Монти Холла в задачах управления проектами. Часть I. Оптимальный

выбор стратегии повышения инновационного потенциала предприятия // Инженерный вестник Дона. 2023. № 10. [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n10y2023/8748](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n10y2023/8748)

17. Артыщенко С.В., Баркалов С.А., Баев С.А., Серебрякова Е.А., Панфилов Д.В. Использование парадокса Монти Холла в задачах управления проектами. Часть II. Применение в комбинации с моделями игр Блотто. Задача со случайной разведкой // Инженерный вестник Дона. 2023. № 12. [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2023/8891](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2023/8891)

18. Артыщенко С.В., Серебрякова Е.А., Артыщенко И.С., Баев С.А., Радинская Е.И. Инновационный потенциал предприятия: структура, значение, влияющие факторы // Проектное управление в строительстве. 2023. № 4. С. 60-68.

19. Артыщенко С.В., Панфилов Д.В., Чигарев А.Г., Бондарь С.П. Фрактальные структуры как важный аспект повышения инновационного потенциала территории // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2024. – № 1(28). – С. 99-108. – DOI 10.36622/2541-9110.2024.28.1.010.

20. Дьяконова С.Н., Артыщенко С.В., Баев С.А., Гусев М.В. Исследование динамики развития инновационных процессов с помощью логистического уравнения Ферхюльста// ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. 2022. Т. 19. № 4. С. 80-84.

21. Дьяконова С.Н., Артыщенко С.В., Щетинин Н.В., Мартиросян Д.Г. Исследование проблем осуществления инновационной деятельности на предприятиях строительной сферы// Инновации, технологии и бизнес. 2021. № 2 (10). С. 47-52.

22. Артыщенко С.В., Панфилов Д.В., Чигарев А.Г., Бондарь С.П. К вопросу о возможности достижения запланированного эффекта Бильбао и повышения инновационного потенциала территории// Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2024. – № 2(29). – С. 71-84. – DOI 10.36622/2541-9110.2024.29.2.008.

23. Артыщенко С.В., Батехова А.А., Горюшкин К.Н., Гусев М.В. Особенности и новые возможности повышения инновационного потенциала предприятий РФ в свете ухода с рынка иностранных компаний // Инновации, технологии и бизнес. - 2024. - № 1 (15). С. 9-14.

## APPLICATION OF RISK MANAGEMENT IN MANAGEMENT TASKS: QUALITATIVE AND QUANTITATIVE METHODS

S.V. Artyshchenko, A.A. Pisareva, D.I. Emelyanov, T.V. Stepanova

---

*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, Voronezh, Russia, e-mail: [art.stepan@mail.ru](mailto:art.stepan@mail.ru), tel. +79202157870;

*Pisareva Alina Alexandrovna*, Voronezh State Technical University, undergraduate, Voronezh, Russia, e-mail: [alinapisareva2012@gmail.com](mailto:alinapisareva2012@gmail.com), tel. +79300118946.

*Emelyanov Dmitry Igorevich*, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Metal and Wooden Structures, Russia, Voronezh, e-mail: [demelyanov@cchgeu.ru](mailto:demelyanov@cchgeu.ru), tel. 8-473-277-65-54;

*Stepanova Tatyana Viktorovna*, Voronezh State Technical University, Senior Lecturer at the Department of Housing and Communal Services, Russia, Voronezh, e-mail: [stv19839@gmail.com](mailto:stv19839@gmail.com), tel.: +7-473-271-28-92

---

Abstract. The paper presents the application of risk management in management tasks with an emphasis on the use of various methods. The main approaches to risk management are considered, including qualitative methods such as the method of expert assessments, analogues, the "Risk Rose" method, as well as traditional quantitative methods such as statistical methods, decision tree analysis, Monte Carlo modeling and failure and consequences analysis (FMEA). Special attention is paid to considering the advantages and disadvantages of each method in order to improve the decision-making process under conditions of uncertainty.

*Keywords: Risk management, risk management, qualitative (creative) methods, quantitative methods, combined methods.*

## References

1. Balabaev V. E. Statistical analysis of financial risks : an educational and methodological guide / V. E. Balabaev; Yaroslav State University named after P. G. Demidov. — Yaroslavl : YarGU, 2015. — 60 p.
2. Bolshakov A. S. Organization of forest management : a textbook / A. S. Bolshakov ; Sykt. lesn. in-T. — Electron. dan. Syktyvkar : SLI, 2013. 220 p.
3. Garelsky V. A. Application of FMEA analysis in product quality management : methodological guidelines / V. A. Garelsky, A. L. Vorobyov ; Orenburg State University. — Orenburg : OSU, 2018. — 85 p.
4. Kryzhanovsky O. A. Analysis of modern approaches to understanding the terms "risk" and "financial risk" / O. A. Kryzhanovsky, L. K. Popova // Young Scientist. — 2016. — № 19 (123). — Pp. 467-471.
5. Levshin L. M. Risk management : textbook. the manual / L. M. Levshin. — Krasnoyarsk : SibGAU, 2016. — 178 p
6. Risk management. The risk register. The main provisions (GOST R 51901.21-2012) [Electronic resource]. — Access mode: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293791/4293791964.htm> (date of request: 10/15/2024)
7. The method of brainstorming. [electronic resource]. — Access mode: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Brainstorm\\_method](https://ru.wikipedia.org/wiki/Brainstorm_method) (accessed: 12/01/2024)
8. Gracheva M.V. Risk management of an investment project: a textbook for students of higher educational institutions studying in economic specialties / [M. V. Gracheva, A.M. Afanasyev, M. Yu. Afanasyev, etc.]; edited by M. V. Gracheva; Faculty of Economics of Lomonosov Moscow State University. — 2nd ed., reworked . and additional – Moscow : UNITY, 2017. — 663 p.
9. Ramenskaya A.V. The Monte Carlo method and tools for its implementation: methodological guidelines / A.V. Ramenskaya, K. V. Pivovarova ; Orenburg State University. — Orenburg : OSU, 2018. — 58 p.
10. Raskatova M. I. Theoretical foundations of risk management : a textbook / M. I. Raskatova. — Chelyabinsk : SUSU Publishing Center, 2019. — 46 p.
11. Trofimova L. A. Methods of managerial decision-making : a textbook / L. A. Trofimova, V. V. Trofimov. — St. Petersburg : Publishing House of SPbGUEF, 2012. — 101 p.
12. Freeriting. [electronic resource]. — Access mode: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Фрирайтинг> (date of application: 12/01/2024)
13. Participatory management as an innovative model for managing the innovative potential of an enterprise and as a way to increase it / S. V. Artyshchenko, S. A. Baev, I. S. Artyshchenko, M. V. Gusev, E. I. Radinskaya // Project management in construction : a scientific journal. — Voronezh State Technical University, 2024. — Issue 1 (30). — pp. 21-30.
14. Review of methods of the theory of decision-making and some paradoxes, including group thinking in the context of managing the innovative potential of an enterprise and increasing it / S. V. Artyshchenko, S. A. Baev, V. Yu. Bogolepova, A. E. Arnikov // Project management in construction: scientific journal. — Voronezh State Technical University, 2024. — Issue 1 (30). — pp. 31-39.
15. The state of the innovation climate in Russia and the factors influencing it / S. V. Artyshchenko, I. V. Rusikov, S. A. Baev, M. V. Gusev // Project management in construction : a scientific journal. — Voronezh State Technical University, 2024. — Issue 1 (30). — pp. 140-148.
16. Artyshenko S.V., Barkalov S.A., Baev S.A., Serebryakova E.A., Panfilov D.V. Using the Monty Hall paradox in project management tasks. Part I. Optimal choice of strategy for

increasing the innovative potential of the enterprise // Engineering Bulletin of the Don. 2023. № 10. [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n10y2023/8748](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n10y2023/8748)

17. Artyshenko S.V., Barkalov S.A., Baev S.A., Serebryakova E.A., Panfilov D.V. Using 30 the Monty Hall paradox in project management tasks. Part II. Use in combination with Blotto game models. Random exploration task // Engineering Bulletin of the Don. 2023. № 12. [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2023/8891](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2023/8891)

18. Artyshchenko S.V., Serebryakova E.A., Baev S.A., Artyshchenko I.S., Radinskaya E.I. Innovative potential of the enterprise: structure, value, influencing factors // Proektnoe upravlenie v stroitelstve. 2023. № 4. pp. 60-68.

19. Artyshchenko S. V., Panfilov D. V., Tchigarev A. G., Bondar S. P. Fractal structures as an important aspect of increasing the innovative potential of a territory. Housing and utilities infrastructure. 2024. No. 1(28). Pp. 99-108. DOI 10.36622/2541-9110.2024.28.1.010. (in Russian)

20. Dyakonova S.N., Artyshenko S.V., Baev S.A., Gusev M.V. Investigation of the dynamics of the development of innovative processes using the logistic Ferhulst equation // FES: Finance. Economy. Strategy. 2022. Vol. 19. No. 4. pp. 80-84.

21. Dyakonova S.N., Artyshchenko S.V., Shchetinin N.V., Martirosyan D.G. Research of problems of implementation of innovative activity at enterprises of the construction sector // Innovations, technologies and business. 2021. No. 2 (10). pp. 47-52.

22. Artyshchenko S. V., Panfilov D. V., Tchigarev A. G., Bondar S. P. On the issue of possibility of achieving the planned Bilbao effect and increasing the innovative potential of the territory. 2024. No. 2(29). Pp. 71-84. DOI 10.36622/2541-9110.2024.29.2.008. (in Russian).

23. Artyshchenko S.V., Batekhova A.A., Goryushkin K.N., Gusev M.V. Features and new opportunities for increasing the innovative potential of enterprises of the Russian Federation in the light of the withdrawal of foreign companies from the market // Innovations, technologies and business. - 2024. - № 1 (15). Pp. 9-14.

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИК КРЕАТИВНОСТИ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ И ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ

С.В. Артыщенко, В.В. Кадурич, Д.С. Никитин, А.М. Усачев, Т.В. Степанова

---

**Артыщенко Степан Владимирович\***, Воронежский государственный технический университет, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры инноватики и строительной физики имени профессора И.С. Суворцева,

Россия, г. Воронеж, e-mail: [art.stepan@mail.ru](mailto:art.stepan@mail.ru), тел. +7-920-215-78-70

**Кадурич Владимир Викторович**, Воронежский государственный технический университет, кандидат педагогических наук, доцент, проректор по проектам и спортивно-оздоровительной работе,

Россия, г. Воронеж, e-mail: [vkadurin@cchgeu.ru](mailto:vkadurin@cchgeu.ru), тел.: +7-473-207-22-20

**Никитин Даниил Сергеевич**, Воронежский государственный технический университет, магистрант кафедры инноватики и строительной физики имени профессора И.С. Суворцева, гр. МИНН-241,

Россия, г. Воронеж, e-mail: [Nikitinnil@yandex.ru](mailto:Nikitinnil@yandex.ru), тел.: +7-951-079-93-98

**Усачев Александр Михайлович**, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии строительных материалов, изделий и конструкций,

Россия, г. Воронеж, [stroymat.kaf@cchgeu.ru](mailto:stroymat.kaf@cchgeu.ru), тел. +7(473)-271-52-35

**Степанова Татьяна Викторовна**, Воронежский государственный технический университет, старший преподаватель кафедры жилищно-коммунального хозяйства,

Россия, г. Воронеж, e-mail: [stv19839@gmail.com](mailto:stv19839@gmail.com), тел.: +7-473-271-28-92

---

Аннотация. В данной статье, представлен обзор работ по применению методик креативности в задачах управления и повышения инновационного потенциала предприятия. В работе представлены краткая характеристика и особенности применения для решения вышеуказанных задач таких методик креативности, как ТРИЗ, мозговой штурм, метод Дельфи и метод шести шляп.

Ключевые слова: методики креативности, ТРИЗ, мозговой штурм, метод Дельфи, метод шести шляп, инновационный потенциал

Исследование методик креативности в приложении к задачам управления и принятия решений весьма актуально. Им посвящены многочисленные современные публикации [1-23]. Одной из важных целей и одним из важных результатов применения вышеуказанных методик в задачах управления предприятием является повышение его инновационного потенциала. Задача повышения инновационного потенциала предприятия является одной из актуальнейших задач, что подтверждается значительным количеством недавних работ в этом направлении, см. например работы [24-33] и цитированные там источники.

Креативность – это способность генерировать новые и оригинальные идеи, решения или продукты, отличающиеся от традиционных подходов.

В настоящее время существует огромное разнообразие методик креативности. Наиболее популярными и востребованными из них являются ТРИЗ, мозговой штурм, метод Дельфи и метод шести шляп. Рассмотрим более подробно, что представляет из себя каждый метод и где он применяется.

ТРИЗ – это метод, созданный Г. С. Альтшуллером в 1946 году, который направляет мышление и помогает избежать ошибок, способствуя оригинальным мыслительным процессам. Эта методология широко применяется в Европе и США для ускорения процесса изобретательства и повышения качества инноваций.

Основная идея ТРИЗ заключается в том, что изобретательское творчество связано с закономерностями развития техники. Методика направлена на исключение случайностей, таких как непредсказуемые озарения и зависимость от настроения, что позволяет находить «изящные» решения, недоступные конкурентам. ТРИЗ содержит конкретные методики для решения инновационных задач в различных отраслях [21].

Созданная на основе обширной базы технических решений в Советском Союзе, ТРИЗ получила признание на международном уровне и была успешно внедрена в производственные и сервисные компании по всему миру. Использование ТРИЗ помогает компаниям экономить ресурсы, снижать издержки и развивать новые продукты.

Альтшуллер создал таблицу для устранения технических противоречий, включающую около 50 универсальных методов для решения задач, а также алгоритм для решения изобретательских проблем (АРИЗ), который способствует развитию креативных навыков. Со временем ТРИЗ начала использоваться не только в технических областях, но и в различных сферах жизни [7].

С переходом мировой экономики на новый технологический уклад инженеры разрабатывают современные технические системы, заменяя устаревшие достижения прошлого. Для успешной работы важно отслеживать изменения в состоянии техники во времени, что позволяет прогнозировать развитие и получать конкурентные преимущества. В связи с этим на Западе активно применяется методология теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), например, в компании Samsung.

Теория решения изобретательских задач, значительно упрощает процесс поиска эффективных решений, переводя творческий процесс в плоскость конкретных и практических действий, которые соответствуют актуальным проблемным ситуациям. В условиях стремительно меняющегося мира, где время становится ценным ресурсом, от ученых и инженеров ожидается не только активизация усилий, но и проявление инновационного мышления.

Развитие технических систем нацелено на достижение их идеальности, что выражается в увеличении полезных характеристик, превосходящих вредные или затратные аспекты. Это стремление к совершенству может осуществляться как в рамках существующих конструкций, так и через радикальные изменения, которые открывают новые горизонты для технологий. Важно отметить, что такие преобразования требуют не только глубокого анализа, но и смелости в принятии нестандартных решений, что делает процесс еще более увлекательным и многогранным [22].

В работе [23] авторы представляют модель иерархии законов технического прогресса, которая демонстрирует связи между различными категориями этих законов и способами их применения. Данная модель способствует более эффективному использованию законов при создании новых систем и улучшении уже имеющихся.

Законы развития технических систем включают:

- Системность и полноту частей.
- Наличие связей между частями.
- Увеличение идеальности и динамичности.
- Переход к более сложным формам.

Эти закономерности определяют развитие технических систем на длительных временных отрезках, при этом каждое небольшое усовершенствование может дать значительный эффект. Знание и применение законов ТРИЗ позволяют эффективно находить решения. Творческие приемы, используемые в различных инженерных областях, ограничены, и разработчики ТРИЗ выделили около сорока типовых приемов. Освоение этих инструментов несложно и помогает быстрее находить нужные решения. Таким образом, методы ТРИЗ ускоряют поиск идей и освобождают время для их реализации.

В статье [16] рассматривается применение технологии ТРИЗ в социально-культурном сервисе и туризме. Российский туристический рынок насыщен 4283 туроператорами, что создает высокую конкуренцию. Малые и средние бизнесы сталкиваются с трудностями в

инновационном менеджменте из-за нехватки финансов, что приводит к появлению аутсорсеров.

ТРИЗ, разработанная Г.С. Альтшуллером, основывается на законах развития технических систем. В России существуют организации, исследующие результаты ТРИЗ для социально-культурного сервиса, такие как семинары «Креативные недели». Цель работы – показать, как законы технических систем могут оптимизировать инновационный менеджмент в социальных организациях.

Законы ТРИЗ делятся на три группы: статика, кинематика и динамика. Закон полноты частей системы подчеркивает важность работоспособности всех компонентов. Закон «энергетической проводимости» акцентирует необходимость свободного обмена энергии между частями организации. Закон согласования ритмики указывает на важность коммуникаций для достижения общих целей. Примером служит «Мегаполус Турс», который после объединения с Kuoni Group оптимизировал свою работу.

Кадровая политика играет ключевую роль в компании. Важно четко определить обязанности сотрудников и разработать эффективную мотивационную программу. Законы кинематики подчеркивают необходимость постоянного совершенствования и минимизации затрат при сохранении функциональности. Современные коммуникации помогают экономить время и деньги. Туроператор «ИнтАэр» ускорил процесс онлайн-бронирования во время кризиса, что привело к росту продаж.

Динамика технических систем определяется законами их развития. Первый закон касается перехода с макроуровня на микроуровень, когда решения принимает высшее руководство. Примером служит «Пегас Туристик», создавший свою авиакомпанию. Второй закон – увеличение степени вепольности: компании адаптируются к внешней среде, создавая профессиональные сообщества для развития рынка.

Изучение законов ТРИЗ демонстрирует их значимость для оптимизации инновационного менеджмента в социально-культурном сервисе и туризме.

В статье [19] описывается применение методологии ТРИЗ в управлении отделами продаж IT-компании Контур, где требуется быстрая реакция на изменения рынка. Традиционное внедрение ТРИЗ часто связано с длительным обучением и отсутствием оперативных результатов. Чтобы ускорить процесс, авторы предлагают руководителям готовые списки решений, что позволяет сэкономить время на обучение и быстро выявлять и решать частые противоречия.

Использование нейронной сети GPT-3.5 для генерации решений значительно ускоряет процесс, а созданный Бизнес-ТРИЗ Навигатор помогает отслеживать 68 противоречий в 9 категориях. За три месяца 13 руководителей внедрили 61 решение, что подчеркивает эффективность подхода. Методология ТРИЗ может быть адаптирована к различным сферам, особенно в условиях ограниченных возможностей традиционного обучения.

Компания Контур обслуживает более 2 миллионов клиентов и имеет свыше 11 тысяч сотрудников, что делает быструю адаптацию к изменяющимся условиям критически важной для её устойчивой прибыли. ТРИЗ предлагает нестандартные решения, соответствующие актуальным задачам компании, что способствует ее успешному развитию на динамичном рынке.

Авторы применили таксономию Блума для оптимизации работы с Бизнес-Навигатором ТРИЗ, упрощая пользователям процесс решения противоречий, возникающих на пути к стратегическим целям компании. Они анализируют и приоритизируют противоречия, формулируют их и ищут решения, которые затем представляют в доступной форме. Это позволяет избежать необходимости глубокого обучения линейных руководителей в ТРИЗ. Такой подход дает как быстрые, так и долгосрочные результаты: быстрое решение противоречий и уверенность сотрудников в способности справляться с проблемами, а также развитие привычки идентифицировать противоречия и способствует повышению самостоятельности.

Для поиска решений авторы статьи [19] использовали нейронную сеть GPT-3.5, что

значительно ускорило процесс. В ходе проекта было выявлено 82 противоречия, для каждого из которых разработано по 10 решений, из которых 333 были добавлены в Навигатор, сэкономив около 20 часов рабочего времени. Выводы показывают, что искусственный интеллект снижает трудозатраты, качественное использование ТРИЗ возможно без глубокого изучения, инструменты должны эволюционировать, и сотрудники должны иметь возможность углубленного изучения при необходимости. Навигатор может быть полезен и для других компаний с большими отделами продаж.

Ещё одной из самых популярных методик креативности в современном мире является метод мозгового штурма.

Метод мозгового штурма представляет собой эффективный способ оперативного решения проблем, который основан на активизации творческой деятельности участников. Они предлагают широкий спектр решений, включая самые оригинальные и фантастические идеи. Этот метод был разработан в США в конце 30-х годов и получил широкую известность благодаря книге Алекса Осборна «Управляемое воображение» (1953), в которой он предложил разделить этапы генерации идей и их последующей критической оценки.

Цель мозгового штурма – быстро генерировать большое количество идей, что приводит к «Интеллектуальному взрыву». Примеры применения метода можно увидеть в телешоу типа «Что, где, когда?» и «Brain Ring». Программа Brainstorming в телевизионном центре объединяет экспертов разных специальностей для обсуждения актуальных тем.

План действий включает: 1) формирование группы для генерации идей; 2) введение правила о запрете критики, что позволяет приветствовать любые идеи и комбинировать их; 3) фиксацию и оценку предложенных идей [10].

Метод подходит для решения широкого спектра задач в различных сферах, таких как производство, бизнес и социология. Существуют разные разновидности мозгового штурма, включая обратный мозговой штурм и брейнрайтинг, которые можно применять на деловых совещаниях для решения профессиональных задач.

Обратный мозговой штурм используется для создания улучшенных образцов или услуг, а также для разработки новых идей. Он включает выявление недостатков существующих продуктов и их устранение в новых разработках. Основная цель метода – составить полный список недостатков, подвергая их критике.

Брейнрайтинг – это метод, основанный на мозговом штурме, при котором участники записывают свои идеи на бумаге и обмениваются ими. Идеи соседей служат источником вдохновения для новых предложений, и процесс длится 15 минут [5].

Выбор наиболее эффективных идей и решений для существующих проблем можно осуществлять с помощью системы оценки, основанной на различных критериях и баллах. В числе распространенных критериев можно выделить: уровень риска, эффективность, техническая реализуемость, долгосрочные перспективы и другие.

Важно учитывать, что цели могут изменяться. Это происходит из-за колебаний во внутренней и внешней среде, а также в зависимости от достижения различных факторов. В такие моменты идеи, которые ранее были отсеяны, могут быть пересмотрены и использованы как резервные варианты, проходя испытания в реальных условиях. Таким образом, руководство может обновить свои цели, опираясь на опыт решения предыдущих задач. С каждым достигнутым результатом организация накапливает и улучшает свой опыт. После тестирования резервные идеи могут либо преобразоваться в новые цели, либо остаться в запасе.

В общественных организациях метод мозгового штурма может активно применяться для формирования положительного имиджа среди активистов и населения, особенно в вопросах позиционирования и лидерства организации в социальной среде [13].

Существует множество общественных движений, проводящих разнообразные мероприятия, направленные на взаимодействие с местным населением для выявления ключевых потребностей и проблем, с последующим их решением.

Для достижения этой цели наиболее продвинутые лидеры общественных движений

активно применяют метод «мозгового штурма», чтобы собрать идеи для планирования и реализации мероприятий. Этот подход способствует улучшению внутренней структуры общественного движения, что позволяет более эффективно справляться с поставленными задачами.

Таким образом, использование метода мозгового штурма в процессе постановки целей и решения возникающих проблем при разработке маркетинговой программы предоставляет руководству три перспективные возможности:

1. Активное вовлечение сотрудников в рабочий процесс, что повышает их мотивацию и заинтересованность, а также создает положительный психологический климат в коллективе.

2. Решение актуальных проблем внутри организации с установлением целей, необходимых для формирования успешной маркетинговой стратегии.

3. Увеличение конкурентоспособности за счет способности к эффективному позиционированию и удержанию лидирующих позиций на рынке через улучшение внутренней структуры и более качественное выполнение задач.

Таким образом, можно утверждать, что применение метода мозгового штурма в практике общественных организаций и коммерческих предприятий может существенно улучшить их деятельность, начиная с отдельных аспектов работы и заканчивая эффективностью всей команды [6, 15].

Контроль качества в организации играет ключевую роль в реализации политики в области качества. Знание и применение различных методов, таких как кумулятивные карты дефектов и диаграммы Парето, важны для эффективного управления качеством. Мозговой штурм, хотя и является менее традиционным методом, может быть полезен в нестандартных ситуациях, особенно в проектной деятельности. На этапе планирования проекта этот метод помогает определить этапы обеспечения качества и управления.

В процессе мозгового штурма участники с разным опытом могут выявить ключевые аспекты, влияющие на качество продукции. Например, при анализе проблемы с браком детали, сотрудники разных смен могут выявить причины недостатков, что затем можно дополнительно проанализировать с помощью причинно-следственных диаграмм.

Также используются ментальные карты для визуализации идей и взаимосвязей между ними, что облегчает процесс генерирования и анализа идей. Существует два типа мозгового штурма: структурированный, где участники по очереди предлагают идеи, и неструктурированный, который требует большей мотивации участников для выражения мнений. Выбор метода зависит от особенностей организации и целей обсуждения.

Основные принципы работы в контексте мозгового штурма включают:

1. Фокус на качестве: Генерация большого количества идей способствует нахождению эффективных решений.

2. Отсутствие критики: Свободное выражение идей важно для создания открытой атмосферы, где участники не боятся высказываться.

3. Творческий подход и оригинальные мысли: Записывание всех идей, особенно необычных, может открыть путь к новым и более эффективным решениям.

4. Совершенствование идей: Слияние нескольких удачных концепций в одну может привести к более действенным результатам.

Эффективное использование мозгового штурма в управлении качеством способствует выявлению причин несоответствий, обмену знаниями и повышению контроля качества в организации [2].

Ещё одной из наиболее известных и часто применяемых в различных сферах деятельности методик креативности является метод Дельфи.

В управлении производственной системой руководители часто сталкиваются с выбором между альтернативами. Процесс принятия решений является ключевым, так как определяет результаты деятельности. Метод Дельфи, названный в честь древнегреческого города, широко используется для управленческих решений, особенно в государственных

программах. Он позволяет прогнозировать развитие технологий на 20-30 лет вперед, и был впервые применен в Японии в 70-е годы.

Преимущества метода Дельфи заключаются в снижении погрешностей и колебаний мнений среди экспертов, поскольку он исключает влияние группы на индивидуальные оценки. Изолированные эксперты делают более точные прогнозы, избегая давления большинства. В отличие от Дельфи, метод мозгового штурма предполагает коллективное обсуждение идей.

Методика Дельфи проводится заочно и анонимно, включает несколько этапов и статистическую обработку результатов. Участников просят комментировать свои решения, что помогает интерпретировать данные. Основная цель – достичь консенсуса и найти оптимальные решения. Метод используется в технике, футурологии и стратегическом планировании.

В России метод не так популярен из-за централизации статистических центров и недостатка традиций. Первые попытки применения были в СССР в 70-х годах. Несмотря на расширение применения метода, его процедура остается плохо разработанной, отсутствует нормативная база. Метод Дельфи хорошо комбинируется с другими подходами, но не всегда эффективен для сложных вопросов. В целом, он является полезным инструментом для управленческих решений [3,17].

Одной из ключевых задач государственной политики является охрана общественного здоровья. Это достигается через обеспечение населения качественными и доступными медицинскими услугами, включая профилактику, лечение и реабилитацию, без значительного финансового бремени для граждан.

Для повышения эффективности системы здравоохранения в условиях ограниченных ресурсов необходимо внедрение современных медицинских технологий, что требует комплексного анализа факторов, влияющих на общественное здоровье.

В статье [11] было проведено исследование, целью которого была разработка опросника для оценки влияния межведомственных взаимодействий на эффективность медицинской помощи онкологическим больным.

При этом задачи исследования включали:

1. Анализ литературы по теме.
2. Разработка дизайна исследования.

3. Отбор специалистов для участия в исследовании и взаимодействие по методологии Дельфи.

Исследование проводилось с июня 2018 по сентябрь 2019 года с использованием аналитических методов и опроса экспертов. Применен метод Дельфи, в котором участвовали две группы экспертов:

1. Врачи-онкологи с практическим опытом лечения и управления онкологическими отделениями.
2. Специалисты по организации здравоохранения, обеспечивающие согласование мнений первой группы.

Опрос, проведенный по методике Дельфи, проходил анонимно и дистанционно с участием 64 экспертов, что значительно превышает минимально необходимый порог в 20 человек. Специалисты с энтузиазмом и высокой степенью вовлеченности участвовали в процессе формирования критериев и создании окончательной версии опросного листа, который включал 33 тщательно продуманных вопроса, касающихся доступности медицинской помощи для пациентов, страдающих онкологическими заболеваниями, за последние десять лет. Эксперты проводили всестороннюю оценку различных аспектов, относящихся к 14 категориям онкологических заболеваний, согласно признанной Международной классификации болезней.

Вопросы были организованы в несколько ключевых категорий, каждая из которых отражала важные элементы системы здравоохранения:

1. Доступность современных медицинских технологий, необходимых для диагностики

и лечения.

2. Характеристики технологической инфраструктуры, включая оборудование и ресурсы.

3. Административные преграды и маршрутизация пациентов, которые могут влиять на их доступ к необходимой помощи.

4. Общие тенденции в области диагностики и терапии, позволяющие выявить динамику и прогресс в лечении онкологических заболеваний.

Такой подход к разработке опросного листа обеспечил комплексный анализ ситуации и позволил выявить ключевые проблемы, требующие внимания со стороны медицинских учреждений и органов здравоохранения.

Кроме того, опросник включал вопросы, касающиеся результатов лечения и финансовых аспектов. Ответы оценивались по шкале от 1 до 5, где 1 – значительно хуже, а 5 – значительно лучше. Метод Дельфи показал свою эффективность в получении независимой экспертной оценки доступности медицинской помощи. Таким образом в XXI веке, наряду с цифровой экономикой и криминологией, будет развиваться и цифровая медицина [18].

В условиях рыночной экономики предприятия сталкиваются с изменениями внешней среды, такими как снижение покупательской способности и изменения потребительских предпочтений. Для повышения конкурентоспособности руководители должны учитывать и прогнозировать эти изменения, что требует глубокого понимания исследуемых процессов.

Метод «Дельфи» – один из эффективных способов прогнозирования, который используется для оценки тенденций рынка, емкости, потребительского спроса и конкурентной ситуации. Этот метод основан на мнениях экспертов из различных областей, включая руководителей и специалистов.

Процесс включает несколько этапов:

1. Формирование групп участников:

- Первая группа – менеджеры по продажам, анализируют характеристики продукта.
- Вторая группа – инженеры и технологи, изучают параметры качества.
- Третья группа – руководители и маркетологи, исследуют продвижение и ценовую политику.
- Четвертая группа – аналитики, обрабатывают результаты и составляют опросные листы.

2. Опрос:

- Формируется опросный лист с около 25 закрытыми вопросами. Эксперты знакомятся с выводами аналитиков перед повторным опросом.

3. Повторный опрос:

- Обрабатываются новые результаты, эксперты сравнивают свои ответы и могут изменить свое мнение, предоставляя комментарии и аргументы [1,9].

В качестве примера в статье [12] было рассмотрено прогнозирование рынка хлебопекарной отрасли с использованием метода «Дельфи». Для этого был разработан анкетный лист с вопросами о темпах роста, емкости рынка, доле предприятия, индексе цен, потребительском спросе и ожидаемых новинках в следующем году. В качестве экспертов выступили четыре руководителя хлебопекарных предприятий Краснодарского края. Результаты исследования показали, что метод «Дельфи» эффективно помогает прогнозировать маркетинговые тенденции и строить стратегию развития на следующий год.

В заключении рассмотрим ещё одну методику креативности – метод шести шляп.

Метод, предложенный английским психологом Эдвардом де Боно, основан на эволюции человеческого мышления и помогает нарушить привычные шаблоны. Один из его известных подходов – метод «шести шляп», который разделяет мышление на шесть позиций, каждая из которых представлена шляпой определенного цвета.

1. Белая шляпа – факты и данные.

2. Красная шляпа – эмоции и интуиция.

3. Желтая шляпа – сильные стороны и позитивные аспекты.

4. Черная шляпа – негативные стороны и риски.
5. Зеленая шляпа – креативные решения и альтернативы.
6. Синяя шляпа – организация процесса мышления.

Метод развивает воображение и гибкость, помогает преодолевать творческие кризисы и учитывать разные мнения. Использование шляп в разных последовательностях повышает вероятность нахождения оптимального решения и учитывает все аспекты при принятии управленческих решений [20].

Метод «Шесть шляп мышления» – это современный и оригинальный инструмент, предназначенный для обоснованного принятия решений. Он предлагает уникальную возможность рассматривать проблемы с множества различных точек зрения, что является его выдающимся преимуществом. Более того, этот подход не только расширяет привычные рамки мышления, но и углубляет понимание сложных и запутанных ситуаций. Разработанный Эдвардом де Боно в его основополагающем произведении «Six Thinking Hats», этот метод стал объектом множества научных исследований, посвященных его практическому применению в самых разных областях. Эти исследования демонстрируют его эффективность в различных контекстах – от бизнеса до образовательных учреждений.

Цель данной работы заключается в тщательном изложении ключевых принципов данного метода, а также в глубоком анализе процесса выбора оптимального решения на конкретном примере. Следует подчеркнуть, что многие успешные люди считают себя обладателями рационального и конструктивного мышления, что позволяет им эффективно справляться с возникающими вызовами. Однако, несмотря на это, такие личности часто не способны взглянуть на ситуацию с эмоциональной, интуитивной или креативной точки зрения. Это может привести к игнорированию неожиданных факторов и недостатку оригинальности в подходах. В этой связи метод «Шесть шляп мышления» предлагает разнообразные стратегии для поиска решений, что способствует более глубокому анализу и открытию новых возможностей.

Этот подход может быть особенно полезен как в сфере управления, так и в личной жизни. Например, в бизнесе он помогает командам более продуктивно обсуждать проекты и находить компромиссы. Одним из значительных достоинств этого метода является его способность разрешать конфликты и разногласия между участниками, работающими над одной задачей, но имеющими разные взгляды на её решение. Это не только способствует созданию более гармоничной рабочей атмосферы, но и значительно улучшает командную динамику.

Таким образом, метод «Шесть шляп мышления» представляет собой мощный инструмент, который может значительно повысить качество принимаемых решений и улучшить взаимодействие между членами команды. С его помощью можно не только находить эффективные решения, но и развивать креативность и интуицию участников процесса.

Каждая из шляп, представленных в методе шести шляп мышления Эдварда де Боно, олицетворяет уникальные аспекты когнитивного процесса, что способствует структурированному и многогранному анализу проблематики. Например, белая шляпа, символизирующая объективность и нейтральность, акцентирует внимание на фактической информации и количественных данных. В этом контексте важно выявлять пробелы в знаниях, что позволяет исследователям глубже понять предмет изучения. Углубленный анализ исторических тенденций и извлечение уроков из предшествующего опыта становятся краеугольными камнями для формирования обоснованных гипотез. Такой подход способствует минимизации вероятности ошибок на ранних этапах анализа и направляет исследовательскую группу к более четкому пониманию проблемы.

С другой стороны, красная шляпа, как эмоциональный индикатор, отражает интуитивные восприятия и субъективные реакции участников на рассматриваемые решения. На этом этапе особенно важно обеспечить атмосферу открытости и доверия, позволяя участникам свободно делиться своими чувствами и мнениями. Это создает условия для

более глубокого взаимопонимания и может способствовать генерации новых идей, основанных на эмоциональной реакции группы.

Использование черной шляпы в процессе мышления позволяет критически оценить недостатки конкретного решения. Этот этап анализа требует осторожности при принятии решений и направлен на выявление потенциальных рисков и слабых мест предложенного плана. Такой подход не только помогает подготовиться к возможным негативным последствиям, но и делает стратегию более адаптивной к изменениям внешней среды. Анализ рисков становится важным инструментом для обеспечения устойчивости и надежности принимаемых решений.

В отличие от черной шляпы, желтая шляпа акцентирует внимание на позитивных аспектах и возможностях решения. Этот оптимистичный подход позволяет выявить преимущества и потенциальные выгоды, что способствует созданию конструктивной атмосферы в группе. В условиях неопределенности такой стиль мышления может служить источником вдохновения, побуждая участников к активным действиям и укрепляя уверенность в успешности выбранного пути.

Кроме того, зеленая шляпа, символизирующая креативность и инновационное мышление, сосредотачивается на поиске альтернативных решений, активно разрушая устоявшиеся стереотипы и предвзятости. Она стимулирует участников группы к выдвижению нестандартных идей и концепций, что, в свою очередь, может привести к неожиданным и высокоэффективным результатам. В рамках этого процесса зеленая шляпа выступает как катализатор творческого подхода, способствуя формированию оригинальных решений, которые могут радикально изменить привычные методы работы.

Наконец, синяя шляпа, играющая ключевую роль в координации мыслительного процесса (ее функции обычно исполняет руководитель группы), не концентрируется на содержании предложений, а управляет размышлениями о них. Она служит своего рода дирижером, который направляет обсуждение, обеспечивая его структурированность и последовательность. Если возникают трудности с генерацией идей, обладатель синей шляпы обращается к зеленой, чтобы активировать творческий процесс и вдохновить участников на выработку новых концепций. В ситуациях, когда план оказывается под угрозой срыва, участники с черной шляпой начинают активнее включаться в обсуждение, анализируя возможные риски и недостатки предложенных решений. Этот критический подход позволяет команде находить более эффективные и устойчивые решения, минимизируя вероятность возникновения проблем в будущем.

Таким образом, метод «Шесть шляп мышления» представляет собой мощный инструмент для улучшения процесса принятия решений и повышения эффективности командной работы. Он создает условия для всестороннего анализа проблемы, позволяя каждому участнику внести свой уникальный вклад в обсуждение. В конечном итоге, применение этого метода может значительно повысить качество принимаемых решений и способствовать более продуктивному взаимодействию между членами команды. Это не только усиливает коллективную интеллектуальную мощь, но и формирует атмосферу доверия и открытости, что является необходимым условием для успешной совместной работы [4,14].

Для иллюстрации практического применения данного метода в статье [8] рассматривается пример обсуждения руководителями строительной компании целесообразности постройки нового офисного здания с использованием техники шести шляп мышления на совещании по планированию.

В рамках применения метода шести шляп мышления, участники процесса сосредотачиваются на систематическом и тщательном анализе доступной информации, подобно исследователям, которые изучают каждый нюанс в поисках ясности. При детальном рассмотрении свободных офисных площадей они фиксируют значительное снижение их количества, что вызывает тревогу и настороженность в контексте текущей рыночной ситуации. Ожидается, что к завершению строительства нового офисного комплекса

возникнет острая нехватка офисного пространства, что может оказать негативное влияние на рынок аренды. Текущие прогнозы, представленные правительственными учреждениями, указывают на стабильный экономический рост в период возведения данного здания, однако не все участники команды разделяют этот оптимизм.

Представители красной шляпы, руководствуясь эмоциями и интуитивными ощущениями, выражают свои опасения относительно привлекательности дизайна здания. Они полагают, что его визуальная эстетика может оказаться недостаточной для привлечения потенциальных арендаторов, несмотря на предполагаемую экономическую выгоду. Их мнение подчеркивает важность эстетических факторов в современном бизнесе, выступая как громкий голос среди общего обсуждения.

В то же время черная шляпа высказывает сомнения относительно надежности правительственных прогнозов, акцентируя внимание на рисках, связанных с возможным экономическим спадом, который может сделать новое здание невостребованным. Она указывает на то, что даже самые амбициозные проекты могут потерять свою привлекательность в условиях экономической нестабильности. Дополнительно, непривлекательный внешний вид может привести к тому, что потенциальные арендаторы предпочтут более эстетически привлекательные альтернативы, что ставит под сомнение целесообразность инвестиций.

В противоположность этому, представители желтой шляпы уверены в точности экономических прогнозов и рассматривают строительство офиса как потенциальный источник значительной прибыли. Они видят возможности и перспективы там, где другие воспринимают лишь препятствия. Возможно, команде удастся завершить проект до наступления следующего кризиса или заключить долгосрочные контракты с арендаторами, что станет залогом финансовой стабильности и успеха.

Зеленая шляпа предлагает пересмотреть дизайн здания, утверждая, что престижный офис будет востребован независимо от текущей экономической ситуации. Она вдохновляет команду на поиск инновационных решений и свежих идей, которые могут сделать здание не только функциональным, но и визуально привлекательным.

Синяя шляпа берет на себя организацию совещания и координацию взаимодействия команды с целью минимизации конфликтов мнений и обеспечения конструктивного диалога. Она выступает в роли модератора, который способствует тому, чтобы каждый участник мог высказать свои мысли и идеи, создавая атмосферу взаимопонимания и сотрудничества.

Таким образом, использование метода шести шляп мышления предоставляет возможность рассматривать проблемы с различных точек зрения специалистов, открывая новые горизонты для креативного подхода в процессе принятия решений. Этот метод также способствует предвидению возможных ошибок и корректировке действий для их предотвращения, действуя как навигатор в бурном море бизнес-реальности.

Метод шести шляп мышления не только помогает находить оптимальные решения, но и способствует укреплению командного духа в ходе обсуждений. Он создает пространство для открытого обмена мнениями и уважения к различным точкам зрения, что является основой успешной командной работы. В конечном итоге, благодаря этому подходу команда может не только принять более обоснованные решения, но и развить свои навыки сотрудничества и коммуникации, что станет залогом их будущих успехов.

В данной статье была рассмотрена лишь часть существующих методик креативности. Однако именно эти методики являются наиболее часто используемыми и применяемыми в различных областях и сферах деятельности. Грамотное применение рассмотренных методик креативности в задачах управления и принятия решений безусловно способствует повышению инновационного потенциала предприятия. Применение нескольких подобных инновационных методик для повышения инновационного же потенциала предприятия подчеркивает взаимную дополняемость, органичность и синергичность соответствующих инновационных подходов на различных уровнях. Исследование возможностей применения других известных методик креативности в задачах управления весьма актуально и получит

развитие в последующих работах авторов.

### Библиографический список

1. Бакланова, Ю. О. Применение современных методов прогнозирования инновационной деятельности в российской практике/ Ю.О. Бакланова, Н.Л. Назарова// Современные технологии управления. – 2011. – №12(12).
2. Бекмачева, В. О. Мозговой штурм, как метод контроля качества организации/В.О. Бекмачева, В.А. Кобзева// Инновационные аспекты развития науки и техники. – 2021. – №1(7) – С. 102-106.
3. Данелян, Т. А. Формальные методы экспертных оценок/ Т.А. Данелян// Статистика и экономика. – 2015. – №1 – С. 183-185.
4. Жданович, Л. Ю. Методы анализа данных и прогнозирование в маркетинговых исследованиях/ Л.Ю. Жданович, С.М. Васильева// Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2015. – Т.2. – С. 293-295.
5. Измайлова, Э. А. Метод мозгового штурма/ Э.А. Измайлова, Ю.А. Кузнецова// Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2013. – №2(6). – С. 32-35.
6. Коцалап, С. А. Применение «Программного метода» и метода мозгового штурма при разработке и реализации маркетинговой стратегии общественных организаций и коммерческих предприятий/ С.А. Коцалап, Ю.Б. Шинкарева// Экономический вестник Донбасского государственного университета. – 2021. – №10. – С. 72-79.
7. Кошевой, О. С. ТРИЗ-технология инноваций/ О.С. Кошевой, Н.С. Мамулян, А.С. Радченко// Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2013. – №1(5). – С. 65-67.
8. Кузнецов, В. А. Метод «шесть шляп мышления» в разработке управленческих решений/ В.А. Кузнецов, А.С. Минько// Новый университет. Серия «Экономика и право». – 2016. – №11-1(69). – С. 93-95.
9. Кукушкина, С. Н. Метод Дельфи в форсайт-проектах/ С.Н. Кукушкина// Форсайт. – 2007. – №1. – С. 68-72.
10. Левина, С. Ш. Управленческие решения: моногр./ С.Ш. Левина, Р.Ю. Турчаева. – М.: Феникс, 2019. – 224 с.
11. Мешков, Д. О. Опыт применения метода Дельфи при изучении эффективности системы здравоохранения на примере онкологических заболеваний/ Д.О. Мешков, Л.Ю. Безмельницына, Б.А. Спасенников, В.В. Тюньков, В.В. Блудов, В.Н. Авсаджанишвили// Baikal Research Journal. – 2019. – №10(4). – С. 9.
12. Михайлова, В. М. Применение метода «Дельфи» как инструмента прогнозирования рынка/ В.М. Михайлова, О.А. Кузнецова, А.В. Петрова// Международный научно-исследовательский журнал. – 2019. – №3(81). – С. 106-110.
13. Постников, В. М. Анализ подходов к формированию экспертной группы, ориентированной на подготовку и принятие управленческих решений/ В.М. Постников// Наука и образование. – 2020. – №5. – С. 333-347.
14. Постников, В. М. Методы принятия решений в системах организационного управления: учебное пособие/ В.М. Постников, В.М. Черненький. – М.: Мир, 2018. – 208 с.
15. Селиверстов, А. С. Мозговой штурм как инструмент управления качеством воздуха на предприятии/ А.С. Селиверстов, Д.Ю. Уткин, В.В. Постнов// Молодой учёный. – 2019. – №42(280). – С. 225-227.
16. Смирнова, А. Ю. Применение технологии ТРИЗ в организациях сферы социально-культурного сервиса и туризма/ А.Ю. Смирнова// Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд. – 2010. – №5(1). – С. 139-146.
17. Смирнова, Ю. А. Метод Дельфи как инструмент эффективного стратегического планирования и управления/ Ю.А. Смирнова// Электронный вестник Ростовского социально-

экономического института. – 2015. – №3(4). – С. 958-963.

18. Тимербулатова, Л. И. Приоритетные направления государственной политики в сфере здравоохранения/ Л.И. Тимербулатова// Молодой учёный. – 2017. – №40. – С. 140-142.

19. Титоренко, А. М. Особенности применения ТРИЗ с помощью нейронных сетей ГРТ в управлении продажами/ А.М. Титоренко, Л.Ш. Даутова, С.В. Домарацкий// ТРИЗ в развитии. – 2024. – №1. – С. 107-111.

20. Чупрова, В. Н. Метод шести шляп в принятии управленческих решений/ В.Н. Чупрова// Вестник науки. – 2023. – №8(65). – С. 203-206.

21. Шишкин, И. А. Мониторинг внешней инновационной среды как этап реализации инновационной политики наукоемкого предприятия/ И.А. Шишкин//Символ науки. – 2016. – №31. – С. 219-221.

22. Шишкин, И. А. Основные подходы к анализу рисков инновационного развития высокотехнологичного производства/ И.А. Шишкин// Инновационная наука. – 2016. – №3-1. – С. 264-266.

23. Шкарупета, Е. В. Применение законов, методов и приемов ТРИЗ в управлении высокотехнологичными наукоемкими предприятиями/ Е.В. Шкарупета, Д.М. Шотыло, Н.Н. Макаров// Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2016. – №1(7). – С. 151-154.

24. Артыщенко С.В., Баев С.А., Артыщенко И.С., Гусев М.В., Радинская Е.И. Партиципативное управление как инновационная модель управления инновационным потенциалом предприятия и как способ его повышения// Проектное управление в строительстве. 2024. №1(30). С. 21-30.

25. Артыщенко С.В., Баев С.А., Боголепова В.Ю., Арников А.Е. Обзор методов теории принятия решения и некоторых парадоксов, в том числе группового мышления в контексте управления инновационным потенциалом предприятия и его повышения// Проектное управление в строительстве. 2024. №1(30). С. 31-39.

26. Артыщенко С.В., Русиков И.В., Баев С.А., Гусев М.В. Состояние инновационного климата в России и влияющие на него факторы // Проектное управление в строительстве. 2024. №1(30). С. 140-148.

27. Артыщенко С.В., Баркалов С.А., Баев С.А., Серебрякова Е.А., Панфилов Д.В. Использование парадокса Монти Холла в задачах управления проектами. Часть I. Оптимальный выбор стратегии повышения инновационного потенциала предприятия// Инженерный вестник Дона. 2023. № 10. [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n10y2023/8748](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n10y2023/8748)

28. Артыщенко С.В., Баркалов С.А., Баев С.А., Серебрякова Е.А., Панфилов Д.В. Использование парадокса Монти Холла в задачах управления проектами. Часть II. Применение в комбинации с моделями игр Блотто. Задача со случайной разведкой// Инженерный вестник Дона. 2023. № 12. [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2023/8891](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2023/8891)

29. Дьяконова С.Н., Артыщенко С.В., Баев С.А., Гусев М.В. Исследование динамики развития инновационных процессов с помощью логистического уравнения Ферхюльста// ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. 2022. Т. 19. № 4. С. 80-84.

30. Дьяконова С.Н., Артыщенко С.В., Щетинин Н.В., Мартиросян Д.Г. Исследование проблем осуществления инновационной деятельности на предприятиях строительной сферы// Инновации, технологии и бизнес. 2021. № 2 (10). С. 47-52

31. Артыщенко С.В., Серебрякова Е.А., Артыщенко И.С., Баев С.А., Радинская Е.И. Инновационный потенциал предприятия: структура, значение, влияющие факторы// Проектное управление в строительстве. 2023. № 4. С. 60-68.

32. Артыщенко С.В., Панфилов Д.В., Чигарев А.Г., Бондарь С.П. Фрактальные структуры как важный аспект повышения инновационного потенциала территории// Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2024. – № 1(28). – С. 99-108. – DOI 10.36622/2541-9110.2024.28.1.010.

33. Артыщенко С.В., Панфилов Д.В., Чигарев А.Г., Бондарь С.П. К вопросу о возможности достижения запланированного эффекта Бильбао и повышения инновационного

## APPLICATION OF CREATIVITY TECHNIQUES IN MANAGEMENT TASKS AND TO INCREASE THE INNOVATIVE POTENTIAL OF AN ENTERPRISE

S.V. Artyshchenko , V.V. Kadurin, D.S. Nikitin, A.M. Usachev, T.V. Stepanova

---

**Artyshchenko Stepan Vladimirovich\***, Voronezh State Technical University, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Innovation and Construction Physics named after Professor I.S. Surovtsev,

Russia, Voronezh, e-mail: art.stepan@mail.ru, tel. +7-920-215-78-70

**Kadurin Vladimir Viktorovich**, Voronezh State Technical University, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Vice-rector for Projects and Sports and Recreation Work,

Russia, Voronezh, e-mail: vkadurin@cchgeu.ru , tel.: +7-473-207-22-20

**Nikitin Daniil Sergeevich\***, Voronezh State Technical University, undergraduate student of the Department of Innovation and Structural Physics named after Professor I.S. Surovtsev, gr. mINN-241, Russia, Voronezh, e-mail: Nikitinnil@yandex.ru , tel.: +7-951-079-93-98

**Usachev Alexander Mikhailovich**, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Construction materials, Products and Structure Technology, Russia, Voronezh, e-mail: stroymat.kaf@cchgeu.ru, tel. +7(473)-271-52-35

**Stepanova Tatyana Viktorovna**, Voronezh State Technical University, Senior Lecturer at the Department of Housing and Communal Services,

Russia, Voronezh, e-mail: stv19839@gmail.com, tel.: +7-473-271-28-92

---

**Abstract.** This article provides an overview of works on the application of the creativity method in management problems and increasing the innovative potential of an enterprise. The work shows a brief description and features of the use of creativity methods such as TRIZ, brainstorming, the Delphi method and the six-hat method to solve necessary problems.

**Keywords:** methods of creativity, TRIZ, brainstorming, Delphi method, six hats method, innovative potential

### References

1. Baklanova, Yu. O. Application of modern methods of forecasting innovation activity in Russian practice/ Yu.O. Baklanova, N.L. Nazarova// Modern management technologies. – 2011. – №12(12).
2. Bekmacheva, V. O. Brainstorming as a method of quality control of an organization/V.O. Bekmacheva, V.A. Kobzeva// Innovative aspects of the development of science and technology. – 2021. –№1(7) – Pp. 102-106.
3. Danelian, T. A. Formal methods of expert assessments/ T.A. Danelian// Statistics and economics. - 2015. – No. 1 – pp. 183-185.
4. Zhdanovich, L. Yu. Methods of data analysis and forecasting in marketing research/ L.Yu. Zhdanovich, S.M. Vasilyeva// Current problems of aviation and cosmonautics. - 2015. – Vol. 2. – pp. 293-295.
5. Izmailova, E. A. Method of brainstorming/ E.A. Izmailova, Yu.A. Kuznetsova// Models, systems, and networks in economics, technology, nature, and society. – 2013. – №2(6). – Pp. 32-35.
6. Kotsalap, S. A. Application of the "Program method" and the method of brainstorming in the development and implementation of marketing strategies of public organizations and commercial enterprises/ S.A. Kotsalap, Yu.B. Shinkareva// Economic Bulletin of the Donbass State University. - 2021. – No.10. – pp. 72-79.

7. Koshevoy, O. S. TRIZ-technology of innovations/ O.S. Koshevoy, N.S. Mamulyan, A.S. Radchenko// Models, systems, and networks in economics, technology, nature, and society. – 2013. – №1(5). – Pp. 65-67.
8. Kuznetsov, V. A. The method of "six hats of thinking" in the development of managerial decisions/ V.A. Kuznetsov, A.S. Minko// A new university. The series "Economics and Law". – 2016. – №11-1(69). – Pp. 93-95.
9. Kukushkina, S. N. The Delphi method in foresight projects/ S.N. Kukushkina// Foresight. – 2007. – No.1. – pp. 68-72.
10. Levina, S. S. Managerial decisions: monograph./ S.S. Levina, R.Y. Turchaeva. – M.: Phoenix, 2019. – 224 p.
11. Meshkov, D. O. The experience of using the Delphi method in studying the effectiveness of the healthcare system on the example of oncological diseases/ D.O. Meshkov, L.Yu. Bezmelnitsyna, B.A. Spasennikov, V.V. Tyunkov, V.V. Bludov, V.N. Avsajanishvili// Baikal Research Journal. – 2019. – №10(4). – P. 9.
12. Mikhailova, V. M. Application of the Delphi method as a market forecasting tool/ V.M. Mikhailova, O.A. Kuznetsova, A.V. Petrova// International Scientific Research Journal. – 2019. – №3(81). – Pp. 106-110.
13. Postnikov, V. M. Analysis of approaches to the formation of an expert group focused on the preparation and adoption of managerial decisions/ V.M. Postnikov// Science and education. - 2020. – No.5. – pp. 333-347.
14. Postnikov, V. M. Decision-making methods in organizational management systems: textbook/ V.M. Postnikov, V.M. Chernenky. - M.: Mir, 2018. – 208 p.
15. Seliverstov, A. S. Brainstorming as an instrument of air quality management at an enterprise/ A.S. Seliverstov, D.Yu. Utkin, V.V. Postnov// Young Scientist. – 2019. – №42(280). – Pp. 225-227.
16. Smirnova, A. Yu. The use of TRIZ technology in organizations in the field of socio-economiccultural service and tourism/ A.Y. Smirnova// Modern trends in economics and management: a new perspective. – 2010. – №5(1). – Pp. 139-146.
17. Smirnova, Yu. A. Delphi method as a tool for effective strategic planning and management/ Yu.A. Smirnova// Electronic bulletin of the Rostov Socio-Economic Institute. – 2015. – №3(4). – Pp. 958-963.
18. Timerbulatova, L. I. Priority directions of state policy in the field of healthcare/ L.I. Timerbulatova// Young Scientist. – 2017. – No.40. – pp. 140-142.
19. Titorenko, A.M. Features of TRIZ application using GPT neural networks in sales management/ A.M. Titorenko, L.S. Dautova, S.V. Domaratsky// TRIZ is in development. - 2024. – No. 1. – pp. 107-111.
20. Chuprova, V. N. The method of six hats in managerial decision-making/ V.N. Chuprova// Bulletin of Science. – 2023. – №8(65). – Pp. 203-206.
21. Shishkin, I. A. Monitoring of the external innovation environment as a stage in the implementation of the innovation policy of a knowledge-intensive enterprise/ I.A. Shishkin// A symbol of science. – 2016. – No. 31. - pp. 219-221.
22. Shishkin, I. A. Basic approaches to risk analysis of innovative development of high-tech production/ I.A. Shishkin// Innovative science. – 2016. – №3-1. - pp. 264-266.
23. Shkarupeta, E. V. Application of laws, methods and techniques of TRIZ in the management of high-tech high-tech enterprises/ E.V. Shkarupeta, D.M. Shotylo, N.N. Makarov// Modern technologies for civil defense and emergency response. – 2016. – №1(7). – Pp. 151-154.
24. Artyshenko S.V., Baev S.A., Artyshchenko I.S., Gusev M.V., Radinskaya E.I. Participatory management as an innovative model for managing the innovative potential of an enterprise and as a way to increase it// Project management in construction. 2024. No.1(30). pp. 21-30.
25. Artyshenko S.V., Baev S.A., Bogolepova V.Yu., Arnikov A.E. Review of methods of decision-making theory and some paradoxes, including groupthink in the context of managing the

innovative potential of an enterprise and its improvement// Project management in construction. 2024. No.1(30). pp. 31-39.

26. Artyshenko S.V., Rusikov I.V., Baev S.A., Gusev M.V. The state of the innovation climate in Russia and the factors influencing it // Project management in construction. 2024. No.1(30). pp. 140-148.

27. Artyshenko S.V., Barkalov S.A., Baev S.A., Serebryakova E.A., Panfilov D.V. Using the Monty Hall paradox in project management tasks. Part I. Optimal choice of strategy for increasing the innovative potential of the enterprise // Engineering Bulletin of the Don. 2023. № 10. [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n10y2023/8748](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n10y2023/8748)

28. Artyshenko S.V., Barkalov S.A., Baev S.A., Serebryakova E.A., Panfilov D.V. Using the Monty Hall paradox in project management tasks. Part II. Use in combination with Blotto game models. Random exploration task // Engineering Bulletin of the Don. 2023. № 12. [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2023/8891](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2023/8891)

29. Dyakonova S.N., Artyshenko S.V., Baev S.A., Gusev M.V. Investigation of the dynamics of the development of innovative processes using the logistic Ferhulst equation // FES: Finance. Economy. Strategy. 2022. Vol. 19. No. 4. pp. 80-84.

30. Dyakonova S.N., Artyshchenko S.V., Shchetinin N.V., Martirosyan D.G. Research of problems of implementation of innovative activity at enterprises of the construction sector // Innovations, technologies and business. 2021. No. 2 (10). pp. 47-52

31. Artyshchenko S.V., Serebryakova E.A., Baev S.A., Artyshchenko I.S., Radinskaya E.I. Innovative potential of the enterprise: structure, value, influencing factors // Proektnoe upravlenie v stroitelstve. 2023. № 4. pp. 60-68.

32. Artyshchenko S. V., Panfilov D. V., Tchigarev A. G., Bondar S. P. Fractal structures as an important aspect of increasing the innovative potential of a territory. Housing and utilities infrastructure. 2024. No. 1(28). Pp. 99-108. DOI 10.36622/2541-9110.2024.28.1.010. (in Russian).

33. Artyshchenko S. V., Panfilov D. V., Tchigarev A. G., Bondar S. P. On the issue of possibility of achieving the planned Bilbao effect and increasing the innovative potential of the territory. 2024. No. 2(29). Pp. 71-84. DOI 10.36622/2541-9110.2024.29.2.008. (in Russian).

## СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ОПЫТА РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ВНЕДРЕНИЮ БИЗНЕС-МОДЕЛЕЙ И РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПОВ ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ

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. В условиях истощения природных ресурсов необходимость перехода к циркулярной модели производства и потребления превращается в насущную задачу. В последние годы экономика замкнутого цикла (циркулярная экономика) привлекает все большее внимание во всем мире как один из способов к преодолению устаревших моделей производства и потребления, основанных на бесконечном росте и истощении природных ресурсов. Ожидается, что модель экономики замкнутого цикла будет способствовать экономическому росту через создание новых рабочих мест, оптимизацию использования материалов, уменьшение ценовой волатильности и повышение надежности поставок, одновременно снижая воздействие на окружающую среду. Задача перехода на замкнутую экономику является вызовом для всех: от государства до потребителей. Ключевым аспектом модели циркулярной экономики является повторное использование и переработка материалов, что позволяет не только сохранить ресурсы, но и снизить затраты. Рациональное использование ресурсов позволит достичь баланса между экономикой, окружающей средой и обществом. Оптимизация ресурсов не только способствует уменьшению воздействия на окружающую среду, но и помогает экономике, создавая новые рабочие места и увеличивая ВВП. Кроме того, дополнительные меры по повышению эффективности использования ресурсов на 30% к 2030 году могут увеличить ВВП почти на 1%, а также создать 2 млн. дополнительных рабочих мест. Таким образом, изучение и внедрение концепций циркулярной экономики оказываются критически важными для формирования устойчивого будущего как для бизнеса, так и для общества в целом.

*Ключевые слова:* экономика замкнутого цикла, циркулярная экономика, устойчивое развитие, бизнес-модель, вторичная переработка, ресурсоэффективность, окружающая среда.

### Введение

Актуальность темы циркулярной экономики в современном мире становится всё более очевидной. В условиях истощения природных ресурсов и нарастающей экологической кризиса необходимость перехода к циркулярной модели производства и потребления превращается в насущную задачу. Циркулярная экономика предлагает инновационные подходы, которые способствуют не только сохранению ресурсов, но и формированию устойчивых бизнес-моделей, направленных на повторное использование материалов и снижение отходов.

Циркулярная экономика – это система, в которой все ресурсы используются максимально эффективно, минимизируя отходы и нейтрализуя негативное воздействие на окружающую среду. В отличие от традиционной линейной экономики, экономика замкнутого цикла стремится к созданию устойчивых бизнес-моделей, где продукты и материалы остаются в циркулярности. Ключевым аспектом этой модели является повторное использование и переработка материалов, что позволяет не только сохранить ресурсы, но и снизить затраты.

Переход к циркулярной экономике – это сложный и неизбежный процесс, требующий не только технологических преобразований, но и глубокой перестройки мышления, основанного на экологической сознательности и ответственности перед будущими поколениями. Исследование этой темы подчеркивает необходимость пересмотра линейной

модели экономики, которая оставляет за собой лишь процесс утилизации созданных человеком продуктов [1-3].

Сущность экономики замкнутого цикла заключается в стремлении максимально продлить ценность вещей, материалов и ресурсов в экономическом обороте, исключая при этом возникновение отходов.

Объектом исследования выступают предприятия, осуществляющие трансформацию линейной модели в соответствии с принципами циркулярной экономики.

Предметом исследования выступают управленческие отношения, возникающие в процессе создания и развития циркулярных процессов на предприятиях, а также механизмы контроля уровня циркулярности этих предприятий.

Цель настоящего исследования – провести анализ реализации принципов циркулярной экономики, а также сформировать реестр лучших практик, используя опыт ведущих российских предприятий.

Методы и материалы. В качестве методологической основы данного исследования были использованы разнообразные методы: сравнительного анализа, системного и логического анализа, а также метод группировки и обобщения. Все эти подходы способствуют формированию авторского видения по изучаемой теме и подтверждают достоверность полученных выводов. В настоящем исследовании проведена работа над изучением публикаций исследователей, ученых и ведущих экспертов в данной области, что позволило понять современное состояние предмета исследования.

### **Материалы и методы**

Традиционная линейная экономика сегодня подвергается критике за свое негативное влияние на экосистему планеты и признана не соответствующей принципам устойчивого развития. В последние десятилетия множество стран начали разрабатывать новые модели хозяйствования, которые позволяют одновременно защищать природные ресурсы и поддерживать экономический рост. В результате была разработана концепция циркулярной экономики или экономики замкнутого цикла.

В России планы по развитию циркулярной экономики и существенно эффективному использованию ресурсов в национальной экономике пока что реализуются лишь в точечных изменениях и дополнениях федерального законодательства. К числу таких инициатив относятся принятие Федерального Закона № 458-ФЗ, Постановление Правительства Российской Федерации № 2414 и другие нормативные акты [4-5]. Использование принципов циркулярной экономики в реальности сталкивается с серьезными юридическими барьерами, нехваткой универсальных методик для отслеживания потоков ресурсов и материалов, а также отсутствием экономически устойчивых бизнес-моделей, которые могут реализовать социальные, экономические и экологические выгоды циркулярного подхода.

В последние годы российские компании начали внедрять бизнес-модели, соответствующие принципам циркулярной экономики. Это направление не только способствует устойчивому развитию, но и открывает новые возможности для повышения конкурентоспособности на глобальном рынке. Множество предприятий начали пересматривать традиционные модели, переходя к замкнутым циклам производства, где максимально используются ресурсы и минимизируются отходы. Переход на циркулярную бизнес-модель дает стимул для технологических, организационных и социальных инноваций по всей цепочке создания стоимости товара, начиная с экологического дизайна продукции и заканчивая предотвращением образования отходов. Данная бизнес-модель характеризуется как высокими конечными результатами, так и низкими материальными, энергетическими и экологическими затратами [6].

Важными элементами циркулярной экономики являются принципы, называемые «R-императивы». Первоначально выделялось 3 ключевые сигнатуры R (3R): reduce (сокращение объемов используемых ресурсов) – reuse (повторное использование) – recycle (создание вторичного сырья). Позже в концепции были учтены все стадии жизненного цикла

продукции и способы организации умного потребления, трансформировав принципы в 9R (таблица 1).

Таблица 1

Принципы циркулярной экономики и их характеристика [7]

Обозначение и название принципа	Описание принципа
<b>R0 - Refuse</b>	Отказ от избыточного потребления ресурсов. В контексте потребителя рассматривается выбор покупать и использовать меньше. Применительно к предприятиям затрагиваются все ступени жизненного цикла товара.
<b>R1 - Rethink</b>	Более интенсивное использование продукта (например, используя концепцию «продукт как услуга», повторного использования и совместного использования или путем внедрения многофункциональных продуктов)
<b>R2 - Reduce</b>	Снижение объемов потребляемой энергии, материалов и других невозобновляемых ресурсов на всех ступенях жизненного цикла, заменяя их на возобновляемые.
<b>R3 - Reuse</b>	Вторичное применение продукта, которое утратило ценность для одного потребителя, но необходимо другому. Основано на активной перепродаже среди потребителей.
<b>R4 - Repair</b>	Осуществление ремонта и обслуживания неисправного продукта с целью продления его срока службы.
<b>R5 - Refurbish</b>	Обновление и/или восстановление старого, но исправного продукта при сохранении неизменным его большей части, например ремонт здания.
<b>R6 - Remanufacture</b>	Производство нового продукта с использованием элементов старого или восстановление за счёт замены большей части товара.
<b>R7 - Repurpose</b>	Перепрофилирование продукта, т. е. использование его для других целей, отличных от изначально задуманных.
<b>R8 - Recycle</b>	Получение вторичного сырья, т. е. процесс преобразования отходов в новые материалы, энергию, товары.
<b>R9- Recover</b>	Процесс сбора материала и использованного продукта для переработки и/или получения энергии из биомассы.

При анализе опыта российских компаний в области внедрения принципов циркулярной экономики и перехода на модель замкнутого цикла, была рассмотрена модель 9R. На основе данного принципа компании могут не только уменьшить негативное воздействие на окружающую среду, но и способствовать созданию более устойчивой экономики, где ресурсы используются максимально эффективно.

Для анализа были выбраны ведущие российских компаний из разных секторов экономики. Данные организации имеют форму акционерного общества, что обязывает

руководство предприятий предоставлять полную и прозрачную информацию о своей деятельности. Отразим с помощью цветовой визуализации классификацию циркулярных практик крупных российских компаний (таблица 2).

Таблица 2

**Классификация циркулярных практик компаний [8]**

R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
<b>Предприятия, работающие в банковском секторе:</b>								
1. ПАО «Сбербанк»								
2. ПАО Банк «ВТБ»								
3. АО БАНК ГПБ (Газпромбанк)								
<b>Предприятия, осуществляющие переработку нефти и газа:</b>								
1. ПАО «Газпром»								
2. ПАО «Лукойл»								
3. ПАО «Роснефть»								
4. ПАО «Транснефть»								
5. ПАО «Сургутнефтегаз»								
6. ПАО «СибурХолдинг»								
7. ПАО «Татнефть»								
<b>Предприятия, работающие в сфере металлургии:</b>								
1. ПАО «Северсталь»								
2. Группа НЛМК								
3. АО «Русал»								
4. АО «Холдинговая компания «МЕТАЛЛОИНВЕСТ»								
<b>Предприятия, осуществляющие розничную торговлю:</b>								
1. ООО «Лента»								
2. ПАО «Магнит»								
3. ПАО «М.ВИДЕО»								
<b>Предприятия, осуществляющие деятельность в области связи:</b>								
1. ПАО «Мегафон»								
2. ПАО «Вымпел-Коммуникации»								

Модель 9R демонстрирует глубокую связь между инновациями и экологической ответственностью, подчеркивая, что переход к экономике замкнутого цикла – не просто необходимость, а возможность для бизнеса, стремящегося к устойчивому развитию.

Наиболее широко внедряемый принцип циркулярной экономики — R3 (Reduce – сокращение) – предполагает уменьшение потребления ресурсов в процессе производства, что, в свою очередь, способствует росту его ресурсоэффективности. Частая реализация данного принципа может быть связана как с налоговыми мерами по защите экологии, так и с другими правовыми ограничениями. R4 (Reuse – повторное использование) означает использование продукта для выполнения его первоначальных функций, тогда как R6 (Refurbish – восстановление) включает в себя восстановление и обновление товара до его изначальных характеристик. Четвертая практика может быть объяснена с точки зрения экономии — как финансовой, так и экологической, особенно это касается ресурсов для достижения высшей степени ресурсоэффективности и, соответственно, снижения потребления энергии. Шестая практика может быть активно использована из-за строгих законодательных норм, регулирующих восстановление биоресурсов и рекультивацию земель. Стоит отметить, что чаще всего такие методы применяют компании из области газовой энергетики (ПАО «Газпром»), нефтяной отрасли (ПАО «Лукойл», ПАО «Сургутнефтегаз», ПАО «СибурХолдинг») и горной добычи (ПАО «Северсталь»), то есть те, что имеют значительное воздействие на природу. Наименее распространёнными являются R1 (Refuse – отказ), R7 (Remanufacture – повторное производство) и R8 (Repurpose – перепрофилирование) [8].

Следует отметить, что предприятия, которые лидируют по внедрению принципов циркулярной экономики, принадлежат к тем отраслям, которые наносят значительный ущерб экологии. К таким отраслям относятся предприятия, занимающиеся добычей полезных ископаемых, а также предприятия обрабатывающего производства, согласно классификации Федерального каталога отходов.

Для обеспечения технологического суверенитета страны и развития экономики в условиях серьезных санкций необходимо сосредоточиться на разработке и установлении на государственном уровне четких и унифицированных стандартов для оценки уровня циркулярности организаций.

### **Заключение**

Внедрение принципов циркулярной экономики действительно становится всё более актуальным в контексте повышения устойчивого развития предприятий и защиты окружающей среды. Устойчивое развитие становится не просто трендом, а необходимостью, позволяя обеспечивать качество жизни будущих поколений. Ведущие предприятия в этой сфере часто представляют те отрасли, которые наносят наибольший экологический вред, такие как добыча полезных ископаемых и обрабатывающие производства, согласно перечню отраслей Федерального классификационного каталога отходов [8].

Переход к циркулярной экономике позволяет не только снизить негативное воздействие на природу, но и повысить эффективность использования ресурсов, что особенно важно в условиях ограничений и санкций [9].

Для поддержания технологического суверенитета страны, развития экономики в условиях санкций, следует осуществить разработку унифицированных и стандартизированных показателей оценки уровня циркулярности компаний на государственном уровне. Это может способствовать более глубокому пониманию их воздействия на окружающую среду. Это, в свою очередь, поможет создать механизмы для поддержки и стимуляции соответствующих инициатив. Стандартизированные показатели могут включать в себя такие аспекты, как: объем переработки отходов и вторичных материалов; эффективность использования ресурсов (например, вода, энергия, сырьё); уровень внедрения экологически чистых технологий; показатели углеродного следа и

выбросов загрязняющих веществ; доля замкнутого цикла производства в общем объёме продукции и др. [8,10].

Такие меры способны не только улучшить экологическую ситуацию, но и способствовать экономическому росту, создавая дополнительные рабочие места и увеличивая конкурентоспособность отечественных предприятий на международной арене. Важно, чтобы бизнес и государство работали в синергии, направленной на достижение этих целей.

### **Библиографический список**

1. Рязанова О.Е., Золотарева В. П. Циркулярная экономика. – 2020.
2. Пахомова Н.В., Курт Р. К., Ветрова М. А. Переход к циркулярной экономике и замкнутым цепям поставок как фактор устойчивого развития //Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. – 2017. – №. 2. – С. 244-268.
3. Коданева С.И. Циркулярная экономика: Актуальные подходы к содержанию и измерению //Социальные и гуманитарные науки: Отечественная и зарубежная литература. Сер. 2, Экономика: Реферативный журнал. – 2020. – №. 1. – С. 51-58.
4. Федеральный закон от 29.12.2014 № 458-ФЗ (ред. от 21.12.2021) «О внесении изменений в Федеральный закон «Об отходах производства и потребления», отдельные законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу отдельных законодательных актов (положений законодательных актов) Российской Федерации»
5. Постановление Правительства РФ от 29.12.2023 № 2414 «Об утверждении перечней товаров, упаковки, отходы от использования которых подлежат утилизации, и нормативов утилизации отходов от использования товаров, упаковки»
6. Доценко Е.Ю., Ездина Н.П., Мудрова С.В. Бизнес-модели циркулярной экономики // Постсоветский материк. – 2023. – №. 2 (38). – С. 94-106.
7. Алтышева Ж.А., Дьячкова А.В. Циркулярная экономика: новая парадигма //Весенние дни науки.— Екатеринбург, 2022. – 2022. – С. 1464-1468.
8. Назарова Л.Е. Формирование механизмов развития циркулярной модели функционирования предприятий промышленности: специальность 5.2.3 «Региональная и отраслевая экономика (экономика промышленности): диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Назарова Лилия Евгеньевна, 2024, - 223 с.
9. Авилова В.В. Циркулярная экономика как новая парадигма развития промышленности //Вестник Российского университета кооперации. – 2021. – №. 3 (45). – С. 4-8.
10. Мочалова Л. А., Еремеева О. С., Подкорытов В. Н. Идеи циркулярной экономики в практике промышленных экосистем в России //Journal of new economy. – 2024. – Т. 25. – №. 1. – С. 87-109.

### **SYSTEMATIZATION OF THE EXPERIENCE OF RUSSIAN ENTERPRISES IN THE IMPLEMENTATION OF BUSINESS MODELS AND THE IMPLEMENTATION OF THE PRINCIPLES OF THE CIRCULAR ECONOMY**

**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 Dob. 5483

---

Abstract. In the context of depletion of natural resources and a growing environmental crisis, the need to transition to a circular model of production and consumption is becoming an urgent task. In recent years, the

circular economy has attracted increasing attention worldwide as one of the ways to overcome outdated models of production and consumption based on endless growth and depletion of natural resources. The circular economy model is expected to contribute to economic growth by creating new jobs, optimizing the use of materials, reducing price volatility and increasing the reliability of supplies, while reducing the impact on the environment. The task of transitioning to a circular economy is a challenge for everyone: from the state to consumers. A key aspect of the circular economy model is the reuse and recycling of materials, which not only saves resources but also reduces costs. Rational use of resources will help achieve a balance between the economy, the environment and society. Optimization of resources not only helps reduce the impact on the environment, but also helps the economy by creating new jobs and increasing GDP. In addition, additional measures to improve resource efficiency by 30% by 2030 could increase GDP by almost 1% and create 2 million additional jobs. Thus, exploring and implementing circular economy concepts is critical to shaping a sustainable future for both business and society as a whole.

Keywords: closed-loop economy, circular economy, sustainable development, business model, recycling, resource efficiency, environment.

## References

1. Ryazanova O.E., Zolotareva V.P. Circular economy. - 2020.
2. Pakhomova N.V., Kurt R.K., Vetrova M.A. Transition to a circular economy and closed supply chains as a factor in sustainable development // Bulletin of St. Petersburg University. Economics. - 2017. - No. 2. - P. 244-268.
3. Kodaneva S.I. Circular economy: Current approaches to content and measurement // Social and humanitarian sciences: Domestic and foreign literature. Series 2, Economics: Abstract journal. - 2020. - No. 1. - P. 51-58.
4. Federal Law of 29.12.2014 No. 458-FZ (as amended on 21.12.2021) "On Amendments to the Federal Law "On Production and Consumption Waste", Certain Legislative Acts of the Russian Federation and Recognizing as Invalid Certain Legislative Acts (Provisions of Legislative Acts) of the Russian Federation"
5. RF Government Resolution of 29.12.2023 No. 2414 "On Approval of Lists of Goods, Packaging, Waste from the Use of Which Are Subject to Disposal, and Standards for the Disposal of Waste from the Use of Goods, Packaging"
6. Dotsenko E.Yu., Ezdina N.P., Mudrova S.V. Circular Economy Business Models // Post-Soviet Continent. - 2023. - No. 2 (38). - P. 94-106.
7. Altysheva Zh.A., Dyachkova A.V. Circular economy: a new paradigm // Spring days of science. - Ekaterinburg, 2022. - 2022. - P. 1464-1468.
8. Nazarova L.E. Formation of mechanisms for the development of a circular model of functioning of industrial enterprises: specialty 5.2.3 "Regional and sectoral economy (industrial economics): dissertation for the degree of candidate of economic sciences / Nazarova Liliya Evgenievna, 2024, - 223 p.
9. Avilova V.V. Circular economy as a new paradigm of industrial development // Bulletin of the Russian University of Cooperation. - 2021. - No. 3 (45). - P. 4-8.
10. Mochalova L. A., Eremeeva O. S., Podkorytov V. N. Ideas of a circular economy in the practice of industrial ecosystems in Russia // Journal of new economy. - 2024. - Vol. 25. - No. 1. - P. 87-109.

# **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ**

УДК 681.3

## **УПРАВЛЕНИЕ ВРЕМЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ ПРОЦЕССОВ В АДАПТИВНОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЕМ**

**В.Е. Белоусов, Н.А. Бутырина, Л.Д. Маилян**

---

**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](mailto:vbelousov@cchgeu.ru), тел.: +7-961- 188-36-00

**Бутырина Наталья Андреевна**, Воронежский государственный технический университет, аспирант кафедры управления

Россия, г. Воронеж, e-mail: [butyrinanatalya@gmail.com](mailto:butyrinanatalya@gmail.com), тел.: +7-910-280-04-46

**Маилян Лия Дмитриевна**, Донской государственный технический университет, кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой "Организация строительства"

Россия, г. Ростов-на-Дону, e-mail: [19liechka84f@mail.ru](mailto:19liechka84f@mail.ru), тел.: +7-863-201-90-94

---

Аннотация. В данной работе рассматриваются особенности уникальности проектов и их высокая трудоемкость, что напрямую влияет на эффективность работы. В этом случае большую роль играют человеческий фактор, профессионализм и слаженность сотрудников, а также рядовых проектировщиков. При данном варианте, даже использование ранее реализованных проектов в качестве прототипов не дает возможности с достаточной точностью спрогнозировать длительность выполнения работ. Поэтому ставится задача обеспечить высокую степень адаптации системы управления проектом. Она позволяет управлять темпом проектирования и подстраивать его не только к особенностям проекта и проектной команды, но и к особенностям работы каждого проектировщика. Существует задача, которая заключается в том, чтобы на ранней стадии разработки проекта, с учетом данных предыдущих проектов-аналогов, произвести настройку системы управления на конкретные условия его реализации. При использовании данного подхода, совместно с оценками специалистов-проектировщиков, можно получить возможность точного определения плана трудоемкости и продолжительности выполняемых работ, а также их уточнения и актуализации в процессе проектирования. Только после этого можно принимать решение о том, как следует оптимизировать проект. Этап "съема информации" является необходимым этапом для получения достаточного количества информации, которая необходима для того, чтобы прогнозировать временные параметры выполняемых работ. Планируемая трудоемкость раздела может быть локальным критерием, позволяющим определить оптимальную скорость разработки проектной документации по нему. Процесс определения плановых характеристик проектных решений аналогичен рассмотренному алгоритму. Затем следует определение плановых характеристик работ, которые входят в состав проекта.

*Ключевые слова:* адаптивная интеллектуальная система, временные параметры, модели, управление проектированием, система, сетевой график

## Введение

В проектной деятельности, как и в любой другой сфере, важную роль играет уникальность проектов и их высокая трудоемкость, что напрямую влияет на эффективность работы. В этом случае большую роль играют человеческий фактор, профессионализм и слаженность сотрудников, а также рядовых проектировщиков. При данном варианте, даже использование ранее реализованных проектов в качестве прототипов не дает возможности с достаточной точностью спрогнозировать длительность выполнения работ. Поэтому ставится задача обеспечить высокую степень адаптации системы управления проектом. Она позволяет управлять темпом проектирования и подстраивать его не только к особенностям проекта и проектной команды, но и к особенностям работы каждого проектировщика. Существует задача, которая заключается в том, чтобы на ранней стадии разработки проекта, с учетом данных предыдущих проектов-аналогов, произвести настройку системы управления на конкретные условия его реализации. При использовании данного подхода, совместно с оценками специалистов-проектировщиков, можно получить возможность точного определения плана трудоемкости и продолжительности выполняемых работ, а также их уточнения и актуализации в процессе проектирования [1].

## Постановка задачи

Традиционный метод управления временными параметрами проекта состоит из расчета временного отклонения и последующего перерасчета сетевого графика (СГ), целью которого является определение влияния, возникшего отклонение на срок, с которого начинается проект. Только после этого можно принимать решение о том, как следует оптимизировать проект. В связи с этим необходимо принимать во внимание большое влияние человеческого фактора на производительность труда в процессе проектирования, которую можно измерить через уровень и напряженность выполнения работ на стадии оперативного управления, используя скорость и напряженность выполняемых работ. Этап "съема информации" является необходимым этапом для получения достаточного количества информации, которая необходима для того, чтобы прогнозировать временные параметры выполняемых работ.

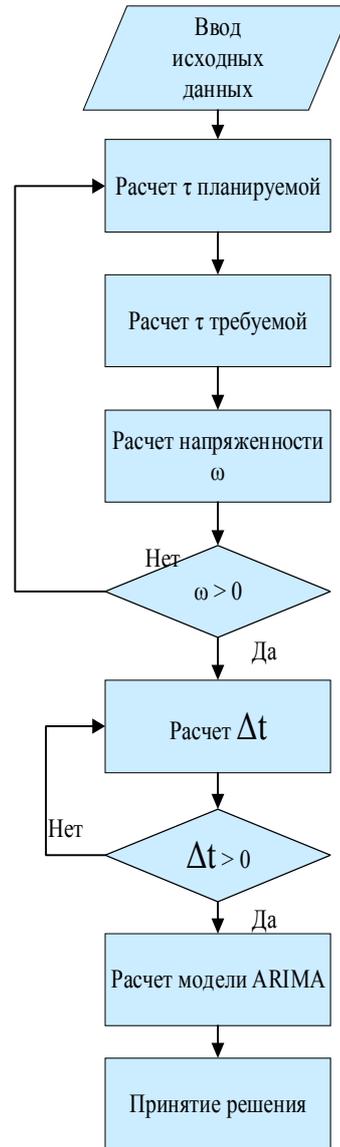
Для этого используется более высокая скорость передачи данных, а также применяется особая модель прогнозирования. Она дает возможность уже на ранней стадии проектирования выявить и просчитать возможные отклонения от проектных планов, которые могут возникнуть в будущем. Далее следует анализ и принятие корректирующих управленческих решений, которые направлены на локальное улучшение параметров работ, а затем в случае невозможности полного сглаживания их временных отклонений, производится перерасчет временных параметров СГ.

Планируемый объем работы принимается за 100%. Запись информации, которая касается состояния выполнения работ, осуществляется в период с небольшим временным интервалом  $\Delta i$ , составляющем от 1 до 5 дней. Предельное значение темпа работ  $\tau_{\xi}^{pp}$  - это параметр, который необходим для определения работ, по которым необходимо провести процесс оптимизации временных параметров. Оно задается ГИПом по каждому разделу проекта и уточняется с помощью экспертного анализа. В случае превышения фактического темпа работы над заданным - предельным значением, она будет отнесена к категории работ, которые нуждаются в оптимизации [2]. Для ускорения обработки большого количества информации, существует такая процедура отбора работ.  $B_{\xi i}$  от выполненной работы фиксируется её качество, которое увеличивается по мере роста.

$$B_{\xi i} = \sum_{l=1}^L b_{\xi i}, \quad (1)$$

где  $b_{\xi i}$  определяет окончание работ на дискретном интервале  $i-1$ .

На основе расчета сетевого графика определяются исходные  $T_{\xi}^{нп}$  и планируемые  $T_{\xi}^{оп}$  временные параметры начала и окончания работы. Как показано на рис. 1, существует алгоритм расчета и прогнозирования временных параметров проектных работ.



**Рис. 1. Блок-схема алгоритма расчета и прогнозирования временных параметров проектных работ**

Тогда, для расчёта плано-начального (при  $i = 0$ ) темпа работы  $\tau_{\xi 0}^{пл}$  применяется соотношение:

$$\tau_{\xi 0}^{пл} = \frac{100}{t_{\xi}^{п}} \%, \quad (2)$$

где:  $t_{\xi}^{п}$  - планируемая время выполнения задания.

С помощью расчета, который проводится на каждую дату сбора информации, можно рассчитать требуемый темп работы  $\tau_i^{тр}$ , который позволит выполнить работу в запланированные сроки [5].

$$\tau_{\xi i}^{\text{тр}} = \frac{100 - B_{\xi i}}{t_{\xi i}^{\text{ост}}} \quad (3)$$

где  $t_{\xi i}^{\text{ост}}$  — остаточная планируемая продолжительность выполнения задания.

$$t_{\xi i}^{\text{ост}} = T_{\xi}^{\text{оп}} - T_i^c, \quad (4)$$

где  $T_i^c$  — дата съема информации,  $T_{\xi}^{\text{оп}}$  — планируемая дата окончания работы [5].

Напряженность работы  $w_{\xi i}$  на  $i$  — ом шаге определяется по формуле [5]:

$$w_{\xi i} = b_{\xi i} - \tau_{\xi i}^{\text{пл}}, \quad (5)$$

если  $w_{\xi i} > 0$  то напряженность процесса растет, а в противном случае снижается.

$$b_{\xi i} = B_{\xi i} - B_{\xi i-1} \quad (6)$$

При снижении напряженности  $w_{\xi i} < 0$  темп можно сохранить прежний, но при этом осуществить расчет величины  $\Delta t_{\xi i}$  [5]:

$$\pm \Delta t_{\xi i} = \frac{100 - B_{\xi i}}{\tau_{\xi i}^{\text{пл}}} - T_{\xi}^{\text{оп}}, \quad (7)$$

если  $\Delta t_{\xi i} > 0$  то планируемый срок может быть превышен, в противном случае, если  $\Delta t_{\xi i} < 0$  имеется возможность его сократить и использовать  $\Delta t_{\xi i}$  в качестве своеобразного резерва времени [5]

При превышении  $w_{\xi i}$  предельного  $w_{\xi}^{\text{пп}}$  значения ( $w_{\xi i} > w_{\xi}^{\text{пп}}$ ) необходимо рассчитать возможную величину  $\Delta t_{\xi i}$  превышения планового срока окончания работы при сохранении запланированного темпа.

После выполнения процедуры, которая направлена на прогнозирование окончания работы в будущем, можно будет принять окончательное решение. В качестве примера можно привести модель интегрированного скользящего среднего. Существует три варианта принятия решения в случае обнаружения превышения запланированного срока окончания работы [4].

- Не изменять ничего, и сохранить тот факт, что процесс проектирования идет в соответствии с существующим фактическим темпом.

- Чтобы устранить отставание, необходимо повысить планируемый темп работы. Это можно сделать двумя способами: увеличить численность сотрудников или стимулировать их работу с более высокой интенсивностью.

- В случае возникновения отклонения от плана, следует скорректировать запланированный срок окончания работы в пределах отклонения, а также сохранить тем самым запланированный темп.

Если принять во внимание тот факт, что в приведенной выше методике расчет темпа и напряженности осуществляется по одной работе, то необходимо определить степень влияния на параметры всех остальных работ, которые входят в его состав. Для того чтобы определить их долю в трудоемкости, необходимо произвести расчет.

Величина доли  $\xi$  работы  $D_{\xi l}$  [5]:

$$D_{\xi l} = \frac{\tilde{q}_{l\xi}}{\tilde{q}_{gl}} * 100\%, \quad \tilde{q}_{l\xi} \quad (8)$$

где  $\tilde{q}_{l\xi}$  - трудоемкость работы  $\xi$ ,  $\tilde{q}_{gl}$  - трудоемкость.

Тогда выполнение проекта на  $i$  — ом этапе расчета  $B_{li}$  [5]:

$$B_{li} = \sum_{\xi=1}^{\Xi} D_{\xi i} * B_{\xi i}, \quad (9)$$

где  $\sum_{\xi=1}^{\Xi} D_{\xi i} = 100\%$ ,  $B_{\xi i}$  - выполнение  $\xi$  работы.

По результатам проектных работ рассчитывается его фактический темп и напряженность в соответствии с алгоритмом, который был рассмотрен ранее. Следовательно, аналогичным образом рассчитывается доля каждого проекта в общей трудоемкости раздела проекта. В этом случае аналогичный алгоритм используется для оценки фактических темпов и напряженности всего проекта в целом. У нас была разработана модель интегрированного скользящего среднего (ARIMA), которая используется для прогнозирования временных параметров выполнения проектных работ. Для того чтобы выбрать модель, было принято во внимание то, что график изменения темпа работы является временным рядом. На основе разностей значений за  $d$  предыдущих периодов мы строим модель для приведения ряда к стационарному виду.

Модификацию авторегрессии с фиксированной средней [5], построенную на базе разностей, обозначают как  $ARIMA(p, d, q)$ , где  $t$  обозначает порядок  $d$  интеграции (разности).

$$\Delta^d Y_t = c + \sum_{\xi=1}^p a_{\xi} \Delta^d \tau_{t-\xi}^{\phi} + \sum_{\xi=1}^q b_{\xi} \tau_{\xi}^{np} + \varepsilon_t \quad (10)$$

$\Delta^d$  – временной ряд порядка  $d$  является основным оператором для разности в интервале времени. В большинстве случаев при построении модели ARIMA порядок разностей ограничивается числом  $d=2$ .

Благодаря этому обстоятельству, можно привести к стационарному виду практически любые не имеющие постоянной основы ряды данных, если воспользоваться вторым различием [5].

### Пример вариантов выработки и принятия решения по оптимизации временных параметров строительного проекта

Чтобы понять, как можно оптимизировать временные параметры одной из выполняемых работ, рассмотрим возможные варианты её выполнения и принятия решения по их оптимизации.

В качестве исходных данных были взяты планируемые значения  $\xi$  для работы, которые были получены в результате расчета сетевого графика: начало  $T_{\xi}^{np} = 2$  и конец  $T_{\xi}^{op} = 12$ , продолжительность  $t_{\xi}^{n} = 12$ , шаг съема информации принимается равным одному дню  $\Delta i = 1$  дн.

Целевая скорость работы будет составлять:  $\tau_{\xi}^{pl} = 100/24 = 8,25\%$  в день.

Максимальное значение темпа  $\tau_{\xi}^{np}$  должно быть 10%.

В течение 8 дней ( $T_i^c = 8$ ) были зафиксированы следующие показатели: выполнение работы  $\xi$  на уровне  $B_{\xi i} = 62\%$ , фактический темп выполнения  $\tau_{\xi i}^{\phi} = 4,3$ . В результате, требуемый темп составит  $\tau_{\xi i}^{tp} = 7,6\%$ , а напряженность составит  $w_{\xi i} = 7,5\% - 4,3\% = 3,3\%$  (рис. 2).

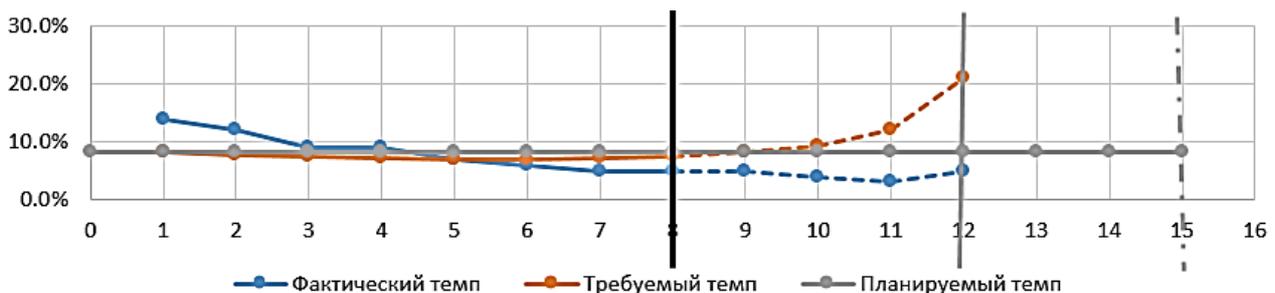


Рис. 2. Графики изменения темпов работ на 8 день проектирования

Три варианта принятия управленческого решения возможны в сложившейся ситуации на 8 день проектирования: сохранить рабочий темп, который будет сформирован до окончания работы; на величину, которая будет больше срока окончания работы; чтобы устранить отставание, необходимо повысить планируемый темп работы.

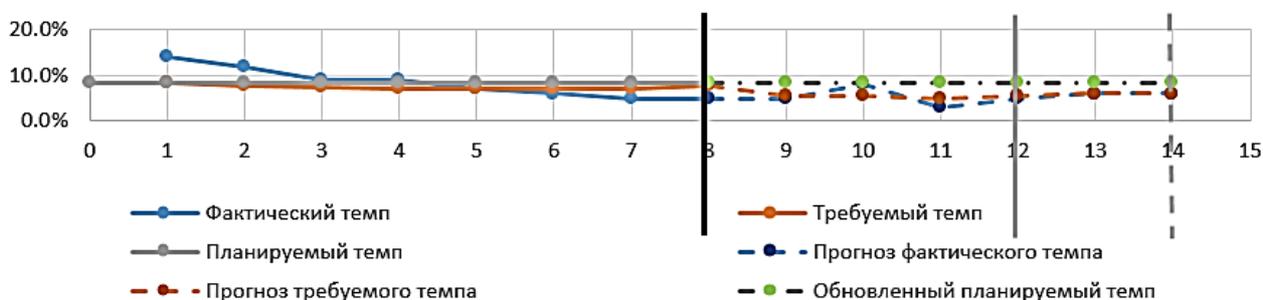
Для этого можно увеличить численность сотрудников или же использовать стимулирующие меры для работников, работающих с более высокой интенсивностью.

При сохранении текущего темпа работы, можно ожидать повышения уровня напряженности и отклонения от запланированного значения времени окончания работы.

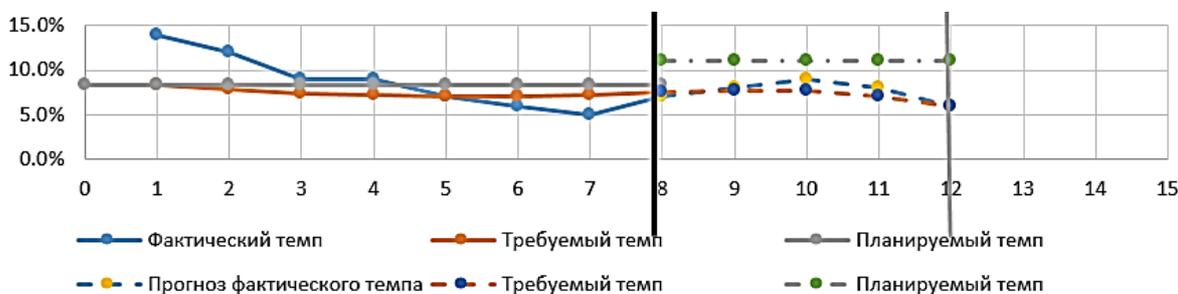
Это было показано при моделировании возможных будущих значений темпа работы по 1 варианту  $\Delta t_{\xi_i} = 3$  дн.

Если рассматривать второй вариант принятия решений (рис. 3), то в нем запланированный срок окончания работы на 8 день был изменен с 12 на 14 число, а планируемый темп работы повышен до 9%.

При 3-ем варианте было произведено увеличение запланированного темпа работы на 12%, что позволило устранить отставание и обеспечить выполнение плана в срок (рис. 4).



**Рис. 3. Диаграмма напряженности процесса проектирования при 2 варианте принятия решения**



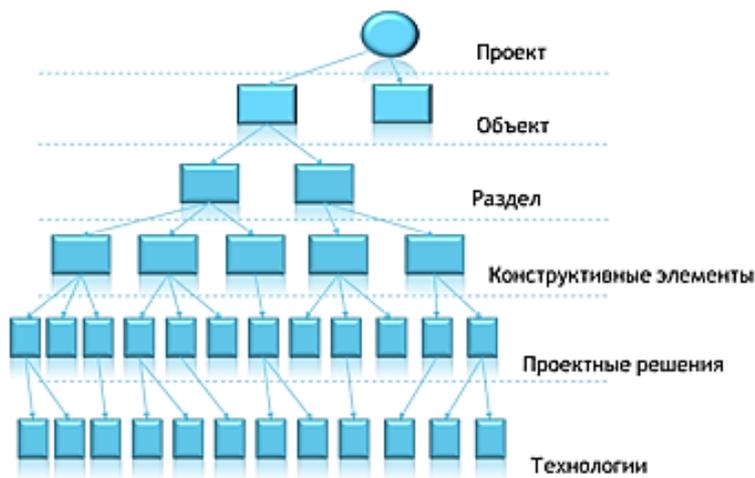
**Рис. 4. Диаграмма напряженности процесса проектирования при 3 варианте принятия решения**

На рис. 5 представлен метод декомпозиции, который является основой для создания информационной базы ИСУ «Управления проектированием».

Схема декомпозиции проекта представляет собой своеобразный «скелет» разрабатываемой системы данных, который можно представить в виде логической конструкции. С помощью схемы декомпозиции можно выделить некоторое количество уровней подчинения, которые используются для объединения информации в процессе осуществления жизненного цикла проекта.

- Проект, по которому будет построено здание или комплекс зданий и сооружений.
- План (проект) на сооружение или отдельное здание, которое является частью комплекса.

- Для того чтобы разработать рабочий проект и спецификацию необходимо иметь конструктивный элемент (КЭ). Он является неотъемлемой частью здания, которая может быть представлена в виде колонны, балки, плиты или другого элемента.



**Рис. 5. Структура информационной модели управления процессами проектирования**

- В результате проектирования части здания, которая состоит из нескольких конструктивных элементов: чертежей, спецификаций, расчетов и т.п., формируется проектное решение (ПР).

- ПР-технология представляет собой технологическую карту, которая разрабатывается на основе проекта, включающего в себя: состав проектных работ, их последовательность и трудоемкость, квалификационные требования к специалистам, которые занимаются разработкой проектной документации и техническим обеспечением, а также требования к качеству выпускаемой продукции, техническому и программному обеспечению.

Наиболее важным элементом системы управления ИСП является проектная документация, которая представлена в оцифрованном виде и имеет возможность быть объединенной по конструктивным элементам.

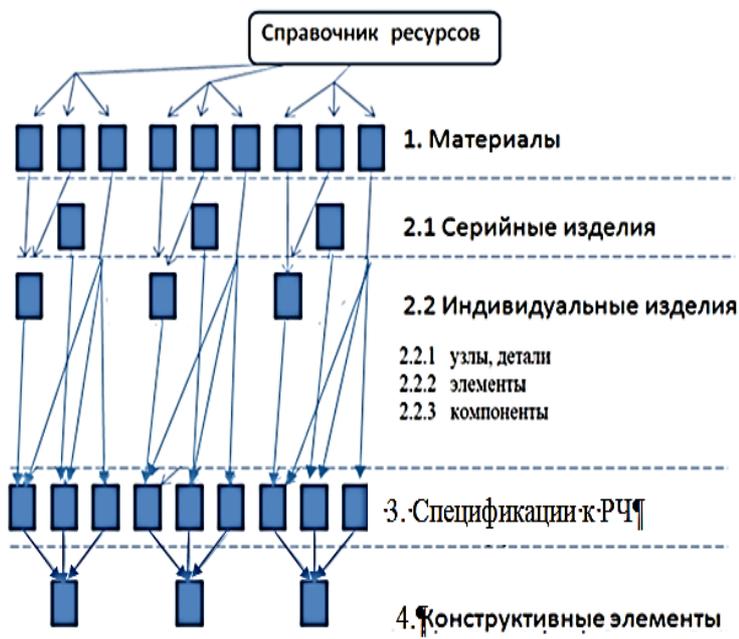
При разработке сметной документации и ПОС, информационная база ПТМ может быть использована на стадии проектирования, а также при строительстве. Она может быть использована для разработки ППР и управления процессами, которые имеют отношение к организационно-технологическому моделированию производственных процессов и их ресурсному обеспечению. БД объемов работ и ресурсов создается в результате, что она является не противоречивой. Справочник ресурсов, который используется на стадиях проектирования, строительства и эксплуатации зданий и сооружений является связующим элементом БД объема работ (рис. 6).

Иерархия организационно-технологических моделей (ОТМ) может быть представлена как некоторый пример управления процессами разработки проекта.

- ОТМ-1 представляет собой сетевую модель проекта в целом. В качестве объекта для работы выбирается какой-либо из разделов или подразделений плана.

- ОТМ- 2 - это сетчатая модель раздела проекта, где в качестве основной работы предполагается ПР;

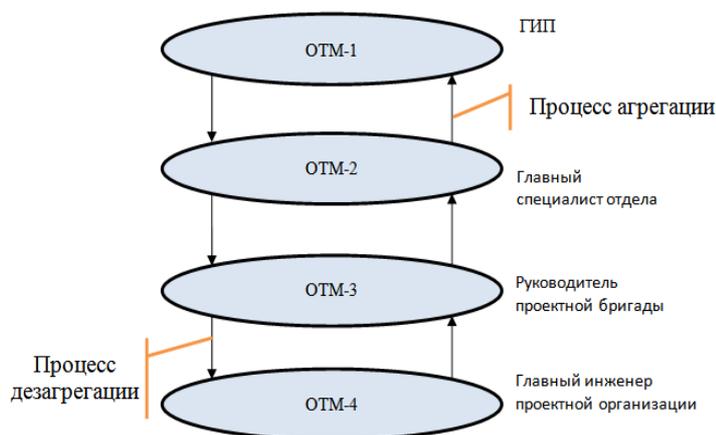
- ОТМ-3 представляет собой сеть или линейный график Ганта ПР, в котором работой являются действия (технологические процессы), которые направлены на создание чертежей, расчетов конструкций и т.п., а также оформляются соответствующими документами. Фактически, ОТМ-3 - это не что иное, как вложенная модель ОТМ-2.



**Рис. 6. Структура информационной базы материальных ресурсов используемых при разработке ПР**

По результатам расчета ОТМ-1, можно сделать вывод о том, что время выполнения разделов проекта является временными ограничениями при разработке и расчете ОТМ-2 и в то же время они являются необходимыми для расчета ОТМ-3.

На рис. 7 представлен алгоритм разработки бюджета проекта, который представляет собой последовательный процесс разделения информации на составляющие в соответствии с принятой схемой декомпозиции проекта на элементы.



**Рис. 7. Алгоритм разработки бюджета проекта**

Основной вариант бюджета разрабатывается в процессе подготовки к проекту с учетом информации, которая была получена при разработке ранее осуществленных проектов и экспертных оценок.

### **Заключение**

Процесс разработки бюджетов разделов проекта имеет последовательный характер, в котором участвуют все заинтересованные лица, как структурные подразделения

генподрядной и субподрядной (если планируется их привлечение к проектированию), так и организации, которые непосредственно участвуют в проекте.

Планируемая трудоемкость раздела может быть локальным критерием, позволяющим определить оптимальную скорость разработки проектной документации по нему. Процесс определения плановых характеристик проектных решений аналогичен рассмотренному алгоритму. Затем следует определение плановых характеристик работ, которые входят в состав проекта.

### 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. Zelentsov L. B., Mayilyan L. D., Shogenov M. S. Organizational and technological simulation of the construction organization activity in the complex infrastructure projects implementation[Electronic resource]/ Zelentsov L.B.// // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 698 (2019) 077048 IOP Publishing. doi:10.1088/1757-899X/698/7/077048.

### MANAGEMENT OF TEMPORARY PARAMETERS OF PROCESSES IN THE ADAPTIVE INTELLECTUAL CONTROL SYSTEM OF DESIGN

**Belousov V.E., Butyrina N.A., Mailyan L.D.**

---

*Belousov Vadim Evgenyevich\**, 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

*Butyrina Natalya Andreevna*, Voronezh state technical university, graduate student of department of management

Russia, Voronezh, e-mail: butyrinanatalya@gmail.com, ph.: +7-910-280-04-46

*Mailyan Leah Dmitriyevna*, Don state technical university, Candidate of Economic Sciences, associate professor, head of the department "Organization of construction"

Russia, Rostov-on-Don, e-mail: 19liechka84f@mail.ru, ph.: +7-863-201-90-94

---

Abstract. In this work features of uniqueness of projects and their high labor input are considered that directly affects overall performance. In this case the large role is played by a human factor, professionalism and coordination of employees and also ordinary designers. At this option, even use of earlier implemented projects as prototypes does not give the chance with a sufficient accuracy to predict duration of performance of work. Therefore the task to provide high extent of adaptation of a control system of the project is set. It allows to operate the rate of design and to arrange it not only to features of the project and project team, but also to features of work of each designer. There is a task which is in that at an early stage of development of the project, taking into account these previous projects analogs to make control of a control system for specific conditions of its realization. When using this approach, together with estimates of specialists designers, it is possible to have an opportunity of exact definition of the plan of labor input and duration of the performed

works and also their specifications and updating in a designing process. Only after that it is possible to make the decision on that, to properly optimize the project. The stage of "information retrieval" is a necessary stage for obtaining enough information which is necessary to predict temporary parameters of the performed works. The planned labor input of the section can be the local criterion allowing to determine the optimum speed of development of the project documentation by it. Process of definition of planned characteristics of design decisions is similar to the considered algorithm. Then definition of planned characteristics of works which are a part of the project follows.

*Keywords: adaptive intellectual system, temporary parameters, models, management of design, system, network schedule.*

## References

1. Burkov V.N., Kondratyev V.V. Mechanisms of functioning of organizational systems. – M.: Science, 1981.
2. Burkov V.N., Danev B., Enaleev A.K., etc. Big systems: modeling of organizational mechanisms. M.: 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. Zelentsov L. B., Mayilyan L. D., Shogenov M. S. Organizational and technological simulation of the construction organization activity in the complex infrastructure projects implementation[Electronic resource]/ Zelentsov L.B.// // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 698 (2019) 077048 IOP Publishing. doi:10.1088/1757-899X/698/7/077048.

## РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОГЛАСОВАННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИБЫЛИ ПРОЕКТА НА ОСНОВЕ ИГРОВОГО ПОДХОДА И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Ю.В. Бондаренко, Е.В. Васильчикова, О.В. Бондаренко**

---

**Бондаренко Юлия Валентиновна\***, Воронежский государственный университет, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры математических методов исследования операций

Россия, г. Воронеж, e-mail: [bond.julia@mail.ru](mailto:bond.julia@mail.ru), тел.: +7-910-341-29-46

**Васильчикова Екатерина Владимировна**, Воронежский государственный технический университет, аспирант кафедры управления

Россия, г. Воронеж, e-mail: [evasilchikova@vgsu.vrn.ru](mailto:evasilchikova@vgsu.vrn.ru), тел.: +7-919-244-15-53

**Бондаренко Олег Владимирович**, Воронежский государственный технический университет, аспирант кафедры управления

Россия, г. Воронеж, e-mail: [oleg.bondarenko@list.ru](mailto:oleg.bondarenko@list.ru), тел.: +7-903-850-45-40

---

*Аннотация.* Настоящая статья посвящена вопросам разработки математического и программного инструментария для согласованного распределения прибыли между участниками проекта на основе теоретико-игрового подхода. Предлагается математическая модель согласованного распределения прибыли, учитывающая не только финансовые возможности агентов, но и их активное участие в реализации проекта. Для расчета коэффициентов активности используется аппарат нечетких множеств. Для практической реализации предлагаемого подхода разработан программный продукт.

*Ключевые слова:* проект, теория игр, распределение прибыли, нечеткие множества, С-ядро

В современных условиях проектная деятельность широко внедряется в различные направления бизнеса. Многообразие направленности проектов, условий их осуществления, возможностей и требований стейкхолдеров влечет необходимость использования гибких механизмов управления, основанных на учете всех особенностей реализации конкретного проекта. Во многих случаях планирование и реализация проекта осуществляется в условиях неопределенности, что делает необходимым разработку и последующее активное использование интеллектуальных алгоритмов, основанных на обработке нечеткой информации.

Одной из актуальных проблем в управлении проектами является распределение прибыли между агентами, не только финансирующими, но активно участвующими непосредственно в реализации совместных проектов – стартапов, ИТ-проектов, научных исследований и т.д. Теоретической основой решения такой задачи является теория кооперативных игр, предлагающей различные подходы к формированию дележа между активными агентами – игроками [1]. Одним из таких широко используемых подходов является формирование С-ядра, в основу которого положены принципы индивидуальной и коллективной рациональности. Элементами С-ядра являются недоминируемые дележи, рассчитываемые на основе решения оптимизационной задачи. Вместе с тем, как правило, С-ядро, содержит более одного элемента, каждый из которых является более выгодным для одних участников проекта и менее выгодным для других. Выбор компромиссного дележа, справедливого для участников проекта, является актуальной теоретической и практической задачей. Решение поставленной задачи в настоящем исследовании предлагается искать на основе учета активности участников проекта посредством обработки нечеткой информации. Отметим, что теоретические основы предлагаемого подхода представлены в работах ([2] – [4]). Настоящая статья является логическим продолжением и расширением подхода в направлении совершенствования модели и разработки программного обеспечения.

Рассмотрим проект, финансируемый и совместно реализуемый  $n$  экономическими агентами. Полагаем, что каждый агент  $A_i$ , где  $i=1, \dots, n$ , располагает финансовыми средствами, которые он готов инвестировать в реализацию проектов. При этом агент располагает набором собственных инициатив – проектов, которые он может предложить объединению.

Обладая активностью в принятии инвестиционных решений, каждый агент может:

- самостоятельно, собственными средствами, формировать и реализовывать собственные проекты;
- объединяясь с другими агентами системы, вкладывать финансовые средства в реализацию совместных проектов.

Предположим, что агенты в результате кооперации совместно реализовали проект, прибыль которого составила величину  $f^*$ , которую и необходимо распределить между ними.

Обозначим через  $\tilde{f}_i$  размер прибыли, которую получает в результате распределения агент  $A_i$  ( $i=1, \dots, n$ ),  $\tilde{f} = (\tilde{f}_1, \tilde{f}_2, \dots, \tilde{f}_n)$  – искомый набор (вектор) распределения прибыли.

При этом очевидно, что  $\tilde{f}_i \geq 0$  для всех  $i=1, \dots, n$  и  $\sum_{i=1}^n \tilde{f}_i = f^*$ .

Будем говорить, что распределение  $\tilde{f}$  обеспечивает компромисс интересов агентов системы, или является **согласованным**, если выполняется следующее **условие согласованности**: ни одному из объединений агентов не выгодно самостоятельно реализовывать собственные проекты, отделившись от остальных агентов системы.

Для формального описания условия согласованности рассмотрим множество индексов агентов системы:  $I = \{1, 2, \dots, n\}$ , а также всевозможные непустые подмножества этого множества (коалиции агентов), число которых  $2^n - 1$ . Подмножество, включающее агентов с номерами  $i_1, i_2, \dots, i_k$  обозначим как  $I_{i_1 i_2 \dots i_k}$ . Пусть  $f_{i_1 \dots i_k}^*$  – прибыль, которую самостоятельно может получить коалиция агентов  $I_{i_1 i_2 \dots i_k}$ . Ожидаемая величина прибыли может быть рассчитана на основе моделей, аналогичных (1)-(2), но решаемых для отдельного игрока или коалиции.

В рамках введенных обозначений **условие согласованности** формализовано можно представить в виде следующей системы неравенств:

$$\begin{cases} \tilde{f}_i \geq f_i^*, i = 1, \dots, n; \\ \tilde{f}_{i_1} + \tilde{f}_{i_2} + \dots + \tilde{f}_{i_k} \geq f_{i_1 i_2 \dots i_k}^*, \forall I_{i_1 i_2 \dots i_k} \subset I; \\ \tilde{f}_1 + \tilde{f}_2 + \dots + \tilde{f}_n = f^*. \end{cases} \quad (1)$$

Неравенства, выделенные в первую строку условий (1), в теории кооперативных игр носят название условия индивидуальной рациональности, а в последней строке – условия коллективной рациональности [1].

Система (1) может иметь множество решений, каждое из которых является согласованным распределением прибыли. Представляется логичным, что окончательное распределение прибыли должно обладать не только свойством согласованности, но и мотивировать агентов на активное участие и инициализацию проектов как настоящих, так и будущих. В основе формирования такого распределения прибыли предлагается использовать количественные показатели активности каждого агента в реализации проектов.

**Алгоритм согласованного распределения прибыли экономических агентов**

*Шаг 1.* Для каждого агента  $A_i$  менеджер проекта формирует нижнюю  $\underline{\Delta}_i$  и верхнюю  $\overline{\Delta}_i$  границы стимулирующей надбавки  $\Delta_i$ , где  $\Delta_i \in [\underline{\Delta}_i, \overline{\Delta}_i]$ .

*Шаг 2.* Для каждого агента рассчитывается  $\alpha_i$  – количественный показатель активности агента  $A_i$ ,  $\alpha_i \geq 0$ ,  $\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$ .

*Шаг 3.* Решение задачи формирования оптимального вектора согласованного распределения прибыли агентов с учетом активности:

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot \frac{\Delta_i - \underline{\Delta}_i}{\Delta_i - \underline{\Delta}_i} \rightarrow \max, \quad (2)$$

$$\begin{cases} \tilde{f}_i \geq f_i^* + \Delta_i, i = 1, \dots, n; \\ \tilde{f}_{i_1} + \tilde{f}_{i_2} + \dots + \tilde{f}_{i_k} \geq f_{i_1 i_2 \dots i_k}^*, \quad \forall I_{i_1 i_2 \dots i_k} \subset I, \\ \tilde{f}_1 + \tilde{f}_2 + \dots + \tilde{f}_n = f^*, \\ \Delta_i \in [\underline{\Delta}_i, \overline{\Delta}_i]. \end{cases} \quad (3)$$

Поскольку задача (2)-(3) с переменными  $\tilde{f}_i, \Delta_i$  (где  $i = 1, \dots, n$ ) является задачей линейного программирования, то для ее решения может быть выбран симплекс-метод. Оптимальное решение задачи  $\tilde{f}^* = (\tilde{f}_1^*, \tilde{f}_2^*, \dots, \tilde{f}_n^*)$  является согласованным распределением прибыли с учетом активности агентов.

На шаге 2 алгоритма согласованного распределения прибыли экономических агентов формируются показатели активности агентов, на расчете которых остановимся более подробно.

Пусть для оценки активности агентов менеджером проекта определено  $m$  видов работ (задач). Для комплексной оценки активности агента оценивается его деятельность по каждой задаче в лингвистической шкале:

- низкая активность;
- средняя активность;
- высокая активность.

Каждая градация шкалы представляется нечетким треугольным числом:

- $\mu_L(p) = \max\left(0, 1 - \frac{p}{0,3}\right), p \in [0; 0,3];$
- $\mu_M(p) = \max\left(0, \min\left(\frac{p-0,1}{0,3}, \frac{0,7-p}{0,3}\right)\right), p \in [0,1; 0,7];$
- $\mu_M(p) = \max\left(0, \frac{p-0,5}{0,5}\right), p \in [0,5; 1].$

Дефазификацию нечетких оценок предлагается осуществить алгоритмом Мамдани, на основании которого формируются количественные оценки участия агента в решении каждой из задач  $v_1, \dots, v_m$ .

Каждая из задач имеет разную важность в реализации проекта. Предполагаем, что важности задач могут быть оценены экспертами и представляют собой значения  $\beta_1, \dots, \beta_m$ . Тогда показатель активности агентов может быть рассчитан в виде аддитивной свертки:

$$\alpha_i = \sum_{i=1}^m \beta_i \cdot v_i.$$

Представленный подход к согласованному распределению прибыли реализован в виде программного продукта.

Для написания приложения был использован язык Java с использованием интегрированной среды разработки IntelliJ IDEA. Для реализации графического интерфейса использовалась библиотека JavaFX.

У Java есть множество достоинств, благодаря которым многие разработчики выбирают именно: простота; объектно-ориентированный подход; производительность; надёжность, независимость от аппаратной части и ОС; динамичность и адаптируемость; удобные и эффективные сетевые возможности.

В данной программе реализованы две основные функции:

1. Формирование оптимального пакета проектов, обеспечивающего получение максимальной совокупной прибыли объединения агентов.
2. Согласованное распределение прибыли между агентами.

Основные логические модули, которые можно выделить в структуре программы: представления, контроллеры, модуль реализации динамического рюкзака, модуль реализации симплекс-метода, модуль метода парных сравнений.

Модуль «Представления» содержит 7 форм, которые составляют интерфейс программы:

- Start.fxml – форма с выбором ввода данных (вручную или из файла);
- AddWindowOne.fxml – форма для редактирования списков агентов и проектов;
- AddAgent.fxml и AddProject.fxml – формы для добавления проекта и агента;
- RemoveAgent.fxml и RemoveProject.fxml – формы для удаления проекта и агента;
- ResultOne.fxml – форма с получением результата оптимального пакета проектов и ввода данных о показателях активности и надбавках агентов;
- CoupleActive.fxml – форма для заполнения матрицы парных сравнений;
- Res.fxml – форма с получением результата согласованного распределения прибыли.

Модуль «Контроллеры» содержит следующие классы:

- ControllerAddAgent;
- ControllerAddProject;
- ControllerAddWindowOne;
- ControllerRemoveAgent;
- ControllerRemoveProject;
- ControllerRes;
- ControllerResultOne;
- CounrollerCouple;
- ControllerStart.

Каждый из классов отвечает за инициализацию и настройку формы, а также за обработку событий и передачу данных в модель. Для удобства класс имеет название, содержащее имя формы, с которой связан. То есть класс ControllerAddAgent отвечает за форму AddAgent.fxml

Например, контроллер ControllerAddProject содержит следующие функции:

- public void initialize() – выполняется при инициализации формы; определяет, какие данные из модели будут отображаться в столбцах таблицы;
- private static boolean isNumeric (String string) – функция, отвечающая за проверку значения, например, является ли строка числовым значением;
- private boolean checkProject() – проверка совпадения названий проектов;
- private boolean checkNumber(TextField textField) – проверка числового значения на отрицательность.

К модулю реализации динамического рюкзака и симплекс-метода относится один класс: Backpack и SimplexMethods, соответственно. Также есть отдельные классы для

считывания и заполнения файлов: FileXLS для считывания данных из Excel – файла и последующего его заполнения новыми данными, и ReaderTXT для заполнения текстового файла строкой, содержащей результат.

Схема диаграммы классов приведена на рис.1.

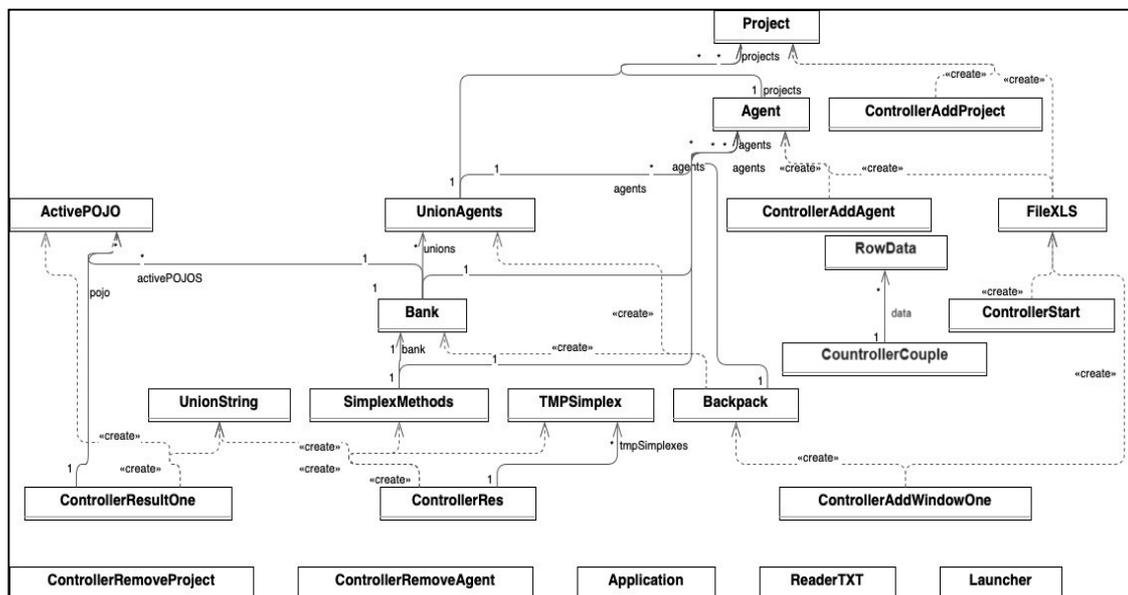


Рис. 1. Схема диаграммы классов

При запуске программы открывается диалоговое окно ввода данных об объектах и проектах, представленное на рис. 2.

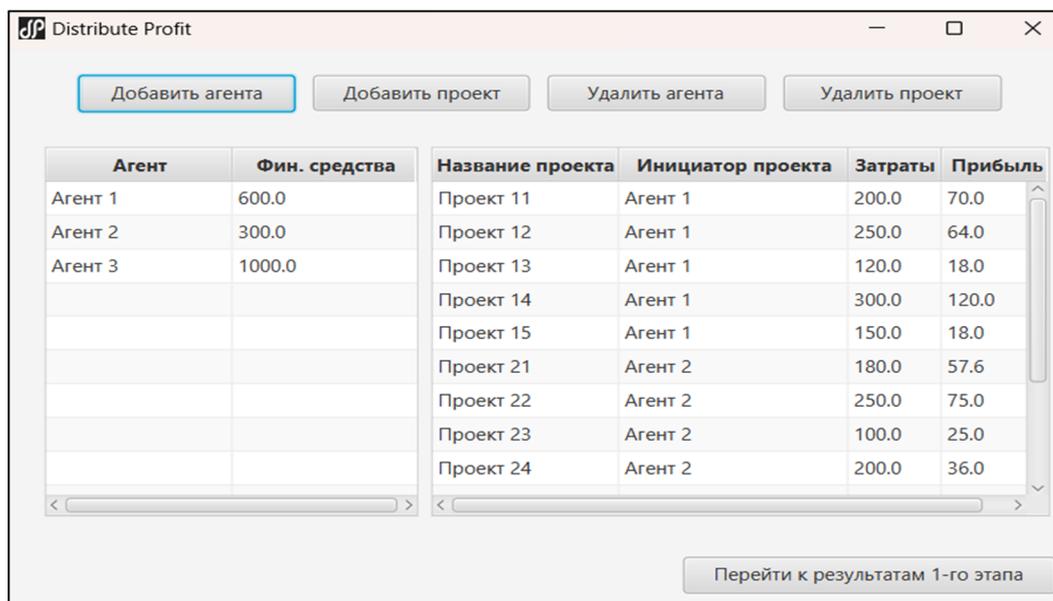
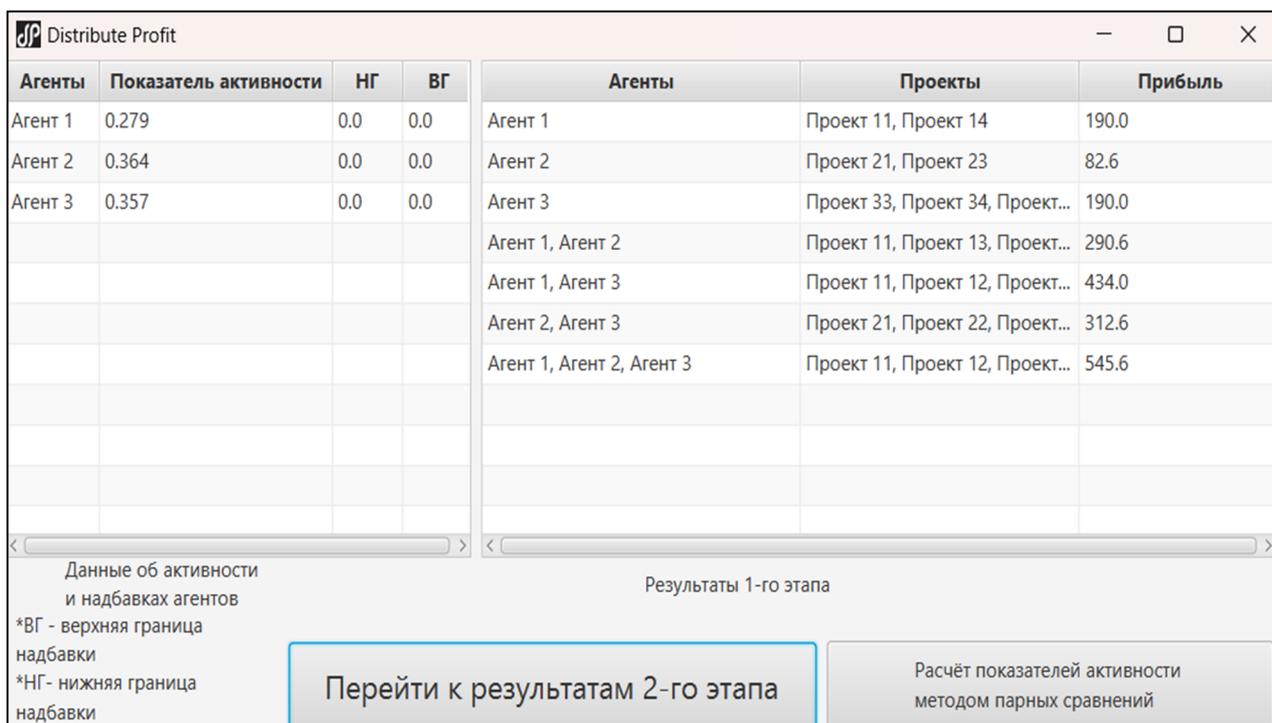


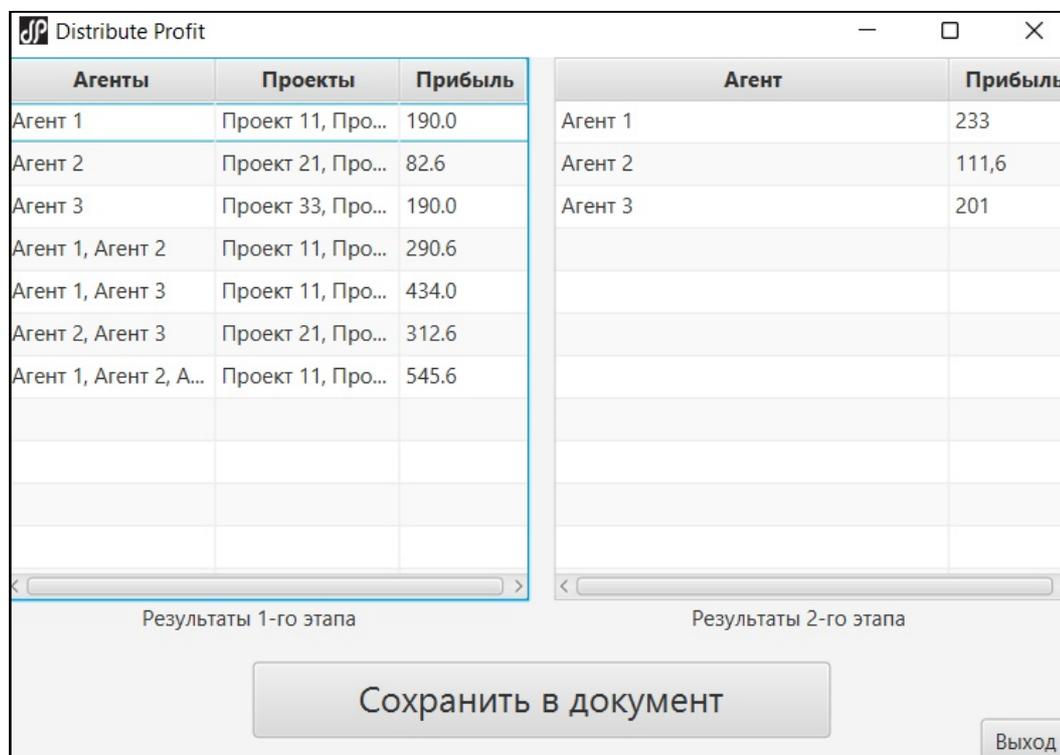
Рис. 2. Окно для ввода данных об агентах и их проектах

Окно вывода результата с расчетом прибыли, которую агенты могли бы получить при различных вариантах кооперации, а также рассчитанные показатели активности агентов представлены на рис. 3.



**Рис. 3. Окно вывода результатов прибыли при различных вариантах кооперации и показателей активности**

Окончательное распределение прибыли представлено в окне вывода результатов на рис. 4.



**Рис. 4. Окно вывода результатов**

Таким образом, в работе описана математическая модель распределения прибыли от реализации проекта, агенты между агентами, его финансирующими и принимающими

активное участие в его реализации. Представленный подход основывается на теоретико-игровом инструментарии. Для расчета активностей агентов используется аппарат нечетких множеств. Разработанное программное приложение позволяет в удобном режиме осуществить практические расчеты.

### Библиографический список

1. Колокольцов В.Н. Математическое моделирование многоагентных систем конкуренции и кооперации / В.Н. Колокольцов, О.А. Малафеев.– Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2012.– 624 с.

2. Бондаренко Ю.В. Модели и алгоритмы согласованного распределения финансов при реализации проектов объединения хозяйствующих субъектов / Ю.В. Бондаренко, И.В. Горошко, Е.В. Васильчикова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2020. – Т.20. - № 1. – С. 100-110.

3. Bondarenko Yu.V. Development of a stimulating mechanism for the coordinated management of agents' resources in the implementations of joint projects / Yu.V. Bondarenko, A.E. Azeez, T.V. Azarnova, S.A. Barkalov // Journal of Physics: Conference Series. Current Problems. Сер. "International Conference "Applied Mathematics, Computational Science and Mechanics: Current Problems", AMCSM 2020" - 2021. - С. 012032.

4. Barkalov S.A. Designing systems of group stimulation in the management of energy complex objects / S.A. Barkalov, V.N. Burkov, P.N. Kurochka // Advances in Intelligent Systems and Computing, 2019. – Vol. 983.– P. 55-68.

### DEVELOPMENT OF A MODEL AND SOFTWARE FOR AGREEING PROFIT DISTRIBUTION BASED ON A GAMING APPROACH AND INTELLECTUAL TECHNOLOGIES

**Yu.V. Bondarenko, E.V. Vasilchikova, O.V. Bondarenko**

---

**Bondarenko Yulia Valentinovna\***, Voronezh State University, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Mathematical Methods of Operations Research Russia, Voronezh, e-mail: [bond.julia@mail.ru](mailto:bond.julia@mail.ru), tel.: +7-910-341-29-46

**Vasilchikova Ekaterina Vladimirovna**, Voronezh State Technical University, postgraduate student of the Department of management

Russia, Voronezh, e-mail: [evasilchikova@vgasu.vrn.ru](mailto:evasilchikova@vgasu.vrn.ru), tel.: +7-919-244-15-53

**Bondarenko Oleg Vladimirovich**, Voronezh State Technical University, postgraduate student of the Department of management

Russia, Voronezh, e-mail: [oleg.bondarenko@list.ru](mailto:oleg.bondarenko@list.ru), phone: +7-903-850-45-40

---

Abstract. This article is devoted to the development of mathematical and software tools for the coordinated distribution of profits between project participants based on a game-theoretic approach. A mathematical model of coordinated distribution of profits is proposed, taking into account not only the financial capabilities of agents, but also their active participation in the implementation of the project. The apparatus of fuzzy sets is used to calculate the activity coefficients. A software product has been developed for the practical implementation of the proposed approach.

*Keywords: project, game theory, profit distribution, fuzzy sets, C-core*

## References

1. Kolokoltsov V.N. Mathematical modeling of multi-agent systems of competition and cooperation [Matematicheskoe modelirovanie mnogoagentnyh sistem konkurencii i kooperacii] / V.N. Kolokoltsov, O.A. Malafeev. - St. Petersburg: Lan Publishing House, 2012. - 624 p.
2. Bondarenko Yu.V. Models and algorithms for the coordinated distribution of finances in the implementation of projects for the association of economic entities [Modeli i algoritmy soglasovannogo raspredelenija finansov pri realizacii proektov ob#edinenija hozjajstvujushih sub'ektov] / Yu.V. Bondarenko, I.V. Goroshko, E.V. Vasilchikova // Bulletin of the South Ural State University. Series: Computer technology, management, radio electronics. - 2020. - Vol. 20. - No. 1. - P. 100-110.
3. Bondarenko Yu.V. Development of a stimulating mechanism for the coordinated management of agents' resources in the implementations of joint projects / Yu.V. Bondarenko, A.E. Azeev, T.V. Azarnova, S.A. Barkalov // Journal of Physics: Conference Series. Current Problems. Ser. "International Conference "Applied Mathematics, Computational Science and Mechanics: Current Problems", AMCSM 2020" - 2021. - C. 012032.
4. Barkalov S.A. Designing systems of group stimulation in the management of energy complex objects / S.A. Barkalov, V.N. Burkov, P.N. Kurochka // Advances in Intelligent Systems and Computing, 2019. – Vol. 983.– P. 55-68.

## МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ НА ОСНОВЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ОЦЕНОК ИХ ХАРАКТЕРИСТИК

В.Н. Бурков, Е.А. Серебрякова

---

*Бурков Владимир Николаевич\**, ИПУ РАН имени В.А. Трапезникова, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник

Россия, г. Москва, e-mail: vlab17@bk.ru, тел.: +7 (473) 276-40-07 доб. 5254

*Серебрякова Елена Анатольевна*, Воронежский государственный технический университет, кандидат экономических наук, доцент кафедры управления,

Россия, г. Воронеж, e-mail: sea-parish@mail.ru, тел.: 8 473 276 40 07

---

Аннотация. В статье рассматривается задача оптимизации рисков программы на основе качественных оценок рисков проектов. Решена задача управления рисками программы на основе качественных оценок риска проекта (вероятность, ущерб и степень влияния). Предложена методика перехода от качественных оценок к количественным, что позволяет решать задачи выбора оптимальных стратегий снижения риска. Предложен алгоритм перехода от качественных оценок к количественным. В основе алгоритма лежит понятие граничного уровня риска для двухбалльных шкал. Это субъективная характеристика, отражающая отношение руководителя проекта к рискам. На основе граничного уровня определяются базовые уровни для низких и высоких рисков, которые служат основой для дальнейших количественных вычислений. Поставлена задача минимизации степени влияния рисков. Для решения задачи предложен метод дихотомического программирования. Снижение риска достигается за счёт снижения уровня рисков по вероятности проектов, снижения рисков по ущербу проектов и снижения рисков как по вероятности, так и по ущербу проектов. Приведён пример, иллюстрирующий работу метода. Поставлена задача обобщения предложенного метода на многомерные шкалы.

*Ключевые слова:* риск, ущерб, степень влияния, граничный уровень, базовые уровни.

### Введение

Управление рисками — важнейший аспект управления проектами, позволяющий минимизировать негативные последствия и максимизировать вероятность успеха проекта.

На практике, как правило, применяются качественные шкалы оценки рисков событий. Это и понятно, поскольку, проект по определению является уникальным процессом и трудно надеяться на достаточно статистический материал.

Качественные методы оценки рисков дают возможность проектным менеджерам учитывать субъективные факторы и мнения экспертов, что может быть особенно полезно в условиях неопределенности. Они помогают создать четкое представление о рисках и формируют основу для принятия более информированных и обоснованных управленческих решений [1].

Оценка рисков в проектном управлении производится на основе анализа ряда показателей или характеристик возможных рисков, которые могут оказать негативное влияние на реализацию проектов. Основными из них являются [2]:

- вероятность возникновения или вероятность того, что риск реализуется, может быть оценена как высокая, средняя или низкая;
- воздействие на проект — степень негативного влияния риска, если он произойдет, может быть оценено по критериям: критическое, серьезное, незначительное;

- временные рамки реализации, или период, за который риск может произойти, его можно оценить, как краткосрочный, среднесрочный или долгосрочный;
- причины возникновения или факторы, способствующие реализации риска, которые могут включать внутренние и внешние условия;
- способы реагирования, то есть стратегии, применяемые для управления рисками: избегание, модификация, принятие минимизации или перенос.

Без потери качества, все указанные характеристики можно разбить на две основные группы. В рамках данной работы риск характеризуется двумя основными параметрами: вероятность наступления рискованного события и ущерб при его наступлении. Производной от этих параметров является степень опасности, под которой понимается математическое ожидание ущерба (ожидаемый ущерб). Именно степень опасности является основной характеристикой, на основе которой риски упорядочиваются по важности (иногда степень опасности называют рангом риска).

### **1. Методы оценки рисков**

Существует множество методов оценки рисков [3-5], но особое место занимает качественная оценка, которая помогает глубже понять природу рисков и их воздействие на проект. Несмотря на широкое распространение качественных оценок, теория управления рисками на основе качественных оценок их характеристик слабо разработана. На практике ограничиваются составлением реестра рисков с указанием стратегии реагирования (снижение, уклонение, принятие или передача). Среди качественных методов оценивания, применяемых при управлении рисками, в большинстве своем присутствуют методы экспертного оценивания [6-8], перечислим основные из них [9].

1. Мозговой штурм — группа экспертов собирается для идентификации и обсуждения возможных рисков и их качественных характеристик.

2. SWOT-анализ — анализ сильных и слабых сторон, возможностей и угроз, помогает определить риски в контексте внешней и внутренней среды проекта.

3. Сценарное планирование — разработка различных сценариев развития событий, что позволяет получить качественную оценку потенциального воздействия рисков.

4. Опросы экспертов — проведение структурированных интервью с ключевыми участниками проекта для выявления рисков и их характеристик.

5. Индекс риска — разработка комплексного индекса на основе качественных оценок, который помогает выявить и проанализировать риски по различным характеристикам.

В данной работе поставлена задача разработать и описать методику оценивания рисков на основе качественных методов ранжирования проектов по вероятности наступления рискованной ситуации и ущерба, нанесенного проекту от ее наступления, а также решить задачу снижения риска для группы реализуемых проектов путем снижения степени влияния рисков на отдельные проекты.

### **2. Качественное оценивание проектов по степени влияния рисков**

Как уже отмечалась, на практике в основном применяются качественные шкалы оценки характеристик риска. Простейшей является двухбалльная шкала – низкий, высокий (низкая или высокая вероятность, низкий или высокий ущерб, низкая или высокая степень влияния). Популярной является трёхбалльная шкала (низкий, средний, высокий). Встречаются четырех балльные и пятибалльные шкалы, но не выше.

Рассмотрим подход к управлению рисками на основе качественных оценок на примере двухбалльных шкал. Для каждой основной характеристики риска (вероятность и ущерб) вводится граничная величина. Обозначим  $v$  – граничную величину вероятности ( $0 < v \leq 1$ ),  $u$  – граничная величина ущерба. ( $0 < u \leq u_{\max}$ ).

Соответственно, граничная величина степени влияния  $w = u \cdot v$ .

Если вероятность рискового события  $0 < p \leq v$ , то это низкий риск (по вероятности), если  $v < p \leq 1$ , то высокий риск (по вероятности). Если ущерб от рискового события  $0 < z \leq u$ , то это низкий риск (по ущербу), если  $u < z \leq u_m$ , то это высокий уровень риска (по ущербу).

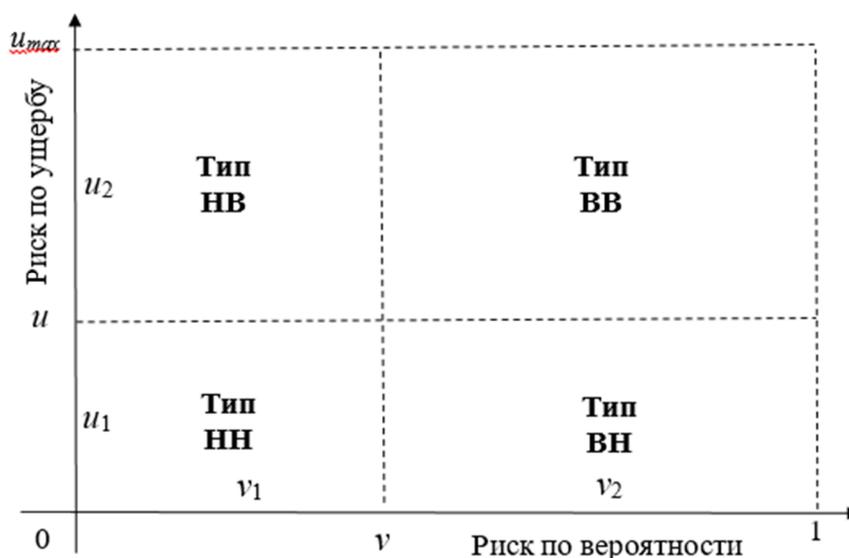
Пусть проект имеет низкий уровень риска по вероятности. Поскольку больше нам ничего не известно, то естественно предположить равномерное распределение на отрезке  $[0; v]$ . Среднее значение вероятности на этом отрезке  $v_1 = 0,5 \cdot v$  назовём базовым уровнем низкого риска (по вероятности). Аналогично среднее значение  $v_2 = 1 - 0,5 \cdot (1 - v)$  назовём базовым уровнем высокого риска (по вероятности).

Аналогично определяем базовые уровни низкого  $u_1 = 0,5 \cdot u$  и высокого  $u_2 = 1 - 0,5 \cdot (1 - u)$  риска по ущербу. Зная базовые уровни можно определить базовый уровень риска по степени влияния.

Существуют четыре типа проектов в зависимости от характеристик риска:

1. Низкий риск и по вероятности, и по ущербу (тип НН)
2. Высокий риск по вероятности и низкий по ущербу (тип ВН).
3. Низкий риск по вероятности и высокий по ущербу (тип НВ).
4. Высокий риск по вероятности и по ущербу (тип ВВ).

Данная градация изображена на рисунке 1.



**Рис. 1. Четыре типа проектов в зависимости от характеристик риска**

Очевидно, что тип НН имеет низкий уровень риска и по степени влияния, тип ВВ имеет высокий уровень риска и по степени влияния.

Рассмотрим теперь программу снижения риска, состоящей из  $n$  проектов, обозначим  $Q_1$  – множество проектов типа НН ( $n_1$  – число таких проектов),  $Q_2$  – множество проектов типа ВН ( $n_2$  – число таких проектов),  $Q_3$  – множество проектов типа НВ ( $n_3$  – число таких проектов),  $Q_4$  – множество проектов типа ВВ ( $n_4$  – число таких проектов).

Обозначим далее  $a_j$  – долю стоимости проектов  $j$ -го типа в стоимости всей программы. Граничный уровень по ущербу будем определять на единицу стоимости проекта, то есть при граничном уровне  $u$  граничный ущерб равен  $uc$  где  $c$  – стоим проекта.

Будем рассматривать стоимостные риски, предполагая риски проектов независимыми случайными событиями.

Предположим, что известны типы всех проектов программы, необходимо определить тип программы.

Поскольку риски независимые, то ущерб равен сумме ущербов отдельных проектов:

$$u = (a_1 + a_2) \cdot u_1 + (a_3 + a_4) \cdot u_2.$$

Далее степень влияния рисков программы  $W$  как суммы ожидаемых ущербов в силу независимости рисков проектов также равна сумме степеней влияния отдельных проектов:

$$W = a_1 \cdot v_1 \cdot u_1 + a_2 \cdot v_2 \cdot u_1 + a_3 \cdot v_1 \cdot u_2 + a_4 \cdot v_2 \cdot u_2.$$

Наконец, из формулы  $W = UV$ , определяем уровень риска программы по вероятности:

$$V = \frac{W}{U}.$$

Далее в зависимости от величин  $u$  и  $v$  определяем тип программы, сравнивая их с граничным уровнем  $w$ .

Рассмотрим *пример*. Предположим, что имеется программа из 4 проектов, типы которых (Н, Н), (В, Н), (Н, В) и (В, В). Стоимости проектов равны  $c_1 = 10$ ,  $c_2 = 20$ ,  $c_3 = 30$ ,  $c_4 = 40$ . Определить уровни рисков.

*Решение.* Вычисляем  $C = 10+20+30+40 = 100$ .

Предположим, что доли стоимостей проектов равны:

$$a_1 = 0,1, a_2 = 0,2, a_3 = 0,3, a_4 = 0,4;$$

а также примем:

$$v = 0,2, u = 0,2;$$

откуда

$$w = 0,2 \times 0,2 = 0,04.$$

Вычисляем базовые уровни:

$$v_1 = 0,1, v_2 = 0,6, u_1 = 0,1, u_2 = 0,6.$$

Определяем уровень риска программы по ущербу:

$$U = (a_1 + a_2) \cdot u_1 + (a_3 + a_4) \cdot u_2 = 0,3 \cdot 0,1 + 0,7 \cdot 0,6 = 0,45.$$

Поскольку  $U = 0,45 > u = 0,2$ , то программа имеет высокий уровень риска (по ущербу).

Определяем степень влияния рисков программы:

$$W = 0,1 \cdot 0,01 + 0,2 \cdot 0,06 + 0,3 \cdot 0,06 + 0,4 \cdot 0,36 = 0,175.$$

Поскольку  $W = 0,175 > w = 0,04$ , то программа имеет высокий уровень риска по степени влияния.

Далее определяем уровень риска программы по риску:

$$V = 0,37 > 0,2.$$

Программа имеет высокий уровень риска по вероятности.

Рассмотрим задачи управления рисками на основе стратегии снижения рисков.

### 3. Задача снижения риска комплекса проектов по степени влияния до низкого уровня

Снижение риска, очевидно, достигается за счёт снижения уровня рисков по вероятности проектов множество  $Q_2$  снижения рисков по ущербу проектов множества  $Q_3$  и снижения рисков как по вероятности, так и по ущербу проектов множества  $Q_4$ . Заметим, что если проекты множеств  $Q_2$  и  $Q_3$  имеют только 1 вариант снижения риска (по вероятности для проектов множества  $Q_2$  и по ущербу для проектов множества  $Q_3$ ), то проекты множества  $Q_4$  имеют по 3 варианта снижения степени влияния. Первый состоит в снижении уровня риска по вероятности, второй в снижении уровня риска по ущербу, третий – в снижении уровней риска и по вероятности, и по ущербу. Обозначим  $x_i = 1$ , если для проекта применяется стратегия снижения уровня риска,  $x_i = 0$  в противном случае. Аналогично для проектов множества  $Q_3$ . Для проектов множества  $Q_4$  введём три переменные  $x_{ij}, j = 1, 2, 3$ . Если  $x_{i1} = 1$ , то применяется стратегия снижения риска по вероятности, если  $x_{i2} = 1$ , то применяется стратегия снижения риска по ущербу, если  $x_{i3} = 1$ , то применяется стратегии снижение риска и по вероятности, и по ущербу.

Обозначим  $s_i$  – затраты на снижение риска до низкого для проектов множеств  $Q_2$  и  $Q_3$ ,  $s_{ij}, j = 1, 2, 3$  – затраты на снижение риска для соответствующих вариантов проектов множества  $Q_4$ . Определим степень влияния программы (без проведения мероприятий по снижению риска):

$$W_0 = a_1 v_1 u_1 + a_2 v_2 u_1 + a_3 v_1 u_2 + a_4 v_2 u_2.$$

Если  $W_0 > W$ , то программа имеет высокий уровень риска по степени влияния. Для того чтобы уменьшить риск до низкого, необходимо уменьшить степень влияния на величину  $\Delta = W_0 - W$ . Заметим, что снижение уровня риска (по вероятности) проекта даёт уменьшение степени влияния на величину:

$$D_2 = u_1(v_2 - v_1).$$

Снижение уровня риска (по ущербу) проекта даёт снижение степени влияния на величину

$$D_3 = v_1(u_2 - u_1).$$

Наконец, снижение уровней риска для проекта даёт уменьшение степени влияния в зависимости от выбранного варианта. При варианте 1 снижение степени влияния составит

$$D_{41} = u_2(v_2 - v_1),$$

при варианте 2 снижение степени влияния составит

$$D_{42} = v_2(u_2 - u_1),$$

а при варианте 3

$$D_{43} = v_2 u_2 - v_1 u_1.$$

*Задача.* Определить такой вектор параметров снижения рисков  $x$ , при котором затраты  $s(x) \rightarrow \min$ .

Получили модификацию задачи о ранце, эффективно решаемую при целочисленных  $x$  на основе метода дихотомического программирования.

*Описание алгоритма*

1. Определяем параметрическую зависимость минимальных затрат  $S_2(Y_2)$  на снижение степени влияния проектов множества от величины снижения  $Y_2$ .

2. Определяем параметрическую зависимость затрат  $S_3(Y_3)$  на снижение степени влияния проектов множества от величины снижения  $Y_3$ .

3. Определяем параметрическую зависимость затрат  $S_4(Y_4)$  на снижение степени влияния проектов множества от величины снижения  $Y_4$ .

4. Решаем задачу:

$$S_2(Y_2) + S_3(Y_3) + S_4(Y_4) \rightarrow \min$$

при ограничении

$$Y_2 + Y_3 + Y_4 \geq \Delta.$$

Обоснование алгоритма следует из того, что описанная процедура является реализацией метода дихотомического программирования [10], который для задачи о ранце и её модификаций даёт оптимальное решение.

Дадим иллюстрацию применения метода дихотомического программирования.

*Пример.*

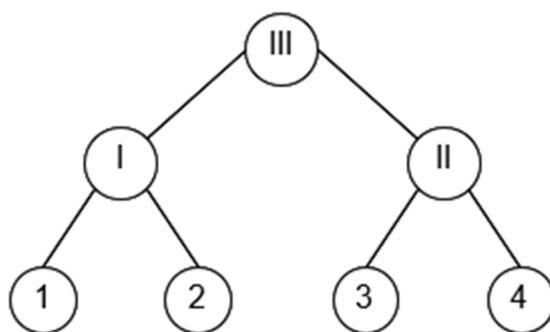
Имеются 4 проекта. Значения  $c_i$  и  $D_i$  приведены в таблице 1.

**Таблица 1**

**Данные по проекту**

Уровень эффективности $i$ -ого проекта по сравнению с $j$ -ым проектом	Параметр $p_{ij}$
<i>Одинаковая важность проектов</i>	0,5
<i>Слабое превосходство первого проекта над вторым</i>	0,6
<i>Умеренное превосходство первого проекта над вторым</i>	0,7
<i>Значительное превосходство первого проекта над вторым</i>	0,8
<i>Очень большое превосходство первого проекта над вторым</i>	0,9
<i>Однозначное превосходство первого проекта над вторым</i>	1

Возьмем структуру дихотомического представления задачи в виде, представленном на рисунке 2.



**Рис. 2. Структура дихотомического представления задачи**

Решаем задачу минимизации:

$$25x_1 + 9x_2 + 10x_3 + 31x_4 \rightarrow \min$$

при ограничении:

$$20x_1 + 10x_2 + 15x_3 + 20x_4 \geq 40.$$

1 шаг. Рассматриваем проекты 1 и 2. Решение приведено в таблице 2.

**Таблица 2**

**Решение для проектов 1 и 2**

1	10;9	30;34
0	0;0	20;25
2 1	0	1

Первое число в клетках – это число  $D_i$ , второе  $-c_i$ . Результаты сведены в таблицу 3.

**Таблица 3**

**Объединенный проект I**

Вариант	0	1	2	3
$D_i$	0	10	20	30
$c_i$	0	9	25	34

2 шаг. Рассматриваем проекты 3 и 4. Решение приведено в таблице 4.

**Таблица 4**

**Решение для проектов 3 и 4**

1	20;31	35;41
0	0;0	15;10
4 3	0	1

Результаты сведены в таблицу 5.

## Объединенный проект II

Вариант	0	1	2	3
$D_i$	0	15	20	35
$c_i$	0	10	31	41

3 шаг. Рассматриваем объединенные проекты I и II. Решение приведено в таблице 6.

Таблица 6

## Решение для проектов I и II

35;41	35;41	45;50	55;66	65;75
20;31	20;31	30;40	40;56	50;65
15;10	15;10	25;19	35;35	45;44
0;0	0;0	10;9	20;25	30;34
II I	0;0	10;9	20;25	30;34

Оптимальное решение определяется клеткой (45;44) с затратами 44. Само решение определяется методом обратного хода. Клетке (45;44) соответствует вариант 1 таблицы 3 и вариант 3 таблицы 5. Варианту 1 таблицы 3 соответствует  $x_3 = 1$ ,  $x_4 = 0$ . Варианту 3 таблицы 5 соответствует  $x_1 = 1$ ,  $x_2 = 1$ . Таким образом, мероприятия по снижению риска (степени влияния) проводятся для проектов 1, 2 и 3.

**Заключение**

В статье рассмотрена задача управления рисками программы на основе качественных оценок риска проекта (вероятность, ущерб и степень влияния). Предложена методика перехода от качественных оценок к количественным, что позволяет решать задачи выбора оптимальных стратегий снижения риска. Рассмотрен случай двухбалльных шкал. Однако, предлагаемый подход можно обобщить на  $m$ -балльные шкалы. Конечно, размерность решаемых задач увеличивается. Так в случае трёхбалльных шкал имеются уже шесть типов проектов с рисками высокий – В, средний – С и низкий – Н. Имеем варианты: НН, НС, НВ, СС, СВ, ВВ. Тем не менее описанный высший метод дихотомического программирования легко обобщается на задаче с  $m$ -балльными шкалами. Подробнее описание соответствующих алгоритмов, будет рассмотрено в последующих публикациях.

**Библиографический список**

1. РЫХТИКОВА Н.А. Анализ и управление рисками организации. М.: Форум; 2019. 240 с.
2. ВОРОНЦОВСКИЙ А.В. Управление рисками: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры. М.: Издательство Юрайт; 2019. 414 с.
3. ГИРОТРА К. Оптимальная бизнес-модель. Четыре инструмента управления рисками. М.: Альпина Паблшер; 2017. 587 с.
4. БАРКАЛОВ С.А. Динамическая модель анализа рисков при реализации строительных проектов на основе марковских случайных процессов. / С.А. Баркалов, С.И.

Моисеев, Е.А. Серебрякова / - Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника, 2023. - № 2(23). – С. 40-51.

5. БАРКАЛОВ С.А. Модели управления рисками в строительной сфере, основанные на марковских случайных процессах / С.А Баркалов., С.И. Моисеев, Е.А. Серебрякова. - Системы управления и информационные технологии, 2023. - № 4(94). – С. 31-35

6. АЛЕКСАНДРОВСКАЯ Л.Н. Математические основы риск-менеджмента технических систем. Учебное пособие. Том 1: Экспертные методы оценки в риск-менеджменте / Л.Н. Александровская. - М.: Аир, 2017. 613 с.

7. БАРКАЛОВ С.А. Математические методы проведения экспертной оценки качественных показателей / С.А. Баркалов, С.И. Моисеев, Т.В. Насонова. - Управление строительством, 2018. - № 2 (11). – С. 6-36

8. ГУЦЫКОВА С.В. Метод экспертных оценок. Теория и практика. М.: Когито-Центр, 2011. - 888 с.

9. ГОЛУБИН А.Ю. Математические вопросы управления риском в базовых моделях страхования. М.: Анкил, 2020. - 538 с.

10. БУРКОВА И.В. Метод сетевого программирования в задачах нелинейной оптимизации. Автоматика и телемеханика, 2009. - № 10, - С. 15-21.

## **METHODS OF RISK MANAGEMENT IN THE IMPLEMENTATION OF PROJECTS BASED ON QUALITATIVE ASSESSMENTS OF THEIR CHARACTERISTICS**

**V.N. Burkov, E.A. Serebryakova**

---

*Burkov Vladimir Nikolaevich\**, IPU RAS named after V.A. Trapeznikov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher

Russia, Moscow, e-mail: vlab17@bk.ru tel.: +7 (473) 276-40-07 Dob. 5254

*Serebryakova Elena Anatolyevna*, Voronezh State Technical University, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Management,

Russia, Moscow, Russia, Voronezh, e-mail: sea-parish@mail.ru tel.: 8 473 276 40 07

---

Abstract. The article considers the problem of program risk optimization based on qualitative project risk assessments. The problem of program risk management based on qualitative project risk assessments (probability, damage, and degree of influence) is solved. A method for transition from qualitative to quantitative assessments is proposed, which allows solving problems of selecting optimal risk reduction strategies. An algorithm for transition from qualitative to quantitative assessments is proposed. The algorithm is based on the concept of the risk threshold for two-point scales. This is a subjective characteristic reflecting the project manager's attitude to risks. Based on the threshold level, basic levels for low and high risks are determined, which serve as the basis for further quantitative calculations. The task is to minimize the degree of risk influence. To solve the problem, a dichotomous programming method is proposed. Risk is reduced by reducing the risk level for project probability, reducing the risks for project damage, and reducing the risks for both probability and damage to projects. An example is given illustrating the operation of the method. The task is to generalize the proposed method to multidimensional scales.

*Keywords: risk, damage, degree of influence, boundary level, base levels.*

### **References**

1. RYKHTIKOVA N.A. Analysis and management of organizational risks [Analiz i upravleniye riskami organizatsii]. - Moscow: Forum, 2019. - 240 pp.

2. VORONTSOVSKY A.V. Risk Management: Textbook and Workshop for Bachelor's and Master's Degrees [Upravleniye riskami: uchebnik i praktikum dlya bakalavriata i magistratury]. - Moscow: Yurait Publishing House, 2019. - 414 pp.
3. GIROTRA K. The Optimal Business Model: Four Risk Management Tools [Optimal'naya biznes-model'. Chetyre instrumenta upravleniya riskami].-Moscow: Alpina Publisher, 2017. - 587 pp.
4. BARKALOV S.A. Dynamic model of risk analysis in the implementation of construction projects based on Markov random processes [Dinamicheskaya model' analiza riskov pri realizatsii stroitel'nykh proyektov na osnove markovskikh sluchaynykh protsessov]. / S.A. Barkalov, S.I. Moiseev, E.A. Serebryakova. - Bulletin of the South Ural State University. Series: Computer technology, control, radio electronics, 2023. - № 2(23). - 40-51 pp.
5. BARKALOV S.A. Risk management models in the construction sector based on Markov random processes [Modeli upravleniya riskami v stroitel'noy sfere, osnovannyye na markovskikh sluchaynykh protsessakh] / S.A. Barkalov., S.I. Moiseev, E.A. Serebryakova. - Control Systems and Information Technologies, 2023. - № 4(94). - 31-35 pp.
6. ALEXANDROVSKAYA L.N. Mathematical foundations of risk management of technical systems. Study guide. Volume 1: Expert assessment methods in risk management [Matematicheskiye osnovy risk-menedzhmenta tekhnicheskikh sistem. Uchebnoye posobiye. Tom 1: Ekspertnyye metody otsenki v risk-menedzhmente]/ L.N. Aleksandrovskaya. - Moscow: Air, 2017. 613 pp.
7. BARKALOV S.A. Mathematical methods for conducting expert assessment of quality indicators [Matematicheskiye metody provedeniya ekspertnoy otsenki kachestvennykh pokazateley] / S.A. Barkalov, S.I. Moiseev, T.V. Nasonova. - Construction Management, 2018. - No. 2 (11). - P. 6-36
8. GUTSYKOVA S.V. Method of expert assessments. Theory and practice [Metod ekspertnykh otsenok. Teoriya i praktika]. - Moscow: Cogito-Center, 2011. - 888 pp.
9. GOLUBIN A. YU. Mathematical issues of risk management in basic insurance models [Matematicheskiye voprosy upravleniya riskom v bazovykh modelyakh strakhovaniya]. - Moscow: Ankil, 2020. - 538 pp.
10. BURKOVA I.V. Network programming method in nonlinear optimization problems [Metod setevogo programmirovaniya v zadachakh nelineynoy optimizatsii]. - Automation and Telemechanics, 2009. - No. 10, - P. 15-21.

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ СКОРОПОРТЯЩЕЙСЯ ПРОДУКЦИИ

С.И. Моисеев, В.Л. Порядина, Т.Г. Лихачева

---

*Моисеев Сергей Игоревич\**, Воронежский государственный технический университет, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры управления  
Россия, г. Воронеж, e-mail: mail@moiseevs.ru, тел.: +7-920-229-92-81

*Порядина Вера Леонидовна*, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры управления  
Россия, г. Воронеж, e-mail: porjadina\_vl@vgasu.vrn.ru, тел.: +7-903-8-52-84-53

*Лихачева Татьяна Геннадиевна*, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры кибернетики в системах организационного управления  
Россия, г. Воронеж, e-mail: tlihacheva@vgasu.vrn.ru, тел.: +7-910-344-30-83

---

Аннотация. В данной работе приведена математическая модель управления запасами продукции, которая имеет ограниченный (и небольшой) срок реализации. В основе модели лежат вероятностные и статистические подходы. Основная идея предложенной модели заключается в том, что на основе статистических данных о реализации скоропортящейся продукции в предыдущие периоды времени, оценить в вероятностном подходе оптимальный запас на будущие периоды времени. На основе методов имитационного моделирования проанализированы свойства модели и обоснована адекватность полученных результатов. В работе приведен алгоритм проведения вычислительных экспериментов.

*Ключевые слова:* управление запасами, ограниченный срок хранения, вероятность, эмпирические данные, имитационное моделирование.

### Введение

Эффективное управление запасами играет ключевую роль в успешной деятельности любой организации или предприятия в современных условиях хозяйственной деятельности. Система управления запасами позволяет контролировать и оптимизировать запасы продуктов, товаров и материалов, обеспечивая баланс между спросом потребителей и доступностью ресурсов для производства и торговли. Основные положения данной теории управления запасами определяют стратегии хранения, пополнения, учета и использования материальных ресурсов и продуктов, срок хранения которых ограничен, и необходимо минимизировать затраты на хранения с одной стороны, а с другой обеспечить непрерывной поставки продукции для минимизации издержек, связанных с их нехваткой [1].

Актуальность данной темы обусловлена тем, что научные исследования в области управления запасами помогают выявить новые тенденции в управлении запасами, разработать инновационные подходы к оптимизации складских запасов и минимизации издержек на хранение. Данные исследования также позволяют лучше понять потребности и ожидания потребителей, что позволяет предприятиям более точно прогнозировать спрос и управлять запасами в соответствии с потребностями рынка.

Исследования в сфере управления запасами не ограничиваются теоретическими аспектами. Они также освещают практические аспекты управления запасами, такие как использование современных информационных технологий и программных решений для автоматизации процессов управления запасами, анализ данных о продажах и спросе, оптимизация цепочек поставок и многое другое. Это позволит организациям и предприятиям оптимизировать свои запасы, повысить эффективность деятельности, сократить издержки и

улучшить обслуживание клиентов. Таким образом, система управления запасами становится важным инструментом для достижения конкурентных преимуществ на рынке и обеспечения устойчивого развития бизнеса в современных реалиях.

### **Основы теории управления запасами и постановка задачи**

Основные положения теории управления запасами касаются расчета и обеспечения необходимого и достаточного уровня запасов. При разработке стратегии пополнения запасов должны учитываться и спрос, и затраты на хранение, и издержки от недостатка запасов, а также, что немаловажно, срок хранения запасов, что позволяет снизить риски дефицита или избытка запасов, или продукции [1].

Следующий аспект данной проблемы – это классификация запасов. Различают основные типы запасов, такие как сырье, полуфабрикаты, готовая продукция и ресурсы для производства или реализации [2]. В рамках данной работы основным фактором будет являться срок хранения запасов, поэтому к классификации запасов следует добавить дифференциацию продуктов по срокам их хранения.

Одним из основополагающих принципов теории управления запасами является модель just-in-time (JIT) [3], которая подразумевает поставку и использование материальных запасов в нужном количестве и в нужное время. Это помогает снизить издержки на хранение и улучшить оперативную эффективность производства, в том числе с учетом срока хранения продукции.

Эффективное управление запасами имеет ключевое значение для успешной деятельности организаций и предприятий. Важность учета запасов заключается в том, что учет данного аспекта позволяет оптимизировать процессы производства, сократить издержки, повысить уровень обслуживания клиентов и улучшить финансовые показатели компании.

Прежде всего, учет запасов позволяет оптимизировать производственные процессы и систему реализации продукции. Знание точного количества товаров на складе и их оборачиваемости помогает избежать недостачи или излишков в запасах. Это позволяет снизить расходы на хранение товаров и ускорить процесс доставки клиентам. Кроме того, учет запасов помогает сократить издержки.

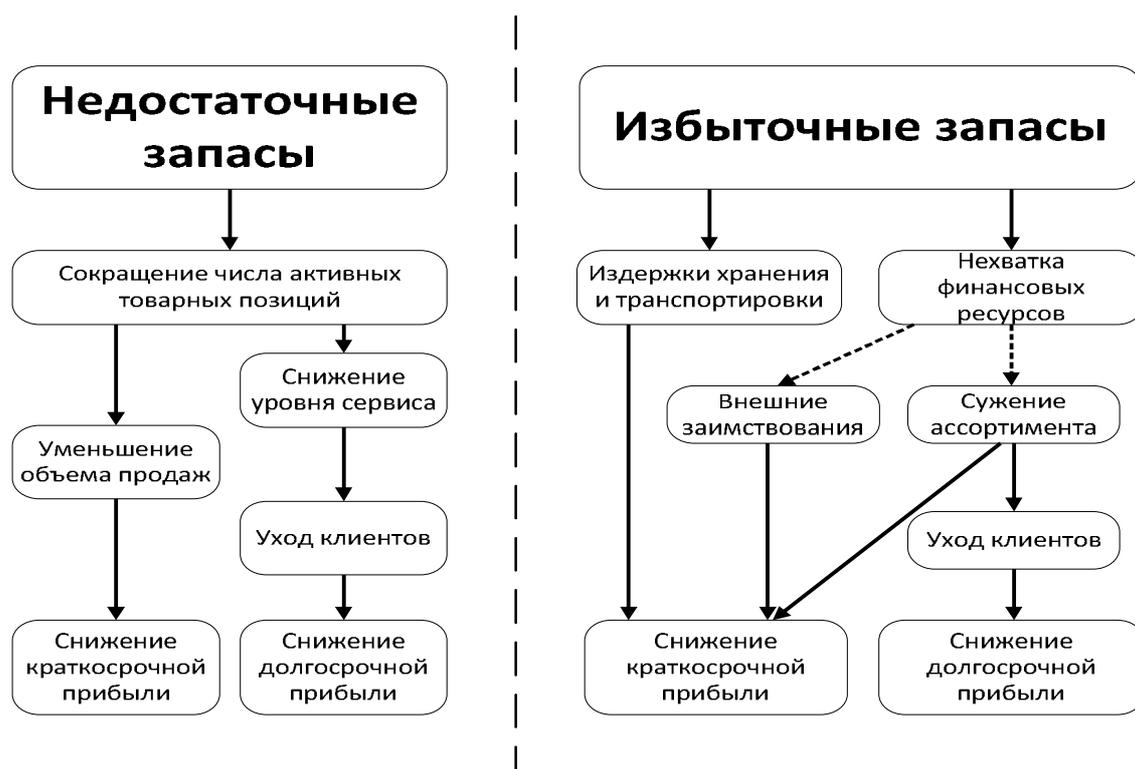
Неправильное планирование запасов может привести к переизбытку или недостатку товаров, что приводит к потерям и дополнительным затратам на дополнительные закупки. Точное управление запасами позволяет оптимизировать расходы на закупки и обеспечить стабильное снабжение продукцией с ограниченным сроком годности.

Внедрение методов управления запасами с ограниченным сроком реализации представляет собой важный шаг для многих предприятий, особенно в таких отраслях, как пищевая промышленность, фармацевтика, косметика и другие, где товары имеют срок годности.

Внедрение такой системы позволит минимизировать количество просроченных товаров, что помогает снижать убытки и затраты на утилизацию, поддерживать оптимальный уровень запасов, что улучшает оборачиваемость и уменьшает затраты на хранение, отслеживать срок годности товаров, и минимизации излишков, предложить своим клиентам более конкурентные цены и высокое качество продуктов, что повышает их привлекательность на рынке, что в итоге позволит организациям и предприятиям своевременно адаптироваться к новым реалиям и требованиям в условиях динамически меняющегося рынка в условиях разрастающегося экономического кризиса.

Таким образом, балансирование управления запасами между двумя противоположными целями - уменьшением затрат, отведенных на запасы в бюджете, и обеспечением стабильности в производственных процессах или в торговле данной продукцией, является ключевым для решения задачи, поставленной в данном исследовании. Отсутствие равновесия между указанными целями может привести к потере прибыли для компании.

Графически, данную дилемму для управления запасами можно увидеть на рисунке 1.



**Рис. 1. Дилемма управления запасами**

В данной работе к классической дилемме управления запасами еще добавляется фактор того, что продукция имеет ограниченный, и довольно короткий срок хранения, что вызывает необходимость делать акцент на категорию «Избыточные запасы» и учитывать, что запас, срок хранения которого истек, будет приносить организации достаточно ощутимые издержки.

Основные риски от неэффективного управления запасами содержат две составляющие. Первая связана с риском потерь, связанных с недостатком товаров на складе. Вторая связана с излишками товара, что может привести к замороженным средствам, остановке денежного оборота и повышенным затратам на хранение. Недостаток товаров, в свою очередь, может привести к простоям в производстве, потере клиентов и репутации компании. Это приведет к утрате конкурентоспособности из-за неспособности оперативно удовлетворить спрос на товары из-за недостатка запасов, и, как следствие, к утрате клиентов в пользу конкурентов, замедлению темпов развития компании и потере доли рынка.

Для случая обеспечения запасами производственной сферы, важным риском является неспособность обеспечить непрерывность производственного процесса из-за недостаточных запасов необходимых сырьевых материалов или комплектующих, что приведет к простоям оборудования, увеличению времени производства и ухудшению качества конечной продукции. Неграмотное управление запасами также может привести к нарушению цепочки поставок и снижению доверия партнеров и поставщиков к компании. Отсутствие четкой системы управления запасами может вызвать проблемы взаимодействия с поставщиками, что приведет к нарушению сроков поставки и увеличению рисков возникновения дефицита товаров.

В данной работе для построения модели управления запасами, имеющими ограниченный срок хранения, будут использованы методы математического моделирования, а именно, вероятностные и статистические методы и модели. Обоснуем их применение. Математическое моделирование позволяет анализировать сложные процессы управления запасами, оптимизировать их и улучшать эффективность деятельности компаний.

Одним из основных преимуществ использования математических моделей является возможность учитывать большое количество переменных и факторов, которые влияют на управление запасами. Модели позволяют анализировать спрос, прогнозировать изменения в рыночной среде, определять оптимальные уровни запасов и минимизировать издержки.

В заключении, приведем основные особенности управления запасами с ограниченным сроком хранения (или, как это принято называть, теории управление скоропортящимися товарами), которые имеет несколько ключевых особенностей.

Во-первых, запасы имеют ограниченный срок годности, что требует особого внимания к времени хранения и продажам. Товары нужно реализовать до истечения срока, чтобы избежать потерь. Кроме того, спрос на скоропортящиеся товары может варьироваться, поэтому важно использовать методы прогнозирования, чтобы эффективно управлять запасами и минимизировать перепроизводство и недопоставки.

Также необходимо найти баланс между уровнем запасов и возможными потерями от непроданных или неиспользованных товаров, или ресурсов. В таких случаях чаще всего используются различные модели, такие как модель управления запасами с контролем по уровню сервиса или контролем по времени [4].

Управление запасами продукции с ограниченным сроком хранения требует учета не только затрат на приобретение и хранение, но и возможных потерь из-за порчи или истечения срока годности. Затраты на ликвидацию испорченных товаров также стоит включить в список издержек и учитывать, в том числе хотя бы то, что из-за быстроты истечения срока годности необходимо чаще пересматривать и осуществлять складской учет запасов, чтобы избежать наличия товаров, которые не будут реализованы.

В какой-то мере указанные выше проблемы позволят нивелировать использование систем автоматизации, реализованных на основании информационных технологий [5], таких как RFID, используемых для отслеживания сроков хранения и состояния товаров. Данная технология позволяет оптимизировать управление запасами и снижать риски. В том числе применение RFID позволит учитывать факторы сезонность и колебания спроса, которые могут значительно влиять на уровень запасов. Кроме указанного программного продукта, также возможно применение других специальных систем управления, ориентированные именно на задачи, связанные с ограниченным сроком хранения, как JIT (just-in-time) или FEFO (first expired, first out) [5, 6].

Эти особенности делают управление запасами с ограниченным сроком хранения сложной, но важной задачей для бизнеса, особенно в таких отраслях как продуктовый ритейл, фармацевтика, логистика и иных [6].

В данной работе предлагается математическая модель, которая разработана для организации управления запасами с ограниченным сроком реализации в любой сфере производства или торговли. Модель позволяет произвести расчет объема закупаемой продукции с ограниченным сроком реализации на основании эмпирических данных по данным об использовании или потреблении данной продукции за предыдущие периоды времени.

### **Математическая модель**

Перейдем непосредственно к математической модели. Предположим, что закупается продукция (ресурс, товар) объемом  $x$ . Прибыль за единицу реализованной продукции обозначим через  $D$ . Если за произвольный интервал времени продукция была не реализована, то она не включается в выручку от реализации, что дает на единицу продукции величину убытка  $Z$ . Необходимо определить такой оптимальный объем закупки  $x^*$  данной продукции, чтобы обеспечить максимум ожидаемой прибыли и, как следствие, минимум возможного ущерба.

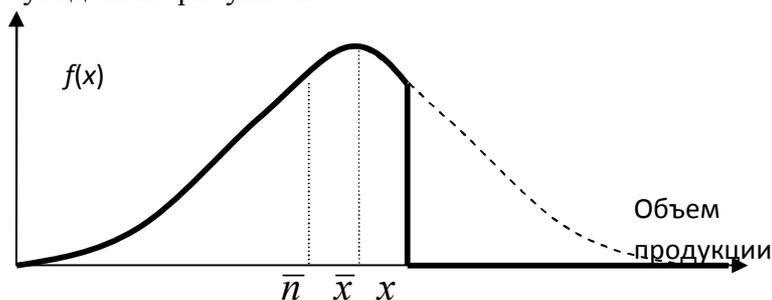
Очевидно, что определяемый оптимальный объем хранения продукции напрямую зависит от среднего числа ее реализации  $\bar{n}$ , который основан на статистических данных за предыдущие периоды.

Формулируя математическую модель, необходимо сделать допущение о том, что количество реализованной продукции не может превышать количество поставленной продукции за данный период и спрос реализованной продукции  $n$ , отнесенной к объему закупленной продукции за этот же период есть случайная величина, распределенная по закону распределения, близкому к нормальному.

Исходя из этого допущения, распределение объема реализованной продукции  $n$  имеет закон распределения, плотность которого в общем виде можно представить следующей формулой:

$$f(n) = \begin{cases} \text{нормальное распределение с учетом нормировки, при } n \leq x; \\ 0, \text{ при } n > x, \end{cases} \quad (1)$$

график закона можно увидеть на рисунке 2.



**Рис. 2. Плотность вероятности количества реализованной продукции, отнесенной к объему закупленной продукции**

Определим числовые характеристики рассматриваемой случайной величины. Выборочное среднее (оценка математического ожидания) будет равно:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (2)$$

выборочная дисперсия будет равна:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}, \quad (3)$$

и выборочное среднеквадратическое отклонение равно:

$$S = \sqrt{S^2}. \quad (4)$$

Преобразовывая формулу (1) с учетом нормальности распределения методом перехода (дискретного распределения) к интегралу (непрерывному распределению), и учитывая то, что [7]  $\bar{n} = \sum_{\forall x_i \leq x} x_i p_i$ , где  $p_i$  – это вероятность того, что количество

реализованной продукции равно  $x_i$ . получаем формулу расчета среднего числа реализованной скоропортящейся продукции  $\bar{n}$  в зависимости от объема ее закупки  $x$ :

$$\bar{n}(x) = \frac{\int_{-\infty}^x \frac{t}{S\sqrt{2\pi}} \cdot \text{Exp}\left(-\frac{(t-\bar{x})^2}{2S^2}\right) dt}{\int_{-\infty}^x \frac{1}{S\sqrt{2\pi}} \cdot \text{Exp}\left(-\frac{(t-\bar{x})^2}{2S^2}\right) dt}. \quad (5)$$

В формуле (5) учтены соотношения (2) – (4) и то, что интегральная функция распределения случайной величины нормирована на единицу.

При непосредственном вычислении интегралов в (5), получаем следующую формулу:

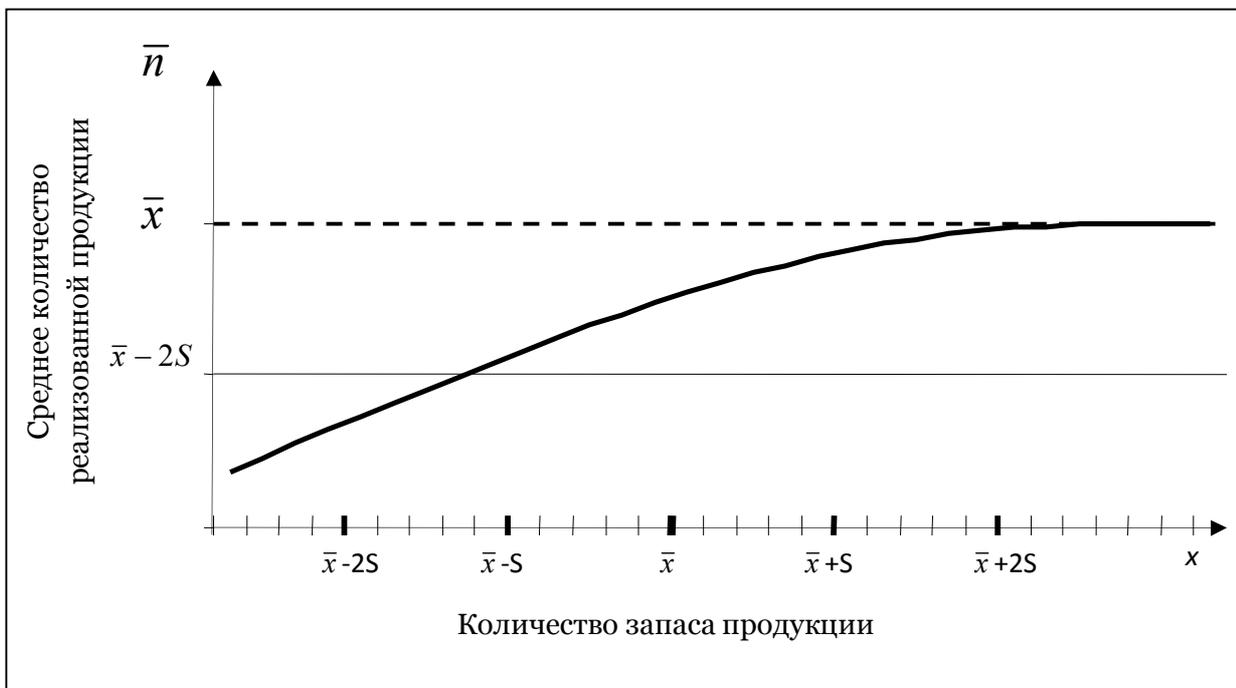
$$\bar{n}(x) = \frac{S}{\sqrt{2\pi}\Phi\left(\frac{x-\bar{x}}{S}\right)} \left[ \text{Exp}\left(-\frac{\bar{x}^2}{2S^2}\right) - \text{Exp}\left(-\frac{(x-\bar{x})^2}{2S^2}\right) \right] + \bar{x} \left[ \Phi\left(\frac{\bar{x}}{S}\right) + \Phi\left(\frac{x-\bar{x}}{S}\right) - 1 \right],$$

где  $\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-t^2/2} dt$  - функция Лапласа.

Учитывая, что при  $\frac{\bar{x}}{S} > 3$ , из-за малого количества можно пренебречь некоторыми слагаемыми, можно упростить полученную формулу к виду:

$$\bar{n}(x) = \bar{x} - \frac{S}{\sqrt{2\pi}} \cdot \frac{\text{Exp}\left(-\frac{(x-\bar{x})^2}{2S^2}\right)}{\Phi\left(\frac{x-\bar{x}}{S}\right)}.$$

График зависимости объема реализованной продукции от количества закупленного ресурса  $\bar{n}(x)$  представлен на рисунке 3.



**Рис. 3. Зависимость среднего объема реализованной продукции от количества запаса этой продукции**

Далее, можно перейти к безразмерным показателям путем введения величины  $v(x) = \frac{\bar{n}(x)}{\bar{x}}$ , которая будет равна отношению среднего количества реализованной продукции к объему средних закупок данной продукции. В этом случае значение функции распределения для доли закупок скоропортящейся продукции относительно ее среднего значения  $\xi = \frac{x}{\bar{x}}$  будет равна:

$$v(\xi) = 1 - \frac{V}{\sqrt{2\pi}} \cdot \frac{\text{Exp}\left(-\frac{(\xi-1)^2}{2V^2}\right)}{\Phi\left(\frac{\xi-1}{V}\right)},$$

где  $V = \frac{S}{\bar{x}}$  - выборочный коэффициент вариации.

График данной зависимости можно увидеть на рисунке 4.

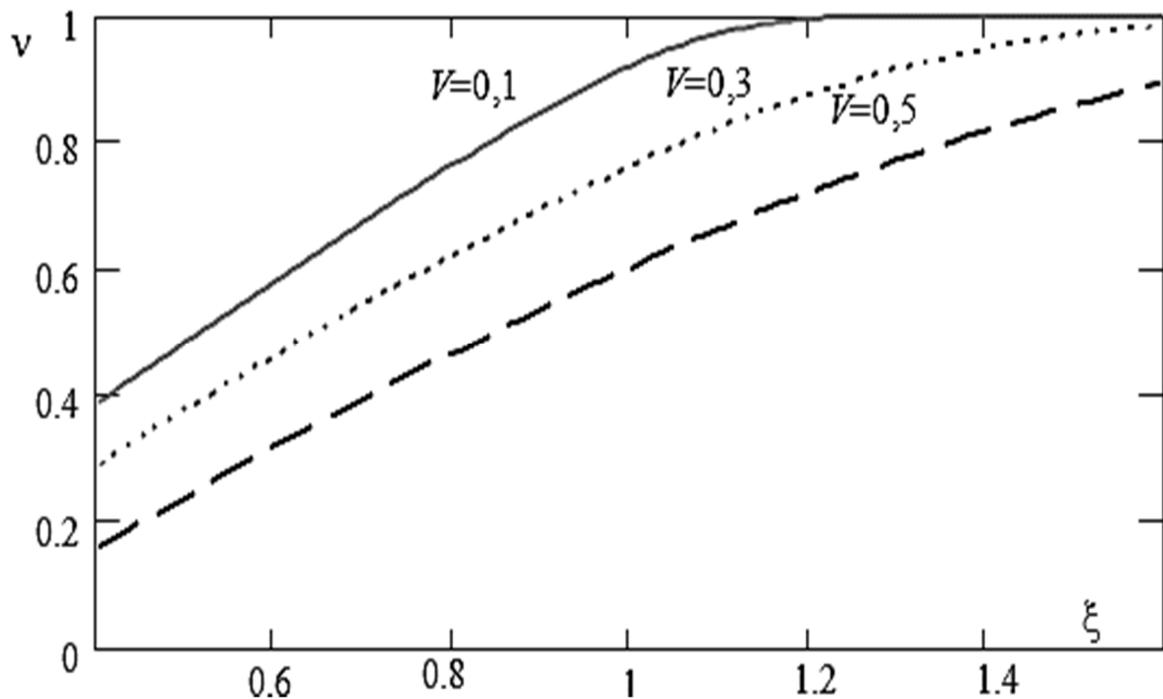


Рис. 4. Графики зависимостей  $v(\xi)$

Далее проведем анализ результатов применения результатов решения, полученного по представленной модели.

#### Анализ полученного решения

Для анализа полученного решения оптимального количества закупленной продукции были использованы методы имитационного моделирования. Для этих целей были проведены вычислительные эксперименты работы некоторого магазина, реализующего товар с ограниченным сроком хранения. В ходе экспериментов определялось различное количество закупок товара на некоторый период, генерировалось число посетителей магазина, представляющий из себя поток пуассоновский случайных событий. Каждый посетитель покупал некоторое количество товара, которое было случайной величиной, распределенной по нормальному закону с математическим ожиданием  $\bar{x}_p$  и среднеквадратическим отклонением  $\frac{\bar{x}_p}{3}$  и в итоге, определялось число купленного товара за некоторый период времени.

На основании этих данных рассчитывалась интенсивность потребления продукции  $\lambda = \frac{\bar{x}}{\bar{x}_p}$ , где  $\bar{x}_p$  - среднее количество продукции, реализованное для одного потребителя.

На рисунке 5 изображен алгоритм имитационной модели, представленный в виде блок-схемы. Количество закупленного товара  $x$  табулировалось через малые одинаковые

интервалы, определялось среднее число реализованного товара  $\bar{n}$ , так как для каждого набора входных параметров проводился цикл имитаций объемом  $m$  (на практике брали 100 имитаций). После этого рассчитывали теоретическое количество реализованного товара с использованием формулы (5).



**Рис. 5. Укрупненная блок-схема алгоритма имитационного моделирования**

Результаты расчета средних объемов реализации скоропортящейся продукции, проведенного с помощью имитационного моделирования и результаты сравнения с аналитическими расчетами, произведенными по описанной выше модели, приведены на рисунке 6.



**Рис. 6. Результаты расчета среднего числа поставок продукции по аналитической модели и с помощью имитационного моделирования**

Можно заметить, что результаты моделирования очень хорошо согласуются с теоретической зависимостью, из чего следует, что модель дает адекватные результаты и ее можно применять на практике.

### **Заключение**

Таким образом, построенная модель позволяет на основе эмпирических данных за предыдущий период рассчитать объем закупок скоропортящейся продукции в будущие периоды времени [7]. Для более детального расчета средней прибыли компании, реализующей скоропортящуюся продукцию, можно применить следующую формулу:  $R(x) = D * \bar{n}(x) - Z * (x - \bar{n}(x))$ . Исходя из максимизации средней прибыли  $R(x) \rightarrow \max$ , можно рассчитывать оптимальное число  $x^*$  закупок скоропортящейся продукции, решая задачу оптимизации.

Проведенный вычислительный эксперимент, основанный на методах имитационного моделирования, показал адекватность оценок по полученной модели и возможность ее применения на практике.

Подводя итоги, можно сказать, что эффективное управление запасами помогает сократить издержки на хранение и минимизировать потери из-за истечения срока годности, а также своевременно обновлять запасы, учитывая сроки хранения, чтобы избежать дефицита или избытка товаров. Помимо этого, появляется возможность анализировать потребности клиентов и сезонные колебания спроса для более точного прогнозирования.

Кроме того, внедрение системы управления запасами с ограниченным сроком хранения в менеджмент организаций, позволит обеспечить улучшение потоков информации, внедрение систем учёта и контроля поможет обеспечить прозрачность движений товаров и учитывать временные ограничения на них. Это позволит провести оптимизацию логистических процессов для уменьшения времени доставки товаров с ограниченным сроком хранения, а также гарантирует, что запасы соответствуют стандартам качества и безопасности. Учет ограниченного срока хранения запаса также способствует более

глубокой аналитики, позволяющей принимать обоснованные решения на основе данных о движении и состоянии запасов и учета потенциальных рисков, связанных с просрочкой и утилизацией товаров, что будет способствовать разработки эффективных стратегий для их минимизации.

### Библиографический список

1. Бурьянов М. Как в современных условиях обеспечить эффективную деятельность склада / М.: Логистика, 2022. - № 4. - С. 10-12.
2. Линдерс М., Фирон Р. Х. Е. Управление снабжением и запасами. СПб: Полигон, 1999. 758 с.
3. Майкл Л. Управление закупками и поставками: учебник / М.: ЮНИТИ, 2013. - 723 с.
4. Баркалов С.А., Моисеев С.И., Серебрякова Е.А. Модель управления запасами в строительной сфере, основанная на марковских случайных процессах / Инженерный вестник Дона. 2023. № 2 (98). С. 211-223.
5. Баркалов С.А. Моисеев С.И., Порядина В.Л. Модели и методы в управлении и экономике с применением информационных технологий [Электронный ресурс]: учебное пособие / СПб.: Интермедия, 2017. 264 с.
6. Пилипчук С.Ф. Логистика. Складирование и управление запасами: учебное пособие для СПО / СПб.: Лань, 2023. 304 с.
7. Моисеев С.И., Игошкина А.И. Математическая модель управления запасами печатных изданий с ограниченным сроком реализации / Материалы III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции «Математические методы и информационные технологии в моделировании систем». Воронеж, 2019. – Издательство «Научная книга». – С. 89-96

## MATHEMATICAL MODEL OF PERISHABLE PRODUCT STOCK MANAGEMENT

S.I. Moiseev, V.L. Poryadina, T.G. Likhacheva

---

*Moiseev Sergey Igorevich\**, Voronezh State Technical University, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Management

Russia, Voronezh, e-mail: [mail@moiseevs.ru](mailto:mail@moiseevs.ru), tel.: +7-920-229-92-81

*Poryadina Vera Leonidovna*, Voronezh State Technical University, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Management

Russia, Voronezh, e-mail: [poryadina\\_vl@ygasu.vrn.ru](mailto:poryadina_vl@ygasu.vrn.ru), tel.: +7-903-8-52-84-53

*Likhacheva Tatiana Gennadijevna*, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Cybernetics in Organizational Management Systems

Russia, Voronezh, e-mail: [tlihacheva@ygasu.vrn.ru](mailto:tlihacheva@ygasu.vrn.ru), tel.: +7-910-344-30-83

---

Abstract. This paper presents a mathematical model for managing inventory of products that have a limited (and short) shelf life. The model is based on probabilistic and statistical approaches. The main idea of the proposed model is that, based on statistical data on the sale of perishable products in previous periods of time, it is possible to estimate the optimal stock for future periods of time in a probabilistic approach. Based on simulation modeling methods, the properties of the model are analyzed and the adequacy of the results obtained is substantiated. The paper presents an algorithm for conducting computational experiments

*Keywords: inventory management, limited shelf life, probability, empirical data, simulation modeling.*

## References

1. Wentzel, E.S. Theory of random processes and its engineering applications [Teoriya sluchaynykh protsessov i yeye inzhenernyye prilozheniya] / E.S. Wentzel, L.A. Ovcharov. - M. : Higher. shk., 2000.- 383 pp.
2. Linders M., Fearon R.H.E. Supply and Inventory Management. [Upravleniye snabzheniyem i zapasami] / SPb: Poligon, 1999. 758 pp.
3. Karlin, S. Foundations of the theory of random processes: trans. from English [Osnovy teorii sluchaynykh protsessov: per. s angl.] / S. Karlin. - M. : Mir, 1971. - 536 pp.
4. Barkalov S.A., Moiseev S.I., Serebryakova E.A. Model of inventory management in the construction sector based on Markov random processes [Model' upravleniya zapasami v stroitel'noy sfere, osnovannaya na markovskikh sluchaynykh protsessakh] / Inzhenernyy vestnik Dona, 2023. No. 2 (98). P. 211-223.
5. Barkalov S.A. Moiseev S.I., Poryadina V.L. Models and methods in management and economics using information technologies [Electronic resource]: textbook [Modeli i metody v upravlenii i ekonomike s primeneniyyem informatsionnykh tekhnologiy [Elektronnyy resurs]: uchebnoye posobiye]/ SPb.: Intermediya, 2017. 264 pp.
6. Pilipchuk S.F. Logistics. Warehousing and inventory management: a textbook for secondary vocational education [Skladirovaniye i upravleniye zapasami: uchebnoye posobiye dlya SPO] / SPb.: Lan', 2023. 304 pp.
7. Moiseev S.I., Igoshkina A.I. Mathematical model of inventory management of printed publications with a limited implementation period [Matematicheskaya model' upravleniya zapasami pechatnykh izdaniy s ogranichennym srokom realizatsii] / Materialy III Vserossiyskoy (natsional'noy) nauchno-prakticheskoy konferentsii «Matematicheskiye metody i informatsionnyye tekhnologii v modelirovaniy sistem». Voronezh, 2019. – Izdatel'stvo «Nauchnaya kniga». P. 89-96.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭВОЛЮЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПЛАНИРОВАНИЯ IT-ПРОЕКТОВ

С.А. Олейникова, А.В. Дятчина

---

*Олейникова Светлана Александровна, Воронежский государственный технический университет, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры автоматизированных и вычислительных систем  
Россия, г. Воронеж, e-mail: s.a.oleynikova@gmail.com, тел.: +7-473-2-43-77-18*

*Дятчина Анастасия Владимировна, Воронежский государственный технический университет, аспирант кафедры автоматизированных и вычислительных систем  
Россия, г. Воронеж, e-mail: thenochnaya@mail.ru, тел.: +7-473-2-43-77-18*

---

Аннотация. В статье представлен сравнительный анализ эволюционных алгоритмов для планирования отдельных задач IT-проекта и назначения им исполнителей в условиях разного уровня их квалификации. В частности, исследована возможность применения генетического алгоритма, метода муравьиных и пчелиных колоний для оценки наилучшего времени начала выполнения каждой задачи и исполнителя.

*Ключевые слова: It-проект, управление проектами, эволюционные алгоритмы, генетический алгоритм, метод муравьиных колоний, метод пчелиных колоний.*

Объектом исследования в данной работе является IT-проект, отдельные задачи которого выполняются специалистами разного уровня квалификации. Предполагается, что их длительность является случайной величиной, которая зависит от исполнителя, который будет ее выполнять. В целом оценка наилучшего времени начала работ относится к области управления проектами, а оценка наилучшего исполнителя – к задачам о назначениях. В настоящее время каждая из этих областей является достаточно изученной. Можно отметить такие методы управления проектами, как метод критического пути, позволяющий найти время для каждой из взаимно-зависимых работ сложных проектов и метод PERT, оценивающей случайные длительности работ по некоторым параметрам. Для решения задачи о назначениях известен венгерский метод и его различные вариации.

Однако, необходимость одновременного решения задач назначения и планирования не позволяет воспользоваться ни одним из этих методов. В частности, разная квалификация специалистов и, как следствие, разное время, требующееся им для решения одной и той же задачи, не позволяет найти такие параметры, как раннее и позднее время начала каждой задачи и, как следствие, временной резерв, который является ключевым для использования методов управления проектами.

В связи с этой особенностью IT-проекта, а также NP-полнотой исследуемой задачи, было принято решение об использовании эволюционных алгоритмов, позволяющих найти решение, близкое к оптимальному, за приемлемое время. В частности, были выбраны следующие алгоритмы:

- генетический алгоритм;
- метод муравьиных колоний;
- метод пчелиных колоний.

Рассмотрим применение каждого метода для решения поставленной задачи. Генетический алгоритм состоит из следующих этапов.

1. Формирование начальной популяции.
2. В цикле, пока не будет найдено наилучшее решение
  - 2.1. В цикле по числу потомков

- выбрать две особи
- выполнить скрещивание
- выполнить мутацию

## 2.2. Отобрать потомков для следующего поколения

Конкретизируем данный алгоритм для исследуемой задачи. Под хромосомой будем понимать массив, каждый элемент  $i$  которого содержит информацию о задаче  $i$ :

- время начала решения данной задачи;
- исполнитель задачи;
- длительность решения задачи;
- время окончания решения данной задачи.

Схематично ее можно отобразить следующим образом (табл. 1).

**Таблица 1**

### Пример хромосомы

	вр. начала	исполнитель	длительность	вр окончания
Задача 1	0	1	4,6	4,6
Задача 2	0	2	7,8	7,8
...		...		
Задача n	34,5	6	8,2	42,7

Отдельным геном данной хромосомы будет информация о конкретной работе: ее исполнитель, время начала и т.д.

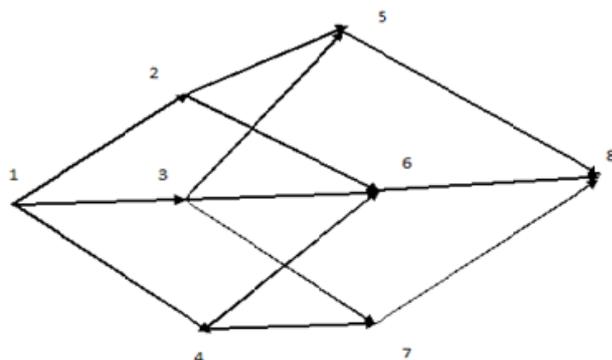
В данном случае из-за взаимной зависимости работ определенные сложности представляет собой операция скрещивания. После скрещивания необходимо, чтобы в потомке присутствовали гены обоих родителей. Однако, из-за взаимной зависимости задач все временные характеристики будут изменены. Для того, чтобы потомок содержал информацию обоих хромосом-родителей, целесообразно операцию скрещивания выполнить следующим образом.

1. Разделить все множество задач  $W_n$  на два непересекающихся подмножества  $W_{n1}$  и  $W_{n2}$ .
2. Назначить исполнителей всех задач из  $W_{n1}$  в соответствии с родительской хромосомой 1.
3. Назначить исполнителей всех задач из  $W_{n2}$  в соответствии с родительской хромосомой 2.
4. Найти время начала каждой задачи в соответствии с индивидуальными временными характеристиками исполнителей.

Операция мутации заключается в небольшом изменении структуры выбранной хромосомы. Это изменение получается путем внесения модификации в произвольно выбранный ген. Применительно к задаче планирования операция мутации будет следующей:

- выбрать случайным образом задачу  $i$  для изменения ее характеристик;
- определить текущий момент времени  $t$  начала выполнения задачи  $i$ ;
- определить множество задач  $W_t$ , которые могут начаться в момент времени  $t$ ;
- определить множество специалистов  $S_t$ , которые выполняют задачи из  $W_t$ ;
- назначить специалисту  $S_i$ , который занимался выполнением задачи  $i$ , любую другую задачу  $j$  из множества  $W_t$ ;
- назначить специалисту  $S_j$ , назначенному ранее для выполнения задачи  $j$ , задачу  $i$ ;
- пересчитать все временные характеристики, начиная с момента времени  $t$ .

Проанализируем процесс скрещивания двух хромосом в генетическом алгоритме на следующем примере. Пусть проект задан следующим графиком (см. рис.).



**Пример графа, описывающего взаимную зависимость работ некоторого проекта**

Пусть для скрещивания отобраны две родительские хромосомы. Первая хромосома имеет вид, представленный в табл. 2.

**Таблица 2**

**Родительская хромосома 1**

	вр. начала	исполнитель	длительность	вр окончания
Задача 1	0	1	4	4
Задача 2	0	2	6	6
Задача 3	0	4	6	6
Задача 4	4	3	7	11
Задача 5	4	5	4	8
Задача 6	6	4	5	11
Задача 7	6	1	9	15
Задача 8	6	2	6	12
Задача 9	8	5	8	16
Задача 10	11	3	7	18
Задача 11	11	4	3	14
Задача 12	16	1	8	24
Задача 13	18	5	7	25

Вторая хромосома имеет следующий вид (табл.3).

**Таблица 3**

**Родительская хромосома 2**

	вр. начала	исполнитель	длительность	вр окончания
Задача 1	0	3	6	6
Задача 2	0	5	6	6
Задача 3	0	1	8	8
Задача 4	6	4	6	12
Задача 5	6	3	6	12
Задача 6	6	2	7	13
Задача 7	6	5	7	13
Задача 8	8	1	6	14
Задача 9	12	4	9	21
Задача 10	12	3	7	19
Задача 11	13	5	5	18
Задача 12	21	1	7	28
Задача 13	19	2	6	25

Разделим множество работ на два подмножества. Поскольку количество задач

нечетное, множество  $W_{n1}$  будет содержать на 1 элемент больше. Пусть, без ограничения общности, с помощью случайного розыгрыша сформированы следующие значения:  $W_{n1}=\{2,3,5,8,9,11,13\}$ ;  $W_{n2}=\{1,4,6,7,10,12\}$ . На втором шаге скрещивания определяем для хромосомы потомка исполнителей. Для этого смотрим, кто из родительской хромосомы выполнял эту задачу (табл. 4).

**Таблица 4**

**Родители для хромосомы потомка**

	родитель	исполнитель
Задача 1	2	3
Задача 2	1	2
Задача 3	1	4
Задача 4	2	4
Задача 5	1	5
Задача 6	2	2
Задача 7	2	5
Задача 8	1	2
Задача 9	1	5
Задача 10	2	3
Задача 11	1	4
Задача 12	2	1
Задача 13	1	5

Далее определяем время начала, длительность выполнения задач и время окончания в соответствии с данными исполнителями. Результаты представлены в табл. 5.

**Таблица 5**

**Результат скрещивания**

	вр. начала	исполнитель	длительность	вр окончания
Задача 1	0	3	6	6
Задача 2	0	2	6	6
Задача 3	0	4	6	6
Задача 4	6	4	6	12
Задача 5	6	5	4	10
Задача 6	6	2	7	13
Задача 7	10	5	7	17
Задача 8	13	2	6	19
Задача 9	17	5	8	25
Задача 10	6	3	7	13
Задача 11	13	4	3	16
Задача 12	25	1	8	33
Задача 13	19	5	7	26

На данной таблице наглядно видны недостатки генетического алгоритма применительно к исследуемой задаче. В результате операции скрещивания при наследовании ген, в которых заложены исполнители для выполнения отдельных задач, в потомке не учитывается занятость данных исполнителей. Если в родительской хромосоме 1 некоторый исполнитель  $i$  в момент времени  $t$  был занят решением задачи  $j1$ , а в хромосоме 2 – решением задачи  $j2$ , то после скрещивания данные процессы потребуются выполнить последовательно, что увеличит время. При этом некоторые исполнители ( в данном примере, исполнитель 1) могут быть задействованы крайне мало. Логично предположить, что

улучшения при таком скрещивании маловероятно. Можно предложить другие виды скрещивания: первая половина задач выполняется согласно графику, описанному в хромосоме 1, а вторая – согласно графику, описанному в хромосоме 2. Однако, существенные улучшения в данном случае маловероятны.

Таким образом, генетические алгоритмы в данном случае нецелесообразно использовать из-за взаимной зависимости отдельных задач.

Муравьиные алгоритмы позволяют рандомизировано выбирать на каждом шаге наилучший вариант в соответствии с вероятностями, соответствующими наилучшему решению. Путь для каждого муравья будет представлять собой последовательное определение исполнителей для задач в соответствии с их взаимной зависимостью и определение в соответствии с временными показателями исполнителей время начала работ.

Здесь каждый муравей будет выполнять следующие действия.

0.  $t=0$

1. задать начальное значение параметров и матрицы феромонов

2. задать функцию, зависящую от исполнителя и задачи и определяющую вероятность выбора данной задачи данным исполнителем

3. В цикле пока не заданы значения для всех задач.

3.1. Определить множество задач  $W_t$ , которые можно начать в момент времени  $t$ ;

3.2. В цикле по исполнителям

3.2.1. Определить наилучшую задачу  $i$  для планирования

3.2.2. Определить наилучшего исполнителя для задачи  $i$  с помощью вероятностного выбора в соответствии с функцией, определенной на шаге 2.

3.3. задать временные характеристики всем запланированным на данном шаге цикла задачам

3.4. определить следующий интервал планирования  $t$  и перейти к нему

4. Пересчитать уровень феромона в зависимости от выбранного соответствия исполнителей и задач.

Данный алгоритм необходимо выполнить для заданного количества муравьев циклично до тех пор, пока, например, заданное количество шагов не будет наблюдаться улучшения целевой функции.

Рассмотрим специфику применения данного метода к исследуемой задаче на примере, приведенном на рис. 1. На первом этапе планирования имеются 3 возможных работы и 5 исполнителей. Поскольку нет возможности выбора наиболее приоритетной задачи, будем выбирать любую (например, по порядку). Взяв задачу 1, будем анализировать время ее решения каждым исполнителем. Пусть эти значения составляют 4,8,6, 5 и 7 единиц соответственно. Вероятность выбора исполнителя для задачи 1 должна рассчитываться по формуле

$$P_{11} = \frac{1 \cdot 1/4}{1 \cdot 1/4 + 1 \cdot 1/8 + 1 \cdot 1/6 + 1 \cdot 1/5 + 1 \cdot 1/7} = 0.28$$

В данной формуле 1 – это начальный уровень феромона, который на начальном этапе одинаков у всех исполнителей и равен 1. Для остальных исполнителей эти вероятности будут составлять 0.14, 0.19, 0.23 и 0.16 соответственно.

В качестве недостатка данного алгоритма для данной задачи следует отметить, что шаг 3.2.1 при незнании временного резерва выполнить практически невозможно. Если знать величину интервала, на который можно сдвинуть некоторую работу не изменяя величины критического пути, то на шаге 3.2.1 будет каждый раз выбираться задача с наименьшим временным резервом. В данном случае это выполнить невозможно, что существенно снижает качество применения муравьиного алгоритма.

Еще один эволюционный метод, который используется для NP-полных задач – метод пчелиных колоний. Общая структура данного метода следующая.

1. Выбрать произвольным образом  $n$  случайных решений и составить из них

- множество  $W_n$
2. Найти наилучшее решение из  $W_n$  и обозначить его за эталон  $et$
  3.  $kol=0$
  4. Пока  $kol \leq Max$ 
    - 4.1. выбрать  $n_1$  наилучших решений из  $W_n$
    - 4.2. в цикле по  $i_1$  от 1 до  $n_1$ 

внести небольшие изменения в решение  $i_1$  и добавить полученное решение в множество  $W_{i1}$
    - 4.3. выбрать  $n_2$  наилучших решений из  $W_n$
    - 4.4. в по  $i_2$  цикле от 1 до  $n_2$ 

внести небольшие изменения в решение  $i_2$  и добавить полученное решение в множество  $W_{i2}$
    - 4.5. Сформировать  $n_3$  случайных решений и образовать из них множество  $W_{i3}$
    - 4.6. Сформировать множество  $W$  из множеств  $W_{i1}$ ,  $W_{i2}$  и  $W_{i3}$ .
    - 4.7. Выбрать  $n$  наилучших значений из  $W$  и сформировать из них множество  $W_n$
    - 4.8. если наилучшее решение из  $W_n$  меньше  $et$ , то  $kol=0$  иначе увеличить  $kol$  на 1.

Конкретизируем данный алгоритм. В частности, внесение небольших изменений в имеющееся решение аналогично мутации генетического алгоритма, подробное описание которой приведено выше.

Приведем пример работы данного шага алгоритма на примере хромосомы, представленной в табл. 2. Пусть случайным образом для изменения выбрана задача 8. Пусть для ее исполнения выбран исполнитель 4. Задача 8 начинается в момент времени 6. Кроме нее в момент 6 могут быть начаты задачи 6 и 7. Исполнитель 4 решает задачу 6. Следовательно, поменяем местами исполнителей для задач 6 и 8 и пересчитаем временные характеристики. Результаты представлены в табл. 6.

**Таблица 6**

**Фрагмент работы пчелиного алгоритма**

	вр. начала	исполнитель	длительность	вр окончания
Задача 1	0	1	4	4
Задача 2	0	2	6	6
Задача 3	0	4	6	6
Задача 4	4	3	7	11
Задача 5	4	5	4	8
Задача 6	6	2	7	13
Задача 7	6	1	9	15
Задача 8	6	4	4	10
Задача 9	8	5	8	16
Задача 10	11	3	7	18
Задача 11	13	4	3	16
Задача 12	16	1	8	24
Задача 13	18	5	7	25

Таким образом, с точки зрения специфики исследуемой задачи для ее решения наилучшим является метод пчелиных колоний.

**Выводы**

Таким образом, проанализированы существующие подходы к решению задачи планирования времени начала каждой из задач IT-проекта и назначения им исполнителей в случае, если каждый из них отличается друг от друга квалификацией и выполняет каждую из задач за определенное время. Исследованы специфики каждой операции каждого из методов

и те сложности, которые могут возникнуть в связи с особенностью предметной области. К ним относится, в первую очередь, взаимная зависимость работ и индивидуальное время решения каждой задачи каждым исполнителем.

В результате анализа сделан вывод о целесообразности использования для исследуемой задачи метод пчелиных колоний.

### Библиографический список

1. Бурков В.Н., Новиков Д.А. *Как управлять проектами*. М.: Синтег, 1997. 188 с.
2. Батищев Д.И., Неймарк Е.А., Старостин Н.В. Применение генетических алгоритмов к решению задач дискретной оптимизации. Нижний Новгород, 2007, 85 с.
3. Штовба С.Д. Муравьиные алгоритмы // *Exponenta Pro. Математика в приложениях*. – 2003. – №4. – С. 70–75
4. Курейчик В.В., Полупанова Е.Е. Эволюционная оптимизация на основе алгоритма колонии пчел // *Известия ЮФУ. Технические науки*. – 2009. – № 12 (101). – С. 41-46.

## COMPARATIVE ANALYSIS OF EVOLUTIONARY ALGORITHMS FOR SOLVING THE PROBLEM OF IT PROJECT PLANNING

S.A. Oleynikova, A.V. Dyatchina

---

*Oleynikova Svetlana Alexandrovna, Voronezh State Technical University, Dr. Sc. (Technical), Professor, Professor at the Department of Automated and Computing Systems*

*Russia, Voronezh, e-mail: s.a.oleynikova@gmail.com, tel.: +7-473-2-43-77-18*

*Dyatchina Anastasiya Vladimirovna, Voronezh State Technical University, Master at the Department of Automated and Computing Systems*

*Russia, Voronezh, e-mail: thenochnaya@mail.ru, tel.: +7-473-2-43-77-18*

---

Abstract. The article presents a comparative analysis of evolutionary algorithms for planning individual tasks of an IT project and assigning performers to them under conditions of different levels of their qualifications. In particular, the possibility of using a genetic algorithm, the ant and bee colony method for assessing the best start time for each task and performer is investigated.

*Keywords: IT-project, project management, evolutionary algorithms, genetic algorithm, ant colony method, bee colony method.*

### References

1. Burkov V.N., Novikov D.A. *How to manage projects*. Moscow, Sinteg Publisher; 1997. 188 p.
2. Batishchev D.I., Neimark E.A., Starostin N.V. *Application of genetic algorithms to solving discrete optimization problems*. Nizhny Novgorod, 2007, 85 p.
3. Shtovba S.D. Ant algorithms. *Exponenta Pro. Mathematics in applications*. 2003. No. 4. pp. 70-75.
4. Kureichik V.V., Polupanova E.E. Evolutionary optimization based on the bee colony algorithm. *Bulletin of SFedU. Technical sciences*. - 2009. - No. 12 (101). - pp. 41-46.

# НАУЧНЫЕ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ И МАГИСТРАНТОВ

УКД 658.5: 331.108.26

## МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ НА ВСЕХ ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОЕКТА

Т.А. Аверина, Д.А. Бородкина

*Аверина Татьяна Александровна\**, Воронежский государственный технический университет, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры управления

Россия, г. Воронеж, e-mail: [ta\\_averina@mail.ru](mailto:ta_averina@mail.ru), тел.: 8-910-349-89-53

*Бородкина Дарья Алексеевна*, Воронежский государственный технический университет, магистрант кафедры управления

Россия, г. Воронеж, e-mail: [borodkina.darya2001@mail.ru](mailto:borodkina.darya2001@mail.ru), тел.: +7 (473) 276-40-07

*Аннотация:* Статья посвящена проблеме управления человеческими ресурсами проекта. Управление человеческими ресурсами проекта представляет собой сложную систему, которая имеет место быть в течение всего времени работы над проектом. Проведен анализ основных инструментов и алгоритмов работы с человеческими ресурсами проекта, обозначены их преимущества, определена целесообразность применения на различных этапах жизненного цикла проекта. Предложена модель работы с командой проекта на протяжении всего жизненного цикла проекта актуальная и для небольших проектов.

*Ключевые слова:* проект, управление проектами, человеческие ресурсы, жизненный цикл проекта, стадии управления проектами.

### **Введение**

Управление проектами стало неотъемлемой частью современного бизнеса, поскольку оно позволяет гибко и эффективно реагировать на изменяющиеся условия рынка и потребности клиентов. В то же время, успех проекта зависит от грамотного управления различными функциональными областями, что является одним из ключевых факторов в достижении целей и минимизации рисков.

В соответствии с результатами исследования Академии бизнеса Б1 о трендах в развитии проектного менеджмента в России [1] практически половина опрошенных (130 и 150 респондентов из 289) указывают, что управление человеческими ресурсами и заинтересованными сторонами вызывают сложности при управлении проектами.

Работа по управлению человеческими ресурсами и созданию внутри команды комфортной и эффективной коммуникации являются важными задачами современного проектного менеджера.

**Постановка проблемы.** В современном мире, создание единой и универсальной методики управления человеческими ресурсами для всех проектов невозможно по ряду

причин: разнообразие и масштабы проектов, культурные различия, динамичность рынка труда, специфика отраслей и пр.

При этом количество инструментов и методик в данной сфере управления огромно [2, 3], но какие инструменты использовать и в каких случаях – сложный вопрос для менеджера. Особенно в случаях с небольшими проектами, ведь использование громоздких инструментов или подходов, ещё не доказавших в полной мере свою эффективность, может стать трудо- и времязатратным, но не дать ожидаемого результата.

Однако возможно адаптировать существующие процессы и создать алгоритм, адаптируемый к работе с малыми и средними проектами. При этом, он позволит обеспечить эффективное и согласованное управление командой проекта и избежать неэффективного планирования, учитывать психологическое состояние и настрой команды, поможет в управлении конфликтами и предоставит простые доступные инструменты для быстрой фиксации задач и результатов.

**Целью** работы является разработка модели работы с командой на протяжении всего жизненного цикла проекта, адаптируемого и к малому проекту.

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

В основе исследования - анализ литературы. Был проведен обширный литературный обзор, с использованием различных академических баз данных и публикаций, для выявления последних достижений и перспектив в области управления персоналом проектов. Методология исследования основана на концепциях, подходах и методиках управленческих дисциплин, таких как управление проектами, теория менеджмента, стратегический менеджмент, инновационный менеджмент. В ходе исследования были использованы методы экспертной оценки, анализа и синтеза, а также сравнения.

Многие авторы отмечают важную роль человеческих ресурсов в проектах. Тем не менее, в публикациях часто отсутствуют готовые алгоритмы для работы с человеческими ресурсами и проектными командами. Задача объединения различных концепций в единый алгоритм и стала предметом исследования.

#### **Результаты исследования**

История развития подходов к управлению персоналом началась в 1880-х годах. В 1970-х годах термин «управление персоналом» был заменен термином «управление человеческими ресурсами», подчеркивающим важность человеческих ресурсов для успеха компании, значение инвестирования в навыки и развитие сотрудников на благо организации.

В современной интерпретации понятие «управление человеческими ресурсами проекта» это процесс обеспечения эффективного использования людей, их знаний, навыков и способностей для достижения целей проекта. Оно включает в себя планирование, отбор, развитие, мотивацию и управление персоналом проекта.

В рамках команды проекта у каждого участника есть определенные задачи и зона ответственности, в том числе в принятии управленческих решений. Роли и их описание представлены в таблице 1 [4].

К концу XX века стали активно развиваться международные стандарты по управлению проектами, включающие аспекты, касающиеся управления человеческими ресурсами. К ним относятся: стандарты IPMA, PMI, PRINCE2 и другие. [5]

В настоящее время в России, в сфере управления проектами самыми распространёнными документами являются разработанный в американском Институте управления проектами (PMI) в 90-х годах прошлого века (отражающий процессный подход в управлении) стандарт и стандарт, предложенный основанной в Швейцарии International Project Management Association (IPMA). Оба стандарта содержат рекомендации, которые помогают менеджерам рационально управлять проектами [6, 7]. Кроме того опубликованы и применяются на практике Национальные требования к компетентности специалистов по *Управлению проектами* (СОВНЕТ) [8]. Они служат основой для разработки и внедрения эффективных методов управления проектами, а также для сертификации профессионалов в этой области.

## Участники проекта

Роль	Role	Описание
Менеджер (руководитель) проекта	Project Manager	Ответственный за руководство проектом и достижение его результатов
Команда проекта	Project Team	Специальная структура, которая объединяет отдельные лица, группы и организации, привлеченные к выполнению задач проекта и отвечающие за их выполнение
Команда управления проектом	Project Management Team	Структура, возглавляемая руководителем проекта и созданная на период выполнения проекта
Постоянная (родительская, головная, материнская) организация	Permanent organization	Головная организация, в отличие от временной структуры проекта, является постоянной организацией
Организационная структура проекта	Organizational Breakdown Structure	Наиболее подходящая временная структура проекта, включающая всех участников и созданная для успешного достижения целей проекта

Не смотря на значимость вышеупомянутых документов, следует отметить и их недостатки с позиции управления человеческими ресурсами:

1. Системы с одной стороны универсальны, но с другой, фокусируются сразу на различных функциональных областях, при этом мало внимания уделяется управлению непосредственно человеческими ресурсами.

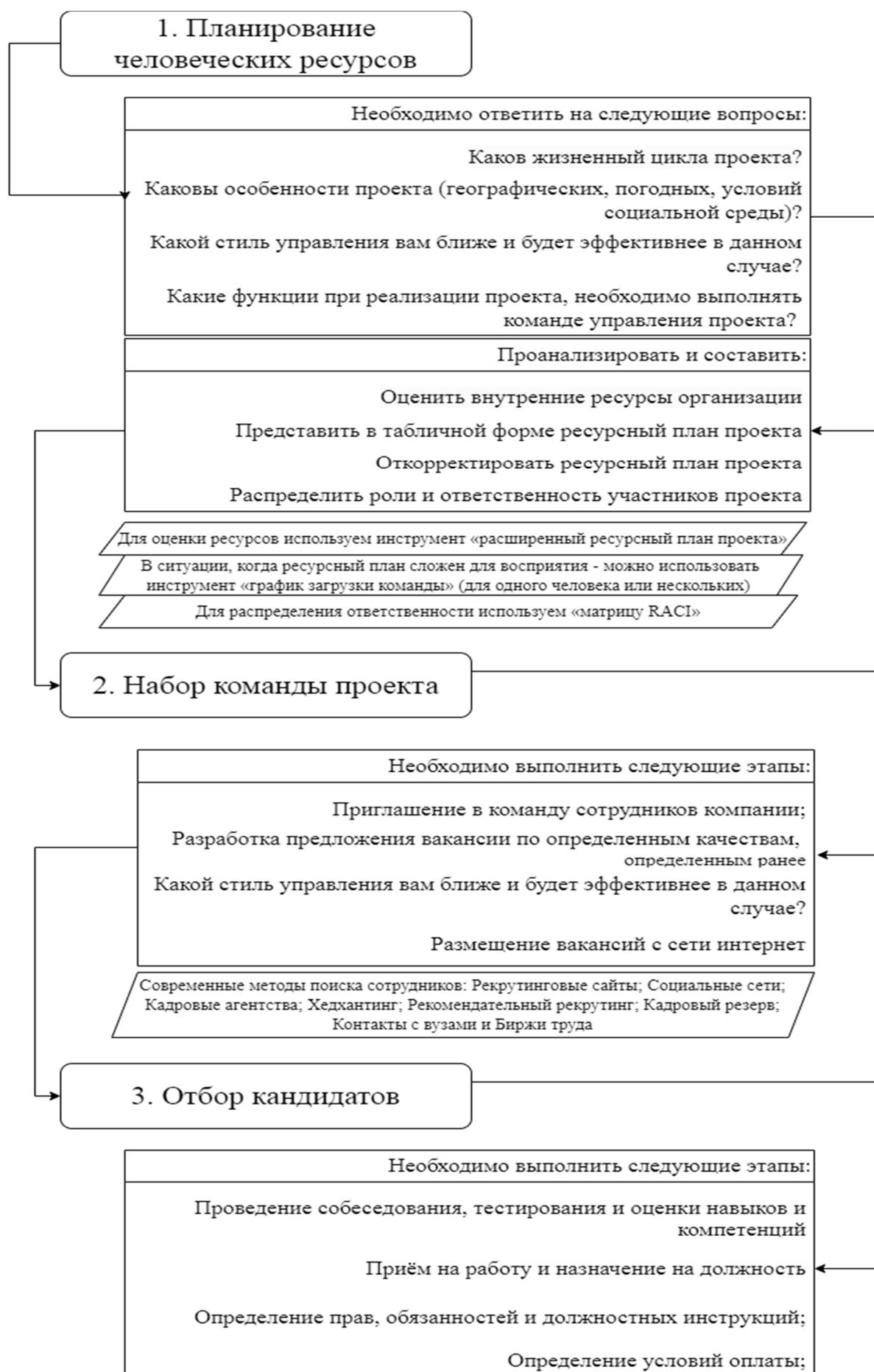
2. Акцент, в данных системах, сделан на процедурных аспектах управления проектами и недостаточно учитывает творческий подход и адаптацию к уникальным ситуациям.

3. Недостаточно внимания уделено развитию и мотивации персонала, управлению талантами и обеспечению удовлетворенности работой.

А ведь все эти аспекты очень важны. Для разработки алгоритма работы с командой малого проекта, за основу возьмем структуру, разработанную организацией IPMA, и дополним ее актуальными инструментами. Алгоритм состоит из нескольких этапов, в соответствии с жизненным циклом проекта и представлен в виде схемы для удобной работы. К каждому этапу даны дополнительные пояснения.

### Инициация и планирование

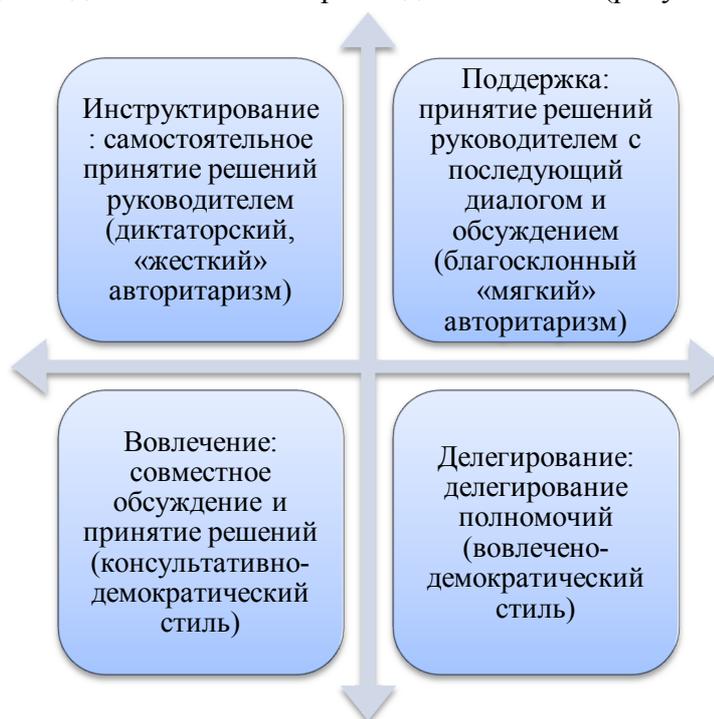
Любой проект, в том числе в строительной отрасли, начинается с инициации и планирования. Когда цели, задачи и стратегии определены необходимо определить исполнителей, сроки и возможности. Первые шаги процесса, соответствующие первым этапам проекта отражены на рисунке 1.



**Рис. 1. Управление командой проекта 1 – 3**

Стиль и стратегия управления определяется в первом приближении в соответствии со спецификой проекта и предпочтениями руководителя.

Так, например, руководитель может выбрать один из стилей (рисунок 2):



**Рис. 2. Стили управления**

Для оценки внутренних ресурсов организации необходимо проанализировать – реализовывались ли ранее в организации аналогичные проекты и, если да, то кого из работников в период реализации проекта будет возможно привлечь к работе над проектом.

Алгоритм предполагает использование инструмента «расширенный ресурсный план проекта», который представлен в таблице 2 (цифры условные).

Так же план создается для анализа – равномерно ли распределены ресурсы в проекте, нет ли перегрузок или наоборот «простоев» в плане.

**Таблица 2**

**Расширенный ресурсный план проекта**

Работа	Ресурсы	Кол-во	Тип ресурса	Цена	Цена сверхурочно	Период
Разработка проектной документации	Проектировщик	1	Трудовой	350 р/час	400 р/час	01.01 31.01
	Главный инженер	1		500 р/час	550 р/час	
Согласование проекта	Менеджер проекта	1	Трудовой	500 р/час	550 р/час	01.02 28.02
Закупка материалов	Специалист по закупке	1	Трудовой	250 р/час	300 р/час	01.03 16.03
Контроль качества	Главный инженер	1	Трудовой	500 р/час	550 р/час	01.04 30.08

Планирование ресурсов помогает оптимизировать их распределение между проектами, обеспечивая наиболее концентрированное и «полезное» использование. Это означает, что каждый сотрудник будет вовлечен в работу над проектом наиболее

эффективно, что снизит нагрузку и переутомление. Планирование предотвращает конфликты между ресурсами, что особенно важно, когда они распределяются по разным проектам, что в свою очередь позволяет более точно прогнозировать затраты и сроки выполнения.

При максимизации использования ресурсов снижается риск перерасхода бюджета из-за неэффективного использования времени и рабочей силы. Это также снижает вероятность задержек в выполнении задач, что положительно сказывается на итоговой стоимости проекта.

В некоторых случаях может возникнуть дисбаланс в распределении ресурса, как, например, отражено на рисунке 3 «График загрузки менеджера проекта».



**Рис. 3. График загрузки менеджера проекта**

В случае возникновения «ресурсного конфликта» или «недозагрузки» необходимо пересмотреть план проекта, чтобы убедиться, что все задачи и ресурсы распределены оптимально, и внести необходимые изменения в план проекта и график ресурсов. Важно убедиться, что все участники проекта знают о новых назначениях и сроках выполнения задач.

Благодаря тщательному планированию, постоянному мониторингу и своевременным корректировкам организации могут оптимизировать свои ресурсы, повысить производительность и увеличить свои шансы на достижение поставленных целей.

Самый доступный и действенный способ распределения ролей – составление матрицы ответственности. Пример матрицы представлен в таблице 3.

Матрица распределения ролей в проекте устанавливает соответствие между структурой организации проекта и распределением задач, определяя, кто несет ответственность за выполнение каждой задачи и части проекта.

**Таблица 3**

**Матрица ответственности**

	Менеджер проекта	Главный архитектор	Главный инженер
Составление плана проекта	R, A	C	C
Создание плана-проекта здания		R, A	I

R (Responsible) – исполнитель задачи или подзадачи проекта.  
A (Accountable) – лицо, ответственное за своевременное и полное выполнение задачи. Оно не обязательно выполняет задачу сам.  
C (Consult) – эксперт, консультирующий команду по вопросам своей специализации.  
I (Informed) – член команды, который должен быть информирован о ходе выполнения задачи, так как результаты влияют на его последующую работу.

С помощью RACI-матрицы можно избежать ситуации, когда роли и обязанности в команде размыты. Это способствует более рациональному использованию ресурсов, поскольку каждый участник понимает свои обязанности. Как результат, повышается эффективность работы и качество коммуникаций, сокращаются затраты, ошибки и дублирование усилий, что в конечном итоге ведет к снижению стоимости проекта.

Инструментами по отбору кандидатов могут выступать: проведение собеседования, тестирования и оценки навыков и компетенций. В зависимости от рода деятельности можно выбирать любой из вариантов оценки способностей кандидата.

После набора команды и распределения задач следует переходить непосредственно к выполнению работ руководителем и подчиненными.

### **Исполнение и мотивация**

После набора команды – проект переходит в стадию реализации. При этом будет ошибкой оставить команду проекта без внимания. В первое время необходимо поработать над сплочением и мотивацией. Данные шаги отражены в алгоритме на рисунке 4.

Таким образом, сближению сотрудников и руководителя, для достижения общих целей способствуют следующие шаги:

1. Проговорить цели и задачи каждого участника, найти пересечения с общей целью проекта;

2. Обозначить желаемый личный прогресс в карьере членов команды.

Для работы с членами команды в отдельности необходимо:

Создать дорожную карту проекта, определить этапы, сроки и детально проговорить вклад каждого участника. Для этого можно использовать современные инструменты, где будут прописаны задачи команды, такие как Notion, Google-таблицы или Miro.

Преимущество использования таких инструментов состоит в их доступности – таблицы и графики можно открывать с разных устройств, находясь как в офисе, так и на объекте строительства. Вся важная информация структурируется в одном месте, при этом есть возможность настроить доступ для определенных лиц.

Работа с мотивацией – самый важный аспект на данном этапе. Необходимо создать систему мотивации и стимулирования, которая будет побуждать сотрудников к эффективной работе и достижению результатов. Система может включать в себя премии, бонусы, льготы, возможности карьерного роста и другие стимулы.

Для определения, какие виды мотивации присущи членам команды удобно использовать мотивационную карту (таблица 4)

**Таблица 4**

### **Мотивационная карта**

Потребности	Что хочет сотрудник от ...?	Как можно удовлетворить его потребности?
Самореализация	* Организации	
	* Менеджера	
	* Проекта	
Социальный статус	* Организации	
Безопасность	* Организации	
Базовые потребности	* Организации	

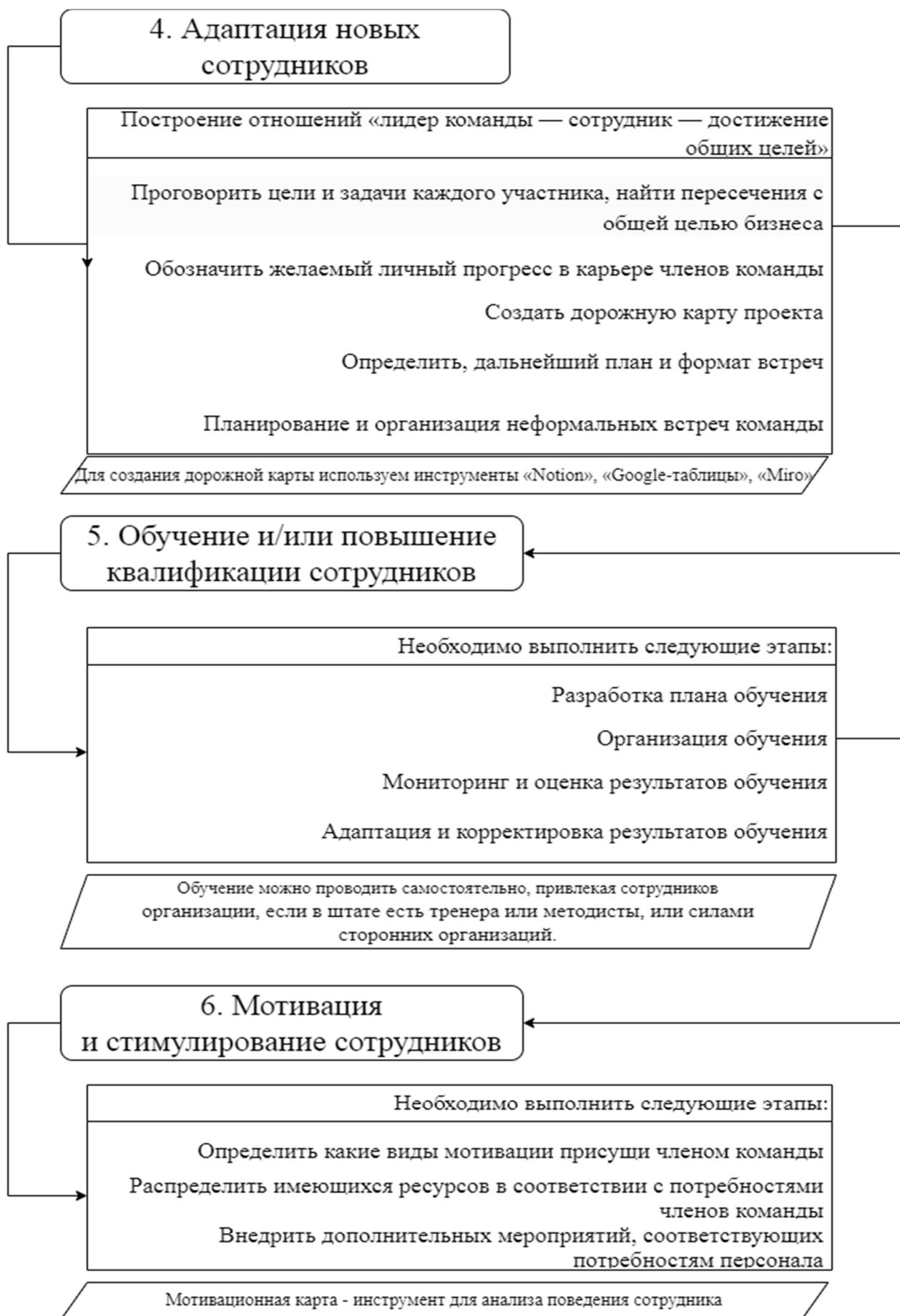
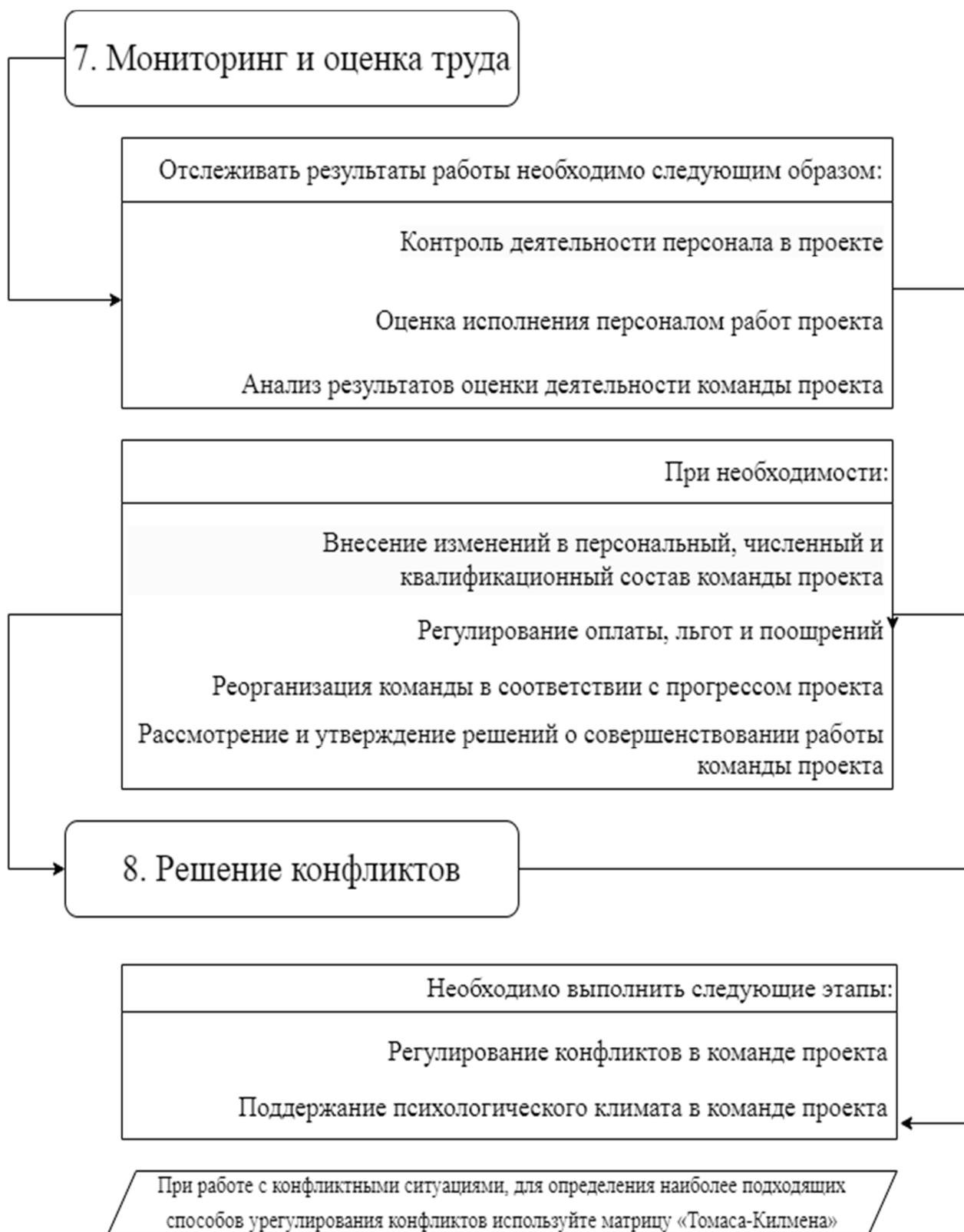


Рис. 4. Управление командой проекта 4 – 6



**Рис. 5. Управление командой проекта 7 – 8**

Создание карты позволяет разрабатывать более целенаправленные и эффективные стратегии мотивации, которые могут включать в себя индивидуальные поощрения, программы обучения и развития, гибкий график работы и другие меры, соответствующие интересам и потребностям сотрудников.

Так же этот инструмент снижает затраты, так как позволяет не концентрироваться на материальном поощрении сотрудников.

Как бы качественно ни был подобран персонал и как бы мотивирован он ни был – необходимо контролировать сотрудников и управлять конфликтами, в случае их возникновения.

### **Контроль и управление конфликтами**

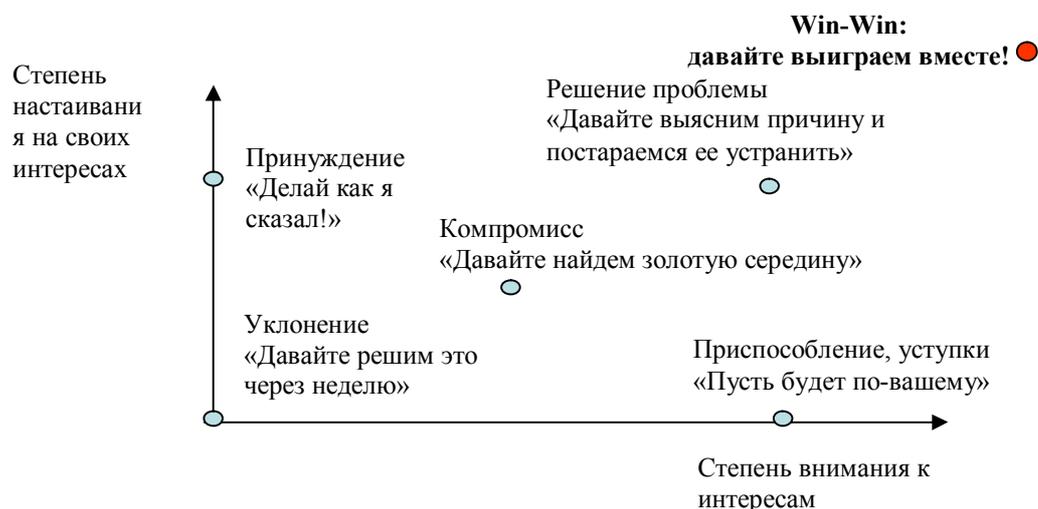
Следующие этапы управления отражены на рисунке 5 ниже:

Мониторинг и оценка работы сотрудников может проводиться с помощью различных методов: обратная связь, опросы, аттестации и т. д.

В процессе работы могут возникать проблемы и конфликты между сотрудниками. Необходимо решать эти проблемы, чтобы сохранить гармонию в команде и обеспечить эффективную работу.

Для работы с конфликтными ситуациями выгоднее всего стремиться к ситуации «Win-Win», однако в процессе работы могут возникать различные ситуации. Для определения наиболее подходящих способов урегулирования конфликтов предлагается использовать матрицу Томаса-Килмена (рисунок 6).

В матрице каждая из пяти стратегий в матрице имеет свои преимущества и недостатки, что делает ее подходящей для различных обстоятельств.



**Рис. 6. «Матрица разрешения конфликтов»**

Конфликты могут возникать, когда одна сторона проявляет высокую степень настойчивости и низкую готовность к сотрудничеству. В таких случаях участники стремятся защитить свои интересы, иногда в ущерб интересам других.

Альтернативный подход – приспособление, где упорство ниже, а готовность сотрудничать выше. Здесь участники могут пойти на компромисс ради сохранения хороших отношений.

Сотрудничество считается наилучшим способом разрешения конфликтов, поскольку оно направлено на поиск решений, удовлетворяющих интересы всех сторон. Этот метод способствует укреплению отношений и стимулирует дальнейшее сотрудничество.

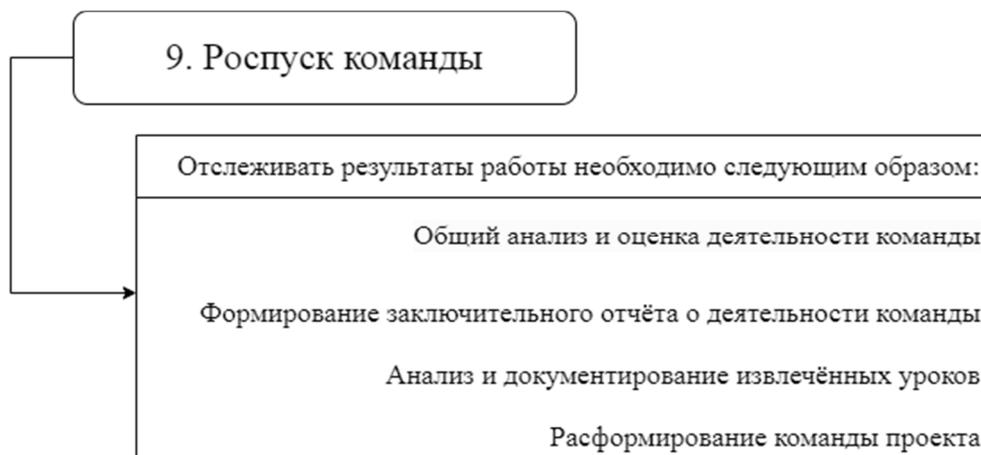
Ситуация «выиграл-выиграл» предполагает нахождение решений, которые удовлетворили бы обе стороны, что положительно влияет на отношения и мотивирует участников продолжать работать вместе.

Таким образом, при грамотном подходе команда проекта должна работать весь жизненный цикл проекта, вплоть до последних этапов и завершения.

### **Завершение проекта**

Финальный этап отражен на рисунке 7.

Анализ результатов может проходить в различных форматах и включать как табличный анализ, так и простое обсуждение с сотрудниками и/или менеджерами, однако обязательной должна оставаться фиксация результатов для дальнейшего развития организации.



**Рис. 7. Управление командой проекта 7 – 8**

Таким образом, данный алгоритм позволит руководителям проектов точно определять и отслеживать загрузку и эффективность каждого сотрудника, что обеспечит прозрачность и контроль над процессом работы. Так же открывает возможность анализа затрат на человеческие ресурсы, для сопоставления их с результатами проекта, и оценки рентабельности инвестиций.

Так же модель построена таким образом, чтобы учитывать особенности малых проектов и с учетом жизненного цикла проекта и команды.

#### **Заключение**

Управление человеческими ресурсами проекта включает все процессы, связанные с оптимальным использованием персонала. От формирования команды и поиска кандидатов до разрешения конфликтов, и организации обучения, все это является задачами управления человеческими ресурсами.

Стандарты, разработанные PMI и IPMA, СОВНЕТ помогают менеджерам управлять проектами, однако имеют и свои минусы и сложности в применении. Разнообразие инструментов и подходов актуализирует и дает возможность создания общего алгоритма управления командой проекта.

Модель разработана на основе структуры, предложенной организацией IPMA и дополнена актуальными несложными инструментами, что позволяет ее использовать и для небольших проектов и для отдельных этапов развития проекта. Ее применение позволит менеджерам точно определять и отслеживать загрузку и эффективность сотрудников, откроет возможности анализа затрат на человеческие ресурсы, для сопоставления их с результатами и дальнейшей оценки проекта.

#### **Библиографический список**

1. Текущее состояние и тенденции развития проектного управления в России. — Текст : электронный // Б1 : [сайт]. — URL: <https://b1.ru/>
2. Аверина Т.А. Управление проектами и программами (углубленный курс) / Аверина Т.А., Баркалов С.А., Баутина Е.В., Карпович М.А., Серебрякова Е.А., Шевченко Л.В., под общ. ред. С.А. Баркалова. - АО "Воронежская областная типография". - Воронеж, 2023. - 460 с.

3. Аверина Т.А. Виртуальные модели в управлении жизненным циклом объекта капитального строительства / Аверина Т.А. / Информационное моделирование в задачах строительства и архитектуры. Материалы VII Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2024. С. 42-48.
4. Теория и практика командной работы: учебно-методическое пособие / С. А. Трифонова, О. Н. Саковская ; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. — Ярославль : ЯрГУ, 2021. — 40 с.
5. Сидорова В.Н., Сидоров Н.В. Современные технологии и практика управления персоналом // Экономика и управление: проблемы, решения. — 2019. — Т. 1. — №5. — С. 60–65.
6. Руководство к своду знаний по управлению проектами (Руководство PMBOK®). 6-е изд. / Project Management Institute, Inc. NY.: издво Four Campus Boulevard, 2018. — 388 с.
7. IPMA 4 Level Certification for Project Professionals. — Текст : электронный // International Project Management Association (IPMA) : [сайт]. — URL: <https://ipma.world/>
8. Говорить на одном языке. — Текст : электронный // Ассоциация управления проектами «СОВНЕТ» : [сайт]. — URL: <https://www.sovnet.ru/>
9. Мухачев Ю.А. Проектное управление человеческими ресурсами. М.: КНОРУС, 2019.
10. Корнеева Ирина Вадимовна Управление человеческими ресурсами проекта: технология, специфика и риски // Известия ВУЗов ЭФиУП. 2021. №2 (48). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-chelovecheskimi-resursami-proekta-tehnologiya-spetsifika-i-riski>
11. Основы управления проектами в строительстве: учебное пособие / А. В. Мишакова, А. Д. Занина, Г. А. Аверченко, А. А. Шавва; Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. — Санкт-Петербург, 2023. — 1 файл (1,74 Мб). — Загл. с титул. экрана. — Доступ из локальной сети ИБК СПбПУ (чтение, печать). — <URL:<https://elib.spbstu.ru/dl/5/tr/2023/tr23-159.pdf>>. — DOI 10.18720/SPBPU/5/tr23-159. — Текст: электронный
12. Управление человеческими ресурсами: учебник и практикум для вузов / О. А. Лапшова [и др.] ; под общей редакцией О. А. Лапшовой. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 406 с.
13. Управление человеческими ресурсами: учеб. пособие / Н.В. Соловова [и др.]. – Самара: Изд-во Самарского университета, 2019. – 138 с.
14. Одегов Ю.Г., Руденко Г.Г. Управление персоналом. — М.: Юрайт, 2019.
15. AI in Project Management. — Текст : электронный // Project Management Institute : [сайт]. — URL: [www.pmi.org](http://www.pmi.org)
16. How Project Managers Can Stay Relevant in Agile Organizations. — Текст : электронный // Harvard Business Publishing : [сайт]. — URL: <https://hbr.org/>
17. Project management training by real experts.. — Текст : электронный // Wellington Limited : [сайт]. — URL: <https://wellington.co.uk/>

## **MODEL OF HUMAN RESOURCES MANAGEMENT AT ALL STAGES OF THE PROJECT LIFE CYCLE**

**Averina T.A., Borodkina D.A.**

---

*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

**Abstract:** The article is devoted to the problem of project human resource management. Project human resource management is a complex system that takes place throughout the entire period of work on the project. The analysis of the main tools and algorithms for working with project human resources is carried out, their advantages are identified, and the feasibility of using them at various stages of the project life cycle is determined. A model of working with the project team throughout the entire project life cycle is proposed, which is also relevant for small projects.

**Keywords:** project, project management, human resources, project life cycle, project management stages.

## References

1. Current state and development trends of project management in Russia [Tekushhee sostojanie i tendencii razvitiya proektnogo upravlenija v Rossii]. — Text: electronic // B1: [site]. — URL: <https://b1.ru/>
2. Averina T.A. Project and program management (advanced course) [Upravlenie proektami i programmami (uglublennyj kurs)] / Averina T.A., Barkalov S.A., Bautina E.V., Karpovich M.A., Serebryakova E.A., Shevchenko L.V., edited by S.A. Barkalov. - JSC "Voronezh Regional Printing House". - Voronezh, 2023. - 460 p.
3. Averina T.A. Virtual models in life cycle management of a capital construction project [Virtual'nye modeli v upravlenii zhiznennym ciklom obekta kapital'nogo stroitel'stva] / Averina T.A. / Information modeling in construction and architecture problems. Proceedings of the VII International Scientific and Practical Conference. St. Petersburg, 2024. Pp. 42-48.
4. Theory and Practice of Teamwork: a teaching aid [Teorija i praktika komandnoj raboty] / S. A. Trifonova, O. N. Sakovskaya; Yaroslavl state University named after P. G. Demidov. - Yaroslavl: YarSU, 2021. - 40 p.
5. Sidorova V. N., Sidorov N. V. Modern technologies and practice of personnel management [Sovremennye tehnologii i praktika upravlenija personalom] / Economics and Management: Problems, Solutions. - 2019. - Vol. 1. - No. 5. - Pp. 60-65.
6. A Guide to the Project Management Body of Knowledge [Rukovodstvo k svodu znaniĭ po upravleniju proektami] (PMBOK® Guide). 6th ed. / Project Management Institute, Inc. NY.: Four Campus Boulevard Publishing House, 2018. - 388 p.
7. IPMA 4 Level Certification for Project Professionals. - Text: electronic // International Project Management Association (IPMA): [website]. — URL: <https://ipma.world/>
8. Speaking the same language [Govorit' na odnom jazyke]. — Text: electronic // Project Management Association "SOVNET": [site]. — URL: <https://www.sovnet.ru/>
9. Mukhachev Yu.A. Project management of human resources [Proektnoe upravlenie chelovecheskimi resursami]. Moscow: KNORUS, 2019.
10. Korneeva Irina Vadimovna Project human resource management: technology, specifics and risks [Upravlenie chelovecheskimi resursami proekta: tehnologija, specifika i riski] // News of Universities of Economics and Management. 2021. No. 2 (48). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-chelovecheskimi-resursami-proekta-tehnologiya-spetsifika-i-riski>
11. Fundamentals of project management in construction: a tutorial [Osnovy upravlenija proektami v stroitel'stve] / A. V. Mishakova, A. D. Zanina, G. A. Averchenko, A. A. Shavva; Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University. — St. Petersburg, 2023. — 1 file (1.74 MB). — Title with the title screen. — Access from the local network of the IBC SPbPU (reading, printing).

- <URL:<https://elib.spbstu.ru/dl/5/tr/2023/tr23-159.pdf>>. — DOI 10.18720/SPBPU/5/tr23-159. — Text: electronic
12. Human Resources Management [Upravlenie chelovecheskimi resursami]: textbook and workshop for universities / O. A. Lapshova [et al.]; under the general editorship of O. A. Lapshova. — Moscow: Yurait Publishing House, 2024. — 406 p.
13. Human Resources Management [Upravlenie chelovecheskimi resursami]: textbook / N.V. Solovyova [et al.]. — Samara: Samara University Press, 2019. — 138 p.
14. Odegov Yu.G., Rudenko G.G. Personnel Management [Upravlenie personalom]. — M.: Yurait, 2019.
15. AI in Project Management. — Text: electronic // Project Management Institute: [site]. — URL: [www.pmi.org](http://www.pmi.org)
16. How Project Managers Can Stay Relevant in Agile Organizations. — Text: electronic // Harvard Business Publishing: [site]. — URL: <https://hbr.org/>
17. Project management training by real experts.. — Text: electronic // Wellington Limited: [site]. — URL: <https://wellington.co.uk/>

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТА НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА

**А.В. Белоусов, Е.А. Медведева, В.П. Решетникова**

---

*Белоусов Алексей Вадимович\**, Воронежский государственный технический университет, ассистент базовой кафедры кибернетики в системах организационного управления Россия, г. Воронеж, e-mail: [abelousov@cchgeu.ru](mailto:abelousov@cchgeu.ru), тел.: +7-920-408-80-45

*Медведева Елизавета Александровна*, Воронежский государственный технический университет, студент факультета информационных технологий и компьютерной безопасности, Россия, г. Воронеж, e-mail: [elizm-1207@mail.ru](mailto: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](mailto:sovva.lera@yandex.ru), тел.: +7-968-266-39-20

---

Аннотация. В статье рассматриваются способы оценки деятельности инвестиционных проектов, которые включают в себя формирование системы показателей, включающую количественные и качественные показатели, которые используются для определения эффективности их работы, а также определяют тенденции развития на будущее. В качестве основного фактора, который влияет на конкурентоспособность строительной организации, можно отметить способность ее менеджеров использовать современные цифровые технологии для принятия управленческих решений. Они могут использовать модели прогнозирования и разработки в процессе принятия решений. Из-за особенностей строительного производства, в процессе выбора моделей для прогнозирования необходимо учитывать множество факторов. Они могут быть как внешними, так и внутренними. Факторы, влияющие на внутренние возможности строительной организации, включают в себя: уровень технической оснащенности, используемые технологии и программное обеспечение, обеспечивающие выполнение работ с использованием современных технологий и информационных технологий; финансовую устойчивость; компетентность кадров и их способность к обучению новым конкурентным технологиям. С помощью предлагаемой в статье технологии обработки информации можно получить сведения о всех деталях, которые были использованы при монтаже оборудования. Это касается сроков и исполнителей работ, погодных условий, используемой строительной техники, материалов и их поставщиков. По конструктивным признакам работы, объемы работ и фактические затраты труда рабочих, а также продолжительность работы строительных машин, которые зафиксированы в соответствующих журналах и документах журнала, группируются по отдельным конструктивным элементам. Эта методика, позволяет управлять скоростью выполнения строительных работ и изменять его в зависимости от особенностей конкретного объекта, а также от особенностей работы каждой бригады. Она направлена на повышение адаптивности системы управления строительством. В целях решения поставленной задачи необходимо, чтобы уже на ранней стадии работы бригады рабочих на объекте была осуществлена настройка системы управления на конкретные условия его реализации, опираясь на данные ранее построенных объектов-аналогов.

*Ключевые слова:* анализ, методика, инвестиционно-строительные проекты, показатели, прогнозирование, оценка, регрессия, строительное производство.

### **Введение**

Все чаще для управления строительными проектами используются интеллектуальные системы. Они способны проводить анализ и прогноз различных временных, ресурсных и пространственных характеристик как отдельных проектов, так и всего комплекса в целом. Это имеет большое значение для организации, которая занимается строительством. Следовательно, данный процесс является необходимым компонентом процесса прогнозирования. Функция оценки деятельности инвестиционных проектов (ИП) включает в себя формирование системы показателей, которая включает в себя количественные и качественные показатели, которые используются для определения эффективности их работы, а также определяют тенденции развития на будущее. По причине того, что процессы

возведения зданий и сооружений постоянно усложняются, а конкуренция на рынке строительных услуг растет, возрастает важность проведения прогнозов параметров инвестиционных проектов (ИСП). В качестве основного фактора, который влияет на конкурентоспособность строительной организации, можно отметить способность ее менеджеров использовать современные цифровые технологии для принятия управленческих решений. Они могут использовать модели прогнозирования и разработки в процессе принятия решений. Из-за особенностей строительного производства, в процессе выбора моделей для прогнозирования необходимо учитывать множество факторов. Они могут быть как внешними, так и внутренними. Факторы, влияющие на внутренние возможности строительной организации, включают в себя: уровень технической оснащенности, используемые технологии и программное обеспечение, обеспечивающие выполнение работ с использованием современных технологий и информационных технологий; финансовую устойчивость; компетентность кадров и их способность к обучению новым конкурентным технологиям. Факторы, влияющие на эти факторы, способствуют тому, что при реализации ИСП могут быть выявлены некоторые технические и экономические риски. Их влияние распространяется и на то, как будут выбираться модели прогнозирования, системы планирования и принятия управленческих решений [1]. Нехватка информации о влиянии тех или иных факторов может привести к неверным результатам при составлении прогноза. Следствием этого является то, что результаты реализации отдельных проектов и деятельности строительной организации могут значительно различаться с прогнозными значениями [2].

### **Постановка задачи**

В связи с большим количеством незавершенного производства, которое характерно для строительной индустрии, необходимо разрабатывать и применять модели прогнозирования, как на короткие временные промежутки (неделя, месяц), так и на более длительные временные интервалы (квартал, год). Это требует создания моделей с целью прогнозирования параметров, как отдельных объектов, так и всей строительной организации в целом.

Учитывая сложность и многообразие системы управления, необходимо разработать методику прогнозирования параметров ИСП на всех этапах строительства, начиная от проектирования и заканчивая реализацией проекта с использованием современных технологий.

Методология прогнозирования может быть представлена в виде трех основных элементов, которые определяют способы классификации: степень формализации, общий принцип действия и способ получения информации, которая соответствует прогнозу.

Использование методов, которые можно назвать формализуемыми, возможно в том случае, когда информация об объекте прогнозирования имеет преимущественно количественный характер, а влияние различных факторов может быть описано с помощью математических формул [2].

Процессы, которые невозможно объяснить с помощью математических формул, являются интуитивными и используются для их осуществления.

Данные методы не всегда подходят для создания прогнозных моделей, которые показывают временные и стоимостные характеристики ИСП. Это происходит из-за того, что они не могут обеспечить точную информацию о параметрах ИСП в режиме реального времени. По этой причине в строительстве, как и во многих других организационно-технологических системах более уместны будут формализованные методы и алгоритмы, которые основаны на их основе, а также информационные технологии [3].

В области строительства наиболее перспективным является направление, которое основано на использовании в процессе прогнозирования информационных баз - объектов аналогичного вида, которые создаются в автоматическом режиме в процессе использования информационных технологий.

Применяя метод прогнозной экстраполяции для краткосрочного прогнозирования параметров ИСП, можно столкнуться с рядом ограничений [3].

- В связи с тем, что существует множество факторов, которые влияют на параметры строительства отдельных зданий и строительной организации в целом, невозможно рассчитать все их значения.

- В период оперативного управления, в целях предотвращения влияния негативных факторов на реализацию строительного проекта, была проведена жесткая фиксация модели тренда. Это привело к тому, что не учитывались временные колебания, которые могут возникнуть в процессе реализации проекта, связанные с погодными условиями, недостаточным количеством рабочих ресурсов, выходом из строя оборудования и механизмов.

Модель множественной регрессии является одним из наиболее распространенных методов, позволяющих получить прогноз параметров строительства.

На протяжении всей деятельности строительной организации, в ее распоряжении постоянно появляется новая информация, которая требует внесения поправок в прогнозную модель. Коррекция, в которой требуется много вычислений, является очень сложной и трудоемкой процедурой, для которой необходим большой объем вычислений. В результате этого становится невозможным динамическое изменение характеристик прогнозной модели.

Дж. Мэнном в качестве моделей для прогнозирования были предложены модели, разработанные Г. Дженкинсоном. В основе алгоритма лежит информация, которая содержится в предыстории прогнозируемых рядов, что ограничивает его возможности. Наиболее распространенными частными случаями моделей ARIMA[3] являются следующие:  $AR(p)$  - это модель, которая является авторегрессионистской и имеет скользящее среднее порядка  $p$ ;  $MA(q)$  - это вариация модели со скользящим средним порядка  $q$ .

Модификация  $AR(p)$  является примером авторегрессионной модели порядка  $p$ .

$$Y(t) = f_0 + f_1 Y(t - 1) + \dots + f_p Y(t - p) + E(t) \quad (1)$$

где:  $Y(t)$ -зависимая переменная в момент времени  $t$ .  $f_0, f_1, \dots, f_p$ — оцениваемые параметры.  $E(t)$  — ошибка от влияния переменных, которые не учитываются в данной модели.

Задача состоит в определении значений  $f_0, f_1, \dots, f_p$ . Для того чтобы найти их, следует воспользоваться системой уравнений Юла-Уолкера, но этот метод требует больших вычислений [4]. К тому же, существует более простой способ, который называется методом наименьших квадратов.

Для создания авторегрессионных моделей было принято предположение о том, что значения процесса  $Z(t)$  линейно зависят от определенного количества предыдущих значений данного процесса, таких как:  $Z(t-1), \dots, Z(t-p)$ .

В качестве примера можно привести модель  $MA(q)$ , в которой среднее значение является скользящим и составляет  $q$ .

$$Y(t) = m + e(t) - w_1 e(t - 1) - w_2 e(t - 2) - w_p e(t - p) \quad (2)$$

где  $Y(t)$ -зависимая переменная в момент времени  $t$ .  $w_0, w_1, w_2, \dots, w_p$ — оцениваемые гиперпараметры.

Если вы хотите добиться большей гибкости, то вам следует объединить в одной модели авторегрессию  $AR(p)$  и скользящее среднее  $MA(q)$ , которое является промежуточным между ними. Данная общая модель имеет название  $ARMA(p,q)$ , она является авторегрессионной моделью со скользящим средним в остатках. Она включает в себя все члены, которые описывают процесс авторегрессии и элементы, которые моделируют остаток в виде среднего. На самом деле, модель скользящего среднего – это

своего рода фильтр низких частот. Есть несколько типов моделей скользящего среднего: простые, взвешенные, кумулятивные и экспоненциальные [4].

Когда данные входного ряда используются не в качестве исходных данных, а как их разность  $d$ -того порядка, то данная модель называется авторегрессией интегрированного скользящего среднего. Эта модель имеет название ARIMA ( $p, d$  и  $Q$ ) [4].

Модификация ARIMAX( $p, d, q$ ) является развитием модели ARIMA. Она описывает уравнение:

$$Z(t) = AR(p) + \alpha_1 X_1(t) + \dots + \alpha_s X_s(t) \quad (3)$$

где,  $\alpha_1, \dots, \alpha_s$  — коэффициенты внешних факторов  $X_1(t), \dots, X_s(t)$ . В данной модели чаще всего процесс  $Z(t)$  является результатом модели  $MA(q)$ .

Тогда, для прогнозирования  $Z(t)$  используется модель авторегрессии, в которой помимо основных регрессоров внешних факторов введены дополнительные  $X_1(t), \dots, X_s(t)$ .

В качестве недостатков метода можно отметить сложность реализации прогнозной модели и неоднородность темпа строительных работ, как временного ряда. К тому же, он обладает недостатками метода корреляции, которые ограничивают возможность использования метода для прогнозирования временных и стоимостных характеристик строительства объекта [5].

Модели данного класса имеют ряд недостатков, которые включают в себя большое количество параметров, которые трудно идентифицировать и которые требуют затрат ресурсов. Также они имеют низкую адаптивность, что приводит к невозможности моделирования нелинейных процессов, которые встречаются на практике.

После проведения ряда доработок и усовершенствований в модели ARIMA( $p, d, q$ ), была создана модель ARIMAX( $p, d, q$ ), которая имеет ключевое значение для определения соответствия значений внешних факторов времени, которое будет прогнозировать данная модель. Исходя из этого, в случае необходимости получения прогноза на завтра, необходимо знать значения внешних факторов, которые будут иметь место завтра, иначе модель будет работать некорректно. Строительство может включать в себя внешние факторы, которые зависят от заранее спланированных темпов и количества рабочих, а также от прогноза условий окружающей среды. Также, необходимо помнить о том, что внешние факторы, которые были предсказаны, имеют собственные ошибки в прогнозе. По этой причине, при использовании данной модели необходимо учитывать 3-5 внешних факторов, так как в противном случае итоговая ошибка может негативно сказаться на точности прогнозного временного ряда [2,4].

Существует одна существенная сложность в оценке при помощи МНК модели, которая заключается в наличии мультиколлинеарности, так как значения соседних рядов часто высоко коррелированы. С помощью данного метода оценивают параметры, используя метод Алмонса.

Для того чтобы учесть значения переменных, которые имеют отношение к данному ряду, а также их прошлые значения, применяется модель авторегрессии и распределенного лага (ADL). С помощью выражения ADL( $p, q, k$ ), в котором  $k$  - это количество экзогенных переменных, можно представить себе следующую формулу:

$$y_t = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i y_{t-i} + \sum_{j=0}^q b_j x_{t-j} + \varepsilon_t \quad (4)$$

Эту модель можно назвать наиболее точной и подходящей для описания временного ряда. Для оценки подобных моделей, как правило, используются методы исследования Бокса-Дженкинса, которые направлены на оценку авторегрессии и специальные приемы для того, чтобы упростить оценку распределённого лага [3].

В качестве недостатков метода можно отметить сложность реализации прогнозной модели и неоднородность темпа строительных работ, как временного ряда. К тому же, он

обладает недостатками метода корреляции, которые ограничивают возможность использования метода для прогнозирования временных и стоимостных характеристик строительства объекта.

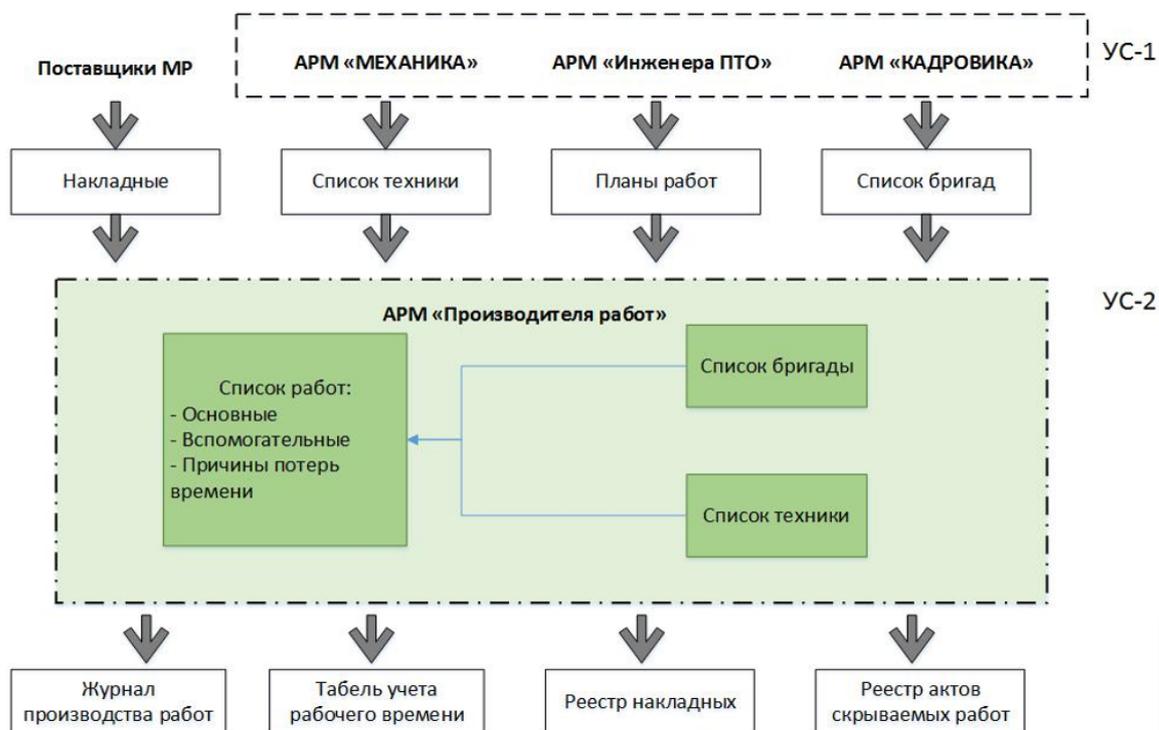
В число адаптивных методов входят методы Брауна, Хольта и Хольта-Уинтерса. Основополагающим является модель рекурсивного гармонического процесса, которую предложил Дж.Юл в своей работе [4].

Существует несколько способов обработки временных рядов. В большинстве случаев, наиболее ценным является информация, которая относится к концу периода. Это обусловлено тем, что необходимо знать тенденции развития модели  $ARIMA(p, d, q)$ , которые имеют место быть в данный момент, а не тенденцию, которая сложилась в среднем. Данные методы имеют возможность учитывать различную информационную ценность различных уровней временного ряда, а также степень "устаревания" данных. Данное свойство адаптивных методов позволяет прогнозировать временные и стоимостные характеристики объекта строительства, что является их существенным преимуществом [4].

На стадии оперативного управления, при получении информации за первую неделю строительства, происходит первичное построение прогнозной модели. На основе этой информации составляется прогноз, который сопоставляется с фактическими и/или запланированными данными в зависимости от того, какие именно данные были получены. Исходя из результатов анализа, происходит корректировка модели, после чего составляется прогноз на следующий период планирования, и т.д. [6].

### Практическая реализация механизмов прогнозирования параметров инвестиционно-строительного проекта

Для практической реализации предложенных в статье решений определены требования к автоматизированному рабочему месту и в целом интеллектуальной поддержке процессов прогнозирования (см. рис.).



**Структура обмена информацией между контурами управления в концепции автоматизированных рабочих мест (АРМ)**

Благодаря этому, прораб или мастер могут вести учет всех видов деятельности на стройплощадке в электронном виде [7]. Это может быть: общий журнал производства работ, журналы работы механизмов и машин, таблицы учета рабочего времени рабочих, журнал внутрисменных потерь рабочего времени и т.д.

На основе аналогичных технологий происходит ввод информации о том, какие именно строительные машины и механизмы используются на объекте. Таким образом вместо стандартного табеля применяется график работы строительной техники и механизмов, которые закреплены за объектом строительства. Отдельный журнал внутрисменных и целосменного простоев рабочих и строительной техники ведётся на объекте. В нем указываются их размеры, а также причины возникновения [8].

С помощью предлагаемой технологии обработки информации можно получить сведения о всех деталях, которые были использованы при монтаже оборудования. Это касается сроков и исполнителей работ, погодных условий, используемой строительной техники, материалов и их поставщиков. Данные, которые были собраны в упорядоченном виде (с помощью журналов), позволяют создать базу данных электронных документов, которая может быть использована как заказчиком, так и подрядчиком. По конструктивным признакам работы, объемы работ и фактические затраты труда рабочих, а также продолжительность работы строительных машин, которые зафиксированы в соответствующих журналах и документах журнала, группируются по отдельным конструктивным элементам [9].

Эта методика, позволяет управлять скоростью выполнения строительных работ и изменять его в зависимости от особенностей конкретного объекта, а также от особенностей работы каждой бригады. Она направлена на повышение адаптивности системы управления строительством. В целях решения поставленной задачи необходимо, чтобы уже на ранней стадии работы бригады рабочих на объекте была осуществлена настройка системы управления на конкретные условия его реализации, опираясь на данные ранее построенных объектов-аналогов. Окончательное решение будет принято после выполнения процедуры, которая направлена на прогнозирование окончания работы, основанной на модели интегрированного скользящего среднего.

### **Заключение**

Можно выбрать любой мерный вектор с рациональными составляющими, в котором нулевые позиции занимают лишь последние места, а именно - нулевой вектор. Такие случаи могут быть обусловлены тем, что объект имеет свойство периодически изменять свои качественные характеристики. В этом случае при сохранении всех этих характеристик будет происходить процесс изменения их количественных характеристик в целом.

В тех случаях, когда описываются сложные ситуации и где помощь в этом оказывает целая группа автоматов, они могут рассматриваться как агрегаты в смысле определения Н.П. Бусленко, данного ранее.

### **Библиографический список**

1. Белоусов, В.Е. Алгоритм для оперативного определения состояний объектов в многоуровневых технических системах / В.Е. Белоусов, С.А. Кончаков// Экономика и менеджмент систем управления. Изд-во «Научная книга». - № 3.2.(17). - 2015. - С. 227-232.
2. Зеленцов Л.Б., Пирко Д.В., Маилян Л.Д., Шогенов М.С. Прогнозирование временных и стоимостных параметров при управлении инвестиционно-строительными проектами// СТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО №1. (2020)
3. Зеленцов Л.Б., Трипута И.Г. Интеллектуальная система управления строительством // Актуальные проблемы науки и техники. – 2017. – Ростов-на-Дону.

4. Зеленцов, Л.Б. Моделирование организационно-технологических процессов в строительстве с использованием современных цифровых технологий / Л.Б. Зеленцов, Л.Д. Маилян, Н.Г. Акопян, М.С. Шогенов // Строительное производство. – 2020. - № 1. – С. 41-44.
5. Zelentsov L. B., Mayilyan L. D., Shogenov M. S. Organizational and technological simulation of the construction organization activity in the complex infrastructure projects implementation[Electronic resource]/ Zelentsov L.B.// // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 698 (2019) 077048 IOP Publishing. doi:10.1088/1757-899X/698/7/077048.
6. <https://www.kaggle.com/code/kscoder77/construction-project-data-analysis>.  
Construction Project - data analysis from field apps related to construction and PM works.
7. Jordan M.I. [Attractor dynamics and parallelism in a connectionist sequential machine]. *The Eighth Annual Conference of the Cognitive Science Society*, 1986, pp. 531-546, (Amherst, MA.)
8. Афанасьев, В.Н. Анализ временных рядов и прогнозирование / В.Н. Афанасьев, М.М. Юзбашев //Москва: Финансы и статистика. - 2001. - С. 203-211.
9. Горелик, А.Л. Методы распознавания /А.Л. Горелик, В.А. Скрипкин// Москва: Высшая школа. – 2004. – 341 с.

## FORECASTING OF PARAMETERS OF THE INVESTMENT AND CONSTRUCTION PROJECT ON THE BASIS OF METHODS OF THE REGRESSION ANALYSIS

**A.V. Belousov, E.A. Medvedev, V.P. Reshetnikov**

---

*Belousov Alexey Vadimovich, the Voronezh state technical university, the assistant to basic department of cybernetics in the systems of organizational management*

*Russia, Voronezh, e-mail: abelousov@cchgeu.ru, ph.: +7-920-408-80-45*

*Medvedev Elizabeth 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 ways of assessment of activity of investment projects which are included by formation of a system of indicators which includes quantitative and quality indicators which are used for determination of efficiency of their work are considered and also define development trends on the future. As a major factor which affects competitiveness of the construction organization it is possible to note ability of her managers to use modern digital technologies for adoption of management decisions. They can use models of forecasting and development in decision-making process. Because of features of construction production, in the course of the choice of models for forecasting it is necessary to consider a set of factors. They can be both external, and internal. The factors influencing internal opportunities of the construction organization include: level of technical equipment, the used technologies and the software providing performance of work with use of modern technologies and information technologies; financial stability; competence of shots and their ability to training in new competitive technologies. By means of the technology of information processing offered in article it is possible to receive data on all details which were used at installation of equipment. It concerns terms and contractors, weather conditions, the used construction equipment, materials and their suppliers. On constructive signs of work, amounts of works and the actual labor input of workers and also period of operation of construction machines which are recorded in the corresponding magazines and documents of the magazine are grouped in separate structural elements. This technique, allows to operate the speed of performance of construction works and to change it depending on features of a concrete object and also from features of work of each crew. It is directed to increase in adaptability of a control system of construction. For the solution of an objective it is necessary that already at an early stage of work of team of workers on an object control of a control system for specific conditions of its realization was carried out, being based on the data of earlier constructed objects analogs.

*Keywords: analysis, technique, investment and construction projects, indicators, forecasting, assessment, regression, construction production.*

## References

1. 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.
2. Zelentsov L.B., Pirko D.V., Mailyan L.D., Shogenov M.S. Forecasting time and cost parameters in the management of investment and construction projects// CONSTRUCTION PRODUCTION No.1. (2020)
3. Zelentsov L.B., Triputa I.G. Intelligent construction management system // Actual problems of science and technology. – 2017. – Rostov-on-Don.
4. Zelentsov, L.B. Modeling of organizational and technological processes in construction using modern digital technologies / L.B. Zelentsov, L.D. Mailyan, N.G. Hakobyan, M.S. Shogenov // Construction production. – 2020. - No. 1. – pp. 41-44.
5. Zelentsov L. B., Mailyan L. D., Shogenov M. S. Organizational and technological simulation of the construction organization activity in the complex infrastructure projects implementation[Electronic resource]/ Zelentsov L.B.// // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 698 (2019) 077048 IOP Publishing. doi:10.1088/1757-899X/698/7/077048.
6. <https://www.kaggle.com/code/kscoder77/construction-project-data-analysis>. Construction Project - data analysis from field apps related to construction and PM works.
7. Jordan M.I. [Attractor dynamics and parallelism in a connectionist sequential machine]. The Eighth Annual Conference of the Cognitive Science Society, 1986, pp. 531-546, (Amherst, MA.)
8. Afanasyev, V.N. Time series analysis and forecasting / V.N. Afanasyev, M.M. Yuzbashev //Moscow: Finance and Statistics. - 2001. - pp. 203-211.
9. Gorelik, A.L. Recognition methods /A.L. Gorelik, V.A. Skripkin// Moscow: High school. - 2004. – 341 p.

## ОБУЧЕНИЕ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ – ФАКТОР РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ГРАМОТНОСТИ В СТУДЕНЧЕСКОЙ СРЕДЕ ВГТУ

О.С. Перевалова, Е.А. Карпенко, А.В. Иващенко, С.А. Лемза

---

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

*Карпенко Екатерина Александровна*, Воронежский государственный технический университет, студент гр. БМСО-221

Россия, г. Воронеж, e-mail: emojionelove@gmail.com, тел.: +7-920-432-58-73

*Иващенко Альбина Витальевна*, Воронежский государственный технический университет, студент гр. БМСО-221

Россия, г. Воронеж, e-mail: albinaivaschencko@yandex.ru, тел.: +7-920-454-56-16

*Лемза Светлана Анатольевна*, Воронежский государственный технический университет, студент гр. БМСО-221

Россия, г. Воронеж, e-mail: svetllanalll@yandex.ru, тел.: +7-920-400-89-42

---

Аннотация. Статья посвящена обзору вариантов обучения проектной деятельности. Основное место в обзоре уделяется варианту обучения, предоставляемому в ВГТУ в рамках VIII Проектно-образовательного интенсива. Вариант обучения проектной деятельности, предлагаемый в указанном интенсиве, представлен на примере разработки проекта «Принтоград». Ознакомившись с материалами статьи, читатель узнает следующее: что такое проектная деятельность; где лучше всего получить знания, по данной дисциплины; как быть, если поступать на специальность, связанную непосредственно с проектным управлением нет желания или возможности, а хочется развить свои навыки в этой сфере.

*Ключевые слова:* проектная деятельность, VIII Проектно-образовательный интенсив (ВГТУ), бизнес-идея, проект.

### Введение

Вы когда-нибудь задумывались о том, в какое уникальное время мы с Вами живём? Век информационных технологий, когда инновации распространяются по всему миру с необычайной скоростью. Однако есть в небывалом прогрессе и свои недостатки. К примеру, тот факт, что многие профессии, которые десятилетиями были востребованы, в наше время становятся просто бесполезными в силу того, что большую часть работы нынче может выполнять, скажем, искусственный интеллект. Именно поэтому сейчас как никогда ценится человеческая креативность, творческая идея – то, в чём искусственный интеллект пока что не способен тягаться с людьми.

Отсюда вытекает логичный вопрос – а можно ли как-то научиться грамотному построению своей идеи и, что немаловажно, последующей её реализации? Здесь на помощь нам приходит такая дисциплина, как проектная деятельность.

### Основные положения

Проектная деятельность – это совокупность действий, направленных на решение конкретной задачи в рамках проекта, ограниченного целевой установкой, сроками и достигнутыми результатами (или полученными продуктами) [1]. Иными словами, проектная деятельность – это образовательный метод, который предполагает длительную и

целенаправленную работу обучающихся над решением реальных проблем или созданием значимых продуктов. Она основана на принципах проблемного обучения, самостоятельности и инициативы обучающихся. Проекты могут быть индивидуальными, групповыми или смешанными и охватывать различные предметные области, тематики и уровни сложности.

Проектная деятельность является актуальным и эффективным образовательным подходом, так как она способствует развитию жизненных компетенций: разработка проекты позволяет обучающимся развивать критический анализ, способность к решению нестандартных проблем, коммуникационные и организационные навыки, которые незаменимы в реальной жизни.

Проектное управление для обучающихся особенно полезно потому что, во-первых, проекты часто охватывают несколько предметных областей, что позволяет интегрировать знания и навыки из разных дисциплин. Во-вторых, проектная деятельность дает возможность обучающимся проявлять свою креативность и нестандартное мышление. Отсюда вытекает ещё одно преимущество: разработанные лично проекты зачастую интересны и увлекательны для обучающихся, что естественным образом повышает мотивацию к обучению.

Проектная деятельность соответствует современным тенденциям в образовании, которые подчеркивают практическую направленность, активное участие обучающихся и ориентацию на реальные потребности. Многие проекты имеют социальную направленность и позволяют обучающимся внести вклад в решение общественных проблем.

Стоит отметить, что это ещё и хорошая подготовка к будущей карьере – возможность сымитировать профессиональную практику, где учатся работать в команде, управлять временем и достигать конкретных целей. Что немаловажно, обучение проектной деятельности развивает ещё и финансовое планирование. Ведь сегодня любой человек (от мала до велика) может в любой момент стать участником торгово-финансовых взаимоотношений, и для повышения их эффективности, от людей требуется определенный уровень финансовой грамотности [2].

Итак, немного обобщим: проектная деятельность является ценным инструментом в образовательном процессе, который способствует развитию комплексных компетенций обучающихся, готовит их к успеху в дальнейшей жизни и делает обучение более актуальным и увлекательным.

Следующий на очереди вопрос – где лучше всего получить знания, необходимые для успешного освоения данной дисциплины?

Самый простой и доступный способ обучения – это онлайн-школы, различные курсы и тренинги. Этот вариант однозначно подкупает своим удобством, ведь для получения знаний не нужно даже вставать с дивана. Однако есть целый ряд недостатков.

Первый из них – это, разумеется, стоимость обучения, которая не каждому придётся по карману. Для сравнения ниже приведены данные о стоимости курса «Менеджер проектов» на пяти наиболее популярных образовательных онлайн-платформах (см. табл.1).

К существенным минусам онлайн-обучения можно отнести недостаток у обучающихся личного взаимодействия с преподавателями и коллегами по курсу, т. к. сложно установить личные связи и получить индивидуальную поддержку. Следующий минус – это проблемы технического характера: нестабильное подключение к интернету, проблемы с программным обеспечением и сбой оборудования могут прервать сеанс обучение. Еще один важный минус – это отвлечение внимания, т.к. в домашней обстановке больше отвлекающих факторов. Также к минусам можно отнести – ограниченный доступ к необходимым ресурсам, например, библиотекам, лабораториям и прочему.

Таблица 1

**Стоимость обучения на курсе «Менеджер проекта»,  
в руб.**

<b>Название онлайн-школы</b>	<b>Стоимость за 1 курс обучения</b>
1. Skillbox	100232 р.
2. Нетология	96400 р.
3. Яндекс.Практикум	107000 р.
4. SkyPro	97500 р.
5. GeekBrains	122796 р.

Источник: [3]

Обратимся теперь к вузовскому обучению. Овладение компетенциями в рамках некоторого направления подготовки в вузе – это наиболее классический метод. Вузы предлагают структурированные программы, которые предоставляют всестороннее понимание методологии проектного менеджмента, включая различные принципы, процессы, инструменты и методы. Университеты привлекают опытных преподавателей, а значит, есть возможность получать знания и навыки от экспертов, которые могут поделиться своими профессиональными взглядами и примерами. Наконец, вузы часто предоставляют обучающимся возможности участвовать в реальных проектах, которые отражают современные отраслевые практики – это позволяет обучающимся применять полученные знания на практике и получать ценный опыт.

Однако как быть, если поступать на конкретную специальность, связанную непосредственно с проектным управлением нет желания (или возможности), однако хочется развить свои навыки в данной сфере?

В таком случае на выручку приходят различные мастер-классы и образовательные программы. Например, в Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет» (ВГТУ) осенью 2024 года проводился VIII Проектно-образовательный интенсив по проектной деятельности, предпринимательский с учетом реализации федеральной программы развития молодежного предпринимательства «Я в деле» [4] (далее Интенсив).

Эта программа направлена на создание сети наставников и проектных бизнес-команд. Её цель – повышение предпринимательской грамотности обучающихся в регионах РФ при поддержке Департамента государственной молодежной политики и воспитательной деятельности Минобрнауки РФ. Программа развития инициирована благотворительным фондом поддержки образовательных программ «Капитаны» [5].

В рамках Интенсива запланировано 8 активностей, включающих мастер-классы, а также промежуточные Воркшопы. Мастер-классы проводятся каждую неделю в стенах ВГТУ на базе Точки кипения ВГТУ (<https://cchgeu.ru/university/tk/>) в неучебное время, что, безусловно, очень удобно. Точки кипения ВГТУ – это то место коллективной работы на территории ВГТУ. К основным целям этого места относится предоставление возможности делиться опытом, рассказывать о результатах своей деятельности, прорабатывать новые модели развития и многое другое.

В текущем Интенсиве принимает участие более 20 команд. Каждая команда имеет закрепленного наставника из числа профессорско-преподавательского состава ВГТУ, а также поддерживает онлайн связь и еженедельно общается с наставником из благотворительного фонда поддержки образовательных программ «Капитаны».

Отдельно следует отметить, что участие в данном Интенсиве совершенно бесплатно, а единственные ресурс, который потребуется – это ваше время.

В результате всех поставленных перед командой целей и задач, должен быть получен проект разрабатываемой идеи, который будет включать в себя следующие пункты (см. рис. 1).



**Рис. 1. Этапы разработки бизнес-идеи, предложенные участникам предпринимательского интенсива**

### **Описание проекта**

Авторами статьи в рамках Интенсива с учетом реализации федеральной программы развития молодежного предпринимательства «Я в деле» разрабатывается идея проекта создания и обустройства комнаты быстрой печати в стенах университета «Принтоград».

Заметим, что этот проект не является социальным, хотя его реализация будет способствовать повышению уровня жизни обучающихся, а подобные функции присущи именно социальным проектам [6].

Проект «Принтоград» включает в себя следующие аспекты.

#### **1. Создание бизнес-идеи**

Проект предполагает обустройство комнаты для печати и сканирования в ВГТУ. В рамках проекта планируется установить широкоформатный принтер, управляющую компьютерную станцию, обеспечить необходимое освещение, отопление, вентиляцию и электроснабжение. Также предполагается оснащение комнаты мебелью и оборудованием для комфортной работы обучающихся и других клиентов. Клиентами будут обучающиеся и сотрудники университета. Проблема проекта заключается в необходимости создания

комфортного и функционального рабочего пространства в стенах университета, которое будет оснащено современным оборудованием для печати и сканирования.

## 2. Определение целевой аудитории (предмета исследования)

Предмет исследования в общем случае – это то, на что направлено и что является содержанием научного изучения, рассмотрения, познания и разрешения [7]. Потенциальными клиентами проекта являются обучающиеся и сотрудники университета. Среди них был проведён специальный опрос [8, 9], который помог выявить потребности целевой аудитории. Опросный лист включает девять следующих вопросов:

1. Как часто у Вас возникает надобность срочно что-то распечатать или отсканировать?

2. Где Вы сейчас предпочитаете делать печать?

3. Как Вы предпочитаете оплачивать услуги печати?

4. Какой формат печати Вам чаще необходим?

5. Какие листы Вы чаще печатаете?

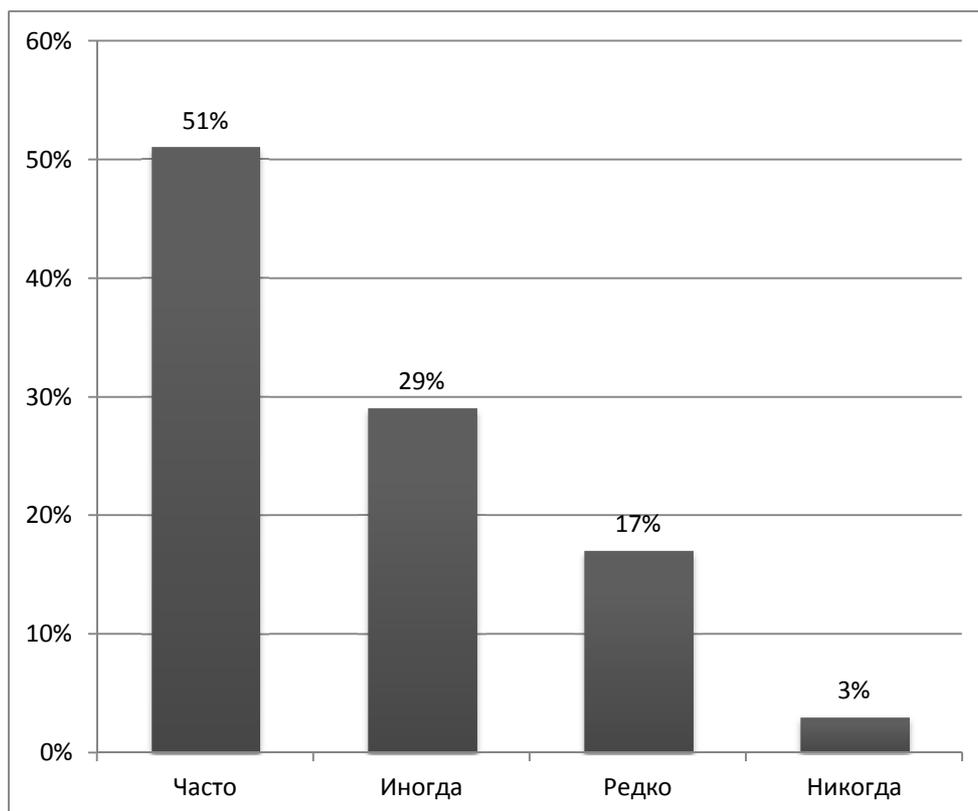
6. Насколько для Вас важна возможность приобретения бумаги для печати на месте?

7. Какое место в вузе, по Вашему мнению, будет наиболее удобным для предоставления данной услуги печати?

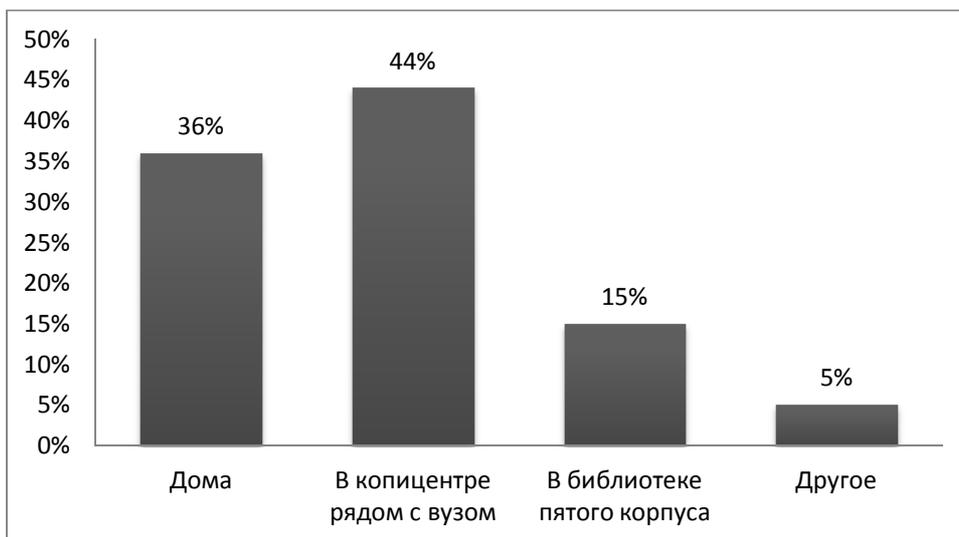
8. Если появится услуга печати, будете ли Вы советовать её своим коллегам, однокурсникам?

9. Как вы оцениваете актуальность проекта по 10- бальной шкале?

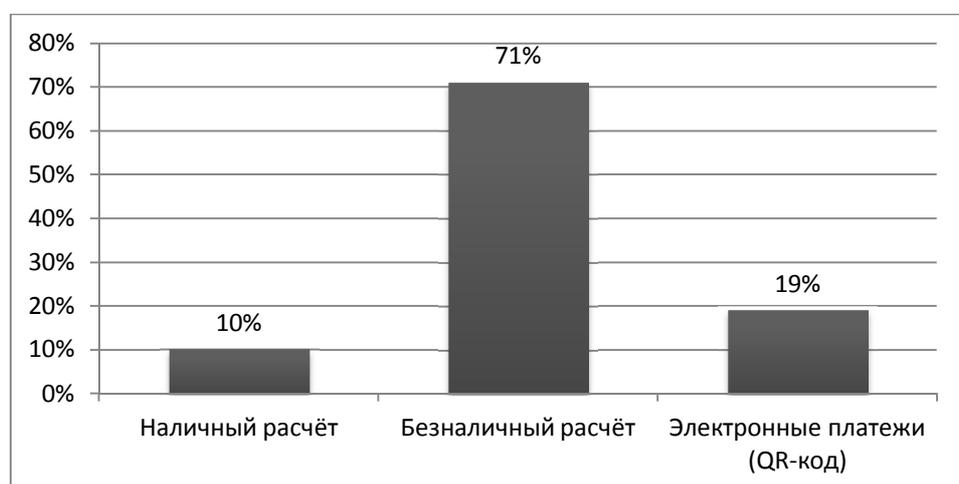
Результаты опроса респондентов представлены на рис. 2-10.



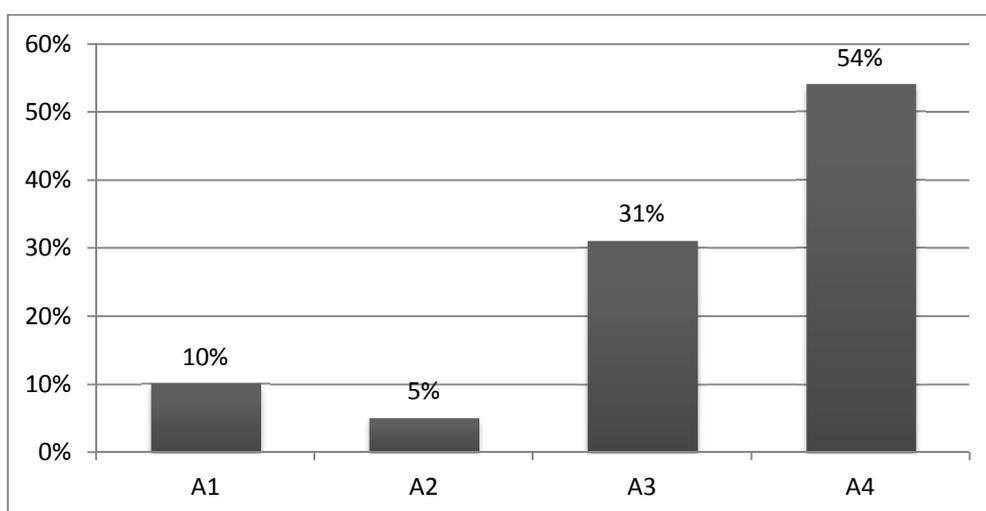
**Рис. 2. Структура ответов на вопрос «Как часто у Вас возникает надобность срочно что-то распечатать или отсканировать?»**



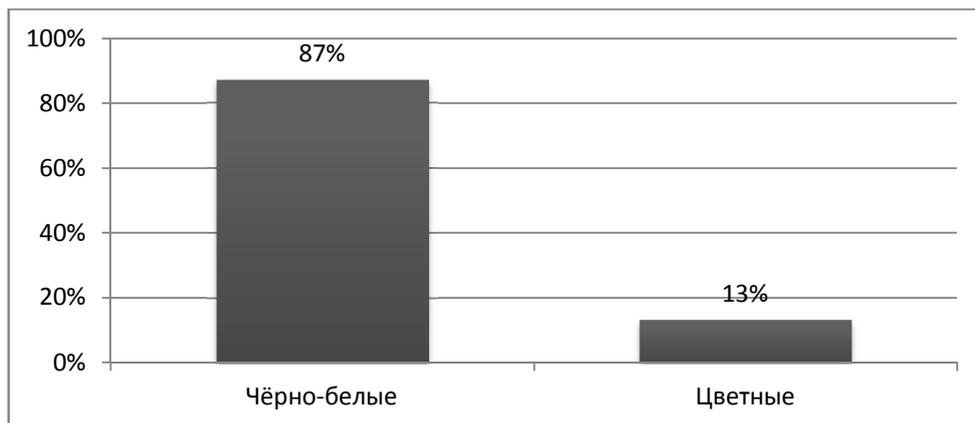
**Рис. 3. Структура ответов на вопрос «Где Вы сейчас предпочитаете делать печать?»**



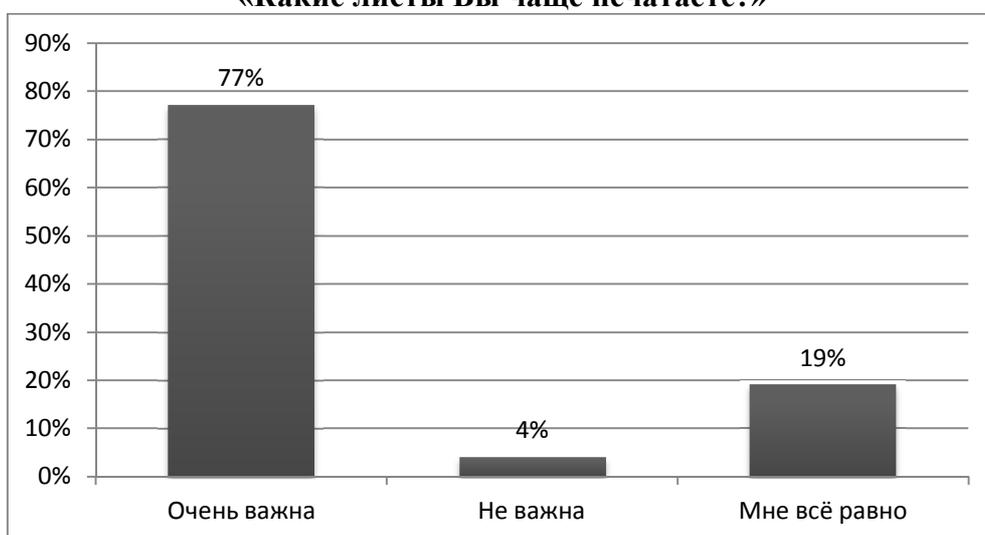
**Рис. 4. Структура ответов на вопрос «Как Вы предпочитаете оплачивать услуги печати?»**



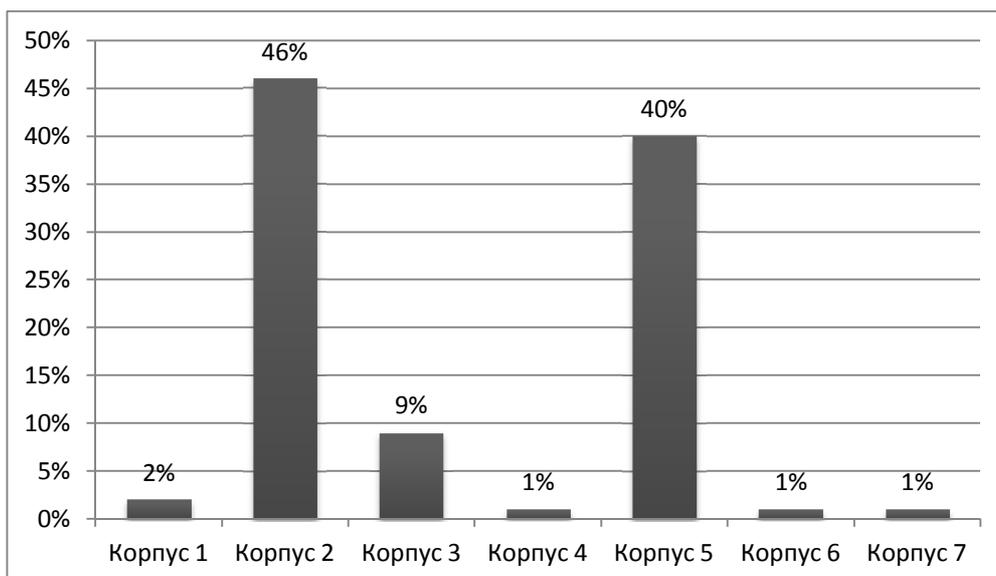
**Рис. 5. Структура ответов на вопрос «Какой формат печати Вам чаще необходим?»**



**Рис. 6. Структура ответов на вопрос «Какие листы Вы чаще печатаете?»**



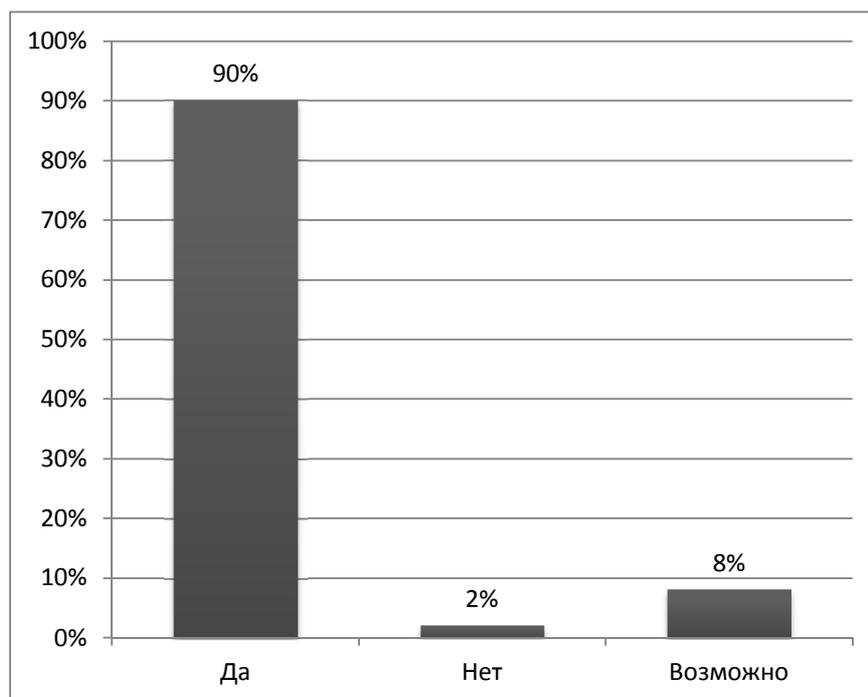
**Рис. 7. Структура ответов на вопрос «Насколько для Вас важна возможность приобретения бумаги для печати на месте?»**



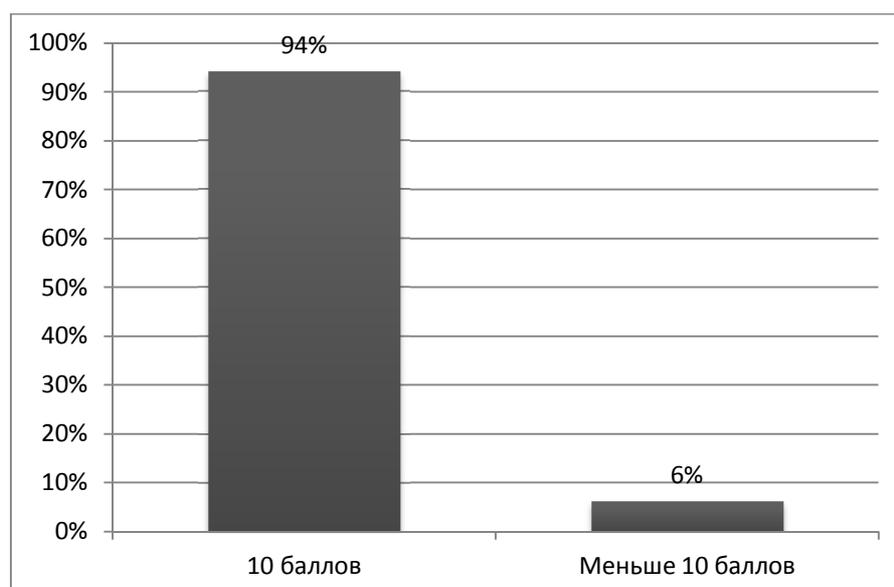
**Рис. 8. Структура ответов на вопрос «Какое место в вузе, по Вашему мнению, будет наиболее удобным для предоставления данной услуги печати?»**

Исходя из результатов опроса, можно сделать следующие выводы:

- проблема печати актуальна в ВГТУ;
- на данный момент в вузе нет как такового отдельного места для печати, и обучающиеся вынуждены печатать в других местах;
- среди всех опрошенных 71% предпочитают безналичную оплату данной услуги;
- в основном предпочитают использовать чёрно-белую печать (87% опрошенных);
- наиболее популярные форматы листов для печати – А4 (54%) и А3 – (31%);
- большинство опрошенных поддерживает идею проекта.



**Рис. 9. Структура ответов на вопрос «Если появится услуга печати, будете ли Вы советовать её своим коллегам, однокурсникам?»**



**Рис. 10. Структура ответов на вопрос «Как вы оцениваете актуальность проекта по 10- бальной шкале?»**

### 3. Построение бизнес-модели

Бизнес-модель рассматриваемого проекта включает следующие элементы:

1. Предложение – качественная и недорогая печать для обучающихся и сотрудников вуза;
2. Целевая аудитория – обучающиеся и сотрудники вуза, нуждающиеся в доступной печати в стенах вуза;
3. Каналы сбыта – привлечение клиентов через средства массовой информации, студенческое радиовещание и «сарафанное радио»;
4. Доходы – проект будет приносить доход по средствам предоставления услуг по печати и сканированию, которыми будут пользоваться нуждающиеся в этом люди;
5. Затраты – краска для принтера, техосмотр и обслуживание печатной машины, закупка оборудования и многое другое.

На рис. 11 представлены преимущества разрабатываемой бизнес-модели.



\* Обучающиеся смогут печатать чертежи непосредственно в университете, что сократит время на поиск и использование услуг печати за пределами вуза

**Рис. 11. Преимущества бизнес-модели**

Не следует забывать, что в процессе реализации проекта могут возникнуть некоторые отрицательные моменты:

1. Первоначальные затраты на обустройство проекта (закупка современного оборудования, мебели и программного обеспечения может потребовать значительных финансовых вложений);
2. Техническое обслуживание (оборудование требует регулярного обслуживания и ремонта, что также связано с дополнительными затратами и необходимостью привлечения специалистов);
3. Проблема с доступностью: если комната будет перегружена, это может создать очереди, что снизит эффективность использования пространства;
4. В случае поломки могут быть убытки.

Некоторые отрицательные моменты можно ликвидировать, после того как проект станет приносить прибыль. Тогда появится возможность расширения проекта (возможность открыть еще 1-2 комнаты, чтобы избежать очередей).

#### 4. Маркетинг

Для маркетинга проекта «Принтоград» можно использовать следующие инструменты:

1. Разработка сайта или страницы в социальной сети, где представлена информация о предоставляемых услугах, акциях, скидках и отзывах клиентов;
2. Реклама в интернете. Это может быть реклама на специализированных площадках для обучающихся и сотрудников вуза, например в официальной группе ВГТУ в ВКонтакте;
3. Участие в выставках и конференциях, связанных с образованием;
4. Сотрудничество с администрацией вуза и другими подразделениями для привлечения клиентов;
5. Проведение акций и скидок для обучающихся и преподавателей, а также для новых клиентов;
6. Работа с отзывами и обратной связью от клиентов для улучшения качества услуг и предложения новых продуктов.

Комплекс выполненных в рамках VIII Проектно-образовательного интенсива заданий позволяет при наличии необходимых финансовых средств приступить к успешной реализации проекта. Необходимая сумма могла бы быть получена благодаря спонсорской поддержке, гранту, инвестициям или партнёрству с другими организациями. Это позволило бы осуществить важные этапы разработки и продвижения продукта.

#### Заключение

В заключении хочется отметить, что VIII Проектно-образовательный интенсив с учетом реализации федеральной программы развития молодежного предпринимательства «Я в деле» [4] помогает обучающимся реализовать проекты, воплощая в жизнь самые смелые и креативные идеи, независимо от того, насколько глубоки их первоначальные познания в области проектной деятельности. Участие в Интенсиве дает возможность успешно развивать навыки и компетенции в данной области, а также получить не только багаж знаний, но и ценный опыт работы в команде.

Стоит заметить, что любой обучающийся нашего вуза поучаствовавший в Интенсиве будет способен разработать проект своей идеи под руководством наставника из числа преподавателей вуза, а также наставника–практика, например, из благотворительного фонда поддержки образовательных программ «Капитаны» (практика VIII Проектно-образовательного интенсива), или при поддержке приглашенных спикеров, которые готовы помочь не только советом.

#### Библиографический список

1. А. И. Блесман, К. Н. Полещенко, Н. А. Семенюк, А. А. Теплоухов ОСНОВЫ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ: Учебное текстовое электронное издание локального распространения/ Омск Издательство ОмГТУ 2021 – 4с. –URL: [https://www.omgtu.ru/general\\_information/faculties/radio\\_engineering\\_department/department\\_of\\_quot\\_physics\\_quot/lib\\_pfys/280402-280302/Osn\\_proekt\\_deyat.pdf](https://www.omgtu.ru/general_information/faculties/radio_engineering_department/department_of_quot_physics_quot/lib_pfys/280402-280302/Osn_proekt_deyat.pdf)
2. 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.

3. Платформа СРАВНИ. Стоимость курсов по project-менеджменту/URL:<https://www.sravni.ru/kursy/menedzhment-project-manager/>?
4. «Я В ДЕЛЕ»/ Всероссийская программа развития молодёжного предпринимательства - URL:<https://явделе.рф>
5. «КАПИТАНЫ»/ благотворительный фонд - URL: <https://фондкапитаны.рф>
6. С.В. Породина. Исследование систем управления / Учебно-методическое пособие - Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 2018/ URL: [http://www.unn.ru/books/met\\_files/isu.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/isu.pdf) 17с.
8. Баркалов С. А. Исследование систем управления: учебно-методический комплекс [Электронный ресурс]. - Электрон. текстовые и граф. данные (5,0 Мб) / С. А. Баркалов, П. В. Михин, О. С. Перевалова. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2022.
9. Баркалов С.А. Статистика. / Баркалов С.А., Курочка П.Н., В.Б. Курносов. - Воронеж. гос. арх.–строит. ун-т. 2010. – 693 с.

## PROJECT ACTIVITY TRAINING IS A FACTOR IN THE DEVELOPMENT OF ENTREPRENEURIAL LITERACY AMONG VSTU STUDENTS

**O.S. Perevalova, E.A. Karpenko, A.V. Ivashchenko, S.A. Lemza**

---

*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](mailto:nilga.os_vrn@mail.ru) , tel.: +7-910-284-74-17

*Karpenko Ekaterina Aleksandrovna*, Voronezh State Technical University, student gr. bMSO-221

Russia, Voronezh, e-mail: [emojionelove@gmail.com](mailto:emojionelove@gmail.com) , tel.: +7-920-432-58-73

*Ivashchenko Albina Vitalievna*, Voronezh State Technical University, student gr. bMSO-221

Russia, Voronezh, e-mail: [albinaivaschencko@yandex.ru](mailto:albinaivaschencko@yandex.ru) , tel.: + 7-920-454-56-16

*Lemza Svetlana Anatolyevna*, Voronezh State Technical University, student gr. bMSO-221

Russia, Voronezh, e-mail: [svetllanalll@yandex.ru](mailto:svetllanalll@yandex.ru) , tel.: + 7-920-400-89-42

---

Annotation. The article is devoted to the review of project activity training options. The review focuses on the training option provided at VSTU within the framework of the VIII Design and Educational Intensive. The project activity training option offered in this intensive is presented on the example of the Printograd project development. After reviewing the materials of the article, the reader will learn the following: what is project activity; where is the best place to get knowledge in this discipline; what to do if you do not have the desire or opportunity to enter a specialty directly related to project management, but you want to develop your skills in this field.

*Keywords: project activity, VIII Design and Educational Intensive (VSTU), business idea, project.*

### References

1. A. I. Blesman, K. N. Poleshchenko, N. A. Semenyuk, A. A. Teploukhov FUNDAMENTALS OF PROJECT ACTIVITY: Educational text electronic edition of local distribution/ Omsk Publishing House OmSTU 2021 – 4s. –URL: [https://www.omgtu.ru/general\\_information/faculties/radio\\_engineering\\_department/department\\_of\\_physics/lib\\_pfys/280402-280302/Osn\\_proekt\\_deyat.pdf](https://www.omgtu.ru/general_information/faculties/radio_engineering_department/department_of_physics/lib_pfys/280402-280302/Osn_proekt_deyat.pdf)
2. 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.

3. Compare platform. The cost of project management courses/URL:<https://www.sravni.ru/kursy/menedzhment-project-manager/>?
- 4."I'm IN BUSINESS"/ All-Russian Youth Entrepreneurship Development Program - URL:<https://явделе.RF>
5. "CAPTAINS"/ charity foundation - URL: <https://фондкапитаны.RF>
6. Perevalova O.S., Putintseva E.V. SOCIAL EFFECT AS A CRITERION FOR THE IMPLEMENTATION OF AN INVESTMENT PROJECT / FES: Finance. Economy.. 2019. Vol. 16. No. 3. pp. 33-36.
7. S.V. Porodina "Research of control systems"/ Educational and methodical manual - Nizhny Novgorod State University named after N.I. Lobachevsky, 2018/ URL: <http://www.unn.ru/bo>
8. Barkalov S. A. Research of management systems: an educational and methodological complex [Electronic resource]. - The electron. text and graph data (5.0 Mb) / S. A. Barkalov, P. V. Mikhin, O. S. Perevalova. Voronezh: VSTU Publishing House, 2022.
9. Barkalov S.A. Statistics. / Barkalov S.A., Kurochka P.N., V.B. Kurnosov. -Voronezh. state Architect.–builds. un-t. 2010. – 693 p.

## ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ АНТИКРИЗИСНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Е.А. Сидорова, А.В. Телегина

---

*Сидорова Екатерина Александровна\**, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры управления Россия, г. Воронеж, e-mail: kireewa.e.a@yandex.ru, тел.: +7 (473) 276-40-07  
*Телегина Анастасия Владимировна*, Воронежский государственный технический университет, студент гр. бМСО-222  
Россия, г. Воронеж, e-mail: a.telegina@internet.ru, тел.: +7 (910) 856-08-38

---

Аннотация. Статья посвящена исследованию возможностей применения технологий искусственного интеллекта (ИИ) в формировании антикризисного управления. В условиях нестабильной экономической среды и быстро меняющихся внешних факторов, внедрение ИИ становится ключевым инструментом для повышения эффективности управленческих решений. Рассматриваются различные аспекты использования ИИ, включая прогнозирование кризисных ситуаций, анализ больших данных, автоматизацию процессов принятия решений и оптимизацию ресурсов.

*Ключевые слова:* искусственный интеллект, антикризисное управление.

Современный мир не стоит на месте, а непрерывно развивается, совершенствуя уже известные науке знания и открывая и развивая инновационные технологии в различных отраслях деятельности. Одним из крайних передовых новшеств стала разработка искусственного интеллекта (ИИ) и возможность применения в кардинально разных областях, начиная от использования данной разработки в беспилотных автомобильных средствах, заканчивая внедрением ИИ в каждый мобильный телефон.

С течением времени возможности искусственного интеллекта всё больше развиваются и совершенствуются, что привело к тому, что данная инновация стала неотъемлемой составляющей жизни современного человека. Благодаря непрерывной работе специалистов, ИИ затрагивает всё новые сферы деятельности, в том числе и управление по борьбе с кризисными ситуациями. На данный момент компании функционируют в условиях глобальной нестабильности и постоянно изменяющейся среде, в следствии чего применение искусственного интеллекта для антикризисного управления приобретает наиболее эффективное и рациональное решение. Одними из значимых преимуществ представленной инновации заключается в его способности проводить анализ объёмных данных за короткий промежуток времени, а также на основе этого составлять прогнозы развития событий и находить наиболее эффективные пути решения. Благодаря применению ИИ в управленческие процессы, риски сводятся к минимуму, организация становится более стабильной к воздействию на неё внешних факторов и угроз, а также обеспечивается успешная и слаженная работа компании.

В данной статье будет рассмотрен инновационный метод антикризисного управления на основе использования технологии искусственного интеллекта.

Кризис имеет множество разновидностей и классификаций, но существуют факторы, которые присутствуют в каждом из этих видов. Для того, чтобы сгенерировать наиболее эффективный метод управления, первоначально необходимо выяснить базисные причины появления и факторы, которые оказывают непосредственное влияние на создания кризисной обстановки. Одной из основных причин, демонстрирующая данную обстановку на рынке, является финансовая несостоятельность организации. Это означает, что компания не способна осуществлять рациональное и эффективное использование денежных средств,

пренебрегает законом спроса и предложения, а также не учитывает свои возможности относительно конкурентов, что и приводит к сказанному выше результату [1].

Не менее важной причиной является неумение строить рациональное кадровое управление. Из-за неправильного подбора персонала и отсутствия обучения или повышения квалификации уже имеющихся сотрудников, компания не способна осуществлять проекты в полную силу, либо в процессе работы возникают трудности и задержки со сроками сдачи. Отсутствие чётко сформулированной стратегии управления персоналом в конечном итоге приводит организацию к крупным потерям, в худшем исходе к банкротству и полному закрытию.

На рисунке 1 схематически представлены этапы инновационного метода антикризисного управления на основе использования технологии искусственного интеллекта. Вследствии всего вышесказанного, видно, что применение искусственного интеллекта в первую очередь должно оказать наиболее эффективное влияние на решение двух причин возникновения кризисной ситуации: на управление кадрами и управление финансово-экономическими факторами компании.

Как видно из рисунка повышение успешности двух аспектов зависит от ряда факторов, на которые ИИ способен оказать влияние. Далее подробно рассмотрим применение инновационной технологии на каждом из приведённых этапов.



**Схема применения метода антикризисного управления при помощи искусственного интеллекта**

Первый этап, где можно применить данную инновацию это анализ данных и прогнозирование относительно кадров. ИИ имеет способность производить сравнительный анализ крупного объёма информации, касающейся сотрудников, будь то данные об образовании и опыте работы, какие-то личные характеристики или психологические особенности. Так же анализ производится для понимания результативности работы сотрудников, вовлеченности и насколько они удовлетворены своей деятельностью. Данные анализы можно использовать для предотвращения потенциальных проблем, например непостоянство кадрового состава, упадок мотивации и появления конфликтов среди членов коллектива. На основе отчёта проделанной системой работы, можно заблаговременно узнать о проблеме и составить план по её ликвидации, для того, чтобы не нарушалась работа компании и риски были сведены к минимуму.

ИИ начинает свою работу со сбора всех необходимых данных, информацию о которых он получает из различных источников, таких как ресурсы сети интернет, базы данных самих компаний и открытой информации конкурентов. Также стоит отметить то, что в искусственный интеллект можно вручную добавить неограниченный объём информации, которой не имеется в других справочниках. После получения всех данных, ИИ обрабатывает её и на основе специального алгоритма предоставляет отчёт о произведённой работе.

Преимущество использования инновации на данном этапе заключается в том, что ИИ способен перерабатывать огромное количество информации за предельно маленькое количество времени, при этом с сохранением максимальной точности. А также работа производится в режиме реального времени, поэтому полученные результаты будут всегда новые и актуальные.

Как видно из рис.1 следующим этапом применение искусственного интеллекта для управления персоналом, это автоматизация рутинных, то есть повседневных и обыденных задач сотрудников. В сложившихся кризисных условиях важной задачей является сосредоточение внимания на вопросах стратегии. Благодаря ИИ автоматизация таких процессов, как подбор новых сотрудников, разбор отпускных и больничных заявок, а также генерация расписания, способна значительно упростить работу HR-отдела. Освободившееся время и сохранённые силы, работники данного отдела могут направить на решение более важных проблем.

Ещё одно достоинство применения искусственного интеллекта на этапе оптимизации каждодневных задач заключается в том, чтобы максимизировать работу сотрудников, по средствам перераспределения ресурсов и рабочих процессов. То есть ИИ способен выявить задачи, которые определённый сотрудник совершает каждый день, при этом затрачивая большое количество своего времени и сил. После чего, ИИ программируется на решения поставленной проблемы, например составление отчётов или распределения заработной платы. Также важно отметить, что перераспределение задач может осуществлять не только на искусственный интеллект, но и между самими работниками. Это выглядит следующим образом, в ИИ загружаются все данные о процессах работы и о поставленных целях перед сотрудниками, затем он проводит сравнительный анализ: сколько потребуется человеку ресурсов для решения той или иной задачи и способен ли тот вообще её осуществить в силу своих знаний и опыта. Сделав определённые выводы, ИИ разрабатывает план делегирования заданий одного работника, который недостаточно квалифицирован для её реализации, либо затративший большое количество времени для этого, на другого более опытного сотрудника, рабочее время которого позволяет заняться этим процессом.

Как уже было сказано ранее, для выхода из кризисного состояния очень важно иметь квалифицированный персонал, для данного этапа использование технологии искусственного интеллекта также имеет существенные преимущества. В момент кризиса необходимо быстро находить квалифицированных специалистов на свободные вакансии, так как это способствует выходу организации из сложившегося трудного положения. Из-за чего конкуренция на рынке труда среди компаний за хороших кандидатов оказывается слишком высокой и требует незамедлительной реакции. Искусственный интеллект устроен таким

образом, что имеет доступ ко всем сервисам и базам данным, где подобные специалисты оставляют свои резюме, после чего на основе заданных параметров производит сравнительный анализ и отбор наиболее подходящих кандидатов. Благодаря чему компания может своевременно отреагировать и заполучить высококвалифицированного работника, это минимизирует процесс найма и нагрузку на HR-отдел.

Следующий этап, где может применяться технология искусственного интеллекта это управление мотивацией и стимуляцией сотрудников. В моменты кризиса приходит в упадок и социально-психологическое состояние, как отдельных сотрудников, так и всего коллектива. Представленная технология способна отслеживать этот показатель и выявлять уровень стресса и усталости персонала, а также выделять факторы, которые оказывают влияние на мотивацию. ИИ способен использовать систему мониторинга за настроением работников, например через опросы, которые будут составлены персонально для каждого человека, с учётом его индивидуальных характеристик и обстоятельств жизни. Другим примером может стать внедрение ИИ в рабочие сообщества и мессенджеры, где происходит обсуждение различных профессиональных процессов. Зная психологические особенности каждого сотрудника, инновационная технология способна узнавать эмоциональное состояние через голосовые сообщения. Данное преимущество позволяет выявить проблемы на ранних этапах и предпринять меры по её устранению, для создания и поддержания устойчивого морального духа всего коллектива.

Важную роль для выхода компании из кризиса оказывает постоянное обучение и повышение квалификации или переквалификации сотрудников, ведь рынок и экономика непрерывно изменяются, появляются новые технологии и модернизации. Вследствии этих перемен, появляется потребность в соответствующих изменениях структуры кадров. Как уже было сказано выше, ИИ владеет полной информацией о каждом сотруднике, в том числе и об уровне образования и квалификации. Благодаря чему, искусственный интеллект, опираясь на сложившуюся ситуацию, выделяет людей, чей уровень подготовки и знаний гораздо меньше требуемых в настоящее время. Затем система генерирует персональные программы обучения и развития для каждого сотрудника, либо же подбирает наиболее подходящие варианты повышения знаний из тех, какие предоставляет компания. Тем самым организация не будет совершать лишние траты на неэффективное обучение персонала, а люди приобретут максимальную пользу для своей работы и будущей деятельности. Следствием применения новой технологии на данном этапе является быстрая и своевременная адаптация сотрудников и всей организации к новым условиям.

Рассмотрев применение искусственного интеллекта для управления непосредственно кадрами видно, что основное преимущество заключается в сокращении времени на реализацию какого-либо процесса работа, своевременное выявление отклонений социально-психологических факторов сотрудников, а также минимизации нерациональных затрат. Все эти достоинства будут благоприятно влиять на антикризисное управление, что поможет компании как можно быстрее преодолеть трудности.

Не менее значимое влияние использование искусственного интеллекта оказывает на управление финансово-экономическими факторами, которые состоят также из нескольких этапов, которые далее будут рассмотрены подробнее.

Как уже было сказано выше, технология искусственного интеллекта преуспевает в анализировании данных, в том числе финансовых показателей. Исторически доказано, что экономика циклична и опираясь на опыт прошлых лет можно предсказать, что ожидает в будущем. Искусственный интеллект способен самостоятельно производить процесс анализа исторических данных, современных тенденций и макроэкономических показателей, чтобы создать наиболее точный прогноз многих финансовых метрик, например выручки, затрат или прибыли. Данное действие позволяет организациям заблаговременно узнать о возможных затруднениях в будущем и создать стратегии для решения сложившихся кризисных ситуаций.

Принцип анализирования происходит по такому же алгоритму, что был упомянут ранее при управлении кадрами.

Одной из ведущих проблем экономического кризиса является нерациональное использование денежных ресурсов компании, то есть затрат, поэтому для выхода из данной ситуации или во избежание её, необходимо правильно сокращать издержки. Искусственный интеллект благодаря своей возможности проводить анализирование, способен оценить все затраты фирмы и предложить оптимальное решение для их сокращения, при этом с сохранением высоко качества товара или услуги.

Инновационная технология имеет доступ к базам данных всех поставщиков необходимых для реализации деятельности компании. Непрерывный мониторинг данной информации позволяет выявлять наиболее рациональных партнёров в соотношении цена - качество. Это помогает избежать сотрудничества с недобросовестными поставщиками, как следствие плохой уровень качества товара и его неконкурентоспособность на рынке. Помимо этого фактора, анализ ИИ позволяет определить избыточность или недостаток закупки и неэффективное использование ресурсов организации.

Следующим этапом, где может применяться технология искусственного интеллекта это управление ликвидностью компании. В сложившихся кризисных условиях стабильный уровень ликвидность является крайне важным. ИИ способны оказывать влияние на денежные ресурсы, на основе прогнозов необходимого финансирования и разрабатывая наиболее рациональные варианты привлечения капитала.

Управление ликвидностью фирмы искусственный интеллект производит в два шага. Первый это анализ данных в настоящее время. ИИ принимает во внимание все экономические показатели, в том числе процентные ставки и сроки внесения средств, для того, чтобы определить наиболее эффективный метод решения поставленной задачи. Второй шаг необходим при выявлении избыточной ликвидности, в таком случае ИИ разрабатывает варианты управления с учётом этой особенности.

Как было отмечено ранее искусственный интеллект учитывает все факторы, которые оказывают непосредственное влияние на ликвидность, что способствует созданию обоснованных решений для увеличения эффективно финансовых операций, при этом затрачивая минимальное количество времени.

В моменты кризиса компании необходимо осознавать свою реальную позицию на рынке товаров и услуг по отношению к конкурентам и стараться предугадать желания потребителей. На основе данных о действиях клиентов за прошлое время, ИИ способен предположить их будущее поведение, что позволит компании своевременно отреагировать на данные изменения и быть востребованными среди потребителей. Также инновационная технология имеет возможность непрерывно отслеживать и анализировать действия конкурентов, благодаря чему, фирма будет осведомлена о новшествах в других компаний и быстро отреагирует на эти изменения для поддержания высокого уровня конкуренции.

Ещё один этап, где востребована инновационная технология это автоматизация бухгалтерских и налоговых процессов. Невозможно оставить без внимания, что человеческий фактор зачастую оказывает негативный характер при расчётах, от которых зависит многое. Искусственный интеллект можно запрограммировать так, чтобы он совершал все необходимые расчёты по формулам и с учётом всех нужных факторов. Например, при составлении заработной платы, ИИ будет учитывать оклад, время переработки сотрудника, а также наличие или отсутствие больничных за этот период. Помимо этого, ИИ способен автоматически перерабатывать документы, рассчитывать налоги, а также составлять о проделанной работе отчёты и следить за соблюдением нормативных требований. Преимущество применения искусственного интеллекта на данном этапе заключается в минимизации ошибок в расчётах и сокращении времени на выполнение этой работы.

Крайним этапом в предложенном методе является управление рисками. Искусственный интеллект имеет возможность оценивать финансовые риски фирмы,

основываясь на данных о внутренних и внешних факторах. ИИ способен заранее выявлять возможное появление дефолтов конкурентов, прогнозировать колебания курсов валют и многое другое [2]. Это позволяет компании своевременно реагировать на проблемы и принимать меры по их устранению.

Таким образом, подробно изучив каждый этап инновационного метода, видно, что применение искусственного интеллекта для антикризисного управления оказывает положительное воздействие. Благодаря инновационной технологии можно значительно сократить и упростить многие процессы работы, при этом сохранить качество на таком же уровне, а иногда даже повысить его. Стоит отметить важное преимущество ИИ над человеческими возможностями, это производить анализ больших объёмов информации, что также влияет на увеличение эффективности представленного метода.

### **Библиографический список**

1. Урусова А.Б. Сущность и понятие экономического кризиса и причины их возникновения / А.Б. Урусова. — Москва: Экономика и социум, 2021. — 5 с.
2. Михайлов А.А. Роль искусственного интеллекта в управлении рисками организации / А.А. Михайлов. — Москва: Финансовые рынки и банки, 2023. — 47 с.

## **THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR THE FORMATION OF CRISIS MANAGEMENT**

**E.A. Sidorova, A.V. Telegina**

---

*Sidorova Ekaterina Aleksandrovna\**, Voronezh State Technical University, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor at the Department of Construction Management Russia, Voronezh, e-mail: kireewa.e.a@yandex.ru, tel.: +7(473)276-40-07  
*Telegina Anastasia Vladimirovna*, Voronezh State Technical University, student of the Department of Management, student gr. bMSO-222  
Russia, Voronezh, e-mail: a.telegina@internet.ru, tel.: +7(910)856-08-38

---

Abstract. The article is devoted to the study of the possibilities of using artificial intelligence (AI) technologies in the formation of crisis management. In an unstable economic environment and rapidly changing external factors, the introduction of AI is becoming a key tool for improving the effectiveness of management decisions. Various aspects of the use of AI are considered, including crisis forecasting, big data analysis, automation of decision-making processes and resource optimization.

Keywords: artificial intelligence, crisis management.

### **References**

1. Urusova A.B. The essence and concept of the economic crisis and the causes of their occurrence [Sushchnost' i ponyatie ekonomicheskogo krizisa i prichiny ikh vozniknoveniya]. A.B. Urusova, Moscow: Economica i socium, 2021. 5 p.
2. Mikhailov A.A. The role of artificial intelligence in risk management of an organization ["Rol' iskusstvennogo intellekta v upravlenii riskami organizatsii"]. A.A. Mikhailov, Moscow: Finansovye rynki i banki, 2023. 47 p.

## ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

Материалы принимаются в электронном виде на адрес редакции или на электронный адрес ответственного секретаря 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 2 (31), 2024**

Дата выхода в свет 13.12.2024.

Формат 60 × 84 1/8. Бумага писчая. Уч.-изд. л. 15,2. Усл. печ. л. 17,2.

Тираж 25 экз. Заказ № 300

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