



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(29), 2023**

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 (29), 2023**

# ПРОЕКТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

## Научный журнал

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

---

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

Журнал выходит 2 раза в год

### Редакционная коллегия:

**Главный редактор** – д-р техн. наук, профессор С.А. Баркалов.  
**Зам. главного редактора** – д-р техн. наук, профессор В.Н. Бурков.  
**Зам. главного редактора** – д-р техн. наук, профессор П.Н. Курочка.  
**Ответственный секретарь** – канд. техн. наук О.С. Перевалова.

### Члены редколлегии:

Т.В. Азарнова – д-р техн. наук, проф. (Воронеж, ВГУ);  
Ю.В. Бондаренко – д-р техн. наук, проф. (Воронеж, ВГУ);  
В.Л. Бурковский – д-р техн. наук, проф. (Воронеж, ВГТУ);  
Т.В. Киселева – д-р техн. наук, проф. (Новокузнецк, СибГИУ);  
О.Я. Кравец – д-р техн. наук, проф. (Воронеж, ВГТУ);  
О.В. Логиновский – д-р техн. наук, проф. (Челябинск, ЮУрГУ);  
В.Я. Мищенко – д-р техн. наук, проф. (Воронеж, ВГТУ);  
Д.А. Новиков – д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РАН (Москва, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН);  
Г.А. 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, nilga.os\_vrn@mail.ru

**Сайт журнала:** <http://kafupr.ru/pus/>



© ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2023



## ПИСЬМО ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

*Уважаемые авторы и читатели!*

Мы рады представить вашему вниманию второй выпуск научного журнала «Проектное управление в строительстве» 2023 года. Этот номер журнала вышел после проведенной в сентябре 2023 года в нашем городе XIX Всероссийской школы-конференции молодых ученых «Управление большими системами». Поэтому он включает, в том числе научные статьи, написанные авторами после их апробации во время конференции.

Особенно хочется отметить работу «Этапы становления Воронежской школы управления проектами: состояние и перспективы». Она содержит описание этапов жизненного цикла Воронежской школы управления проектами; обзор наиболее значимых и весомых научно-исследовательских работ воронежских ученых за

последние двадцать лет. В обзор включены результаты работ сотрудников, аспирантов и соискателей кафедры управления Воронежского государственного технического университета: Глагольева А.В., Котенко А.М., Колпачева В.Н., Семенова П.И., Михина П.В. Ещенко Р.В., Калининой Н.Ю., Михина М.П., Тельных В.Г., Нгуен Тхи Куинь Чанг (Вьетнам), Перельгина А.Л. Многие модели, методики и алгоритмы управления, представленные в работах этих ученых, были внедрены в практическую деятельность воронежских, и не только, компаний.

Также хотим отметить комплекс статей представленных во втором разделе журнала «Управление сложными социально-экономическими системами». В них авторы рассматривают вопросы разработки методов и средств идентификации личности и обеспечения информационной безопасности, что в настоящее время является одним из наиболее актуальных направлений деятельности отечественных ученых.

\*\*\*

Второй номер научного журнала «Проектное управление в строительстве» является последним в текущем году, поэтому от лица его редакционной коллегии поздравляем всех с наступающим новым 2024 годом! Желаем всем успехов в работе, процветания и благополучия семьям! Благодарим наших авторов за участие в журнале и надеемся на дальнейшее сотрудничество.

*С уважением, главный редактор журнала*

**С.А. Баркалов**

*заместитель главного редактора журнала*

**П.Н. Курочка**

## СОДЕРЖАНИЕ

### УПРАВЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ

УПРАВЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ ПО СТОИМОСТНЫМ ПАРАМЕТРАМ

**Т.А. Аверина, К.С. Аралова..... 6**

ЭТАПЫ СТАНОВЛЕНИЯ ВОРОНЕЖСКОЙ ШКОЛЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

**С.А. Баркалов, П.Н. Курочка, Е.А. Серебрякова..... 17**

### УПРАВЛЕНИЕ СЛОЖНЫМИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПРЕДПРИЯТИЯ: СТРУКТУРА, ЗНАЧЕНИЕ, ВЛИЯЮЩИЕ ФАКТОРЫ

**С.В. Артыщенко, Е.А. Серебрякова, С.А. Баев, И.С. Артыщенко, Е.И. Радинскава.... 60**

БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ И МЕТОДЫ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ

**П.И. Карасев, В.Д. Яковлева, А.В. Рязанцев, Абд Али Хуссейн Наджм Абд Али..... 69**

МЕТОД НЕЧЕТКОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДАННЫХ В СИСТЕМАХ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

**П.И. Карасев, В.Д. Яковлева, А.В. Рязанцев, Абд Али Хуссейн Наджм Абд Али..... 72**

КОМПЛЕКС ПРОГРАММ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОПАСНОСТИ ДЕСТРУКТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

**Н.С. Кобяков..... 76**

АНАЛИЗ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ

**К.В. Стародубов, Шамсулдин Хайдар Абдулваххаб Х., Мустафа Абдулкадим Ал-Амееди, Алмали Ахмед Аднан Латиф..... 81**

АНАЛИЗ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ АУТЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ

**К.В. Стародубов, Шамсулдин Хайдар Абдулваххаб Х., Мустафа Абдулкадим Ал-Амееди, Алмали Ахмед Аднан Латиф..... 86**

РОЛЬ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ

**Яковлева В.Д., Карасев П.И., Рязанцев А.В., Абд Али Хуссейн Наджм Абд Али..... 90**



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

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРТЕО ОПТИМАЛЬНОГО  
РЕШЕНИЯ В СЛОЖНЫХ СИСТЕМАХ ОРГАНИЗАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ

**Н.А. Бутырина, Е.А. Серебрякова, Нгуен Тхань Ньян, А.В. Чугунов.....** 94

ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ПРОЦЕССОВ МИНИМИЗАЦИИ  
ОЧЕРЕДЕЙ ТРАНЗАКТОВ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ МАССОВОГО  
ОБСЛУЖИВАНИЯ

**И.Г. Иванова, Е.А. Серебрякова, К.С. Нижегородов.....** 102

### **НАУЧНЫЕ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ И МАГИСТРАНТОВ**

МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ СТЕЙКХОЛДЕРАМИ ПРОЕКТА

**Т.А. Аверина, Е.А. Балабаева.....** 109

ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ В СОВРЕМЕННЫХ  
УСЛОВИЯХ РЫНКА

**Н.Ю. Калинина, К.С. Аралова.....** 117

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОТБОРА И ПРИЕМА КАНДИДАТОВ

**А.А. Каргашова.....** 130

ВЛИЯНИЕ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА НА РАЗВИТИЕ  
КУЛЬТУРЫ: ОПЫТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГОСУДАРСТВА С ПРЕДПРИЯТИЯМИ В  
СОВЕТСКИЙ ПЕРИОД

**Е.А. Россихина, О.С. Перевалова.....** 135

# **УПРАВЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ**

УДК 005.8

## **УПРАВЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ ПО СТОИМОСТНЫМ ПАРАМЕТРАМ**

**Т.А. Аверина, К.С. Аралова**

---

**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.

**Аралова Карина Спартаковна\*** - Воронежский государственный технический университет, магистрант кафедры управления

Россия, г. Воронеж, e-mail: [aralova.c@yandex.ru](mailto:aralova.c@yandex.ru), тел: 8 (919) 238-87-07.

---

**Аннотация:** В статье рассматривается один из главных аспектов проектного управления – стоимость, то есть речь идет об управлении стоимостными параметрами проектов в строительных организациях. В проектном управлении большое внимание уделяется формированию и распределению бюджета. Опираясь на многолетние исследования, были сформированы особенности и принципы управления стоимостными параметрами в строительных организациях. За основу были взяты три параметра стоимостного управления: бюджетирование, оценка стоимости проекта и сметные расчёты строительстве. Обозначена специфическая функциональная область при управлении строительными проектами - управление финансами проекта. А также приведён пример оценки стоимости проекта по благоустройству городской среды.

*Ключевые слова:* проектное управление, бюджетирование, строительные организации, управление по стоимостным параметрам, оценка стоимости проекта, сметные расчеты, оптимизация.

### **Введение**

Рассматриваемая отрасль – строительство – является довольно сложной сферой. Строительная отрасль специфичная, которая имеет свои законы, нишу и направления. Именно строительство в России задаёт темп развития экономики в целом.

Несмотря на то, что строительство – это сложная сфера и темпы роста не высоки, конкуренция на строительном рынке довольно большая и жёсткая. Для того, чтобы не терять темпы роста, руководству необходимо концентрироваться на управлении в том числе стоимостными параметрами.

В управлении стоимостными параметрами входит не только бюджетирование, но и оценка стоимости проекта, и сметный расчёты строительстве. Управление стоимостными параметрами – это совокупность процессов планирования бюджета и контроля затрат,

которые необходимы для реализации определённого проекта в организации. Управление стоимостью в организации включает в себе такие процессы, как организация, планирование, координация, техническое и технологическое обеспечение, которые направлены на получение определенных результатов (качество, стоимость, время и объем) [1].

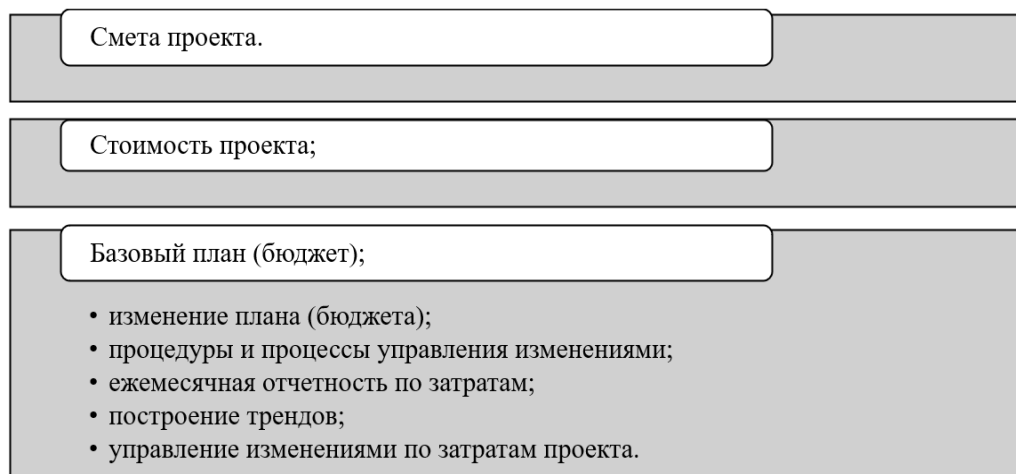
### **Управление по стоимостным параметрам: сущность и методы управления**

Управление стоимостными параметрами является неотъемлемой частью деятельности руководителя. Если задать вопрос менеджеру среднего звена, в чем заключается главная задача его деятельности, то в ответ можно услышать «обеспечение выполнения работ». Безусловно, это является правильным ответом, но, если такой вопрос адресовать топ-менеджеру, ответ будет совсем иной: «Обеспечить выполнение работ в срок, в рамках выделенных средств в соответствии с техническим заданием».

Именно эти параметры являются ограничениями, которые имеются у любого проекта. Время, бюджет и качество – параметры, которые находятся под постоянным контролем руководителя проекта.

Управление стоимостью проекта является одной из главных задач управления проектом в целом. Такое управление включает в себя процессы, которые гарантируют то, что проект будет выполнен в определённых рамках бюджетирования.

На рисунке 1 приведены три основных элемента управления, которые являются принципиально важными в проектном управлении.

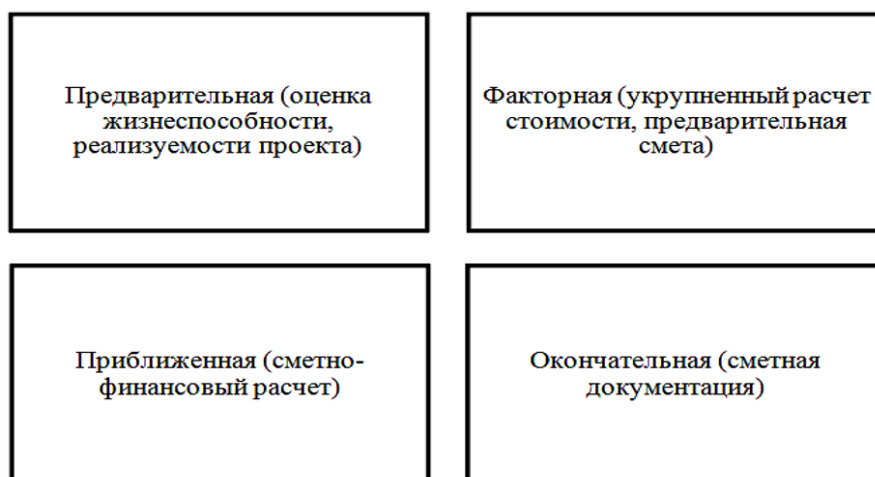


**Рис. 1. Основные элементы управления стоимостью**

Главной целью в управлении стоимостными параметрами является осуществление планирования и контроля затрат, путём разработки определенных методов и политики. Управление стоимостью осуществляется с помощью оценки стоимости - совокупности всех затрат, которые необходимы для реализации проекта [2]. Оценка стоимости применяется в зависимости от стадии жизненного цикла проекта, на каждом этапе применяются свои методы оценки. Оценка заключается в знании стоимости всех ресурсов, необходимых для реализации проекта, времени выполнения работ и их стоимости.

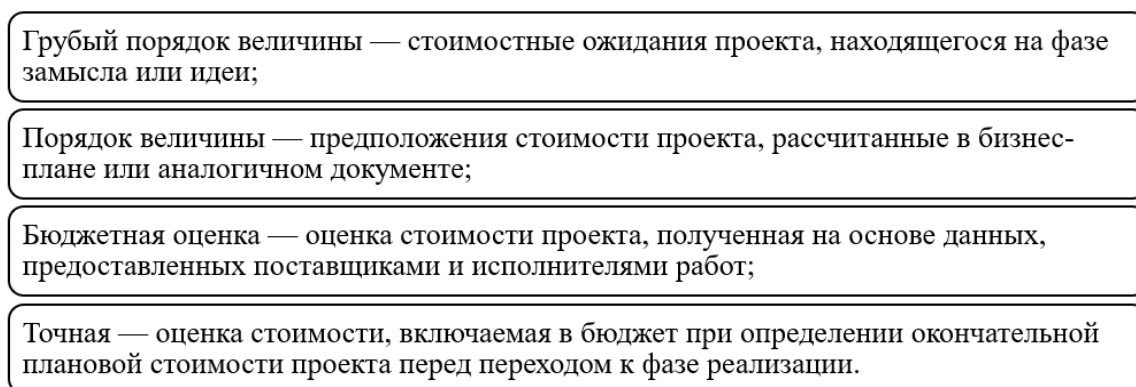
На рисунке 2 представлены виды оценок стоимости проекта.





**Рис. 2. Виды оценок стоимости проекта**

На рисунке 3 выделены типы оценок стоимости проекта [3].



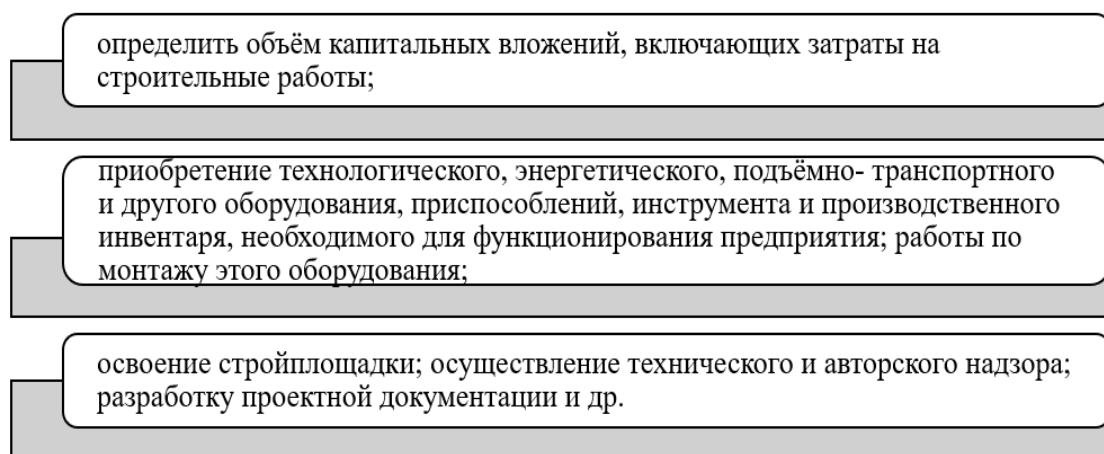
**Рис. 3. Типы оценок стоимости проекта**

Бюджет проекта – это обобщающая стоимость всех мероприятий, которые заложены в реализацию строительного проекта. Такие ограничения, в виде бюджета, задаются непосредственно заказчиком и согласовываются с другими участниками проекта.

Бюджетирование проекта – это процесс формирования, реализации, анализа и контроля бюджета проекта. Иными словами, это процесс формирования бюджета строительного проекта, который включает в себя статьи затрат по различным видам производимых работ или по времени выполнения работ [4].

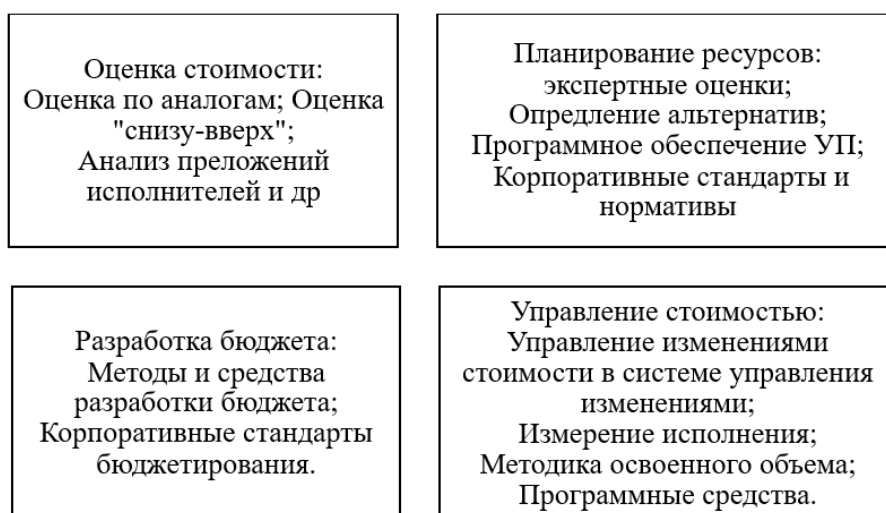
Главный документ, который используется в строительной сфере - это смета. Смета представляет собой совокупность расчётов, которые необходимы для определения затрат на проект. Также, смета является одним из управленческих инструментов, который помогает менеджерам контролировать процесс реализации проекта.

На рисунке 4 приведены аргументы необходимости смет в организации:



**Рис. 4. Назначение смет**

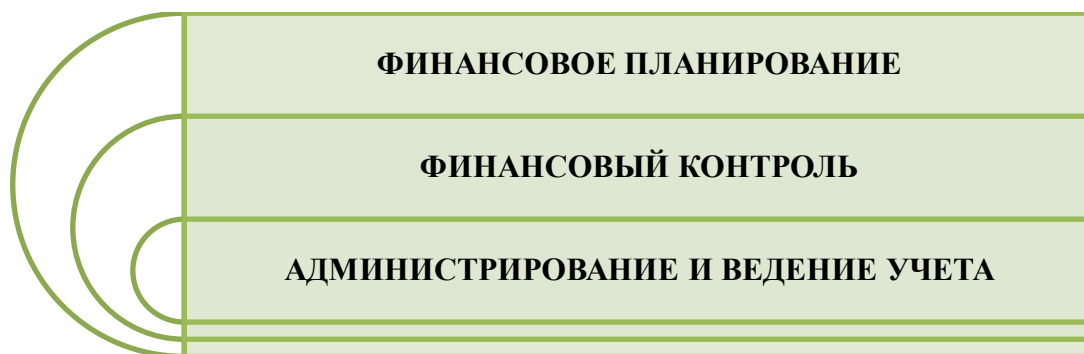
На рисунке 5 [5] приведены самые актуальные методы управления по стоимостным параметрам, которые используются в процессе управления стоимостью проекта. Менеджеры среднего звена обычно используют данные методы по отдельности, либо же в совокупности. А топ-менеджеры данные методы оптимизируют и применяют в соответствии со спецификой задач.



**Рис. 5. Методы управления по стоимостным параметрам**

Таким образом, были приведены основные методы управления по стоимостным параметрам.

Далее в силу специфики строительного проекта согласно [6] добавляется еще одна функциональная область управления - управление финансами проекта.



**Рис. 6. Общая схема управления финансами проекта**

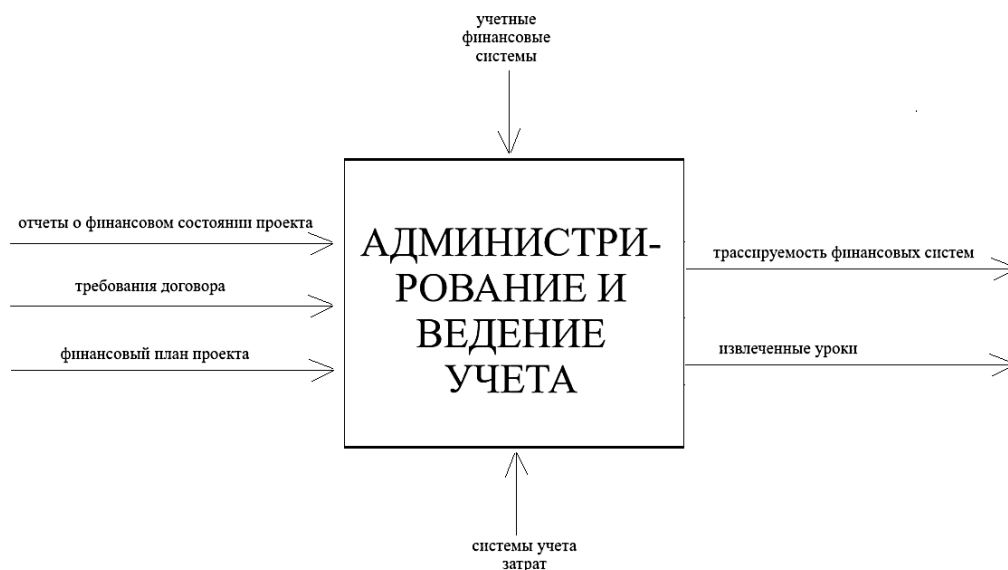
Для проектов в строительной сфере планирование является первоначальным этапом управления финансами, так как на данном этапе устанавливаются финансовые требования. На рисунках 7-9 процессы управления финансами показаны более подробно.



**Рис. 7. Схема процесса финансового планирования**



**Рис. 8. Схема процесса финансового контроля**



**Рис. 9. Схема процесса администрирования и ведения учета**

Таким образом, были рассмотрены бизнес-процессы управления финансами строительного проекта, которые играют немаловажную роль в управлении проектом в целом.

### **Определение стоимости проекта на примере проекта по проектированию многоярусной парковки в г. Воронеж**

Проект «Постройка многоярусной парковки в г. Воронеж» — это надземная открытая рамповая многоярусная парковка. Парковка состоит из 4 этажей, где общее количество парковочных мест — 150. Параметры одного места: ширина 30м и длина 50м. Местоположение: г. Воронеж, р-он Левобережный, ул. Новосибирская 84а (промзона).

SMART-цель проекта: построить платную четырехъярусную парковку на 150 машиномест к 01.06.24 г. в Левобережном районе Воронежа, для снижения загруженности во дворах близлежащих улиц за счет государственной поддержки и инвесторов.

Экономическая цель проекта:

- 1) Получение прибыли

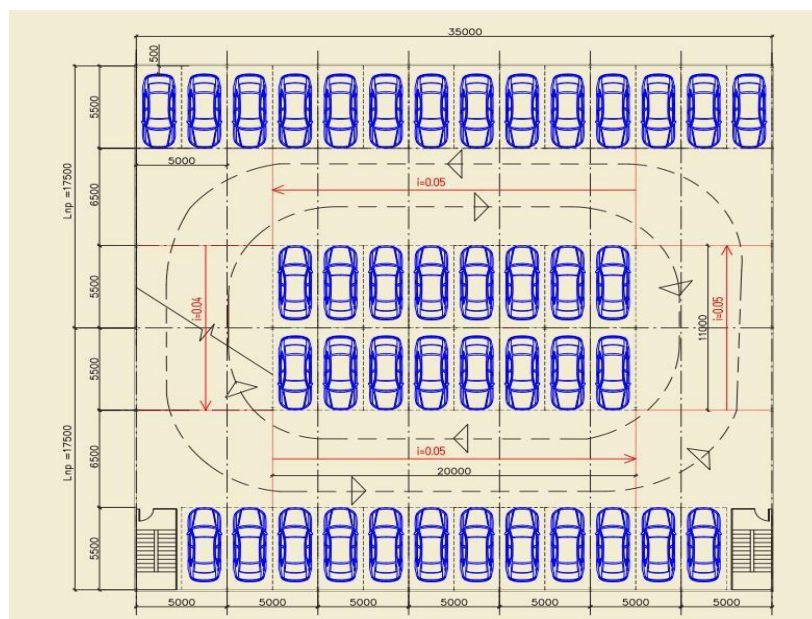
Социальные цели проекта:

- 1) создание новых рабочих мест (охрана, уборщики);
- 2) повышение комфортности и удобства населения в жилых кварталах (снижение загруженности дворов);
- 3) система безопасности (машины 24/7 под охраной);
- 4) снижение шумового уровня в жилых кварталах (за счет снижения количества машин под окнами).

Основные положения проекта:

- 150 парковочных мест;
- Платная парковка + возможность выкупа парковочного места;
- Охраняемый объект;
- Пропускная система;
- 24/7;
- Автоматические металлические жалюзи предотвращают перегрев автомобиля летом и спасает от заморозков зимой.

На рисунке 10 представлен наглядный план N-этажа парковки.



**Рис. 10. План n-этажа парковки**

При анализе проекта многоярусной парковки были применены несколько методов оценки по стоимостным параметрам, которые были приведены на рисунке 5.

Первый этап – расчет предварительной оценки стоимости проекта, тут был применен метод «анализ предложений исполнителей». Результаты первого этапа приведены в таблице 1.

**Таблица 1**

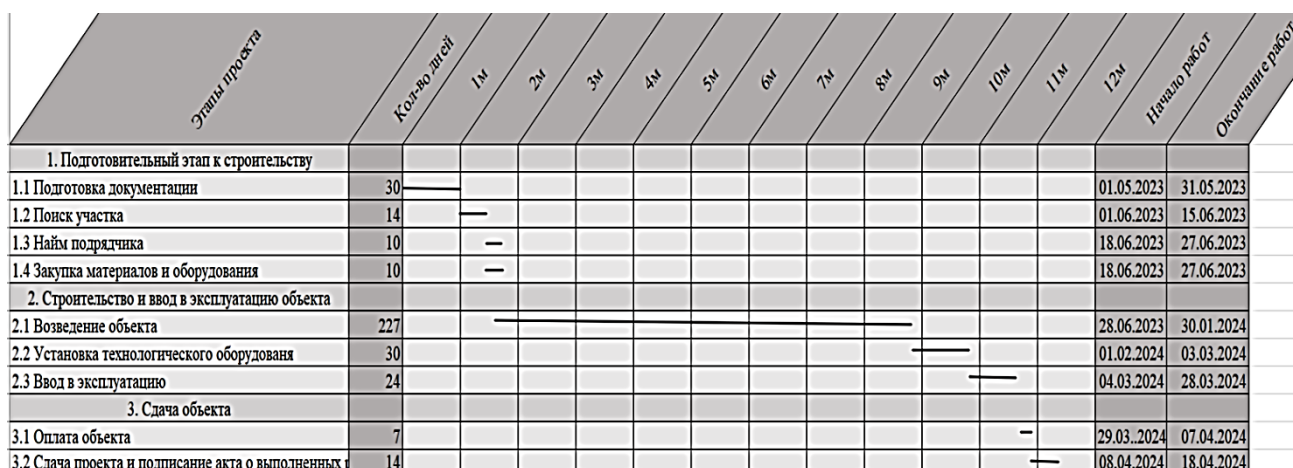
**Предварительная оценка стоимости проекта**

№	Наименование работ на подготовительном этапе проекта	Стоимость работ, тыс. руб.
1	Подготовка документации	150,6
2	Согласование и покупка участка	1.750,7
3	Объем затрат на приобретение офисной техники и мебели составит	2,7
4	Закупка материалов и оборудования	811,89
5	Монтаж оборудования	112,3
6	Объем затрат на поиск и найм подрядчиков	14,7
	<b>Итого</b>	<b>2.842,89*</b>

**\*Цены согласно рыночным на июль 2023 года**

Таким образом, предварительная оценка проекта составляет 2.842.890 рублей.

Второй этап – определение факторной оценки стоимости проекта. В процессе определения такой оценки используется диаграмма Ганта, которая приведена на рисунке 11.



**Рис. 11. Диаграмма Ганта**

После построения диаграммы можно определить факторную оценку стоимости проекта, результаты которой приведены в таблице 2.

**Таблица 2**  
**Прогноз потребностей в средствах на подготовительном этапе строительства**

№	Этапы проекта	Кол-во дней	Начало работ	Окончание работ	Объем затрат
	<b>Подготовительный этап</b>				
1	Подготовка документации	37	01.05.2023	31.05.2023	150,6
2	Поиск участка	37	01.06.2023	15.06.2023	1.750,7
3	Найм подрядчика	14	18.06.2023	27.06.2023	14,7
4	Закупка материалов	14	18.06.2023	27.06.2023	926,89
	<b>Итого</b>				<b>2.842,89</b>

Таким образом, инвестиционные затраты по проекту многоярусной парковки составляют 2.842.890 рублей.

И завершающий этап – определение окончательной стоимости проекта. В процессе третьего этапа были применены два метода «параметрический метод» и «метод снизу вверх», которые хорошо дополняют друг друга. Тем самым они дают наиболее точные расчеты.

В таблице 3 приведены данные по увеличению численности населения в Левобережном районе города за последние три года. Такие данные необходимы для того, чтобы понять, целевую аудиторию нашего проекта и рассчитать в дальнейшем сметно-финансовый расчет.

**Таблица 3**  
**Предполагаемая аудитория проекта**

	2020	2021	2022
Численность населения района Машмет*	332 чел.	368 чел.	401 чел.

\*за основу брали потенциальных потребителей, которые в дальнейшем будут пользоваться услугами парковки (был проведен опрос - анкетирование)



Таким образом, из таблицы 3 видна перспектива развития данного проекта в пределах района Машмет. Стоит отметить, что в дальнейшем будет значительное увеличение количества жителей данного района за счет заселения служебных квартир.

Стоит обратить внимание, что инвестиционные затраты по проекту составляют 2.842.890 рублей, при этом, 50% затрат составляет кредит в Сбербанке под 14% годовых. В таблице 4 представлен план по кредитованию.

**Таблица 4**

**Кредитный план по проекту**

Показатели	0 год	1 год	2 год	3 год	4 год	5 год
Сумма кредита, тыс. руб.	1.421,445					
Ставка годовых, %	14	14	14	14	14	14
Погашение кредита, тыс. руб.	0	284,289	284,289	284,289	284,289	284,289
Остаток задолженности на начало года, тыс. руб.		1.421,445	1.137,156	852,867	568,578	284,289
Выплата %, тыс. руб.	0	199,02	156,201	119,401	79,6	39,8
Погашение кредита нарастающим итогом, тыс. руб.	0	284,289	568,578	852,867	1.137,15	1.421,445
Выплата % нарастающим итогом, тыс. руб.	0	199,02	355,221	474,62	554,22	594,02

Инвестиционные затраты с учетом стоимости привлечения заемных средств составляет 3.436.912 рублей.

В таблице 5 представлены прямые материальные затраты, которые необходимы для реализации проекта.

**Таблица 5**

**Бюджет – прямые материальные затраты на реализацию проекта**

№	Наименование, тыс. руб.	Период	
		Месяц	Год
1	Тех. обслуживание и содержание паркинга	63,04	756,48
2	Уборка и санитарно-гигиеническая очистка паркинга	25,7	308,4
3	ТО инженерных систем	10,25	123,0
4	Охранные мероприятия паркинга	14,0	168,0
5	Заработная плата сотрудников	90,0	1.080,0
6	Коммерческие расходы	5,74	68,88
7	Коммунальные услуги	28,85	346,2
	<b>Итого</b>	<b>237,58</b>	<b>2.850,96</b>

По таблице 5 рассчитана сумма обслуживания паркинга, что составляет 237,58 руб./мес. или 2.850,96 руб./год.

В таблице 6 рассчитана эффективность парковки, с учетом средней предполагаемой заполняемости. Для составления таблицы нам необходима следующая информация:

➤ Количество мест – 150 (40% заполняемости – 60 мест, 45% - 67 мест, 55% -82 места и 70% -105 мест);

➤ Стоимость 1 часа – 15\* руб.;

\* Парковка находится рядом с жилым кварталом и предоставляет возможность парковать машины на ночь.

➤ Среднее время парковки – 10,3 ч.;

➤ Коэффициент оборачиваемости парковочного места (24ч/10,3ч) – 2,3

**Таблица 6**

### **Расчет эффективности парковки**

№	Наименование	1 кв	2 кв	3 кв	4 кв
1	Средняя предполагаемая заполняемость, %	40%	45%	55%	70%
2	Денежные притоки, тыс. руб.	1.918,89	2.158,751	2.638,473	3.358,057
3	Денежные оттоки, тыс. руб.	630,996	632,568	635,712	640,428
4	ЧП, тыс. руб.	1.287,894	1.526,183	2.002,761	2.717,629

Денежные притоки можно рассчитать по формуле:

Денежные притоки (за квартал) = кол-во машиномест\*ср. заполняемость парковки\* ср. время парковки\* коэффициент оборачиваемости\* стоимость часа парковки\*(30/31 дн.\* 3 мес.)

Денежные оттоки в проекте представляют собой затраты при 100% заполняемости парковки, которые в таблице 5.

Таким образом, метод «анализ предложений исполнителей» был применен при расчете предварительной оценки стоимости проекта, оценка составила 2.842.890 рублей. А совокупность методов «параметрический метод» и «метод снизу вверх» были применены для оценки окончательной стоимости проекта, которая составила 2.850,96 рублей. Чистая прибыль в первый квартал равна 1.287,894 тыс. рублей, а в четвертом квартале возросла до 2.717,629 тыс. руб. Далее следует проработать процесс управления финансами проекта на основе рисунка 6.

### **Библиографический список**

1. Управление инвестициями. В 2 т. / В.В. Шеремет, В.Д. Шапиро и др.-М.: Высшая школа, 2019. 604 с.;
2. Менеджмент проектов в практике современной компании. Ципес Г.Л., 2018. 554 с.;
3. Афонин А.М., Царегородцев Ю. Н., Петрова С. А. Управление проектами; Форум - М., 2019. - 184 с.;
4. Мазур И.И., Шапиро В.Д., Ольдерогге Н.Г. Управление проектами: Учебное пособие/ Под общ. Ред. И.И. Мазура. - 2-е изд. - М.: Омега-Л,2020. 452 с.;
5. Разу М.Л. и др. Управление программами и проектами. - МЛ: ИНФРА-М, 2021. - 310 с.;
6. Ивасенко А.Г. Управление проектами: Учеб. пособие. - Новосибирск: СГГА, 2020. – 131 с;
7. Расширение для строительной отрасли к третьему изданию Руководства к своду знаний по управлению проектами (Руководство PMBOK®): пер. с англ. – М.: Издательство «Олимп-Бизнес», 2015.-232с.;

8. Товб А.С. Управление проектами - М.: ЗАО «Олимп-бизнес», 2019. 277 с.

## PROJECT MANAGEMENT BY COST PARAMETERS: OPTIMIZATION OF MANAGEMENT METHODS

**T.A. Averina, K.S. Aralova**

---

**Averina Tatiana Alexandrovna\*** - Voronezh State Technical University, Candidate of Engineering Sciences, 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.

**Aralova Karina Spartakovna\*** - Voronezh State Technical University, Master's Student of the Department of Management  
Russia, Voronezh, e-mail: [aralova.c@yandex.ru](mailto:aralova.c@yandex.ru), tel: 8 (919) 238-87-07.

---

**Abstract.** This article examines one of the main aspects of project management - cost, that is, we will talk about the management of cost parameters in construction organizations. In project management, much attention is paid to the formation and distribution of the budget in accordance with the specifics of the organization. Based on many years of research by various scientists, the features and principles of cost parameters management in construction organizations were formed. Three parameters of cost management were taken as a basis: budgeting, project cost estimation and construction estimates. A specific functional area in the management of construction projects is identified - project financial management. An example of estimating the cost of a project to improve the urban environment is also given.

**Keywords:** *project management, budgeting, construction organizations, management by cost parameters, project cost assessment, cost estimates, optimization.*

### Reference

1. Investment management. In 2 vols. / V.V. Sheremet, V.D. Shapiro, etc.-Moscow: Higher School, 2019. 604 p.
2. Project management in the practice of a modern company. Tsipes G.L., 2018. 554 p.;
3. Afonin A.M., Tsaregorodtsev Yu. N., Petrova S. A. Project Management; Forum - M., 2019. - 184 p.;
4. Mazur I.I., Shapiro V.D., Olderogge N.G. Project management: Textbook/ Under the general Ed. of I.I. Mazur. - 2nd ed. - M.: Omega-L, 2020. 452 p.;
5. Razu M.L. et al. Program and project management. - ML: INFRA-M, 2021. - 310 p.;
6. Ivasenko A.G. Project management: Textbook. - Novosibirsk: SGGA, 2020. – 131 s;
7. Extension for the construction industry to the third edition of the Guide to the body of knowledge on project management (RMVOK® Guide): trans. from English – M.: Publishing House "Olympus-Business", 2015.-232s.;
8. Tovb A.S. Project Management - Moscow: Olymp-Business CJSC, 2019. 277 p.

## ЭТАПЫ СТАНОВЛЕНИЯ ВОРОНЕЖСКОЙ ШКОЛЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Баркалов С.А., Курочка П.Н., Серебрякова Е.А.

---

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

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

**Серебрякова Елена Анатольевна**, Воронежский государственный технический университет, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры цифровой и отраслевой экономики; Россия, г. Воронеж, sea-parish@mail.ru, 8-473-276-40-07

---

Аннотация. Приведен краткий обзор результатов научно-исследовательской работы кафедры управления за двадцать лет существования. В обзор включены результаты работ сотрудников, аспирантов и соискателей кафедры управления: Глагольева А.В., Котенко А.М., Колпачева В.Н., Семенова П.И., Михина П.В. Ещенко Р.В., Калининой Н.Ю., Михина М.П., Тельных В.Г., Нгуен Тхи Куинь Чанг (Вьетнам), Перелыгина А.Л.

Ключевые слова: управление проектами, теория активных систем, агрегирование, перемещение ресурсов, системы стимулирования.

Сейчас под словом ИНТЕРНЕТ каждый человек понимает Всемирную виртуальную сеть – INTERNET, что означает как «Международная сеть». Однако не многие знают, что в далекие 1960-е INTERNET никак не был связан со своим текущим понятием.

Термин «INTERNET» был связан с сетевым методом управления (сетевые графики), преимущественно в строительстве. В 1964 году менеджер проектов в самолетостроении из Франции, Пьер Кох, пригласил Дика Валлингса из Нидерландов и Роланда Гуча из Германии для обсуждения преимуществ Метода критического пути как подхода к управлению. Метод критического пути показывает способ управления огромными проектами с многими заказчиками, неопределенными результатами, а также сложными взаимозависимостями. Профессор Арнольд Кауфман предложил назвать программу INTERNET.

В 1965-м группа разработчиков под председательством Ива Юджина из Французской ассоциации компьютерных наук и исследования операций основала независимую организацию IMSA, офис которой располагался в Швейцарии.

В 1967 группа ученых по управлению проектами из Чехословакии пригласила эту организацию присоединиться к первой международной конференции по Методам Сетевого Анализа в Праге. В связи со спонсорством мероприятия со стороны Международного Компьютерного Центра (Рим), которым управляет профессор Клод Бердж, первый Международный мировой конгресс прошел в Вене. В работе этого конгресса принимает участие тогда еще аспирант Института проблем управления Бурков В.Н. Вот с этого все и началось, добравшись постепенно и до Воронежа.

Возникновение интереса к теории активных систем в среде научной общественности Воронежского региона возникло на рубеже 1994-97 гг. и связано с проведением семинара «Совнет» (президентом СОВНЕТа был В.И. Воропаев – известный охотник) на базе, тогда еще Воронежской государственной архитектурно-строительной академии.

По традиционным обычаям, после семинара была организована охота на кабанов. Охота была с экологической точки зрения удачной, так как никто из зверей не пострадал. На

рис. 1 один из этих красавцев, оставшихся к счастью невредимым: стрелок промахнулся. Но, наверное, «не промахнулся» «Совнет», проведя семинар в Воронеже. Это мероприятие явилось началом продолжительных контактов Владимира Николаевича Буркова с кафедрой управления Воронежского государственного архитектурно-строительного университета.



**Рис. 1. Символ зарождения ТАС в Воронеже**

Из анализа положения в строительной области и изучения его специфики стало ясно, что строительство обладает всеми признаками, позволяющими применить проектную технологию управления.

Анализируя уровень необходимой детализации, можно прийти к заключению о необходимости анализа обратного процесса: агрегирования сетевых моделей большой размерности до уровня разумной сложности. Так появилась идея агрегирования работ проекта, которая затем довольно-таки успешно развивалась в трудах воронежской школы при активном участии В.Н. Буркова.

Рассмотрим основные результаты этой теории.

Прежде всего была предложена классификация имеющихся подходов к агрегированию, которая позволяет классифицировать, в том числе и проекты по возможности применения к ним того или иного метода. Динамическое агрегирование предусмотрено для производственных систем, состоящих из взаимодействующих микрообъектов, для которых задан детерминированный закон изменения их состояния. В основе динамического агрегирования лежит система дифференциальных уравнений, учитывающих собственное состояние объекта, взаимодействие с другими объектами и состоянием производственной системы в целом. Числовые агрегированные показатели проекта, получающиеся в результате свёртки каких-либо существенных его характеристик по определённым правилам и формулам, являются наиболее разработанными, распространёнными и используемыми в практике. Недостаток последних методов агрегирования в том, что они дают какую-либо величину, характеризующую проект, но не его модель.

Проблема согласованности действий и правильности принятия решений при распределении финансирования и решении прочих задач в системе «заказчик – проектировщик – подрядчик» в условиях рынка привела, во многих случаях, к объединению этих функций. Строительные организации, в основном подрядные, накопив необходимый размер капитала, всё чаще сами выступают в роли заказчика и проектировщика, либо создают дочерние фирмы. В связи с этим на стадии проектирования ведущую роль стала

выполнять совокупность финансовых и технологических возможностей предприятия. Эти факторы и ранее старались учесть, но с целью технико-экономического обоснования принятых решений СНиП предполагает вариантное проектирование. На практике, ввиду трудоёмкости, это сводится к просчёту двух – трёх вариантов производства работ, выбранных на основании знаний и опыта проектировщика.

Выбор метода выполнения для всего перечня работ, на основе какого-либо критерия оптимальности, с просчётом всех вариантов для каждой работы и их комбинаций очень сложен в реальных условиях.

Применительно к одной работе выбор метода производства в зависимости от объёма, времени реализации и количества затрат имеет довольно строгий и эффективный подход, который основан на анализе функции затрат. Если рассматривать все работы проекта, то получаем довольно обширную задачу, решая которую мы будем двигаться от частного к общему, и найдём некоторый оптимальный для каждой отдельно работы, метод и общие затраты. Полученный результат может нас не удовлетворить и необходимо будет выполнить перерасчёт.

Гораздо надёжнее развивать ситуацию от общего к частному – имея информацию о располагаемых ресурсах или пределах их возможного изменения, принять необходимый (оптимальный для данного количества средств) набор технологий. Но для того, чтобы априори без длительных расчётов на стадии проектирования знать, как поведёт себя проект (изменение продолжительности) при данном уровне финансирования и соответствующем ему наборе оптимальных методов производства работ необходимо иметь адекватную, несложную модель рассматриваемой системы (проекта).

Решение описанных выше проблем нашли на пути адаптации друг к другу и синтезе теории агрегирования комплексов операций и метода выбора оптимальных технологий.

Рассмотрим возможность нормативного подхода к определению зависимости скорости реализации проекта от уровня финансирования. Для получения достоверной модели проекта в агрегированном виде необходимо чтобы наряду с имеющимися моделями и методами агрегирования существовали объективные исходные характеристики агрегируемых работ (функциональные зависимости, характеризующие значение одних параметров работ при изменении других). При этом предполагается, что любая работа (операция) в строительстве имеет чётко определённую нормативную базу по затратам средств на рабочую силу и механизацию.

Агрегирование, то есть представление сложной модели (описываемой большим числом параметров) в упрощённом (агрегированном) виде (описываемой небольшим числом параметров) не только эффективный метод решения задач большой размерности, но едва ли не единственный подход к принятию решений на высших уровнях управления. И дело здесь не в том, что ограничены наши возможности в решении задач большой размерности. Главная причина агрегированного описания сложных моделей в том, что руководитель (лицо, принимающее решение) способен принимать эффективные решения, оперируя только небольшим числом существенных факторов (порядка 7 – 8 факторов).

Отсюда следует, что подход к решению задач большой размерности на основе построения агрегированных моделей адекватен иерархическому построению организационных систем. Очевидно, что упрощённое описание является приближенным (ошибка агрегирования), однако, это упрощение окупается повышением эффективности принятия решения на основе агрегированных моделей. Большой интерес представляют случаи идеального агрегирования, то есть агрегирования с нулевой ошибкой. Дадим формальные определения агрегирования и ошибки агрегирования в задачах календарного планирования.

**Определение 1.** Агрегированием комплекса операций называется его представление в виде комплекса с меньшим (как правило, значительно меньшим) числом операций.

Это определение обобщает определение агрегирования, данное в [1, 19], где под агрегированием понималось представление комплекса операций в виде одной операции.



Пусть задан класс  $M$  возможных ограничений  $N(t)$  на количество ресурсов, выделенных для реализации проекта. Обозначим  $T_m[N(t)]$  – минимальное время реализации проекта при графике использования ресурсов  $N(t)$ , а  $T_a[N(t)]$  – минимальное время реализации агрегированного проекта при том же графике  $N(t)$ . Разность

$$\varepsilon[N(t)] = \left| 1 - \frac{T_a[N(t)]}{T_m[N(t)]} \right|$$

определяет ошибку агрегирования при заданном графике  $N(t)$ . Ошибку агрегирования для всех возможных графиков  $N(t) \in M$  будем оценивать выражением

$$\varepsilon = \max_{N(t) \in M} \varepsilon[N(t)].$$

**Определение 2.** Агрегирование с нулевой ошибкой называется идеальным.

Приведем примеры идеального агрегирования комплекса операций.

Рассмотрим комплекс из  $n$  независимых операций. Обозначим  $W_i$  – объем  $i$ -ой операции,  $f_i(u)$  – скорость  $i$ -ой операции. Пусть  $f_i$  – вогнутые функции. В этом случае, как доказано В.Н. Бурковым, все операции начинаются одновременно и заканчиваются также одновременно, причем скорости операций удовлетворяют соотношениям

$$x_i(t) = f_i[u_i(t)] = w(t)W_i, i = \overline{1, n},$$

где  $w(t)$  определяется из уравнения

$$\sum_{i=1}^n \varepsilon_i[w(t)W_i] = N(t), \quad (1)$$

$\varepsilon_i$  – функция, обратная  $f_i$ .

Момент завершения комплекса определяется из условия  $\int_0^T w(t)dt = 1$ .

Определим скорость агрегированной операции  $w_s(t)$  как решение уравнения (1), а ее объем примем за  $W_s = 1$ . Очевидно, что для любого  $N(t)$  имеем  $T_a[N(t)] = T_m[N(t)]$ , то есть  $\varepsilon = 0$ .

На основании этих примеров можно утверждать, что если комплекс состоит из однородных операций (операций, скорости которых удовлетворяют соотношениям  $f_i = \beta_i f$ , где  $f$  вогнутые функции) и имеет последовательно параллельную структуру), то такой комплекс допускает идеальное агрегирование в одну операцию. Существует класс зависимостей  $f_i(u_i)$ , при которых возможно идеальное агрегирование любого комплекса операций. Это так называемые степенные зависимости вида

$$f_i(u) = u^\alpha, \alpha < 1, i = \overline{1, n}.$$

Для случая степенных зависимостей доказано, что существует агрегированное представление комплекса в виде одной операции объема  $W_s$  и со скоростью  $f = u^\alpha$  такое, что для любого  $N(t)$  имеет место  $T_m[N(t)] = T_a[N(t)]$ . Таким образом, задача сводится к определению объема агрегированной операции (этот объем назван эквивалентным объемом комплекса).

Известны несколько методов определения эквивалентного объема. Первый метод основан на решении задачи распределения ресурсов при заданном уровне ресурсов  $N$ . Если  $T_{min}(N)$  – минимальное время реализации проекта, то эквивалентный объем проекта определяется выражением

$$W_s = T_{min}(N) \cdot N^\alpha.$$

Второй метод основан на решении задачи минимизации затрат при заданном сроке реализации проекта. При этом зависимость затрат на  $i$ -ую операцию от ее продолжительности определяется выражением

$$s_i(\tau_i) = \frac{w_i^{1/\alpha}}{\tau_i^{1-\alpha/\alpha}}, i = \overline{1, n}.$$

Если  $s_{min}(T)$  – величина минимальных затрат, то эквивалентный объем проекта определяется выражением

$$W_{\alpha} = s_{min}^{\alpha} T^{1-\alpha}$$

Опишем еще один метод определения эквивалентного объема, основанный на геометрической аналогии. Для этого введем понятие размерности комплекса операций.

**Определение 3.** Размерностью комплекса операций называется максимальное число независимых операций.

На рис. 2 приведен пример комплекса, имеющего размерность 3. Множество состояний комплекса размерности  $m$  можно изобразить в виде некоторой области  $m$ -мерного фазового пространства.

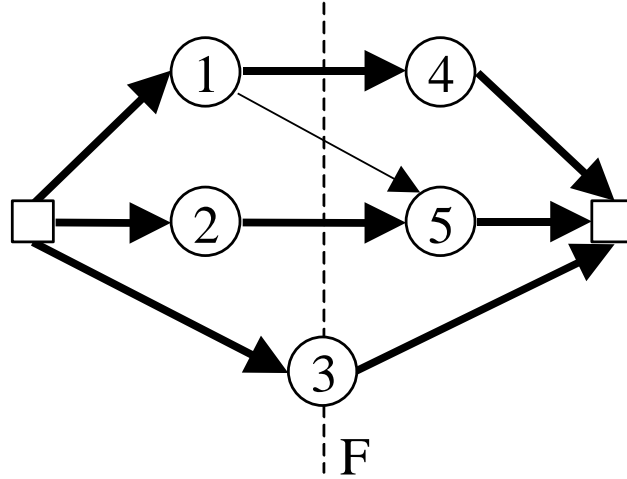


Рис. 2. Пример комплекса операций размерности три

Для этого определим множество  $M$  путей, покрывающих сеть, то есть таких, что каждая вершина сети принадлежит хотя бы одному пути. Как известно, минимальное число таких путей равно размерности комплекса. Обозначим  $Q_i$  – множество вершин сетевого графика, принадлежащих пути  $\mu_i$  (если вершина принадлежит нескольким путям, то оставляем ее только в одном из множеств  $Q_i$ ). Пути  $\mu_i$  выделены на рис. 4 толстыми дугами. Поставим в соответствие каждому пути  $\mu_i$  координатную ось  $y_i$  фазового пространства, а последовательности вершин  $k \in \mu_i$  последовательность отрезков длины  $W_k$  на оси  $y_i$  (рис. 3). Точка  $\mathbf{0}$  соответствует начальному состоянию комплекса (ни одна операция не начата), а точка  $\mathbf{A}$  – конечному состоянию (все операции завершены). Чтобы отобразить зависимости между операциями различных путей, «вырежем» из параллелограмма на рис. 3 соответствующие области. Полученная область полностью описывает множество возможных состояний комплекса. Любому процессу выполнения операций соответствует траектория, соединяющая т.  $\mathbf{0}$  с т.  $\mathbf{A}$  и проходящая в области возможных состояний. Определим расстояние между любыми двумя точками  $y_1$  и  $y_2$  следующим образом:

$$p(y^1, y^2) = \left( \sum_{j=1}^m |y_j^1 - y_j^2|^{1/\alpha} \right)^{\alpha}$$

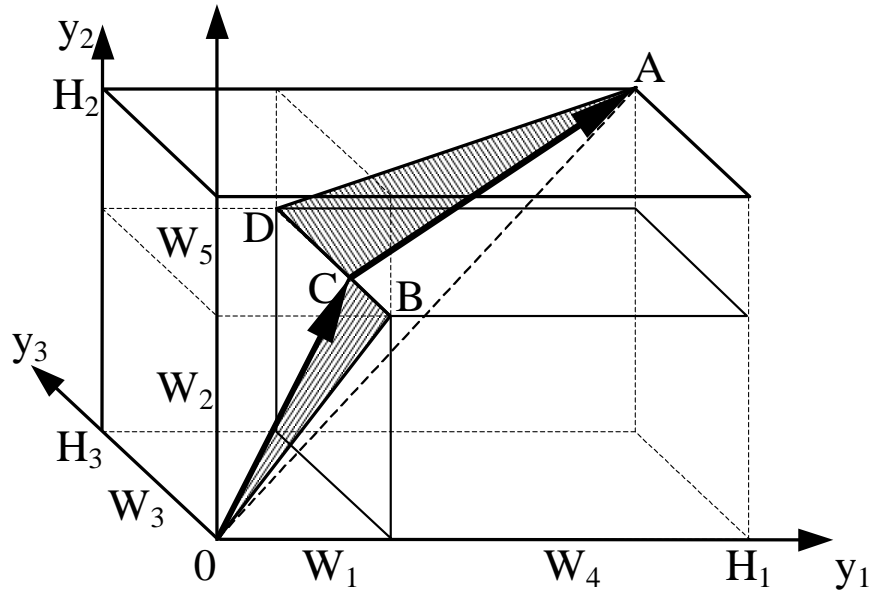
В [2, 15, 21] показано, что эквивалентный объем комплекса операций равен длине кратчайшей траектории, соединяющей т.  $\mathbf{0}$  с т.  $\mathbf{A}$ .

Опишем алгоритм определения кратчайшей траектории, использующий геометрическую аналогию.

Проводим прямую, соединяющую т.  $\mathbf{0}$  с т.  $\mathbf{A}$ . Эту прямую можно описать параметрически в виде

$$y_i(t) = t \cdot H_i,$$

где  $H_i = \sum_{k \in \mu_i} W_k$  (см. рис. 3).



**Рис. 3. Геометрическая аналогия алгоритм определения кратчайшей траектории**

Определяем минимальное  $t$ , начиная с которого прямая выходит за пределы области возможных состояний. Геометрически это означает, что кратчайшая траектория должна проходить через отрезок  $BD$  на рис. 5. Как известно, в этом случае треугольники  $OBC$  и  $ACD$  должны быть подобными. Это позволяет определить координаты точки  $D$  на рис. 3 или, соответственно, фронт работ  $F$  на рис. 2.

Далее процедура повторяется. Определяем минимальное  $t$ , начиная с которого траектория выходит за пределы области возможных состояний, далее определяем соответствующую точку на границе области (из условия подобия треугольников) и т.д., пока не получим траекторию, состоящую из отрезков прямых, целиком лежащую в области возможных состояний.

На втором этапе происходит корректировка полученной траектории. А именно, рассматриваем три последовательных точки излома траектории и корректируем, если это необходимо, положение средней точки из условия подобия треугольников.

Линейная зависимость скорости операции от количества ресурсов широко применяется на практике. Без ограничения общности линейную зависимость можно представить в виде

$$f_i(u_i) = \begin{cases} u_i, & u_i \leq a_i \\ a_i, & u_i > a_i \end{cases} \quad (2)$$

Действительно, в общем случае линейная зависимость имеет вид

$$f_i(u_i) = \begin{cases} k_i \cdot u_i, & u_i \leq a_i \\ k_i \cdot a_i, & u_i > a_i \end{cases}$$

Как известно, описание операции инвариантно к умножению скорости и объема операции на любое положительное число. Поэтому, положив  $\widetilde{f}_i = \frac{1}{k_i} f_i$ ,  $\widetilde{W}_i = \frac{1}{k_i} W_i$ , мы получим зависимость (2)

Метод агрегирования рассмотрим сначала для случая независимых операций. Обозначим  $\tau_i = \frac{W_i}{a_i}$  минимальную продолжительность  $i$ -ой операции,

$$T = \max_i \tau_i$$

минимальную продолжительность комплекса из  $n$  независимых операций. Положим

$$A = \sum_{i=1}^n \frac{W_i}{T} = \frac{W_{\Sigma}}{T}.$$

Величины  $A$  и  $T$  примем за параметры агрегированной операции. Эквивалентный объем агрегированной операции определяется как сумма объемов операций, а зависимость скорости агрегированной операции от количества ресурсов  $N$  имеет вид (2), то есть

$$f_{\Sigma}(N) = \begin{cases} N, & N \leq A \\ A, & N \geq A \end{cases}.$$

Для обоснования предложенного метода агрегирования докажем, что при  $N(t) \leq A$  ошибка агрегирования равна 0. Действительно, момент  $T$  окончания агрегированной операции определяется из уравнения

$$\int_0^{T_m} N(t) dt = W_{\Sigma}.$$

Положим

$$u_i(t) = \frac{N(t)}{A} \cdot \frac{W_i}{T}.$$

Заметим, что  $u_i(t) \leq a_i$  для всех  $i$ . Поэтому момент завершения  $i$ -ой операции определяется из уравнения

$$\int_0^{T_i} u_i(t) dt = W_i = \frac{W_i}{A \cdot T} \int_0^{T_i} N(t) dt$$

Подставляя  $T = \frac{W_{\Sigma}}{A}$  получаем, что  $T_i = T_m$ . Более того, Если  $N(t) = N$ , то есть количество ресурсов не меняется во времени, то ошибка агрегирования равна 0 при любом  $N > A$ . Действительно, продолжительность агрегированной операции  $T_m = \frac{W_{\Sigma}}{A} = T$ , то есть совпадает с продолжительностью комплекса операций. Учитывая стремление к выравниванию уровня ресурсов, выполняющих каждый комплекс операций, можно утверждать, что предложенный метод агрегирования будет давать практически небольшие ошибки агрегирования.

Очередной этап развития теории активных систем в Воронеже связан со встречей руководителей дорожной отрасли Воронежского региона с учеными университета рис. 4.

Задача оптимизации календарного графика с учётом времени перемещений бригад при линейно-протяженном строительстве была сформулирована в ходе обсуждения насущных проблем дорожной отрасли.

Рассмотрим комплекс из  $n$  работ, выполнение которых происходит в пунктах, расположенных друг от друга на заданных расстояниях. Все работы выполняются одной бригадой. Обозначим через  $\tau_i$  – продолжительность  $i$ -ой работы,  $D_i$  – заданный срок завершения  $i$ -ой работы,  $\ell_{ij}$  – время перемещения бригады из пункта  $i$  в пункт  $j$  ( $\ell_{0i}$  – время перемещения бригады от места её расположения в пункт  $i$ ).

Необходимо, определить очерёдность выполнения работ, обеспечивающую их завершение не позже заданных сроков. Если это невозможно, то минимизировать максимальное запаздывание сверх заданных сроков, то есть минимизировать

$$\max_i (t_i - D_i),$$

где  $t_i$  – момент завершения  $i$ -ой работы. Задача является  $NP$ -трудной, поскольку её частным случаем является известная задача коммивояжера.



**Рис. 4. «Столпы ТАС» и дорожники, для которых, как перемещать ресурсы и получать от этого выгоду, еще не ясно**

Рассмотрим частный случай задачи, когда все пункты расположены в линию (например, вдоль железнодорожного пути или автострады). В этом случае

$$\ell_{ij} = |q_j - q_i|,$$

где  $q_j$  – время переезда бригады из начального пункта  $0$  в пункт  $j$ .

Получим оценку снизу  $C_{in}$  момента завершения работы  $i$  при условии, что она выполняется в последнюю очередь. Для этого необходимо определить длину кратчайшего пути из пункта  $0$  в пункт  $i$ , проходящую через все остальные пункты. Эта длина равна

$$L_i(n) = 2q_n - q_i. \quad (3)$$

Оценка снизу

$$C_{in} = \sum_{i=1}^n \tau_i + L_i(n) \quad (4)$$

Определим множество  $Q$  работ, для которых  $C_{in} \leq D_i$ . Если это множество пустое, то определяем

$$\varepsilon = \min_i (C_{in} - D_i) \quad (5)$$

и множество  $Q$  работ, для которых  $C_{in} - D_i = \varepsilon$ .

Выбираем любую работу  $k$  из множества  $Q$ . Для каждой из оставшихся работ  $i$  определяем оценку снизу  $C_{i, n-1}$  её завершения при условии, что эта работа выполняется предпоследней. Для этого определяем кратчайший путь  $L_i(n-1)$  из пункта  $0$  в пункт  $i$ , проходящей через все пункты за исключением  $k$ -го. Оценка снизу

$$C_{i, n-1} = L_i(n-1) + \sum_{i \neq k} \tau_i \quad (6)$$

Снова определяем множество  $Q$  и выбираем любую работу из этого множества и т.д. пока не получаем допустимого решения.

Для приближенного решения задачи можно применить и метод локальной оптимизации.

Сначала, пользуясь каким-либо эвристическим правилом, получаем допустимое решение.

Так, например, хорошим эвристическим правилом, как показало решение большого числа примеров, является выполнение операции в очередности возрастания  $D_i$ .

Описанный подход можно применить и к ряду других схем расположения операций.

Пусть, например, все операции которые предстоит выполнить, расположены вдоль кольцевой дороги.

В случае одностороннего движения оценка  $C_{in}$  определяется следующим выражением

$$L_i(n) = L + q_i, i \neq n, L_n(n) = q_{ni}$$

где  $L$  – длина кольцевой дороги.

В случае двустороннего движения оценка  $C_{in}$  получается более сложным образом, поскольку возможны различные варианты выполнения всех операций так чтобы операция  $I$  выполнялась последней.

**1 вариант.** Выполняем последовательно операции с  $1$  по  $n$  (исключая операцию  $i$ ), а затем выполняем операцию  $i$ . В этом случае оценка снизу будет равна

$$L_i(n) = 2q_n - q_i$$

**2 вариант.** Выполняем последовательно операции с  $1$  по  $(i-1)$ , а затем операции с  $n$  по  $i$  (в обратном порядке). Оценка снизу будет равна

$$L_i(n) = 2q_{i-1} + L - q_i$$

Если варианты 1 и 2 проделать в обратном порядке, то получим еще две оценки

$$L_i(n) = L + q_i - 2q_i, L_i(n) = 2(L - q_{i+1})$$

Окончательная оценка снизу равна минимальному из полученных чисел

Таким образом, был построен алгоритм нахождения оптимальных планов применения бригады для линейной и кольцевой транспортных схем. Рассмотрим еще один частный случай, когда транспортная схема является радиальной.

Заметим, что время перемещения из начального пункта в пункт  $i$ , где выполняется работа  $i$  в общем случае не равно времени возвращения в начальный пункт. Дело в том, что это время может включать временные затраты на подготовительные работы, подбор инструмента и т.д., а время возвращения может включать время на подготовку техники и инструмента к отъезду. Таким образом время перехода бригады от операции  $i$  к операции  $j$  равно

$$l_{ij} = \beta_i + \alpha_i \quad (7)$$

Такой граф называется псевдопотенциальным [7, 14, 23]. Любой его гамильтонов контур имеет одну и ту же длину

$$L = \sum_i (\alpha_i + \beta_i)$$

Таким образом, продолжительность выполнения всех операций одной бригады равна

$$T = \sum_i (\alpha_i + \beta_i + \tau_i) \quad (8)$$

с учетом времени возвращения бригады в начальный пункт. Рассмотрим задачу определения очередности выполнения операций минимизирующей

$$= \max_i (t_i + D_i) \quad (9)$$

где  $t_i$  – момент завершения  $i$ -ой операции;  $D_i$  – желательный срок завершения  $i$ -ой операции. Пусть  $\pi = (i_1, i_2, \dots, i_n)$  очередность выполнения операций. Тогда

$$t_{i_k} = \sum_{j=1}^{k-1} (\alpha_{i_j} + \beta_{i_j} + \tau_{i_j}) + \alpha_{i_k} + \tau_{i_k} = \sum_{j=1}^k (\alpha_{i_j} + \beta_{i_j} + \tau_{i_j}) - \beta_{i_k} \quad (10)$$

Из (9) и (10) получаем

$$\sum_{j=1}^k (\alpha_{i_j} + \beta_{i_j} + \tau_{i_j}) \leq \beta_{i_k} + D_{i_k} + \eta, k=\overline{1, n} \quad (11)$$

Покажем, что оптимальным является выполнение операций в очередности возрастания величин  $(\beta_i + D_i)$ .

Пусть в решении имеет место  $\beta_{i_q} + D_{i_q} > \beta_{i_{q+1}} + D_{i_{q+1}}$ .

Поменяем очередность выполнения операций  $i_q$  и  $i_{q+1}$ , то есть сначала выполняем операцию  $i_{q+1}$ , а затем  $i_q$ .



Покажем, что в новом решении неравенства (11) будут выполняться при той же величине  $\beta$ .

Имеем

$$\sum_{j=1}^{q-1} (\alpha_{i_j} + \beta_{i_j} + \tau_{i_j}) + (\alpha_{i_{q+1}} + \beta_{i_{q+1}} + \tau_{i_{q+1}}) \leq \sum_{j=1}^{q+1} (\alpha_{i_j} + \beta_{i_j} + \tau_{i_j}) \leq \beta_{i_{q+1}} + D_{i_{q+1}} + \eta$$

$$\sum_{j=1}^{q+1} (\alpha_{i_j} + \beta_{i_j} + \tau_{i_j}) \leq \beta_{i_{q+1}} + D_{i_{q+1}} + \eta < \beta_{i_q} + D_{i_q} + \eta$$

Таким образом, всегда существует оптимальное решение, в котором операции выполняются в очередности возрастания (неубывания)  $p_i = \beta_i + D_i$ .

Пусть теперь число бригад равно  $m > 1$ . Рассмотрим задачу минимизации времени выполнения всех операций. Обозначим через  $Q_k$  множество операций, выполняемых  $k$ -ой бригадой. Время выполнения  $T_k$  согласно (10) составит

$$T_k = \sum_{i \in Q_k} (\alpha_i + \beta_i + \tau_i) = \sum_{i \in Q_k} C_i \quad (12)$$

где  $C_i = \alpha_i + \beta_i + \tau_i$ .

Время выполнения всех операций равно

$$T = \max_k T_k \quad (13)$$

Задача заключается в разбиении всех операций на  $m$  групп, так чтобы величина критерия (13) была минимальной. Это известная «задача о камнях», которая относится к сложным, комбинаторным задачам.

Рассмотрим методы ее решения для крайних случаев, когда бригад «велико».

Пусть число бригад равно 2. В этом случае эффективным является метод динамического программирования.

В случае достаточно большого числа бригад, когда каждой бригаде достается не более двух операций, удастся эффективно решать задачи календарного планирования и для произвольных транспортных схем.

Пусть задана матрица  $\|l_{ij}\|$  времен перехода с одной операции  $i$  на другую  $j$ . Без ограничения общности можно принять, что  $n=2m$  (этого всегда можно добиться, вводя фиктивные операции). Пусть операции  $i$  и  $j$  выполняются одной бригадой. Если операция  $i$  делается первой, то время выполнения двух операций составит  $T_{ij} = l_{0j} + \tau_j + l_{ji} + \tau_i$ .

Обозначим через  $C_{ij}$  следующую величину  $C_{ij} = \min(T_{ij}; T_{ji})$ .

Рассмотрим симметрический граф с длинами ребер  $C_{ij}$ . Задача свелась к выделению в этом графе  $m$  ребер (по числу бригад), никакие два из которых не имеют общих вершин. Такое множество ребер называется паросочетанием графа. Таким образом, необходимо найти паросочетание  $Q$ , для которого величина  $\eta = \max_{(i,j) \in Q} C_{ij}$  минимальна. В основе метода решения задачи лежит алгоритм определения паросочетанием в графе. Опишем этот алгоритм.

Предварительно получим необходимые и достаточные условия оптимальности для более общей задачи. Обозначим  $q_{ij}$  - вес ребра  $(i, j)$ . Будем рассматривать полные графы с четным числом вершин. Поставим задачу определения паросочетания с максимальным суммарным весом ребер.

Пусть  $Q$  – произвольное паросочетание. Введем понятие чередующегося цикла и его длины.

Чередующимся циклом называется цикл, в котором из любых двух смещенных ребер одно принадлежит ему.

Длиной чередующегося цикла  $M$  называется разность суммы весов ребер паросочетания и суммы весов ребер, не принадлежащих паросочетанию, то есть

$$L(M) = \sum_{(i,j) \in M-Q} q_{ij} - \sum_{(i,j) \in M \cap Q} q_{ij}$$

**Теорема 1.** Для того, чтобы паросочетание  $Q$  – было оптимальным, необходимо и достаточно, чтобы длина любого чередующегося цикла была неположительной.

**Необходимость.** Пусть  $Q$  – оптимальное сочетание и пусть нашелся чередующийся цикл  $M$ , такой что,  $L(M) > 0$ . Но в этом случае ребра  $M-Q$  и ребра  $Q-M$  образуют паросочетания с большим весом.

**Достаточность.** Пусть  $Q$  – паросочетание такое, что любой чередующейся цепи имеет неположительную длину. Пусть  $Q_0$  – оптимальное паросочетание. Заметим, что если  $Q-Q_0$ , то ребра  $Q-Q_0$  и  $Q_0-Q$  образуют чередующийся цикл ребра  $Q-Q_0$ , то мы получим паросочетание  $Q_0$ . При этом вес паросочетания  $Q_0$  будет не больше чем  $Q$ , поскольку чередующийся цикл имеет неположительную длину. Поэтому  $Q$  – оптимальное паросочетание. На основе доказанной теоремы можно предложить алгоритм определения оптимального паросочетания, в основе которого лежит процедура поиска чередующихся циклов с положительной длиной.

Описанный алгоритм можно определять для определения паросочетания произвольного графа. Для этого достаточно положить веса ребер равными 1, а веса отсутствующих ребер – равными 0 и решить задачу построение паросочетания с максимальным весом для полученного полного графа. Если вес оптимального паросочетания равен  $n/2$ , то исходный граф имеет паросочетание.

**Лемма 1.** Если в графе имеется висячее ребро, то есть ребро, одно из граничных вершин которого имеет единичную степень, то существует паросочетание, с максимальным весом, содержащее это ребро.

Доказательство очевидно. Если  $Q$  – паросочетание с максимальным весом, не содержащее висячего ребра  $(i, j)$ , где  $j$  – висячая вершина, то удаляя ребро паросочетания с единичным весом инцидентное вершине  $i$  и добавляя ребро  $(i, j)$  также с единичным весом мы получаем паросочетание, содержащее ребро  $(i, j)$  и имеющее такой же вес.

Лемма позволяет сократить размерность задачи, если имеются висячие ребра.

Рассмотрим задачу равномерного распределения ресурсов по множеству работ, для каждой из которых задан интервал (множество периодов), в котором она должна быть выполнена (предполагается, что работа может быть выполнена в течении одного периода). Для формальной постановки задачи вводим переменные  $X_{ik}, i = \overline{1, n}, k = \overline{1, T}$ , где  $n$  – число работ,  $T$  – число периодов времени. Положим  $X_{ik} = 1$ , если  $i$ -ая работа читается в  $k$ -ом семестре  $X_{ik} = 0$ , в противном случае. Обозначим также  $R_i$  - множество периодов, в которых допускается выполнение  $i$  –работы  $Q_k$  - множество работ, которые выполняются в  $k$ -ом периоде. Задача заключается в определении  $\{X_{ik}\}$ , таких что

$$\sum_{k \in R_i} X_{ik} = 1, i = \overline{1, n} \quad (14)$$

и величина критерия:

$$\psi = \sum_{k=1}^T \left( \sum_{i \in Q_k} X_{ik} \right)^2 = \sum_{k=1}^T Y_k^2, \quad Y_k = \sum_{i \in Q_k} X_{ik} \quad (15)$$

принимает минимальное значение. Минимум критерия (15) достигается, если  $Y_k = \frac{n}{T}$ .

Рассмотрим алгоритм решения задачи, в основе которого лежит геометрический подход. Построим на плоскости систему координат, ось абсцисс которой соответствует моментам времени, а ось ординат - работам.

Каждому значению  $k$  оси абсцисс поставим в соответствие две точки  $(k, A_k)$  и  $(k, B_k)$ , где  $A_k$  – число работ которые можно выполнить за  $k$  периодов. Если обозначить  $a_i$  - номер первого периода, в котором может выполняться работа, а  $b_i$  - номер

последнего периода, в котором может выполняться работа, то  $A_k$  равно числу работ, для которых  $b_i \leq k$ , а  $B_k$  равно числу работ, для которых  $a_i \leq k$ .

Множество интервалов  $R_i$  удобно представлять в виде графа из  $(T+1)$  вершин. Каждой вершине  $K$  (за исключением начальной вершины  $O$ ) соответствует  $k$ -ый период, а каждому интервалу  $R_i$  соответствует дуга  $(a_i-1, b_i)$ , соединяющая вершину  $(a_i-1)$  с вершиной  $b_i$ . На рис. 5. приведён пример такого графа для  $T = 5$  периодов и  $n=10$  работ (номера работ указаны в скобках у соответствующих дуг).

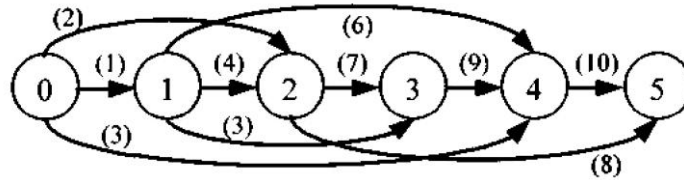


Рис. 5. Пример графа

Заметим, что  $A_k$  равно числу дуг, у которых номера конечных вершин меньше или равны  $k$ , а  $B_k$  равно числу дуг, у которых номера начальных вершин меньше  $k$ .

Имеем для графа рис. 6

K	1	2	3	4	5
$A_k$	1	3	5	8	10
$B_k$	3	6	8	9	10

Рис. 6. Табличное представление графа

Система координат с точками  $(k, A_k)$ ,  $(k, B_k)$  приведена на рис. 7.

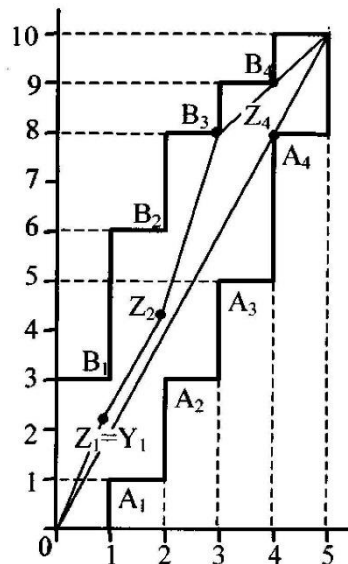


Рис. 7. Система координат с точками  $(k, A_k)$ ,  $(k, B_k)$

Обозначим  $z_k = \sum_{j=1}^k Y_j$  - число работ выполняемых за первые  $K$  периодов. Заметим что  $A_k \leq Z_k \leq B_k$ . Отметим точки  $(k, Z_k)$  на плоскости и соединим отрезками соседние точки  $(k-1, Z_{k-1})$  и  $(k, Z_k)$ ,  $k = 1, \dots, T$ . Получим ломаную линию, соединяющую начальную точку  $O$  с конечной  $W$ . Определим длину этой линии следующим образом:

$$L(Z) = \sum_{k=1}^T (Z_k - Z_{k-1})^2 = \sum_{k=1}^T Y_k^2 \quad (16)$$

Сравнивая (15) и (16) видим, что  $L(Z)$  равна величине критерия (15). Таким образом, задача свелась к определению кратчайшей траектории в области, выделенной на рис. 6.

Покажем, что метрика (16) удовлетворяет неравенству треугольника. Пусть  $Y_1 \neq Y_2$  и  $Y = (Y_1 + Y_2)/2$ . Необходимо доказать, что  $Y_1^2 + Y_2^2 > 2Y^2$ . Подставляя  $Y = 0,5(Y_1 + Y_2)$ , получаем,

$$Y_1^2 + Y_2^2 - 2Y_1Y_2 = (Y_1 - Y_2)^2 > 0, \text{ если } Y_1 \neq Y_2.$$

Опишем алгоритм определения кратчайшей траектории.

**1 шаг.** Проводим прямую, соединяющую т.  $O$  с т.  $W$ . Если эта прямая проходит в допустимой области, то получено оптимальное решение. Если нет, то определяем ближайшую к т.  $O$  точку пересечения с границей допустимой области (точка  $P_1$  на рис. 8).

Если точка  $P_1$  лежит на вертикальном отрезке, то берем т.  $P_k = (k, A_k)$  и проводим траекторию из двух отрезков  $(O, P_k)$  и  $(P_k, W)$ . Снова находим ближайшую к т.  $O$  точку пересечения траектории с границей допустимой области (рис. 8). Эта точка лежит на горизонтальном отрезке. Проводим траекторию из трёх отрезков  $(O, P_i)$ ,  $(P_i, P_k)$  и  $(P_k, W)$  и т.д. За конечное число шагов будет получена кратчайшая траектория.

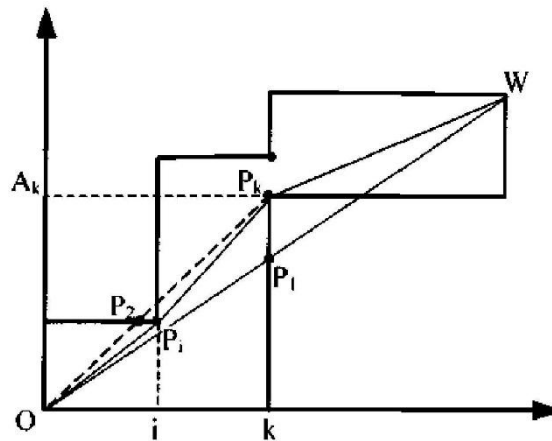


Рис. 8. Алгоритм определения кратчайшей траектории

Для того чтобы получить оптимальное расписание  $\{X_{ik}\}$  применяем следующее правило:

Начиная с первого периода назначаем в первую очередь работы (из числа допустимых) с минимальной величиной  $b_i$ . Докажем, что это правило всегда позволяет получить допустимое решение. Действительно, пусть имеем допустимое расписание такое что в некотором периоде выполняется работа  $i$ , хотя имеется работа  $j$  с меньшей величиной  $b_j$  ( $b_j < b_i$ ). Очевидно, что работе  $j$  назначена в некотором периоде  $q > k$ ,  $q \leq b_j < b_i$ . Следовательно работа  $i$  может выполняться в периоде  $q$ . Поэтому, можно поменять местами работы  $i$  и  $j$ , получив допустимое расписание, в котором работа  $j$  назначена в соответствии с правилом.

Важной особенностью сетевых методов моделирования будет являться учет характера имеющихся зависимостей между работами проекта. Именно поэтому возникла идея представить некоторые зависимости в проекте как необязательные, рекомендательные, которые могут и не выполняться, то есть мягкие.

Взаимная увязка работ в основном укладывается в четыре типа зависимостей: «старт-финиш», «старт-старт», «финиш-финиш» и «финиш-старт», причем было отмечено, что наиболее часто встречаются зависимости «финиш-старт». Эти зависимости имеют

обязательный характер, то есть должны выполняться неукоснительно (недаром их еще называют жесткими зависимостями). Однако на практике нередки ситуации, когда эти зависимости носят не обязательный, а рекомендательный характер. Другими словами, они могут нарушаться, но их нарушение ведет к определенным потерям, либо к увеличению продолжительности работ, либо к росту затрат на реализацию проекта.

Так при строительстве дома, рационально проложить сначала трубы, а затем асфальтировать площадку. Можно делать в обратном порядке, но при этом увеличатся затраты и время. При планировании учебного процесса целесообразно ряд курсов читать раньше других, что экономит время поскольку материал, необходимый для понимания ряда вопросов данного курса уже прочитан в другом курсе. Еще один пример, при выполнении работы остаются отходы материала, которые можно использовать при выполнении другой работы, что снижает стоимость. Примеров можно привести много. Замети, что обычные жесткие зависимости можно формально вести к зависимостям рекомендательного типа, если ввести большие потери или значительное увеличение продолжительности работы при их нарушении. Зависимости рекомендательного типа будем называть также мягкими (в отличие от жестких зависимостей).

Итак, пусть имеется проект из  $n$  работ, мягкие зависимости между которыми описаны сетевым графиком (рис. 9). В дальнейшем будем рассматривать, если не оговорено особо, наиболее распространенные зависимости «финиш-старт». Вершины сетевого графика соответствуют работам проекта. В верхней половине вершины указан номер работы, а в нижнем ее продолжительность. Дуги соответствуют мягким зависимостям между работами. Для каждой дуги заданы два числа  $a_{ij}$  и  $b_{ij}$ . Первое число  $a_{ij} \geq 0$  определяет увеличение продолжительности работы  $j$ , если зависимость  $(i,j)$  нарушается, то есть если работа  $j$  начата до окончания работы  $i$ . Второе число  $b_{ij} \geq 0$  определяет увеличение затрат на выполнение работы  $j$ , если зависимость  $(i,j)$  нарушается.

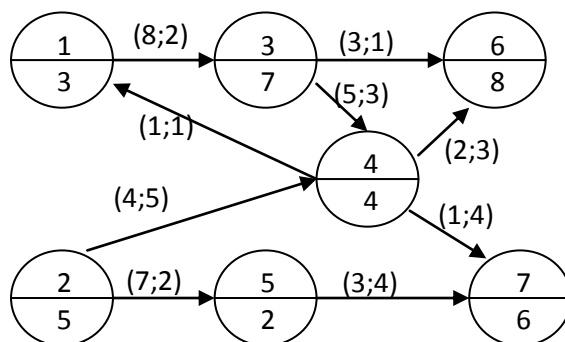


Рис. 9. Граф

Для описанной модели возможны различные постановки задач.

**Задача 1.** Пусть заданы только числа  $a_{ij}$  (можно считать, что все  $b_{ij} = 0$ ). Требуется определить календарный план с минимальной продолжительностью проекта.

**Задача 2.** Пусть заданы только числа  $b_{ij}$  (можно считать, что все  $a_{ij} = 0$ ). Требуется определить календарный план с минимальными дополнительными затратами.

**Задача 3.** Пусть заданы оба числа  $a_{ij}$  и  $b_{ij}$ . Определить календарный план, при котором проект выполняется за время  $T$ , а увеличение затрат минимально.

Заметим, что сетевой график при мягких зависимостях может иметь контуры в отличие от сетевого графика при жестких зависимостях.

Присваиваем всем работам сетевого графика начальные индексы  $\lambda_i = \tau_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ . Рассматриваем каждую работу  $i$ . Обозначим через  $Q_i$  — множество работ, предшествующих работе  $i$ , то есть в сетевом графике существует дуга  $(j, i)$  для  $j \in Q_i$ . Обозначим через  $m_i$  — число дуг, заходящих в вершину  $i$  (число элементов множества  $Q_i$ ). Рассмотрим все

подмножества из  $m_i$  элементов (их число равно  $2^{m_i}$ ) Для каждого подмножества, содержащего вершины  $R_i \subset Q_i$  вычисляем

$$t_i(R_i) = \tau_i + \max_{i \in R_i} \lambda_i + \sum_{i \in R_i} a_{ji} \quad (17)$$

Определяем новый индекс вершины  $i$

$$\lambda_i = \min_{R_i} T_i(R_i) \quad (18)$$

Алгоритм заканчивается когда, все индексы установятся. Конечность алгоритма следует из того, что последовательность индексов для каждого  $i$  является возрастающей. С другой стороны индексы  $\lambda_i$  ограничены величиной

$$T_i = \tau_i + \sum_{j \in Q_i} a_{ji}$$

Следует отметить, что число вариантов можно сократить, если дуги множества  $Q_i$  рассматривать в очередности убывания  $\lambda_i$ . В этом случае, если мы учитываем дугу  $(j;i)$ , то можно сразу учесть все дуги с меньшими или равными  $\lambda_k \leq \lambda_j$ . В нашем случае достаточно рассмотреть 4 вариант. В общем случае, если в вершину  $i$  заходит  $m_i$  дуг, достаточно рассмотреть  $(m_i+1)$  вариант.

**Теорема 2.** Установившиеся значения индексов  $\lambda_i$  определяют минимальные ранние сроки завершения работ.

**Доказательство.** Заметим, что величины индексов, получаемые на каждом шаге, являются нижними оценками моментов окончания соответствующих работ. После того как индексы установились, можно выделить те зависимости, то есть становятся жесткими зависимости. Можно построить сетевой график выполнения работ с учетом только жестких зависимостей. Очевидно, что этот сетевой график не имеет контуров. Рассчитывая его известными алгоритмами (с учетом того что, зависимости, которые не выполняются, приводят к увеличению продолжительностей работ) мы получим те же самые установившиеся индексы. Это доказывает теорему.

Переходим к исследованию задачи 2. Пусть ограничение на продолжительность проекта отсутствует. В этом случае задача заключается в определении очередности выполнения работ, при которой дополнительные затраты минимальны. Эта задача была рассмотрена в [3, 11, 21]. Приведем метод ее решения следуя [1, 10, 13].

Для этой цели рассмотрим граф из  $n$  вершин (по числу проектов в мультипроекте). Две вершины  $i$  и  $j$  соединим дугой  $(i,j)$ , если проект  $i$  рекомендуется завершить раньше начала проекта  $j$ . Каждой дуге  $(i,j)$  припишем пропускную способность  $c_{ij}$ , равную потерям при нарушении рекомендуемой очередности реализации проектов  $i$  и  $j$ . Заметим, что если полученный граф не имеет контуров, то всегда существует очередность реализации проектов такая, что будут выполнены все рекомендации. Это следует из того, что в графе без контуров всегда существует правильная нумерация вершин сети, то есть такая нумерация, что для любой дуги номер ее начальной вершины меньше номера конечной. Эта нумерация и определяет оптимальную очередность проектов. Если граф имеет контуры, то не существует очередности проектов, такой что все они выполняются в предпочтительном порядке. Задача заключается в удалении из графа некоторого множества  $V$  дуг, такого что полученный частичный граф не будет иметь контуров и сумма пропускных способностей удаленных дуг  $C(V)$  будет минимальной. Это соответствует минимизации потерь от нарушения предпочтительной очередности проектов. Множество  $V$  назовем разрезом графа, а  $C(V)$  – пропускной способностью разреза. Фактически речь идет об определении перестановки из  $n$  чисел, где  $n$  – число проектов. Как известно, число таких перестановок  $n!$ . Таким образом, задача относится к классу задач комбинаторной оптимизации, трудности решения которых известны. Для разработки методов ее решения введем ряд определений. Пусть  $\pi = (i_1, i_2, \dots, i_n)$  некоторая перестановка вершин графа. Дугу  $(i_k, i_s)$  графа назовем *неправильно ориентированной* относительно перестановки  $\pi$ , если  $k > s$  [4, 18, 22].



**Определение 4.** Потенциалом перестановки  $C(\pi)$  называется сумма пропускных способностей дуг, неправильно ориентированных относительно этой перестановки, то есть

$$C(i_1, i_2, \dots, i_n) = \sum_{k>s} c_{i_k i_s}$$

Рассмотрим некоторые свойства потенциала перестановки:

**Свойство 1.**

$$C(i_1, \dots, i_{k-1}, i_k, \dots, i_n) - C(i_1, \dots, i_k, i_{k-1}, \dots, i_n) = c_{i_k i_{k-1}} - c_{i_{k-1} i_k}$$

то есть при транспозиции элементов перестановки потенциал изменяется на разность соответствующих элементов матрицы пропускных способностей.

*Доказательство.* очевидно, следует из того, что при транспозиции (то есть при перестановке двух соседних элементов) одна дуга становится неправильно ориентированной, а другая – правильно ориентирована (для упрощения выводов считаем, что граф является полным симметрическим, полагая пропускные способности отсутствующих дуг равными 0).

**Свойство 2.**

$$C(i_1, i_2, \dots, i_n) + C(i_n, i_{n-1}, \dots, i_1) = \sum_{i,j} c_{ij}$$

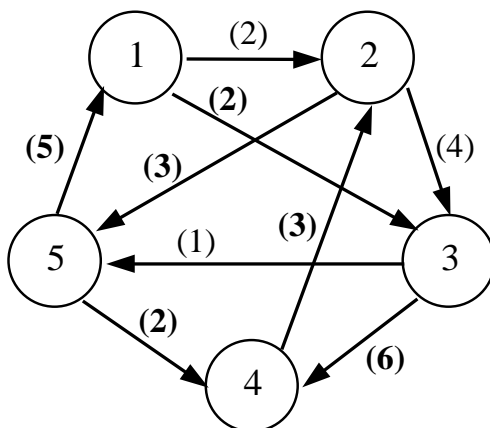
то есть сумма потенциалов двух обратных перестановок равна постоянной величине (сумма всех пропускных способностей дуг графа). Доказательство свойства 2.3.2 столь же очевидно.

Заметим теперь, что удаление множества неправильно ориентированных дуг  $V$  исключает (разрывает) все контуры графа. И наоборот, любому множеству дуг  $V$ , разрывающему все контуры графа, соответствует перестановка (возможно несколько перестановок), потенциал которой меньше или равен пропускной способности разреза  $C(V)$ .

Рассмотрим следующую задачу о минимальном потенциале: определить перестановку, имеющую минимальный потенциал. Заметим, что оптимальное решение задачи дает оценку снизу для оптимального решения задачи определения разреза с минимальной пропускной способностью. Более того, эта оценка достигается, поскольку множество неправильно ориентированных дуг являются разрезом графа. Таким образом, задача определения минимального потенциала эквивалентна задаче определения минимальной пропускной способности разреза.

Опишем алгоритм решения задачи. Без ограничения общности можно считать граф сильно связным (в противном случае, задача решается отдельно для каждой сильно связанной компоненты графа).

**1 шаг.** Определяем все элементарные контуры графа. Это можно делать различными способами. Опишем один из простейших. Описание проведем на примере графа, изображенного на рис.10.



**Рис. 10. Исходный граф для определения элементарных контуров**

Выберем произвольную вершину, например, вершину 1. Строим прадерево с корнем в вершине 1, пути которого соответствуют элементарным путям графа. Процедура построения ясна из рис. 10 и мы не будем ее описывать.

Висячие вершины прадерева с номером 1 (рис. 11) определяют все элементарные контуры графа, содержащие вершину 1. Эти контуры:

$$\mu_1 = (1, 2, 3, 5, 1):$$

$$\mu_2 = (1, 2, 5, 1):$$

$$\mu_3 = (1, 3, 5, 1):$$

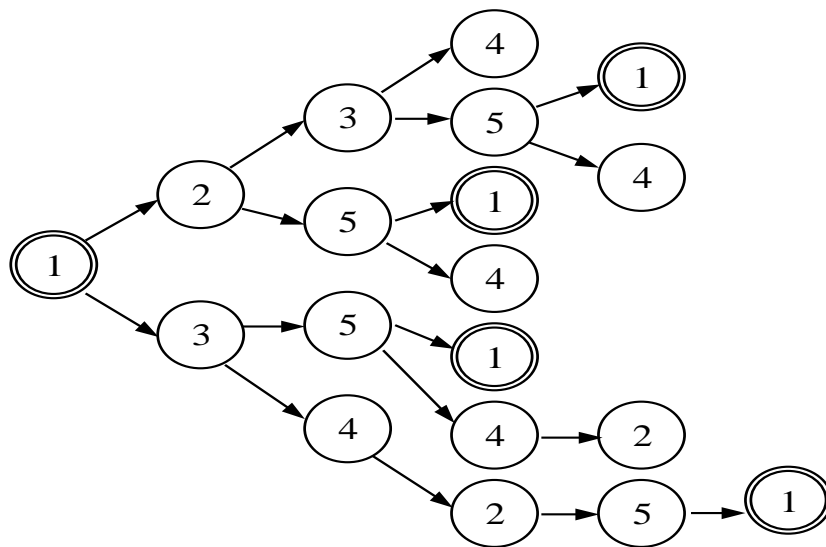
$$\mu_4 = (1, 3, 4, 2, 5, 1)$$

Его висячие вершины определяют все элементарные контуры, содержащие вершину 2. Эти контуры

$$\mu_5 = (2, 3, 5, 4, 2):$$

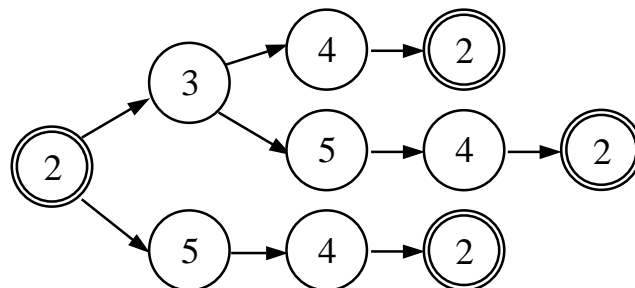
$$\mu_6 = (2, 3, 4, 2):$$

$$\mu_7 = (2, 5, 4, 2).$$



**Рис. 11. Построение прадерева с корнем в вершине 1**

Удаляем вершину 1, снова разбиваем граф на сильно связные компоненты (если он окажется не сильно связным) и повторяем описанную процедуру для каждой из сильно связных компонент. В рассматриваемом примере после удаления вершины 1 граф остается сильно связным, что легко проверяется. Поэтому выбираем следующую вершину, например, вершину 2 и снова строим прадерево с корнем в вершине 2 (рис. 12).



**Рис. 12. Прадерево с корнем в вершине 2**

Если удалить вершину 2, то получим граф без контуров. Следовательно, определены все элементарные контуры графа.

**II шаг.** Определим двудольный граф  $H(X, Y, V)$ , вершины которого  $X$  соответствуют дугам исходного графа  $G$ , вершина  $Y$  – элементарным контурам графа  $G$ , а дуги соединяют вершину  $(i, j) \in X$  с вершиной  $\mu_k \in Y$ , если дуга  $((i, j))$  принадлежит контуру  $\mu_k$  (рис. 13).

Получили так называемую задачу о покрытии: необходимо определить подмножество дуг  $U$  (то есть подмножество  $U$  вершин множества  $X$ ), такое что каждая вершина множества  $Y$  смежна хотя бы с одной вершиной множества  $U$ , и сумма

$$C(V) = \sum_{(ij) \in U} c_{ij} \quad (19)$$

минимальна [4, 9, 14, 22].

Дадим формальную постановку задачи. Обозначим через  $Q_{ij}$  – множество контуров (то есть вершин множества  $Y$  графа  $H$ ), содержащих дугу  $(i, j)$ , а через  $R_j$  – множество дуг (вершин множества  $X$  графа  $H$ ), принадлежащих контуру  $\mu_j$ . Введем переменные  $x_{ij} = 0$  или  $1$ , причем  $x_{ij} = 1$ , если вершина  $(i, j) \in U$  и  $x_{ij} = 0$  в противном случае. Задача заключается в определении  $x = \{x_{ij}\}$ , минимизирующего

$$C(x) = \sum_{(ij)} c_{ij} x_{ij} \quad (20)$$

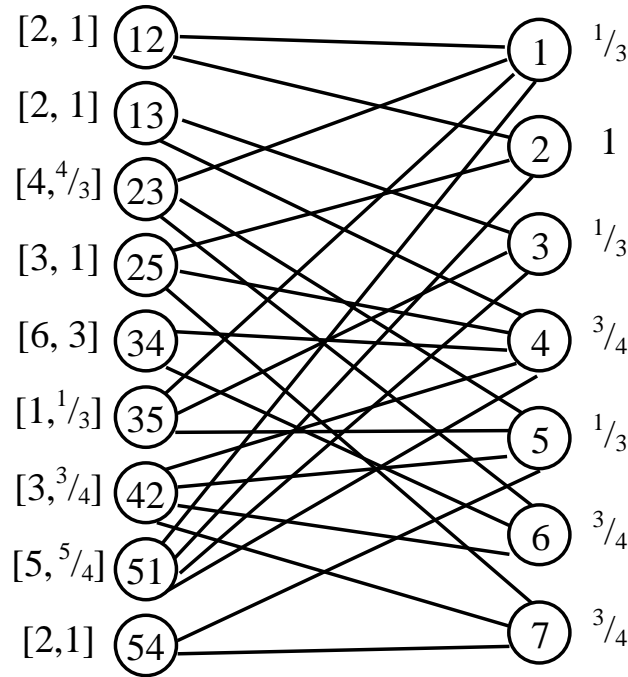


Рис. 13. Двудольный граф

при ограничениях

$$\sum_{(i,j) \in R_k} x_{ij} \geq 1, \quad k = \overline{1, m}, \quad (21)$$

где  $m$  – число контуров. Заменим  $m$  ограничений одним:

$$f(x) = \min_k \sum_{(i,j) \in R_k} x_i \geq 1.$$

Очевидно, что функция  $f(x)$  представима в дихотомическом виде. Сформулируем оценочную задачу. Для этого для каждой дуги  $[(i, j), k]$  графа  $H$  зададим длину  $s_{(ij)k}$  таким образом, что

$$\sum_{k \in Q_{ij}} s_{(ij)k} = c_{ij} \quad (22)$$

Рассмотрим следующую задачу для каждой вершины  $k \in Y$ :

$$\varphi_k(S_k) = \min \sum_{(ij) \in R_k} S_{(ij)k} x_{ij}$$

при ограничениях

$$\sum_{(ij) \in R_k} x_{ij} \geq 1.$$

Ее решение очевидно:

$$\varphi_k(S_k) = \min_{(ij) \in R_k} S_{(ij)k}.$$

Получаем следующую оценочную задачу: максимизировать

$$\varphi_0(S) = \sum_{k=1}^m \min_{(ij) \in R_k} S_{(ij)k}$$

при ограничениях (20).

Обозначим через  $y_k = \min_{(ij) \in R_k} S_{(ij)k}$ . Так как  $S_{(ij)k} \geq y_k$ , то положим  $s(ij)_k = y_k$ ,  $(ij) \in R_k$ . В этом случае оценочная задача становится следующей задачей линейного программирования: определить  $y_j \geq 0$ ,  $j = \overline{1, m}$ , максимизирующее

$$\varphi_0(y) = \sum_i y_i \quad (23)$$

при ограничениях

$$\sum_{j=0_{ij}} y_j \leq c_{ij}, \quad \forall (i, j). \quad (24)$$

Интересно отметить, что в такой форме записи оценочная задача полностью совпадает с двойственной задачей для исходной задачи линейного программирования без требований целочисленности. Действительно, легко показать, что ограничение  $x_{ij} \leq 1$  можно отбросить, поскольку решается задача на минимум. Если теперь сформулировать задачу, двойственную к задаче (20)-(21), где  $x_{ij} \geq 0$ ,  $\forall i$ , то мы получим задачу (23)-(24).

Заметим, что можно не находить оптимальное решение задачи (23)-(24), а взять любое допустимое решение. Так, в работе [4, 6, 12] предложено взять

$$S_{(ij)k} = \frac{1}{n_{ij}} c_{ij} \quad (25)$$

где  $n_{ij}$  – степень вершины  $(i, j)$

Используя (24), опишем метод ветвей и границ. Разобьем множество всех решений на два подмножества. В первом подмножестве дуга (3, 5) входит в разрез, а во втором – не входит.

**Оценка первого подмножества.** Поскольку дуга (3,5) входит в разрез, то можно исключить из двудольного графа рис. 12. вершину (3, 5) и вершины 1, 3, 5 множества  $Y$ , поскольку дуга (3, 5) разрывает соответствующие контуры. Для оставшегося двудольного графа снова решаем оценочную задачу (23)-(24). Ее решение  $L = 4$  и с учетом пропускной способности дуги (3,5) получаем оценку снизу  $\ell[(3,5)] = 5$ . Эта оценка не достижима. Соответствующий разрез  $V_I = [(3,5), (2,5), (4,2)]$ ,  $C(V_I) = 7$ .

**Оценка второго подмножества.** Исключаем вершину (3,5) вместе с инцидентными ей дугами и решаем задачу (23)-(24) для оставшегося двудольного графа. Ее решение  $L = 6$  является нижней границей для второго подмножества. Однако эта оценка не достижима. Из двух подмножеств выбираем подмножество с минимальной оценкой. Продолжая таким

образом, получаем оптимальный разрез  $V = [(3,5), (1,2), (4,2)]$ . Заметим, что оптимальное решение оценочной задачи было получено по следующему правилу: в первую очередь ненулевые значения переменных назначались для вершин  $(i, j)$  с минимальными длинами  $\ell_{ij} = \frac{c_{ij}}{n_{ij}}$ . На основе этого можно предложить простое эвристическое правило получения приближенного решения:

1. Определяется вершина  $(i, j)$  с минимальной длиной  $\ell_{ij}$ . Эта вершина удаляется вместе с исходящими дугами и смежными вершинами.
2. Определяются новые степени вершин множества  $Y$  и соответственно новые длины дуг. Возврат к шагу 1.

Шаг 1 и 2 повторяются до тех пор, пока не будет получен разрез графа.

Применим этот алгоритм к графу на рис. 12.

**1 шаг.** Минимальную длину  $\ell_{ij} = \frac{1}{3}$  имеют дуги, исходящие из вершины (3,5). Удаляем эту вершину вместе с смежными вершинами 1, 3, 5.

**2 шаг.** Определяем новые длины  $\ell_{ij}$ .

$(i, j)$	(1,2)	(1,3)	(2,3)	(2,5)	(3,4)	(4,2)	(5,1)	(5,4)
$\lambda_{ij}$	2	2	4	1	3	1	2,5	2

Минимальную длину имеют две вершины (2,5) и (4,2). В этом случае удаляем вершину с минимальной пропускной способностью. Однако в данном случае и пропускные способности одинаковы. Поэтому рассмотрим оба варианта.

**1 вариант.** Удаляем вершину (2, 5) с вершинами 2, 4, 7. Остается вершина 6, поэтому удаляем вершину (4, 2). Получаем разрез  $[(3, 5), (2, 5), (4, 2)]$  пропускной способности 7.

**2 вариант.** Удаляем вершину (4, 2) с вершинами 4, 6, 7. Остается вершина 2, поэтому удаляем вершину (1, 2). Получаем разрез  $[(3, 5), (4, 2), (1, 2)]$  пропускной способности 6, который является оптимальным.

Риски всегда сопровождают практически любую сферу человеческой деятельности. Но особо высокая степень неопределенности свойственна строительной области. Возникает вопрос о том, а как же учесть эти риски? Как снизить их разрушительное влияние на выполняемый проект?

Таким образом, возникает задача управления рисками.

Основным проявлением рисков является влияние на продолжительность выполнения проектов, поэтому примем, что продолжительность работы  $x$  является случайной величиной, имеющей функцию распределения  $F(x)$ . Пусть  $\tau$  планируемая продолжительность работы, сообщаемая исполнителями. Рассмотрим следующую систему стимулирования исполнителей [15, 16, 23]. Если фактическая продолжительность работы, то стимулирование исполнителей равно

$$f(x, \tau) = \varphi(x) - \alpha(\tau - x), \alpha > 0.$$

Если же  $x \geq \tau$ , то

$$f(x, \tau) = \varphi(x) - \beta(x - \tau), 0 < \beta \leq 1.$$

Где  $\varphi(x)$  - убывающая функция  $x$ .

В [15, 16] показано, что при такой системе стимулирования исполнителям выгодно сообщать оценку  $\tau$ , удовлетворяющую уравнению

$$F(\tau) = \frac{\beta}{\alpha + \beta} = \frac{1}{1 + k} \quad (26)$$

Где  $k = \frac{\alpha}{\beta}$ .

Выбирая параметр  $k$  системы стимулирования, можно обеспечить любую требуемую надежность  $q$  оценки  $\tau$ . Для этого следует взять

$$k = \frac{1}{q} - 1 \quad (27)$$

Надежность проекта, состоящего из  $n$  работ, каждая из которых имеет надежность  $q$ , можно оценить снизу величиной

$$Q = q^n$$

Если продолжительность проекта при надежности  $q$  всех работ превышает требуемую, что можно сократить продолжительность ряда работ за счет повышения риска, то есть вероятности превышения их планируемой продолжительности. Если число таких работ невелико, то уделяя особое внимание таким «рисковым работам», можно обеспечить выполнение проекта в требуемые сроки. Таким образом, мы приходим к двухоценочной системе стимулирования.

Идея в том, что для ряда работ проекта применяется система стимулирования, обеспечивающая уровень надежности  $q_1$ , а для других работ проекта применяется система стимулирования, с большим риском обеспечивающая меньший уровень надежности  $q_2 < q_1$ , но зато и меньшую продолжительность работ. Обозначим через  $\tau_{i1}$  - продолжительность работы  $i$  при уровне надежности  $q_1$ ,  $\tau_{i2}$  - продолжительность работы  $i$  при уровне надежности  $q_2$ . Очевидно, что  $\tau_{i1} > \tau_{i2}$ .

Итак, пусть имеется сетевой график и применяется двухоценочная система стимулирования, причем число «рисковых» работ не должно превышать заданного числа  $\chi$ . Рассмотрим задачу выделения рискованных работ, так, чтобы планируемая продолжительность проекта была минимальной. Суть в том, что работам с повышенным риском менеджер проекта уделяет особое внимание (возможно назначение отдельного менеджера по работам с повышенным риском). Более того, по таким работам определяются компенсирующие меры в случае возникновения рискованных событий, в том числе резервы средств и других ресурсов. Все это, как правило, позволяет снизить риски этого типа работ и выполнить проект в требуемые сроки. Понятно, что число работ с повышенным риском не должно быть большим. Начнем с случая  $\chi = 1$ , то есть допускается не более одной работы с повышенным риском. Обозначим через  $Q$  - множество критических работ сетевого графика, такое что сокращение продолжительности любой работы этого множества уменьшает продолжительность проекта. На рис. 13 приведен сетевой график, в котором критические работы и критические зависимости выделены. Множество  $Q$  содержит две работы: 1 и 4. Очевидно, что сократить продолжительность проекта можно только сократив продолжительность работы 1, либо работы 2. Поскольку для определения длины критического пути при правильной нумерации вершин сетевого графика имеются эффективные алгоритмы в данном случае задачу лучше всего решать перебором всех работ множества  $Q$ .

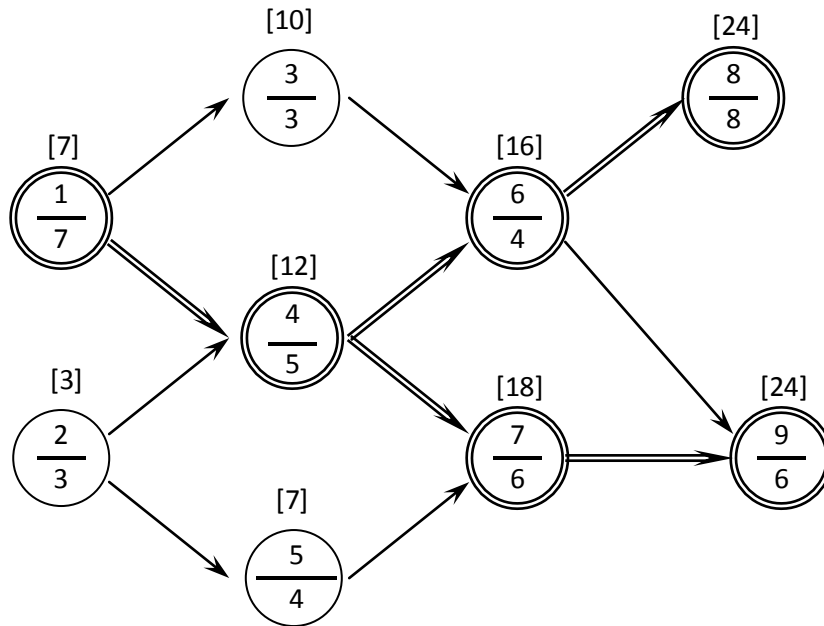


Рис. 14. Граф

В принципе, описанный алгоритм можно применить и для  $\mathbf{ч} > 2$ . Однако, объем вычислений быстро растет (примерно как  $\mathbf{C}_q^{\mathbf{ч}}$ , где  $\mathbf{q}$  - среднее число критических работ в получаемых сетевых графиках).

Конечно, при большом числе зависимостей, связывающих различные подпроекты, метод ветвей и границ может потребовать большого объема вычислений. Поэтому был предложен простой эвристический алгоритм, который, как показали вычислительные эксперименты, дает в среднем весьма неплохие решения.

Описание алгоритма.

**1 шаг.** Назначаем все работы в группу работ с повышенным риском, то есть берем

$$\tau_1 = \tau_{i2}, i = \overline{1, n}$$

**Общий шаг.** Определяем работу, исключение которой из группы рискованных работ дает минимальное увеличение продолжительности проекта. Исключаем эту работу из группы рискованных работ.

Рассмотрим еще одну задачу управления рисками, связанную с мультипроектным управлением.

Примем, что имеется  $\mathbf{m}$  вариантов реализации проектов, отличающиеся применяемой системой стимулирования, соответственно уровнем риска и стоимостью проекта. Обозначим через  $\mathbf{R}_{ij}$  вероятность успешной реализации  $\mathbf{i}$ -го проекта в случае применения  $\mathbf{j}$ -ой системы стимулирования,  $\mathbf{P}_i$  - эффект от  $\mathbf{i}$ -го проекта в случае его успешной реализации,  $\mathbf{C}_{ij}$  - стоимость  $\mathbf{i}$ -го проекта при  $\mathbf{j}$ -ом варианте его реализации.  $\Phi$  - объем имеющихся финансовых ресурсов. Задача заключается в выборе пакета проектов и определении варианта реализации каждого из выбранных проектов так чтобы обеспечить максимум ожидаемого эффекта.

Для формальной постановки задачи обозначим через  $\mathbf{x}_{ij}=1$  если проект  $\mathbf{i}$  реализуется при  $\mathbf{j}$ -ом варианте,  $\mathbf{x}_{ij}=0$ , в противном случае. Задача заключается в определении  $\{\mathbf{x}_{ij} = 0; 1, i=1, n, j=1, m\}$  обеспечивающих максимум ожидаемого эффекта

$$\mathbf{F} = \sum_{i,j} \mathbf{x}_{ij} \cdot \mathbf{Q}_{ij} \quad (28)$$

где  $\mathbf{Q}_{ij} = \mathbf{R}_{ij} \cdot \mathbf{P}_{ij}$ .

При ограничениях

$$\sum_{i,j} x_{ij} \cdot c_{ij} \leq \Phi \quad (29)$$

$$\sum_j x_{ij} \leq 1, i = \overline{1, n} \quad (30)$$

Для решения задачи применим метод дихотомического программирования, являющийся частным случаем сетевого. Метод дихотомического программирования с одной стороны обобщает метод динамического программирования (при дихотомическом представлении типа дерева), а с другой стороны для общего случая дает достаточно универсальный алгоритм получения нижних (верхних) оценок, что позволяет эффективно применять метод ветвей и границ. И надо сказать, что своим рождением данный метод обязан И.В. Бурковой, которая защищалась по этой теме в Воронеже.

На стадии подготовки к реализации строительного проекта приходится решать две задачи:

- осуществить подготовку к строительству конкретного, зачастую достаточно сложного в техническом отношении, объекта;
- подготовить конкретные строительно-монтажные организации, участвующие в реализации строительного проекта, к выполнению необходимых работ в запланированные сроки.

Реализация второй задачи предполагает определение для каждой подрядной организации номенклатуры работ, необходимого количества ресурсов и сроки в которые данный перечень работ должен быть выполнен. При этом основным фактором риску является возможность срыва запланированных сроков выполнения работ. Одной из мер по компенсации данного риска является определение не точной даты завершения работ, а диапазона возможных значений, в которые должна уложиться подрядная организация. В качестве стимулирующего воздействия на строительно-монтажную организацию, как правило, в договорах предусматривается наличие штрафных санкций за срыв договорных сроков.

Учитывая, что любая строительно-монтажная организация участвует, как правило, в реализации нескольких проектов, естественно, на стадии подготовки производства имеет смысл спланировать выполнение работ таким образом, чтобы избежать штрафных санкций или же оценить их размер, в том случае, когда календарный план, обеспечивающий выполнение всех договорных сроков построить невозможно.

Рассмотрим задачу выбора множества работ, подлежащих выполнению с учетом некоторого показателя эффективности такого выбора. После определения множества работ, подлежащих выполнению, возникает задача построения календарного плана с учетом ограниченных ресурсов. Примем, что основным ограниченным ресурсом является численность бригад. Дадим постановку задачи разработки календарного плана.

Имеются  $n$  работ. Обозначим  $W_i$ – объем  $i$ -ой работы,  $d_i$ –возможный момент начала выполнения  $i$ -ой работы ремонта,  $D_i$  –желательный срок окончания  $i$ -ой работы,  $a_i$  – максимальная численность бригады, допустимая при выполнении  $i$ -ой работы,  $N$  – общая численность бригад.

В качестве критериев эффективности вариантов календарного плана рассмотрим следующие:

1. минимизация максимального отклонения от договорных сроков

$$F_1 = \max_i (T_i - D_i), \quad (31)$$

где  $T_i$  – время завершения  $i$ -ой работы;

2. минимизация штрафных санкций за срыв договорных сроков выполнения работ. Пусть величина штрафных выплат пропорциональна объему невыполненных работ, тогда

$$F_2 = \sum_i c_i \sigma_i \quad (32)$$



где  $\delta_i$  – объем невыполненных работ,  $c_i$  – норматив штрафных выплат.

3. минимизация штрафов за задержку срока окончания работ

$$F_3 = \sum_i c_i (T_i - D_i) \quad (33)$$

где  $c_i$  норматив штрафа или премии если  $T_i < D_i$ ;

в том случае если при досрочном завершении работ будет выплачиваться премия, тогда целевая функция задачи будет иметь вид

$$F_4 = \begin{cases} b_i (D_i - T_i), & \text{если } T_i \leq D_i \\ c_i (T_i - D_i), & \text{если } T_i \geq D_i \end{cases} \quad (34)$$

где, как правило, должно выполняться соотношение вида  $b_0 \leq b_1 \leq c_i, i = \overline{1, n}$ .

Учитывая тот факт, что при планировании строительно-монтажных работ время, как правило, принимается в виде дискретного параметра (смена, месяц, квартал, год), возникает возможность использования аппарата теории графов. Для этой цели построим двудольный граф следующим образом [6, 20]: первый слой вершин графа состоит из  $n$  вершин по числу работ, подлежащих выполнению; второй – из  $m$  вершин, соответствующих  $m$  интервалам времени.

Для примера рассмотрим двудольный граф, который характеризует описываемую процедуру.

Трансформируем данный двудольный граф в сеть. Для этой цели добавим вершину  $0$  (вход сети) и вершину  $z$  (выход сети).

Пусть объемы работ, подлежащих выполнению, будут равны пропускным способностям дуг  $(0, i)$ , то есть  $C_{oi} = W_i$ , а объёмы работ, которые могут выполнить  $N$  человек за время  $\Delta_s$  то есть  $C_{sz} = N\Delta_s$ , будут равняться пропускным способностям дуг  $(s, z)$ . Максимальные объемы работ, которые могут быть выполнены бригадой из  $a_i$  человек в интервале  $S$ , принимаем равными пропускным способностям дуг  $(i, s)$ , то есть  $C_{is} = a_i \Delta_s, i = \overline{1, n}, s = \overline{1, m}$ .

Обозначим  $x_{is}$  – объем  $i$ -ой работы, выполняемой в  $s$ -ом интервале

$$x_{oi} = \sum_{s \in R_i} x_{is}$$

где  $R_i$  – множество интервалов, в которых может выполняться  $i$ -ая работа; объем работ по ремонту  $i$ -го мостового сооружения,

$$x_{sz} = \sum_{s \in P_i} x_{is}.$$

Очевидны ограничения

$$\begin{aligned} 0 &\leq x_{oi} \leq c_{oi}, i = \overline{1, n} \\ 0 &\leq x_{is} \leq c_{is}, i \in P_s, i = \overline{1, m} \\ 0 &\leq x_{sz} \leq c_{sz}, s = \overline{1, m} \end{aligned} \quad (35)$$

Значения объемов  $i$ -ой работы, выполняемой в  $s$ -ом интервале, образуют поток по сети, величина которого

$$X = \sum_i x_{oi} = \sum_s x_{sz}$$

В том случае если выполняется соотношение  $X = \sum_i w_i = W$ , то это содержательно означает, что все работы выполнены в договорные сроки в срок. В тоже время разность  $W_i - x_{oi} = \delta_i$ , будет показывать объем невыполнения по  $i$ -ой работ.

Рассмотрим алгоритм решения задачи по критерию (30) [14, 20, 23].

Пусть

$$u = \max (T_i - D_i)$$

Отсюда следует, что

$$T_i \leq D_i + U, i = \overline{1, n}$$

Зафиксируем величину  $U$ , соответственно, увеличив на  $U$  все  $D_i$ . При этом, может измениться упорядоченных чисел  $d_i$  и  $D_i+U$  и соответственно, длительности интервалов и пропускные способности дуг  $(i,s)$  и  $(s,z)$  поставим задачу определения величины в полученной сети.

**Лемма 2** Минимальная величина  $U$ , при которой поток максимальной величиной равен  $W$ , определяет оптимальное решение задачи по критерию  $F_1$ .

Доказательство очевидно.

#### Описание алгоритма

**1 шаг.** Полагаем  $U_0$ . Определен поток  $X_0$  максимальной величины. Если величина потока равно  $W$ , то задача решена. В противном случае переходом к шагу 2.

**2 шаг.** Определяем разрез минимальной пропускной способности и вычисляем увеличение пропускной способности разреза при увеличении всех  $D_i$  на  $\Delta U$ . Заметим, что если в разрез заходит дуга  $(S, Z)$  или  $(i, S)$  то увеличение их пропускных способностей зависит от  $S$  такой, что его длина равна разности соседних  $d_i$  либо соседних  $D_i$  то очевидно, при увеличении  $D_i$  эта разность не изменится и увеличение пропускных способностей равно 0. Если же отрезок  $S$  такой, что его длина равна разности некоторого  $D$  и некоторого  $d$ , то очевидно, увеличение пропускной способности  $\sigma y(i, s)$  равно  $a_i \Delta u$ , и дуги  $(S, Z)$  равно  $N \Delta u$ . Пропускные способности дуг  $(0, i)$ , заходящих в разрез, не изменяются суммарные увеличения является меленной функцией  $\Delta u$  (при условии, что очередность отрезков не изменился). Запишем ее в виде

$$\Delta(V) = A_0 \Delta U$$

Из уравнения  $\Delta A_0 \Delta U = W - X_0$  Определяем  $\Delta U = \frac{W-X_0}{A_0}$

Определяем такие минимальные  $\Delta U = \eta$ , такие что при  $\Delta U > \eta$  меняемся очередность отрезков.

Берем  $\Delta U = \min(\eta; \frac{W-X_0}{A_0})$

Определяем поток максимальной величины при желательных сроках завершения  $D_i + \Delta U$ . Если величина поток равно  $W$ , то задача решена. В противном случае переходим к следующему шагу.

За конечное число шагов будет получено значения  $\Delta U$ , такое, что поток максимальной величиной равен  $W$ , то есть все работы выполнены. Заметим, что начальное значение  $\Delta U_0$  на первом шаге можно брать не нуль, а определяем из условия

$$(\Delta U_0 + \max_i D_i - \min_i d_i) N = W$$

Действительно, все работы должны быть выполнены в интервале

$$T = [\min_i d_i; \Delta u + \max_i D_i]$$

При общем объеме работ и количестве ресурсов  $N$  длина интервала  $T$  должна быть не меньше чем  $\frac{W}{N}$ . Отсюда получаем минимальное увеличение

$$\Delta U_o = \frac{W}{N} - [\max_i D_i - \min_i d_i]$$

Если эта величина отрицательна, то получаем  $\Delta U_o = 0$ .

Рассмотрим ситуацию, когда присутствует два вида проектных рисков – временной (риск невыполнения работы в срок) и стоимостной (риск превышения стоимости работы). Наличие значительного числа работ с временными и стоимостными рисками приводит к риску для всего проекта или программы (превышение сроков реализации проекта, либо затрат на его реализацию). Обозначим  $x_i$  продолжительность, а через  $y_i$  - затраты  $i$ -ой работы,  $\tau_i$  и  $S_i$ , соответственно, планируемые значения этих величин. Примем, что  $x_i$  и  $y_i$  независимые величины, имеющие функции распределения, соответственно,  $F_i(x_i)$  и  $\Phi_i(y_i)$ ,  $i = \overline{1, n}$ , где  $n$  – число работ проекта.

В качестве планируемых величин берутся либо их нормативные значения, либо оценки, сообщенные исполнителям (встречный способ). Пусть система стимулирования имеет вид:

$$f(\tau, x, s, y) = f^b(\tau, x) + f^c(s, y) \quad (36)$$

Где  $f^b$  и  $f^c$  соответственно временная и стоимостная составляющие системы стимулирования.

Примем

$$f_i^b = \lambda(T - x) - \begin{cases} \alpha(x - \tau), & \text{если } x \geq \tau \\ \beta(\tau - x), & \text{если } x \leq \tau \end{cases} \quad (37)$$

где  $T$  – максимальная продолжительность работы  $\beta \leq \lambda$ .

Соответственно

$$f^c(s, y) = \mu(Q - y) - \begin{cases} \delta(y - s), & \text{если } y \geq s \\ \chi(s - y), & \text{если } s \geq y \end{cases} \quad (38)$$

Где  $Q$  максимальная стоимость работы  $\chi \leq \mu$ .

Как известно, плановые значения  $\tau$  и  $s$ , обеспечивающие максимум целевой функции  $f$  (минимум ожидаемых штрафов) удовлетворяющий следующим уравнениям. [14, 21]

$$F(\tau) = \frac{\alpha}{\alpha + \beta} = \frac{1}{1 + a} \quad (39)$$

где  $a = \frac{\beta}{\alpha}$ .

$$\Phi(s) = \frac{\delta}{\delta + \chi} = \frac{1}{1 + b} \quad (40)$$

где  $b = \frac{\chi}{\delta}$ .

Таким образом, при встречном способе сообщением данных, исполнители будут сообщать оценки  $\tau$  и  $s$ , удовлетворяющие, соответственно (36) и (37).

Следовательно, выбирая коэффициенты  $a$  и  $b$ , можно управлять рисками работы, то есть вероятностями срыва сроков  $1 - F(\tau)$  и превышением затрат  $1 - \Phi(s)$ .

Зададим два уровня риска

$$\begin{aligned} q_1 &= 1 - F(\tau_1) \text{ и } q_2 = 1 - F(\tau_2) \\ q_1 &= 1 - \Phi(s_1) \text{ и } q_2 = 1 - \Phi(s_2) \end{aligned}$$

Примем  $q_1 < q_2$ . Соответственно,  $\tau_1 > \tau_2$  и  $s_1 > s_2$ .

Будем считать, что работа имеет низкий уровень риска, если плановые значения продолжительности и стоимости равны, соответственно  $\tau_1$  и  $s_1$ . Действительно, в этом случае вероятность уложения в сроки и затраты, равная  $(1 - q_1)^2$ , максимальна. Если план по времени равен  $\tau_1$ , а план по затратам равен  $s_2$  или наоборот, план по времени равен  $\tau_2$ , а план по затратам равен  $s_1$ , то будем говорить, что работа имеет средний уровень риска. Действительно в этом случае вероятность уложения в плановые значения сроков и затрат равна

$$(1 - q_1)(1 - q_2) = (1 - q_2)(1 - q_1) < (1 - q_1)^2,$$

то есть, уровень риска средний.

Если план по времени равен  $\tau_2$ , а план по затратам –  $s_2$ , то будем говорить, что работа имеет максимальный уровень риска. Действительно, в этом случае вероятность выполнения работы в срок при заданном уровне затрат составит

$$(1 - q_1)(1 - q_2) < (1 - q_2)(1 - q_1) < (1 - q_1)^2$$

Определение величин  $q_1$  и  $q_2$  зависит от конкретной ситуации и происходит, как правило, на основе экспертных процедур.

Применяя к исполнителям работы ту или иную систему стимулирования, мы можем менять плановые сроки и плановые затраты. Такая ситуация возникает в том случае, когда продолжительность проекта и (или) стоимость реализации проекта превышает установленные заказчиком срок и бюджет, при выполнении всех работ с низким уровнем

риска. В этом случае приходится переводить часть работ в режим работы со средним или даже высоки уровнем риска, применяя к исполнителям соответствующие системы стимулирования. Очевидно, что применение к исполнителям разных систем стимулирования может поставить их в разные условия по оплате труда. Определим ожидаемый выигрыш (оплату труда) исполнителей при различных системах стимулирования. Для этого найдем математическое ожидание функций стимулирования.

Имеем

$$\begin{aligned} M[f^b(\tau, x)] &= \lambda(T - x_{cp}) - \beta \int_0^{\tau} (\tau - x) dF(x) - \alpha \int_{\tau}^{\infty} (x - \tau) dF(x) = \\ &= \lambda(T - x_{cp}) - \alpha(x_{cp} - \tau) - (\alpha + \beta) \int_0^{\tau} (\tau - x) dF(x) = \\ &= \lambda T - (\lambda + \alpha)x_{cp} + \alpha\tau - (\alpha + \beta) \int_0^{\tau} F(x) dx \end{aligned} \quad (41)$$

Для обеспечения равных условий оплаты необходимо, чтобы (38) было примерно одинаковым и для  $q_1$  и для  $q_2$

После несложных преобразований получаем условие равенства ожидаемых выплат

$$\begin{aligned} \left(\frac{\lambda}{q_1} + \alpha_1\right)x_{cp} + \alpha_1\tau_1 - \int_0^{\tau_1} F(x) d(x) = \\ \left(\frac{\lambda}{q_2} + \alpha_2\right)x_{cp} + \alpha_2\tau_2 - \int_0^{\tau_2} F(x) d(x) \end{aligned} \quad (42)$$

*Постановка задачи управления рисками при двухоценочной системе стимулирования.*

Имеем проект из  $n$  работ. Заданы продолжительности работ  $\tau_{i1}$  и  $\tau_{i2}$ , стоимости работ  $s_{i1}$  и  $s_{i2}$ . Продолжительность проекта  $T$  и бюджет проекта  $S$ . В качестве ограничения может также выступать ограничение на число работ с высоким и средним уровнем риска.

**Задача.** *Определить режим выполнения каждой работы, так чтобы выполнялись ограничения по продолжительности проекта, его стоимости и по числу работ с высоким и средним уровнем риска.*

Сначала рассмотрим частные случаи задачи.

Пусть ограничения по продолжительности проекта выполняются при выполнении всех работ с низким уровнем риска, то есть  $T \geq T_{кр}$ , где  $T$  - требуемая продолжительность проекта,  $T_{кр}$  - длина критического пути, при выполнении всех работ с низким риском. Однако, ограничения по стоимости нарушены, то есть

$$\sum_i s_{i1} > S_0,$$

Где  $S_0$  - заданная величина бюджета проекта. Примем сначала, что выполнение работ с высоким уровнем риска запрещено, то есть  $m=0$ . Обозначим  $x_i=1$ , если работа  $i$  выполняется со средним уровнем риска  $x_i=0$ , в противном случае. Обозначим далее

$$\Delta = \sum_i s_{i1} - S_0, a_i = s_{i1} - s_{i2} > 0, i = \overline{1, n}.$$

**Постановка задачи.** Определить  $x_i, i = \overline{1, n}$ , минимизирующие

$$X = \sum_i x_i, \quad (43)$$

при ограничении

$$\sum_i a_i x_i \geq \Delta \quad (44)$$

Алгоритм решения задачи достаточно очевиден. Пусть работы пронумерованы по убыванию  $a_i$ , то есть

$$a_1 \geq a_2 \geq \dots \geq a_n$$

**Алгоритм.** Берем работы в очередности их номеров, до тех пор, пока на очередном шаге  $k$  будет иметь место

$$\sum_{i=1}^k a_i \geq \Delta.$$

Задача управления временными рисками является более сложной, чем рассмотренная выше. Она была поставлена и исследована в работе [17], где был предложен алгоритм, основанный на методе ветвей и границ, а также эвристический алгоритм.

Дадим формальную постановку задачи. В данном случае  $\sum_i S_{i1} \leq S_0$ , однако, длина критического пути  $T_{кр}$  при продолжительностях работ  $\tau_{i1}$  превосходит  $T$ ,  $T_{кр} > T$ .

Обозначим  $y_i=1$ , если  $i$ -я работа выполняется с средним уровнем риска,  $y_i=0$ , в противном случае,  $T(y)$  - длина критического пути при заданных  $y$ . Работы, выполняемые с высоким уровнем риска, отсутствуют.

**Задача.** Определить  $y_i, i = \overline{1, n}$ , так чтобы  $T(y) \leq T_{кр}$  и величина  $Y = \sum_i y_i$  была минимальной.

Опишем простой эвристический алгоритм решения задачи. Сначала опишем алгоритм определения числа путей  $l_i$ , проходящих через каждую вершину  $i$ . Считаем, что вершины сети имеют правильную нумерацию.

**1 шаг.** Определим число путей из входа в каждую вершину. Для этого применяем алгоритм индексации вершин, присваивая входу индекс  $\lambda_0 = 1$ . Пусть уже получены индексы  $k$  вершин. Обозначим  $U_i^-$  - множество вершин  $j$ , таких что  $(j, i) \in U$  ( $U$  - множество дуг). Определяем индекс вершины  $(k+1)$

$$\lambda_{k+1} = \sum_{j \in U_i^-} \lambda_j$$

**Утверждение 1.** Индекс  $\lambda_i$  равен числу путей из входа в вершину  $i$ .

**Доказательство.** Утверждение справедливо для  $i=1$ . Предположим, что оно справедливо для  $(i-1)$  вершины. Тогда оно справедливо и для вершины  $i$ , что очевидно.

**2 шаг.** Определим число путей из вершины  $i$  в выход  $z$ . Для этого применяем алгоритм индексации вершин, начиная с конечной вершины. Присвоим вершине  $z$  индекс  $\mu_z = 1$ . Обозначим  $U_j^+$  - число вершин  $j$ , непосредственно следующих за вершиной  $i$ . Пусть уже определены индексы  $(k-1)$  вершин, начиная с конца. Вычисляем индекс вершины  $n-k$

$$\mu_{n-k} = \sum_{j \in U_{n-k}^+} \mu_j$$

**Утверждение 2.** Индекс  $\mu_i$  равен числу путей из вершины  $i$  в выход  $z$ .

**Доказательство** аналогично доказательству утверждения 2.1.

**Утверждение 3.** Число различных путей в сети, проходящих через вершину  $i$  равно

$$m_i = \lambda_i \cdot \mu_i$$

**Доказательство** очевидно.

Понятно, что время выполнения работы будет зависеть от количества ресурсов, направляемых на ее выполнение. Причем в данном случае рассматриваются ресурсы типа «мощности». В теории существует по крайней мере три правила распределения таких ресурсов. Это:

**Правило 1** (по степени критичности работ). В первую очередь начинаются работы с минимальным поздним сроком начала (поздний срок начала называется также степенью критичности работы, отсюда и название правила.

**Правило 2** (по минимальной продолжительности работ). В первую очередь ресурсы направляются на выполнение работы, имеющей минимальную продолжительность.

**Правило 3** по минимальному позднему сроку окончания.

В ходе исследований было установлено, что пропускной способностью фронта работ называется максимально допустимое количество ресурсов, которое можно назначить для выполнения работ, образующих фронт. В том случае если суммарное количество ресурса, которое может быть назначено на выполнение работ, образующих фронт работ, превышает наличное количество ресурса, то такой фронт работ, называется «узким местом» сетевого графика.

Полученные результаты можно охарактеризовать следующим образом:

- была разработана модель устранения «узких мест», возникающих в процессе распределения ресурсов по проекту, отличающаяся наличием дополнительных связей между работами проекта и позволяющая минимизировать продолжительность реализации проекта, что дает возможность выбора оптимального разбиения продолжительности работ, приводящей к наилучшей нижней оценки продолжительности реализации проекта;
- выполнено обобщение правила приоритета по минимальным продолжительностям работ на случай произвольной зависимости между работами проекта;
- доказано, что правило выполнения работ в очередности возрастания поздних моментов окончания дает оптимальное расписание проекта;
- разработана система применения гибких правил приоритета, когда по мере реализации проекта осуществляется анализ складывающейся ситуации и в зависимости от нее применяется конкретное правило приоритета, что позволяет получать распределения ресурсов, удовлетворяющие изменившимся условиям выполнения проекта;
- осуществлено построение эвристических алгоритмов локальной оптимизации, основанных на рассмотрении окрестности решений, полученной в результате локальных изменений начального расписания.

Отдельный этап развития Воронежской школы теории активных систем связан с работой с аспирантами из Вьетнама. На рис. 15 приведен момент встречи руководителя с будущими аспирантами и соискателями.



**Рис. 15. Встреча аспирантов из Вьетнама со своим будущим руководителем**

Направление исследований вьетнамских аспирантов определялось необходимостью разработки новых подходов к определению стратегии содержания мостовых сооружений и

формирования календарных планов ремонтных работ с учетом ограничений на используемые ресурсы. Объясняется этот интерес тем, что современными исследованиями установлено, что только за счет мероприятий, осуществляемых при содержании сооружений, можно увеличить их работоспособность до 70-100 лет и довести этот срок, в зависимости от вкладываемых средств и при соответствующей политики ремонта, до величины, превышающей 100 лет.

Рассмотрим постановку задачи о разработке календарного плана ремонта мостовых сооружений.

Имеются  $n$  мостовых сооружений, требующих ремонта. Обозначим  $W_i$  – объёме работ по ремонту  $i$ -го мостового сооружения,  $d_i$  – возможный момент начала ремонта  $i$ -го мостового сооружения,  $D_i$  – желательный срок окончания ремонта  $i$ -го мостового сооружения,  $a_i$  – максимальная численность ремонтной бригады, допустимая на  $i$ -ом мостовом сооружении,  $N$  – общая численность ремонтных бригад.

В качестве критериев оптимальности примем следующие четыре:

1. Минимизация максимального отклонения от желательных сроков

$$F_1 = \max_i (T_i - D_i), \quad (45)$$

где  $T_i$  – момент завершения ремонта  $i$ -го мостового сооружения

2. Минимизация штрафов потерь за срыв желательных сроков ремонта. Примем, что величина штрафов или потерь пропорциональна объёму невыполненных работ. В этом случае

$$F_2 = \sum_i c_i \sigma_i \quad (46)$$

где  $\sigma_i$  – объём невыполненных работ по  $i$ -ому мостовому сооружению,  $c_i$  – норматив штрафа.

3. Минимизация штрафов за задержку срока окончания ремонта

$$F_3 = \sum_i c_i (T_i - D_i) \quad (47)$$

где  $c_i$  норматив штрафа (примем если  $T_i < D_i$ )

4. В критерии (47) при досрочном завершении ремонта выплачивается премия. Если нормативный штрафа и премии различны, то критерий принимает вид

$$F_4 = \begin{cases} b_i (D_i - T_i), & \text{если } T_i \leq D_i \\ c_i (T_i - D_i), & \text{если } T_i \geq D_i \end{cases} \quad (48)$$

Как правило  $b_0 \leq b_1 \leq c_i, i = \overline{1, n}$ .

Для решения задачи определим двудольный граф следующим образом первый слой вершин графа состоит из  $n$  величин (по числу мостовых сооружений), а второй – из  $m$  величин, соответствующих  $m$  интервалам времени.

Основные результаты можно охарактеризовать следующим образом:

1. В результате проведенного анализа существующих методов и моделей управления эксплуатацией мостовых сооружений было установлено, что основной задаче является увеличение долговечности рассматриваемых сооружений, то есть максимизируется (либо ограничивается снизу) интегральный индекс долговечности мостовых сооружений. Недостатком такой постановки является тот факт, что в оптимальное решение могут войти варианты содержания ряда мостовых сооружений с низкими индексами долговечности несмотря на то, что суммарный индекс долговечности всего рассматриваемого множества сооружений будет максимален (либо удовлетворяет ограничению). Но на задаче выбора множества мостовых сооружений, подлежащих ремонту с учетом показателя долговечности, не заканчивается процедура организационного проектирования. Возникает задача построения календарного плана ремонта мостовых сооружений с учетом ограничений.

2. Даны постановки задач календарного планирования с четырьмя критериями оптимальности.

3. Предложена потоковая модель, в которой величины потоков определяют объемы работ, выполняемые в тех или иных интервалах времени.

4. Для решения задачи по критерию  $F_1$  (минимизация максимального отклонения от плановых сроков) предложен алгоритм, основанный на определении потока максимальной величины при параметрической зависимости пропускных способностей дуг (в качестве параметра выступает допустимая величина отклонения от плановых сроков).

5. Решение задачи по критерию  $F_2$  сведено к задаче максимизации взвешенного объема выполненных работ и решается путем последовательного определения потоков максимальной величины. Алгоритм обобщен на случай выпуклых и вогнутых функций потерь.

6. В случае критерия  $F_3$  рассмотрены несколько вариантов задачи. Если каждая работа может выполняться всем имеющим количеством ресурсов, то при допущении перерывов в выполнении работ задача решается элементарно (работы выполняются в очередности убывания приоритетов). Если перерывы запрещены, то предлагается метод ветвей и границ. Наконец, если количество ресурсов, которые могут выполнять работу, ограничено, предложены эвристические алгоритмы при различных вариантах выбора приоритетов.

7. Для решения задач по критерию  $F_4$  предложено представить этот критерий в виде суммы критерия  $F_3$  и критерия  $F_5$  (минимизация штрафов за срыв плановых сроков) либо в виде разности критерия  $F_3$  и критерия  $F_6$  (максимизация премий за досрочное выполнение работ). Для решения задач по критериям  $F_5$  и  $F_6$  в случае общего для всех работ планового срока предложены эффективные алгоритмы, сводящиеся к определению путей минимальной (в случае критерия  $F_5$ ) или максимальной (в случае критерия  $F_6$ ) длины в специальном образом построенной сети. Полученные решения позволяют определить нижние оценки для критерия  $F_4$  и применить метод ветвей и границ. Рассмотрены частные случаи решения задач по критериям  $F_5$  и  $F_6$  (одинаковые коэффициенты штрафов для всех работ, одинаковые продолжительности всех работ, одинаковые приоритеты всех работ) для которых получены эффективные алгоритмы решения. Доля общего случая задачи по критерию  $F_4$  предложены эвристические алгоритмы с различными системами приоритета работ.

Живя и работая в регионе нельзя не обращать внимания на его проблемы, которые тоже могут быть смоделированы. Чрезвычайно важной задачей для управленческой системы является достижение поставленных целей управления, исполнение стратегического плана развития в рамках имеющихся бюджетных и ресурсных ограничений. Таким образом, возникает задача построения максимально возможного прироста генеральной цели организации, достигаемого реализацией пакета проектов, имеющих соответствующее бюджетное обеспечение. Система управления бюджетированием имеет на входе оценки уровней целей управления, оценки приоритетности этих целей, выражаемые их весами, а также механизм вычисления вкладов отдельных проектов в развитие системы целей. Генеральная цель управляющей системы – «повышение уровня жизни», которая может быть задана следующей формулой:

$$\Delta LL = \sum_{i=1}^m w_i \cdot \Delta l_i$$

при ограничении на объем используемых средств:

$$\sum_{j=1}^p c_j x_j \leq S$$

где  $w_i$  – вес  $i$ -й целевой компоненты,  $\Delta l_i$  – прирост  $i$ -й целевой компоненты,  $\Delta LL$  – прирост генеральной цели;  $x_j$  – равна 1, если  $j$ -й проект завершается в текущем временном периоде, иначе она равна 0;  $c_j$  – затраты на  $j$ -й проект в данном году,  $S$  – размер бюджета в текущем плановом периоде.



При этом считается справедливым следующее **допущение**: независимо от того, в каком периоде проект был начат, считаем, что целевой вклад от проекта поступает после его завершения. Если же проект начинает приносить эффект уже при частичной реализации, следует считать такой проект суммой подпроектов, имеющих каждый срок своего завершения.

В результате данная задача может быть сведена к «задаче о ранце».

Наличие ограничений прожиточного минимума не позволяет решать задачу оптимизации динамическим программированием. Для решения могут использоваться такие методы как метод Гомори или метод ветвей и границ, метод дихотомического программирования, а полученное с помощью этого метода решение дает нижнюю оценку оптимального решения исходной задачи.

Во все времена связь являлась важнейшим звеном в системе управления. Да можно поддерживать связь при помощи ... почтовых голубей. Но при помощи социальных сетей, наверное, лучше...

Возникает вопрос о том, как же определить влияние каждого члена социальной сети на формируемое мнение? Иначе, как оценить компетентности каждого участника социальной сети.

Каждый эксперт представляет собой вершину графа, а дуги показывают связь между экспертами. Так дуга  $(i, j)$  показывает, что  $i$ -й эксперт поставил оценку  $j$ -му, а вес дуги  $a_{ij}$  – величину этой оценки. Причем величина этой оценки будет зависеть от рейтинга эксперта, ее поставившего с учетом текущего опроса.

Таким образом, систему взаимодействия участников экспертного сообщества моделируется матрицей смежности графа. По логике построения исходный граф не будет иметь петель: действительно ведь не может же эксперт оценивать сам себя, выставя себе оценки. Хотя, строго говоря, вариант учета самооценки эксперта так же может рассматриваться, но это уже выходит за рамки рассматриваемой задачи. В отсутствии самооценки экспертов матрица смежности будет содержать на главной диагонали только нули, то есть  $a_{ii}=0$ .

Для решения поставленной задачи необходимо определить потенциалы каждой вершины графа взаимодействия членов экспертной группы. Для дальнейшего решения введем следующие обозначения:  $q_i$  – потенциал  $i$ -й вершины графа;  $\varphi_{ij}$  – поток по дуге  $(i, j)$ . Тогда уравнение сохранения потока в графе будет иметь следующий вид

$$\sum \varphi_{ij} - \sum \varphi_{ji} = \Delta \varphi_i, \quad (49)$$

где  $\Delta \varphi_i$  – величина начального потока в вершине  $i$ .

Величина потока по дуге будет зависеть от величины потенциала узлов, соединенных дугой  $(i, j)$ , значения которых пока остаются неизвестными.

Для того, чтобы ввести в уравнение баланса потока в качестве неизвестных потенциалы вершин, необходимо использовать дополнительное соотношение между рассматриваемыми величинами, то есть величиной потока  $\varphi_{ij}$ , потенциалом вершины  $q_i$  и пропускной способностью дуги  $c_{ij}$ . Принимая во внимание закон Ома для электрических цепей, для этой цели вводится соотношение вида

$$\varphi_{ij} = c_{ij} \cdot q_j. \quad (50)$$

В этом случае соотношение (1) будет представлено в виде

$$\sum_{j=1}^n c_{ij} q_j - \sum_{j=1}^n c_{ji} q_i = \Delta \varphi_i, \quad i = 1, \dots, n. \quad (51)$$

В качестве величин  $\Delta \varphi_i$  скорее всего в данной задаче будет вполне логичным принимать начальный рейтинг участников сообщества, если конечно же он имеется. В том случае, когда сообщество только организуется и никаких сведений о рейтинге участников не имеется, полагают, что  $\Delta \varphi_i = 0$ , то есть имеет место следующая однородная система уравнений

$$\sum_{j=1}^n c_{ij} q_j - \sum_{j=1}^n c_{ji} q_i = 0, \quad i = 1, \dots, n. \quad (52)$$

Это приводит нас к выводу о том, что задача, в которой отсутствуют сведения о начальном рейтинге участников экспертной системы, сводится к решению однородной алгебраической системы линейных уравнений. В этом случае был предложен следующий алгоритм решения задачи о потенциале вершин графа:

**Предварительный шаг.** В матрице (52), описывающей взаимодействие участников экспертного сообщества, заменяем первую строку строкой вида:  $(1, 0, \dots, 0)$ . Эту операцию можно провести не обязательно с первой строкой, а с любой другой, например, с  $k$ -й. В этом случае в  $k$ -й строке будут везде стоять нули и только в  $k$ -м столбце будет стоять произвольное число, которое может равняться и единице.

**1 шаг.** Для сформированной матрицы находим обратную.

**2 шаг.** Вычисляем определитель полученной обратной матрицы  $C^{-1}$  для матрицы Кирхгофа. В данном случае для проверки можно использовать свойство определителей прямой и обратной матриц.

**3 шаг.** Необходимо разделить значения обратной матрицы, находящиеся в первой колонки на определитель обратной матрицы. Компоненты полученного вектора и будут составлять потенциалы вершин графа. То есть

$$q_i = \frac{c_{i1}}{\det(C^{-1})}$$

где  $c_{i1}$  значения первого столбца обратной матрицы

Окончательный итог может быть записан в следующем виде: потенциал каждой из вершин будет определяться значениями, представленными во второй колонке матрицы.

Задачи размещения связаны с решением проблем наилучшего расположения в определенных регионах таких систем обслуживания, как торговые центры, посты пожарной охраны, фабрики, аэропорты, склады и т. д. Но не только. Размещать ведь можно и заказы, и виды работ по исполнителям, то есть открывается значительный пласт оптимизационных задач. Но прежде чем перейти к этим задачам следует отметить, существуют различные виды ресурсов. Выделяют:

**Невозобновляемые** или материально-технические ресурсы или ресурсы первого типа.

**Возобновляемые**, иначе называемые ресурсы типа «мощности», то есть ресурсы второго типа.

Рассмотрим формальную постановку задачи

Имеется заданное количество ресурсов, которое необходимо разместить таким образом, чтобы покрытыми оказались все области, предполагаемые для использования этих ресурсов. Данную задачу можно представить в виде двудольного графа первый слой вершин которого представляет собой количество ресурсов типа мощности предполагаемых к размещению, а второй слой вершин будет характеризовать места возможного размещения рассматриваемых объектов.

Введем следующие обозначения:  $n$  – количество возможных пунктов размещения;  $m$  – количество объектов, предназначенных для размещения;  $d_i$  – доход или эффект, получаемый от  $i$ -го варианта размещения объектов;  $z_i$  – затраты, необходимые на реализацию  $i$ -го варианта размещения объектов;  $B$  – размер средств, направляемый на размещение;  $R$  – минимально допустимая величина, получаемого эффекта;  $x_i$  – двоичная переменная, равная 1 в том случае если объект размещается в  $i$ -ой точке и 0 – противном случае.

Возможны следующие типичные задачи размещения

**Задача 1.** Необходимо разместить объекты таким образом, чтобы суммарный доход, получаемый от этого размещения был максимальным, то есть найти максимум следующей целевой функции

$$\Phi_1(x) = \sum_{i=1}^n d_i x_{i_n} \rightarrow \max \quad (53)$$

при следующих ограничениях:

на количество размещаемых объектов

$$\sum_{i=1}^n x_i \leq m \quad (54)$$

на величину используемых средств

$$\sum_{i=1}^n c_i x_i \leq B \quad (55)$$

на размещение в соседних пунктах

$$x_i + x_j \leq 1, i, j = 1, 2, \dots, n \quad (56)$$

Последнее ограничение представляет собой систему неравенств, число которых будет равно числу пар, в которых запрещено смежное размещение объектов.

**Задача 2.** Необходимо разместить объекты таким образом, чтобы суммарные затраты, направляемые на эти цели были минимальны, то есть найти минимум следующей целевой функции

$$\Phi_2(x) = \sum_{i=1}^n d_i x_i \rightarrow \max \quad (57)$$

при этом в качестве ограничения, как правило, может быть использовано ограничение на размер получаемого дохода, то есть чтобы эффект был не ниже заданной величины,

$$\sum_{i=1}^n c_i x_i \geq R \quad (58)$$

Кроме этого ограничения используются также ограничения (54), (56).

Приведенные задачи при отсутствии нетрадиционных ограничений вида (54) и (56) будут представлять собой классическую задачу о ранце, способы решения которой хорошо исследованы. Для этой цели могут быть использованы метод ветвей и границ, динамическое программирование, метод дихотомического программирования или жадные алгоритмы, как правило, дающие в этом случае решения близкие к оптимальным. Основную сложность в решение поставленных задач вносят именно необходимость учета этих ограничений (54) и (56).

Рассмотрим возможный способ учета этих ограничений, основанный на естественном представлении решаемой задачи в виде графа. Данное представление имеет тот положительный эффект, что ограничения типа (54) и (56) учитываются на стадии подготовки и формирования исходных данных о решаемой задаче, когда приходится выразить все заданные условия в форме графа.

Формальная постановка задачи представляется следующим образом: имеется заданное количество ресурсов, которое необходимо разместить таким образом, чтобы покрытыми оказались все области, предполагаемые для использования этих ресурсов. Данную задачу можно представить в виде двудольного графа первый слой вершин которого представляет собой количество ресурсов типа мощности предполагаемых к размещению и тем самым учитываются ограничения типа (54), а второй слой – места предполагаемого размещения этих ресурсов. Вершины первого и второго слоя соединяются дугами. На этой стадии формирования графа происходит учет ограничений типа (56).

Каждая дуга имеет вес, характеризующий качество размещения ресурса в конкретной точке. В том случае если количество объектов размещения будет равно числу пунктов размещения, то получили классическую задачу о назначениях, для решения которой применим венгерский алгоритм. В общем же случае число вершин первого и второго слоя,

полученного двудольного графа, не равно. Тогда задача формулируется следующим образом: в представленном двудольном графе необходимо найти максимальное паросочетание минимального или максимального веса.

Паросочетание это множество ребер графа, попарно не имеющих общих вершин. Традиционная задача о нахождении паросочетания в графе предполагает нахождение только ребер, входящих в паросочетание [4, 5]. Цена такого выбора остается неизвестной. Нахождение этого множества может быть осуществлено с помощью алгоритма Куна (метод увеличивающих цепей), либо с помощью задачи о максимальном потоке (алгоритм Форда – Фалкерсона). Для случая двудольных графов наиболее предпочтительным способом нахождения паросочетания является алгоритм Форда-Фалкерсона.

Рассмотрим задачу размещения применительно к задачам планирования развития городской агломерации.

В нескольких районах города необходимо разместить объекты сервисного обслуживания населения. Причем в случае объектов коммерческого характера можно поставить два типа задач: первая задача связана с максимизацией дохода, получаемого от расположения объектов, а вторая – минимизация затрат, направляемых на реализацию того или иного варианта размещения. Вполне понятно, что для объектов социального типа справедлива только задача второго типа.

Основная сложность при решении данной задачи заключается в том, что необходимо учесть ограничения двух типа: бюджетное, то есть ограничение вида (55) и ограничения на число размещаемых объектов (53), а также на взаимное расположение объектов типа (56).

Классическая задача о ранце позволяет учесть только ограничение бюджетного типа, а задачи с использованием теории графов, то есть постановки, дающие возможность учета ограничений типа (53) и (56), не позволяют учесть ограничение бюджетного типа (55).

В данном случае разрешением противоречия является возможность применения методов динамического программирования или методов дихотомического программирования к рассматриваемому типу задач.

Задача размещения в какой-то мере связана с другой классической задачей комбинаторного программирования это задача о покрытии множества. В контексте рассматриваемой задачи размещения объектов обслуживания и инфраструктуры задачу о покрытии можно рассматривать одну из постановок задачи размещения: какое минимальное количество объектов необходимо расположить в заданном регионе таким образом, чтобы влияние размещенных объектов охватывало всю область. Данная задача сводится к известной задаче о паросочетаниях, алгоритмы решения которых известны.

Для оценки верхней границы числа размещаемых объектов может быть использована следующая теорема:

**Теорема.** В двудольном графе мощность паросочетания, то есть количество ребер, входящих в него, будет равняться наименьшему из числа долей исходного графа.

С учетом того, что верхняя граница числа размещаемых объектов может быть достаточно легко определена для рассматриваемой задачи можно предложить следующий Эвристический алгоритм

**Предварительный шаг.** В матрице смежности отметить все клетки, в которые по условиям задачи нельзя размещать объекты.

**1 шаг.** Подсчитать по каждой строке преобразованной матрицы смежности количество клеток, в которых возможно размещение объектов и выбрать строку с наименьшим числом «свободных» клеток.

**2 шаг.** В любую из этих свободных клеток разместить объект, при этом вычеркнув соответствующую строку и столбец матрицы смежности.

**3 шаг.** Проверить остались ли не зачеркнутые строки в матрице смежности. Если да, то вернуться к 1 шагу. Если нет, то конец алгоритма.

Говорить о стимулировании очень не просто см. рис. 16, так как в этом случае необходимо определить размер «плюшек» для коллектива, который бы вдохновил его

участников на продуктивную работу. Но в работах Д.А. Новикова было доказано, что наиболее оптимальным размером стимулирования будет являться компенсация всех затрат исполнителя. Но открытым остался вопрос о размере общественно признаваемых затрат. И здесь вполне уместно привести «дачную» аналогию. Вполне понятно, что компенсация затрат исполнителя должна предусматривать и проведения отпуска, для восстановления сил и здоровья. Возникает вопрос о размере этой компенсации: это просто проезд на тещину дачу или же поездка на Мальдивы? Очевидно пока общество вряд ли смиритесь с затратами на Мальдивы, но спокойно перенесет отпуск на Кавказе.



**Рис. 16. О стимулировании можно говорить долго**

Задачи построения оптимальных систем стимулирования рассматривались во многих работах. В основном рассматриваются системы двух типов: системы индивидуального стимулирования и системы унифицированного стимулирования. В системах индивидуального стимулирования для каждого агента определяется своя система, выбранная из заданного класса систем (линейные, скачкообразные, ранговые и др.). В системах унифицированного стимулирования определяется единая система для всех агентов.

Достоинством систем индивидуального стимулирования является существенно меньший в ряде случаев фонд стимулирования по сравнению с системами унифицированного стимулирования, а недостатками – незаинтересованность в снижении издержек и достаточно большие возможности для манипулирования. Достоинством систем унифицированного стимулирования являются существенно меньшие возможности для манипулирования, существенно большая заинтересованность в снижении издержек, а недостатком – существенно большая во многих случаях величина фонда стимулирования.

Системы группового стимулирования занимают промежуточное положение. В таких системах множество всех агентов разбивается на группы, и для каждой группы применяется система унифицированного стимулирования. Системы группового стимулирования сохраняют в определенной степени достоинства систем унифицированного и индивидуального стимулирования и в то же время снижают их недостатки

Рассмотрим проект, состоящий из  $n$  работ. Определен план сокращения продолжительности проекта, согласно которому продолжительность работы  $i$  сокращается на величину  $\Delta_i$

Затраты исполнителей на сокращение продолжительности являются линейными функциями  $\Delta_i$ , т.е.

$$Z_i = k_i \Delta_i$$

где  $k_i > 0$ .

Для компенсации затрат требуется определить систему группового стимулирования (ГС). Рассмотрим систему ГС, в которой все работы разбиваются на  $1 < m < n$  групп, и для каждой группы определяется некоторая система унифицированного стимулирования (УС). Будем рассматривать два класса систем УС – системы линейного стимулирования (ЛС) и системы скачкообразного стимулирования (СС).

Если для группы  $j$  выбрана система ЛС, то, очевидно, для компенсации затрат всех исполнителей работ этой группы минимальный фонд стимулирования составит

$$S_j = \lambda_j T_j$$

где

$$\lambda_j = \max_{i \in Q_j} k_i, \quad T_j = \sum_{i \in Q_j} \Delta_i$$

Если для группы  $j$  выбрана система СС, то минимальный фонд стимулирования на компенсацию затрат исполнителей составит

$$S_j = n_j \max_{i \in Q_j} k_i \Delta_i$$

где  $n_j$  – число работ в группе  $j$ .

Рассмотрим вариант, когда для каждой группы применяется система ЛС. Пусть работы пронумерованы по возрастанию (не убыванию)  $k_i$ , т.е.  $k_1 \leq k_2 \leq \dots \leq k_n$ . Справедливо следующее утверждение:

**Утверждение 4.** Существует оптимальное решение такое, что если в группу входят работы  $i$  и  $j > i + 1$ , то в группу входят и все промежуточные работы.

Определим  $(m+1)$ -вершинную ориентированную сеть без контуров. Вершины сети (за исключением входа) соответствуют работам, причем

$$k_1 \leq k_2 \leq \dots \leq k_n.$$

Проводим дуги  $(i, j)$  в графе, если работы от  $(i+1)$  до  $j$  образуют группу. Примем длину дуги  $(i, j)$  равной фонду стимулирования этой группы.

Заметим, что любой путь в сети, соединяющий вход с выходом и состоящий из  $m$  дуг определяет разбиение работ на группы, а длина этого пути равна величине фонда стимулирования. Задача свелась к следующей:

**Задача 2.** Определить кратчайший путь из  $m$  дуг.

**Утверждение 5.** Чем больше число групп, тем меньше совокупные затраты на организацию стимулирования.

В задачах такого типа основным затруднением является необходимость предварительного определения количества групп, на которое необходимо разбить все работы проекта. Во многих случаях этот параметр определяется из условий производства работ и технологических связей между ними. Но в некоторых случаях эта задача должна быть решена самим проектировщиком. В этом случае справедливым будет следующее утверждение

**Утверждение 6.** Максимально возможное количество групп, на которые можно разбить все работы проекта будет определяться из выражения  $m = [n/2 + 0,5]$ .

Для данной задачи может быть сформулировано эвристическое правило, дающее решения, или оптимальные или же достаточно близкие к ним.

**Эвристическое правило.** Выбирать значения с наиболее низкими (высокими) удельными затратами (доходом).

Для этого случая целесообразно предложить «матричный алгоритм» подсчета затрат. Порядок действий в этом случае следующий:

**1 шаг.** Расположить все работы проекта в порядке убывания затрат на стимулирование уменьшения продолжительности выполнения работ.

**2 шаг.** Сформировать матрицу затрат размером  $m \times n$ , где  $m$  – число групп, на которое необходимо разбить все множество работ, а  $n$  – число работ в проекте. На пересечении  $i$ -й строки и  $j$ -го столбца будет находится величина совокупных затрат на организацию стимулирования в том случае, когда  $j$ -й работа включается в  $i$ -ю группу. Причем строки матрицы заполняются в предположении, что часть работ уже вошла в какие-то группы. Это означает, что  $i$ -я строка начинает заполняться не с первой колонки, а с колонки учитывающей наличие работ, еще не включенных в группы, то есть для первичного заполнения матрицы должно выполняться условие  $j = i + 2$ .

При этом полагаем, что первая группа будет содержать две работы, то есть первую и вторую, так как по исходному условию в группе не должно быть по одной работе. Последующие группы так же будут первоначально содержать по две работы и необходимо проверить целесообразность включения в каждую из групп третьей работы.

**3 шаг.** Рассмотрим процесс формирования произвольной  $i$ -й группы. При этом должно выполняться условие  $i < j$ . Находим элемент  $i$ -й строки отличный от нуля и зафиксировали его номер  $j$ . Именно этот элемент необходимо проверить на целесообразность включения в уже существующую группу, то есть, что будет выгоднее: включение рассматриваемой работы в уже созданную группу  $i-1$  (при этом должно соблюдаться условие  $i \neq 0$ ) или же рассматриваемая работа должна послужить основой для создания новой  $i$ -й группы. Для этого сравниваем затраты, которые возникают в том и другом случаях. С этой целью сравниваем элементы матрицы затрат  $z_{ij}$  и  $z_{i-1j}$ .

В том случае если выполняется условие  $z_{ij} < z_{i-1j}$ , то это означает, что включение рассматриваемой работы в предыдущую группу  $i - 1$  нецелесообразно, так как ведет к увеличению общих затрат и, следовательно, необходимо на основе рассматриваемой работы образовать новую  $i$ -ю группу, в которую первоначально войдут работы  $j$  и  $j+1$ . Теперь зафиксировав номер созданной группы  $i$ , и номера вошедших в эту группу работ  $j$  и  $j+1$ , переходим к началу 3 шага.

В том же случае, когда будет выполняется условие  $z_{ij} > z_{i-1j}$ , то из этого следует, что  $j$ -ю работу необходимо включить в уже существующую группу с номером  $i - 1$ . В этом случае необходимо обнулить элемент  $z_{ij}$  то есть положить  $z_{ij} = 0$  и так как теперь в предполагаемую группу будут входить элементы  $j+1$  и  $j+2$ .

Таким образом, основные итоги работы Воронежской школы можно сформулировать следующим образом:

- Решен комплекс проблем, обеспечивающих определение временных параметров календарных планов с учетом стохастического состояния производственной системы на базе стандартной статистической отчетности предприятия, что позволяет производить разработку организационно–технологической документации с учетом особенностей конкретного предприятия.

- Осуществлена разработка принципов моделирования и проектирования схем организационной структуры производственной системы на основе представления предприятия как сети массового обслуживания, состоящей из конечного числа систем массового обслуживания. Операционные характеристики такой модели позволяют расчетным путем уточнить сроки выполнения договорных обязательств и необходимые ресурсы для выполнения принятых к выполнению проектов, то есть осуществить проектирование схем организационной структуры предприятия, под заданный объем работ.

- Развита теория сравнительного анализа организационно–технологических решений на основе применения полидименсиональных (имеющих различную размерность) количественных и качественных показателей при нечеткой информации, когда не всегда удается четко провести границу между хорошими и неудовлетворительными значениями исследуемых критериев даже для параметров, задаваемых количественно, что связано с ограниченностью применения понятий бинарной логики к процедуре построения комплексных оценок на основе задач многокритериального выбора. Предлагаемая модель оценки организационно–технологических решений при нечеткой информации, позволяет

преодолеть указанные затруднения. При этом использовалась модель латентных переменных Раша. Удалось, учитывая значительные недостатки теории латентных переменных на основе модели Раша, предложить новое вычислительное ядро, что позволило использовать модель для непрерывных индикаторных показателей. Это дало возможность вместо дискретных дихотомических и квазидискретных полиномических индикаторных переменных (это исходные данные, модель Раша в классическом виде их не позволяла использовать), применять произвольные интервальные (непрерывные) шкалы.

- Разработаны модели и механизмы, конкретизирующие процесс обеспечения производственной программы предприятия материально – техническими ресурсами. С точки зрения оптовых цен (для получения максимальных скидок), очевидно, самое выгодное закупить сразу весь объем продукции, необходимый в рассматриваемом периоде времени и держать его на складе, но при этом возрастают затраты на хранение продукции на складе, а также возможные потери в качестве и количестве продукции, возрастает и налог на имущество. Разработанная модель оптимального распределения заказов на поставку материалов, определения сроков и объемов закупок позволяет определить рациональную стратегию поведения фирмы при формировании стратегии закупок. Это послужило основой для развития методов оптимизации ресурсного обеспечения, в том числе управлением запасами, распределением ресурсов в зависимости от требований и оценки потоков поставок.

- Были рассмотрены задачи построения календарного плана для случая, когда зависимости между работами носят рекомендательный характер. Проведен анализ эвристических алгоритмов распределения ресурсов, что позволяет более обосновано выбирать правила приоритета работ, гибко меняя эти правила по мере реализации проекта. Доказаны теоремы о минимальных сроках завершения работ, позволяющая получать критерий сходимости итерационной процедуры решения задачи о минимизации продолжительности проекта и о минимальном суммарном увеличении продолжительностей работ при нарушении рекомендательных (мягких) зависимостях между работами проекта, что позволяет получать оценки увеличения продолжительностей работ при различных последовательностях выполнения работ

- Геометрические методы решения задач равномерного распределения ресурсов по множеству работ и составления расписания с учётом предпочтительных очередностей (зависимостей) выполнения работ типа «финиш - старт» и типа «финиш - финиш».

- Модели определения оптимального коэффициента совмещения работ проекта, позволяющая определить степень совмещения работ с целью максимально возможного сокращения сроков реализации проекта.

Таковы основные итоги работы Воронежской школы, существующей уже 20 лет, а на рис. 16 приведен фрагмент стенда с трудами кафедры.





**Рис. 17. Фрагмент стенда с трудами кафедры**

### **Библиографический список**

1. Бурков В.Н., Буркова И.В. Метод дихотомического программирования в задачах дискретной оптимизации. Научное издание / Центральный экономико-математический институт (ЦЭМИ) РАН. – М., 2003. 43 с.
2. Баркалов С.А. Генезис процессов организационно-технологического моделирования строительного производства / С.А. Баркалов, П.Н. Курочка, В.Я. Мищенко // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2020. № 9 (741). С. 76-92.
3. Баркалов С.А. Построение рейтинговой оценки на основе потоковой модели / С.А. Баркалов, П.Н. Курочка, Е.А. Серебрякова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2023. Т. 23. № 1. С. 31-41.
4. Алферов, В.И. Прикладные задачи управления строительными проектами / В.И. Алферов, С.А. Баркалов, П.Н. Курочка, Н.В. Хорохордина, В.Н. Шипилов // М.: «IPR MEDIA», 2021. – 784 с.
5. Алферов, В.И. Управление проектами в дорожном строительстве / В.И. Алферов, С.А. Баркалов, П.Н. Курочка. - Воронеж: Научная книга, 2009. – 340 с.
6. Алферов, В.И. Основы научных исследований по управлению строительным производством / В.И. Алферов, С.А. Баркалов, П.Н. Курочка, Т.В. Мещерякова, В.Л. Порядина. – Воронеж: ВГАСУ, 2011. – 188 с.
7. Баркалов, С.А. Теория и практика календарного планирования в строительстве / С.А. Баркалов. – Воронеж: ВГАСА, 1999. – 216 с.
8. Баркалов, С.А. Системный анализ и принятие решений / С.А. Баркалов, П.Н. Курочка, И.С. Суровцев. - Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2010. – 652 с.
9. Баркалов, С.А. Системный анализ и его приложения / С.А. Баркалов, В.Н. Бурков, П.Н. Курочка, В.И. Новосельцев. – Воронеж: Научная книга, 2008. – 439 с.
10. Баркалов, С.А. Управление проектно-строительными работами / С.А. Баркалов, П.Н. Курочка, М.П. Михин, П.В. Михин. – Воронеж: ВГАСУ, 2012. – 422 с.
11. Баркалов, С.А. Модели и методы управления проектами при организационно-технологическом проектировании строительства / С.А. Баркалов, П.Н. Курочка, Л.Р. Маилян, И.С. Суровцев – Воронеж, 2013. – 440 с.

12. Баркалов, С.А. Распределение ресурсов типа мощности на основе обобщения задачи о редакторе / С.А. Баркалов, П.Н. Курочка, Т.А. Аверина, Д.Н. Золотарев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника, т. 17, №2, 2017. – с. 134 – 140.
13. Бурков, В.Н. Теория графов в управлении организационными системами / В.Н. Бурков, А.Ю. Заложнев, Д.А. Новиков. – М.: СИНТЕГ, 2001. – 265 с.
14. Бурков, В.Н. Модели и методы мультипроектного управления / В.Н. Бурков, О.Ф. Квон, Л.А. Цитович. – М.: ИПУ РАН, 1998. – 62 с.
15. Бурков, В.Н. Как управлять проектами / В.Н. Бурков, Д.А. Новиков. – М.: Синтег, 1997. – 188 с.
16. Бурков, В.Н. Как управлять организациями / В.Н. Бурков, Д.А. Новиков. – М.: СИНТЕГ, 2004. – 400 с.
17. Котенко, А.М. Оценка организационно-технологических решений / А.М. Котенко, П.Н. Курочка // Известия ТГУ. Сер.: Строительство и архитектура. – 2004. – Вып. 6. – С. 35-41.
18. Курочка, П.Н. Моделирование задач организационно-технологического проектирования / П.Н. Курочка. – Воронеж: ВГАСУ, 2004. – 204 с.
19. Курочка, П.Н. Модель определения оптимальной очередности реализации проектов с учетом возможности манипулирования информацией / Курочка П.Н., Урманов И.А., Скворцов В.О. // Системы управления и информационные технологии. 2008. Т. 32, № 2.1. – С. 201 – 203.
20. Курочка, П.Н. Выбор вариантов выполнения работ по содержанию объектов недвижимости / П.Н. Курочка, Г.Г. Сеферов // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2011 – Т. 7, №4. – с. 203 – 208.
21. Курочка, П.Н. Оценка надежности организационных систем / П.Н. Курочка, С.В. Молозин, В.Г. Тельных // Воронежского государственного технического университета. 2010 – Т. 6, №7. – с. 27 – 30.
22. Kurochka, P.N. Modeling production activity of an enterprise / P.N. Kurochka, Yu. I. Kalgin, I.F. Nabiullin // Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. № 1, 2012. – с. 31 – 39.
23. Курочка, П.Н. Задачи ресурсного планирования в строительном проекте / П.Н. Курочка, Н.Д. Чередниченко // в сб. «XII всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014» Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. 2014. – 4748 – 4753.

## STAGES OF FORMATION OF THE VORONEZH SCHOOL PROJECT MANAGEMENT: STATE AND PROSPECTS

**Barkalov S.A., Kurochka P.N., Serebryakova E.A.**

---

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

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

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

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

***Serebryakova Elena Anatolyevna***, Voronezh State Technical University, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Digital and Industrial Economics; Russia, Voronezh, sea-parish@mail.ru, 8-473-276-40-07

---

Abstract. A brief overview of the results of the research work of the Department of Management over twenty years of existence is given. The review includes the results of the

work of employees, graduate students and applicants of the Department of Management: Glagolyeva A.V., Kotenko A.M., Kolpacheva V.N., Semenov P.I., Mikhina P.V. Eshchenko R.V., Kalinina N.Yu., Mikhina M.P., Telnykh V.G., Nguyen Thi Quynh Chang (Vietnam), Pereyagina A.L.

*Key words: project management, active systems theory, aggregation, resource transfer, incentive systems.*

## References

1. Burkov V.N., Burkova I.V. Dichotomous programming method in discrete optimization problems. Scientific publication / Central Economics and Mathematics Institute (CEMI) RAS. – M., 2003. 43 p.
2. Barkalov S.A. Genesis of processes of organizational and technological modeling of construction production / S.A. Barkalov, P.N. Kurochka, V.Ya. Mishchenko // News of higher educational institutions. Construction. 2020. No. 9 (741). pp. 76-92.
3. Barkalov S.A. Construction of a rating assessment based on the flow model / S.A. Barkalov, P.N. Kurochka, E.A. Serebryakova // Bulletin of the South Ural State University. Series: Computer technologies, control, radio electronics. 2023. T. 23. No. 1. P. 31-41.
4. Alferov, V.I. Applied problems of construction project management / V.I. Alferov, S.A. Barkalov, P.N. Kurochka, N.V. Khorokhordina, V.N. Shipilov // M.: "IPR MEDIA", 2021. – 784 p.
5. Alferov, V.I. Project management in road construction / V.I. Alferov, S.A. Barkalov, P.N. Kurochka. - Voronezh: Scientific book, 2009. – 340 p.
6. Alferov, V.I. Fundamentals of scientific research in construction production management / V.I. Alferov, S.A. Barkalov, P.N. Kurochka, T.V. Meshcheryakova, V.L. Poryadina. – Voronezh: VGASU, 2011. – 188 p.
7. Barkalov, S.A. Theory and practice of calendar planning in construction / S.A. Barkalov. – Voronezh: VGASA, 1999. – 216 p.
8. Barkalov, S.A. System analysis and decision making / S.A. Barkalov, P.N. Kurochka, I.S. Surovtsev. - Voronezh: IPC VSU, 2010. – 652 p.
9. Barkalov, S.A. System analysis and its applications / S.A. Barkalov, V.N. Burkov, P.N. Kurochka, V.I. Novoseltsev. – Voronezh: Scientific book, 2008. – 439 p.
10. Barkalov, S.A. Management of design and construction works / S.A. Barkalov, P.N. Kurochka, M.P. Mikhin, P.V. Mikhin. – Voronezh: VGASU, 2012. – 422 p.
11. Barkalov, S.A. Models and methods of project management in organizational and technological design of construction / S.A. Barkalov, P.N. Kurochka, L.R. Maylian, I.S. Surovtsev - Voronezh, 2013. - 440 p.
12. Barkalov, S.A. Distribution of resources such as power based on a generalization of the editor problem / S.A. Barkalov, P.N. Kurochka, T.A. Averina, D.N. Zolotarev // Bulletin of the South Ural State University. Series: Computer technologies, control, radio electronics, vol. 17, No. 2, 2017. – p. 134 – 140.
13. Burkov, V.N. Graph theory in the management of organizational systems / V.N. Burkov, A.Yu. Zalozhnev, D.A. Novikov. – M.: SINTEG, 2001. – 265 p.
14. Burkov, V.N. Models and methods of multi-project management / V.N. Burkov, O.F. Kwon, L.A. Tsitovich. - M.: IPU RAS, 1998. – 62 p.
15. Burkov, V.N. How to manage projects / V.N. Burkov, D.A. Novikov. – M.: Sinteg, 1997. – 188 p.
16. Burkov, V.N. How to manage organizations / V.N. Burkov, D.A. Novikov. – M.: SINTEG, 2004. - 400 p.
17. Kotenko, A.M. Assessment of organizational and technological solutions / A.M. Kotenko, P.N. Kurochka // News of TSU. Ser.: Construction and architecture. - 2004. – Issue. 6. - pp. 35-41.

18. Kurochka, P.N. Modeling of problems of organizational and technological design / P.N. Hen. – Voronezh: VGASU, 2004. - 204 p.
19. Kurochka, P.N. Model for determining the optimal priority of project implementation, taking into account the possibility of manipulating information / Kurochka P.N., Urmanov I.A., Skvortsov V.O. // Control systems and information technologies. 2008. T. 32, No. 2.1. – P. 201 – 203.
20. Kurochka, P.N. Selection of options for performing work on the maintenance of real estate objects / P.N. Kurochka, G.G. Seferov // Bulletin of Voronezh State Technical University. 2011 – T. 7, No. 4. - With. 203 – 208.
21. Kurochka, P.N. Assessing the reliability of organizational systems / P.N. Kurochka, S.V. Molozin, V.G. Telnykh // Voronezh State Technical University. 2010 – T. 6, No. 7. - With. 27 – 30.
22. Kurochka, P.N. Problems of resource planning in a construction project / P.N. Kurochka, N.D. Cherednichenko // in collection. “XII All-Russian Meeting on Management Problems VSPU-2014” Institute of Management Problems named after. V.A. Trapeznikov RAS. 2014. – 4748 – 4753.
23. Kurochka, P.N. Modeling production activity of an enterprise / P.N. Kurochka, Yu. I. Kalgin, I.F. Nabiullin // Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. № 1, 2012. – c. 31 – 39.

# УПРАВЛЕНИЕ СЛОЖНЫМИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

УДК 352.075

## ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПРЕДПРИЯТИЯ: СТРУКТУРА, ЗНАЧЕНИЕ, ВЛИЯЮЩИЕ ФАКТОРЫ

**С.В. Артыщенко, Е.А. Серебрякова, С.А. Баев, И.С. Артыщенко, Е.И. Радинская**

---

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

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

**Серебрякова Елена Анатольевна**, Воронежский государственный технический университет, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры цифровой и отраслевой экономики; Россия, г. Воронеж, [sea-parish@mail.ru](mailto:sea-parish@mail.ru), 8-473-276-40-07

**Баев Степан Александрович**, Воронежский государственный технический университет аспирант кафедры управления, гр. аУО-22

Россия, Воронеж, [kartman22021997@gmail.com](mailto:kartman22021997@gmail.com), тел. +7-920-424-80-37

**Артыщенко Илья Степанович**, студент ВГТУ, Россия, Воронеж, [sva7777777777@yandex.ru](mailto:sva7777777777@yandex.ru), тел. +7-920-215-78-70

**Радинская Елизавета Игоревна**, Воронежский государственный технический университет, студентка строительного факультета, гр. мПМК-231

Россия, Воронеж, [radinskayaelizaveta@gmail.com](mailto:radinskayaelizaveta@gmail.com), тел. +7-920-218-06-98

---

Аннотация. В настоящей работе рассматривается понятие инновационного потенциала предприятия, его структура, значение и влияющие на него факторы. Приводится обзор работ, посвященных раскрытию понятия и определениям инновационного потенциала, а также его структуре и ресурсной составляющей. Описываются структура и основные компоненты инновационного потенциала предприятия. Описываются ресурсы, которые могут быть рассмотрены в качестве базы для инновационного потенциала. Анализ структуры инновационного предприятия и ее компонентов способствует выявлению ключевых направлений его повышения. Утверждается и обосновывается, что повышение инновационного потенциала является стратегическим приоритетом для предприятий в условиях быстро меняющейся экономической среды.

*Ключевые слова:* инновационный потенциал предприятия, ресурсы, факторы, системный подход, структура инновационного потенциала.

В современном мире, огромную роль в развитии предприятий играет их способность быть конкурентоспособными. Поэтому, изучение инноваций и инновационного потенциала являются основополагающими к успеху компании. Постоянное исследование и поиск новых возможностей повышения этих составляющих есть неотъемлемая часть развития и прогресса управлением организацией.

Изучение инновационного потенциала позволяет предприятию адаптироваться к

потенциальным изменениям и дать возможность к преодолению возникших трудностей. Важно отметить, что инновации позволяют кроме конкурентоспособности обеспечить рост в направлении эффективности бизнес-процессов (снизить издержки, повысить производительность), а также открывают перспективу к созданию новых услуг и продуктов, что значительно расширяет ассортимент предприятия и как итог, заинтересует новых клиентов.

Также стоит отметить, что инновационный потенциал компании представляет собой не только способность к внедрению новых технологий. Он включает в себя такие важные понятия, как организацию ресурсов, культуры и процессов, которые в свою очередь обеспечивают компании фундаментальную возможность разработки, а в последствии и реализации успешной инновации. Без этих аспектов представление об инновации будет не полным.

Исследование проблематики, связанной с инновационным потенциалом, методами его анализа и способами его повышения приобретает в последние годы особую актуальность.

Во-первых, инновации — это ключевой момент, который определяет, сможет ли предприятие выжить и процветать в современной среде. Организации, способные к постоянным и продуктивным инновациям, попросту «обречены на успех», в то время как те, которые отстают в этом аспекте, рискуют остаться позади конкурентов.

Во-вторых, понимание способов повышения инновационного потенциала может стать ключом к устойчивому росту и развитию. Эффективное использование инноваций может повысить эффективность бизнес-процессов, снизить издержки, создать новые продукты и услуги, а также укрепить позиции на рынке.

В современной экономической литературе имеется значительное количество исследований, посвященных различным аспектам проблематики связанной с инновационным потенциалом. В этой области велико количество как фундаментальных пособий, см. например [1], так и недавних научных работ [2, 3]. Проблема повышения инновационного потенциала может быть исследована с помощью мощных математических инструментов системного подхода, таких как метод анализа иерархий [4], а также с помощью вероятностных методов [5]. При этом, несмотря на большое количество работ в этой области, тематика исследования инновационного потенциала остается весьма актуальной.

Понятие инновационного потенциала впервые было предложено в 1970-х гг. К Фрименом, именно тогда ученый в своих работах ввел основные системы мероприятий, лежащих в основе новшеств на тот период научного развития. Его интерпретация понятия инновационного потенциала состоит в том, что «инновационный потенциал представляет собой возможности, средства и запасы, которые могут быть приведены в действие и использованы для решения задач, связанных с созданием новшеств, в целях обеспечения роста экономической системы» [6].

Стоит отметить, что в особых случаях научно-технический потенциал может быть эквивалентен инновационному потенциалу (однако этому должен сопутствовать ряд факторов). Примером может послужить определение М. Данько. Он интерпретирует инновационный потенциал как «накопленное определенное количество информации о результатах научно-технических работ, изобретений, проектно-конструкторских разработок, образцов новой техники и продукции» [7]. С другой стороны, понятие инновационного потенциала может рассматриваться как «система факторов и условий, необходимых для осуществления инновационного процесса» [8]. С помощью рассмотренных определений и взглядов упрощается понимание и облегчается восприятие областей применения рассмотренного нами понятия, что позитивным образом влияет на осознание направления научной работы.

Согласно представлениям, развиваемым в работе [9], следует учитывать только те ресурсы, которые могут быть использованы для увеличения объемов или улучшения качества конечного потребления, а не все ресурсы, которые общество использует для своего развития. В этом случае важно, чтобы динамика потребления соответствовала интересам

потребителей, а не производителей. Несмотря на то, что есть проблемы с различением индивидуального и коллективного потребления, в данном случае важнее соблюдать разумные пропорции между конечным и промежуточным потреблением [9].

Согласно работе [10] можно интерпретировать категорию "инновационный потенциал" как способность системы преобразовывать текущий порядок вещей в новое состояние, чтобы удовлетворить существующие или вновь возникающие потребности (субъекта-новатора, потребителя, рынка и т.д.).

Инновационный потенциал является значительной характеристикой способности предприятия к модернизациям, готовности его к последующим улучшениям и развитию. Такой вывод можно сделать, если воспринимать инновации как осязаемую возможность перехода запланированного к материализованному состоянию предприятия.

Чтобы более детально понимать и не запутаться в рассматриваемом объекте стоит изучить его структуру. Данный способ позволит нам пункт за пунктом выявить основные составляющие объекта для его анализа.

Здесь можно опереться на результаты работы [10], согласно которой структура инновационного потенциала состоит из трех элементов - ресурсного, внутреннего и результативного и иллюстрируется блок-схемой, приводимой в этой работе, (см. рис. 1). Важно отметить, что эти компоненты демонстрируют высокий уровень корреляции, взаимозависимы и проявляются как единое целое при их комплексном взаимодействии.



**Рис. 1. Структура инновационного потенциала**

Согласно работе [11], инновационный потенциал предприятия характеризуется совокупностью ресурсов, которые позволяют компании успешно осуществлять инновационные процессы и достигать конкурентных преимуществ. Вот несколько ключевых ресурсов, определяющих инновационный потенциал предприятия:

1. Кадровые ресурсы, куда можно отнести коллектив, демонстрирующий заинтересованность в инновациях, а также наличие партнерства с НИИ и вузами (имеющих по определению высокую инновационную составляющую), в том числе основанного на личных контактах работников. Это навыки, знания, опыт и, грубо говоря, «таланты» сотрудников предприятия. Качество и квалификация персонала оказывают существенное влияние на способность предприятия к генерации и внедрению новых идей. Инновационно ориентированные предприятия стремятся привлекать и развивать сотрудников с инновационным мышлением и способностями.

2. Информационные ресурсы, представленные базами данных, моделями, алгоритмами и т.д.

3. Опыт управления, включая эффективное руководство инновационными процессами.

4. Материально-технические.

5. Опыт проведения научно-исследовательских работ и опытно-конструкторских технологических разработок.

6. Финансовые ресурсы, включая собственные, заемные, инвестиционные, федеральные и грантовые средства. Доступ к финансированию является ключевым фактором для развития инноваций. Предприятия с высоким инновационным потенциалом могут обладать значительными собственными средствами, иметь доступ к грантам, инвестиционным средствам, кредитам и другими источниками финансирования, чтобы финансировать исследования, разработку и внедрение инноваций.

7. Ресурсы, связанные с реализацией прав на интеллектуальную собственность. Сюда можно отнести патенты на изобретение, различного рода лицензии, ноу-хау, а также бизнес-планы по внедрению инноваций и программы развития предприятия. Наличие, успешное использование и управление интеллектуальной собственностью, такой как патенты, авторские права и товарные знаки, может способствовать установлению и удержанию конкурентного преимущества и стимулировать инновационную активность предприятия.

8. Инфраструктурные ресурсы, которые могут быть представлены собственными подразделениями по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам, отделами маркетинга новой продукции, патентно-правовым отделом, отделом мониторинга инноваций в сфере основной деятельности и отделом мониторинга в сфере конкуренции.

Как уже было сказано выше, эти ресурсы демонстрируют высокий уровень корреляции по многим параметрам они тесно взаимодействуют и влияют друг на друга, формируя таким образом инновационный потенциал предприятия. Комплексное взаимодействие указанных ресурсов и их корректное использование позволяют предприятию опережать конкурентов, не только на уровне количественных показателей, но и на качественном уровне, достигая тем самым успеха на изменчивом инновационном рынке.

Инновационный потенциал предприятия представляет собой совокупность ресурсов, которые способны обеспечить развитие предприятия через инновационную и инвестиционную деятельность. Оценка этого потенциала включает анализ жизненного цикла предприятия, прогнозирование его финансового состояния, анализ инновационной компетентности и потенциальных продуктов, которые могут быть выпущены на рынок.

Инновационный потенциал является критическим фактором для успешного развития и конкурентоспособности предприятия в современной экономике. Перечислим некоторые причины того, почему инновационный потенциал важен для предприятия:

Конкурентоспособность: Инновации позволяют предприятию разработать уникальные продукты и услуги, которые отличают его от конкурентов. Это создает преимущество на рынке и позволяет привлекать больше клиентов.

Рост и развитие: Инновационные идеи и решения помогают предприятию расширять свой бизнес и проникать на новые рынки. Инновационный потенциал создает возможности для развития новых продуктов, улучшения процессов производства и оптимизации бизнес-моделей.

Улучшение эффективности: Инновации позволяют предприятию совершенствовать свои процессы и использовать новые технологии, что может привести к повышению эффективности производства, снижению затрат и улучшению качества продукции или услуг.

Адаптация к изменениям: Быстро меняющаяся экономическая среда требует от предприятий гибкости и способности адаптироваться к новым условиям. Так согласно работе [12], инновационный потенциал позволяет предприятию быстро реагировать на изменения на рынке, а также предвидеть и адаптироваться к будущим тенденциям.

Решение сложных проблем: Инновационный потенциал способствует нахождению новых и креативных решений для сложных проблем, с которыми предприятие может столкнуться. Это позволяет улучшить текущие процессы, повысить качество продукции и обслуживания, а также находить новые пути роста.

Привлечение талантов: Предприятия с развитым инновационным потенциалом



привлекают высококвалифицированных специалистов, которые стремятся работать в креативной и стимулирующей среде. Инновации могут служить магнитом для молодых и перспективных специалистов, которые привносят новые идеи и энергию в компанию.

В целом, инновационный потенциал является основой для успешного развития предприятия в современном мире. Предприятия, которые активно инвестируют в инновации и развивают свой инновационный потенциал, имеют больше шансов преуспеть и выделиться среди конкурентов.

Согласно источнику [13], внешние и внутренние факторы основополагающе влияют на развитие и формирование инновационного потенциала. Следует рассмотреть их влияние более подробно. К внешним факторам, как известно, относятся следующие составляющие:

1. Экономическая обстановка: Состояние экономики может влиять на доступность финансирования, спрос на инновации и общий климат для внедрения новых идей.

2. Технологические изменения: Развитие технологий влияет на инновационные возможности. Быстрые изменения могут открывать новые горизонты или создавать угрозы для существующих инноваций.

3. Законодательство и регулирование: Различные законы и нормативы могут стимулировать или затруднить внедрение инноваций. Например, льготы для исследований и разработок.

4. Конкуренция: Уровень конкуренции в отрасли также может влиять на инновационный потенциал. Борьба за рынок может стимулировать компании к поиску новых решений.

5. Социокультурные факторы: Изменения в предпочтениях потребителей и общественное мнение могут создавать новые возможности или создавать потребность в инновациях.

К внутренним факторам относят:

1. Кадры и обучение: Наличие квалифицированных специалистов и система обучения сотрудников влияют на способность организации к внедрению новых идей.

2. Культура организации: Организационная культура, способствующая творческому мышлению, инновациям и принятию рисков, несомненно сопутствующих инновационной сфере, может стимулировать инновационный потенциал.

3. Финансирование и бюджетирование: Доступность финансирования для исследований и разработок оказывает влияние на способность к внедрению инноваций.

4. Структура управления: Гибкость в управлении и отсутствие чрезмерных формальностей и низкий уровень бюрократии могут содействовать более быстрому принятию инноваций. В качестве одного из перспективных подходов в этом пункте несомненно следует упомянуть такую перспективную и по-своему инновационную практику как партисипативное управление.

5. Исследовательские и разработческие возможности: Наличие собственных исследовательских лабораторий и отделов разработки может являться ключевым фактором в инновационном процессе.

В то время как на внешние факторы предприятие не может напрямую повлиять, грамотное и целенаправленное управление имеющимися ресурсами в контексте инновационной деятельности позволит увеличить и эффективно использовать инновационный потенциал [14]. Поэтому, следуя опыту известных успешных предприятий необходимо стремиться во всей полноте учитывать, как внешние, так и внутренние факторы, разрабатывая стратегии для увеличения присущего организации инновационного потенциала.

Итак, важную роль в понимании имеет тема изучения факторов, влияющих на инновационный потенциал предприятия. Рассмотрим далее несколько из них.

Культура предприятия и климат инноваций играют важную роль в развитии и успехе организации. Культура предприятия представляет собой совокупность ценностей, норм и поведенческих моделей, которые формируются и поддерживаются в организации. Климат

инноваций относится к атмосфере, которая способствует развитию и реализации новых идей, технологий и процессов.

Культура предприятия, которая стимулирует инновации, обычно является открытой, гибкой и поддерживает автономию сотрудников. Она создает доверительную среду, где люди могут свободно выражать свои идеи, задавать вопросы, делиться знаниями и опытом. Руководство поддерживает инициативу сотрудников, осуществляет инвестирование в исследования и разработки, а также обеспечивает ресурсы и инструменты для воплощения новых идей в жизнь.

Климат инноваций относится к предрасположенности организации к инновациям, общей атмосфере, которая способствует креативности, использует новые технологии и активно стремится к новаторству. В организации с благоприятным климатом инноваций сотрудники поощряются к экспериментам, поддерживается идея, что ошибки являются возможностью для улучшения и учебы. Коммуникации в организации открытые и горизонтальные, сотрудничество и взаимодействие между различными отделами и уровнями иерархии стимулируются.

Организации с благоприятной культурой и климатом инноваций обычно обладают следующими особенностями:

1. Лидерство, которое берет на себя роль катализатора инноваций и поощряет сотрудников реализовывать свои идеи.
2. Открытость и включение сотрудников в процесс принятия решений и разработки новых идей.
3. Ресурсы и структуры, которые поддерживают и развивают инновационные проекты.
4. Среда, которая поощряет эксперименты, допускает ошибки и учится на них.
5. Производственные процессы, которые способствуют гибкости и быстрому развертыванию новых идей и продуктов.

Создание и поддержка культуры предприятия и климата инноваций требует согласованной работы руководства и сотрудников. Оно может быть достигнуто через обучение и развитие персонала, создание механизмов стимулирования инноваций, поддержку командной работы и привлечение внешних экспертов.

Также, безусловно важную роль в развитии и успешной реализации новых идей, технологий и продуктов играют финансовые ресурсы и финансирование инноваций. Они обеспечивают необходимый капитал для исследований, разработки, тестирования и масштабирования инновационных проектов.

Инновационный потенциал также может влиять на формирование новых рынков и создание новых отраслей. Если компания способна предложить уникальные и инновационные продукты или услуги, то она может создать новый спрос и стать лидером в своей области. Например, развитие электромобилей привело к появлению новой отрасли, связанной с производством и зарядкой батарей, разработкой инфраструктуры для электромобилей и другими связанными с ними услугами.

В целом, инновационный потенциал является ключевым фактором успеха в изменяющемся бизнес- и технологическом ландшафте. Он позволяет компаниям справиться с конкуренцией, адаптироваться к новым технологиям и создавать новые рынки.

Повышение инновационного потенциала является важным фактором для предприятия в современном конкурентном бизнес-мире. Это позволяет предприятию получать конкурентное преимущество, стимулировать рост и развитие, адаптироваться к изменениям внешней среды, привлекать талантливых сотрудников и расширять возможности диверсификации. Предприятия, инвестирующие в инновации, способны преуспеть на рынке и создать устойчивую основу для будущего успеха.

Подводя итог вышесказанному, можно отметить, что при известных рисках вложения в инновации, отдача от них в случае успеха, может как на несколько порядков перекрывать вложения в финансовом смысле, так и приводить к появлению у предприятия качественных

преимуществ и превосходства над конкурентами. Поэтому развитие инноваций и инновационного потенциала предприятия может дать не просто количественное, а качественное преимущество предприятию в конкурентной гонке. И поэтому грамотное вложение сил и средств в развитие инновационного потенциала может вывести предприятие в абсолютные лидеры, а пренебрежение значимостью этого направления может поставить вопрос о самом существовании предприятия.

### Библиографический список

1. Аверина, Т.А. Инновационный менеджмент в структурных схемах: учеб. пособие / Т.А. Аверина, С.А. Баркалов, Т.В. Насонова // Воронежский ГАСУ. – 2016. – 167 с.
2. 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.
3. 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.
4. Баркалов С.А., Карпович М.А., Моисеев С.И. Метод анализа иерархий: подход, основанный на использовании латентных переменных // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2022. Т. 22. № 2. С. 58-66.
5. 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)
6. Дежкина, И. П. Инновационный потенциал хозяйственной системы и его оценка (методы формирования и оценки) / И. П. Дежкина. – М. : Инфра-М, 2012. – 122 с.
7. Данько, М. Инновационный потенциал в промышленности Украины / М. Данько // Экономист. – 1999. – № 10. – С. 26 – 32.
8. Николаев, А.И. Инновационное развитие и инновационная культура / А.И. Николаев // Наука и наукознание. – 2001. – № 2. – С. 54 – 65.
9. Матвейкин В.Г., Дворецкий С.И. Инновационный потенциал: современное состояние и перспективы развития. - М.: Машиностроение, 2007.
10. Кокурин, Д.И. Инновационная деятельность / Д.И. Кокурин. – М. : Экзамен, 2001. – С. 126
11. Алексеенко В.Б., Красавина В.А. Инновационный потенциал как фактор развития современного предприятия // Вестник РУДН. Серия Инженерные исследования. 2012. № 4. С. 141-149.
12. Сурин, А. В., Молчанова, О. П. Инновационный менеджмент: учебник. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 368 с
13. Быстрова Н. В., Цыплакова С. А., Бушуева А. А. Инновационный потенциал предприятия: экономический аспект // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. – 2019. – №1(35). – С. 123-128.
14. Фетюков, С. А. Понятие инновационного потенциала и факторы его формирования / С. А. Фетюков // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – № 85-7. – С. 68-73. – DOI 10.18411/trnio-05-2022-308.

# INNOVATIVE POTENTIAL OF THE ENTERPRISE: STRUCTURE, VALUE, INFLUENCING FACTORS

**S.V. Artyschenko, E.A. Serebryakova, S.A. Baev, I.S. Artyushchenko, E.I. Radinskaya**

**Artyschenko Stepan Vladimirovich**, Voronezh State Technical University Ph.D., Associate Professor of the Department of Innovation and Construction Physics named after Professor I.S. Surovtsev, Russia, Voronezh art.stepan@mail.ru tel. +7-920-215-78-70

**Serebryakova Elena Anatolyevna**, Voronezh State Technical University, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Digital and Industrial Economics; Russia, Voronezh, sea-parish@mail.ru, 8-473-276-40-07

**Baev Stepan Aleksandrovich**, Voronezh State Technical University Postgraduate Student of the Department of Management, gr. aUO-22 Russia, Voronezh kartman22021997@gmail.com tel. +7-920-424-80-37

**Artishchenko Ilya Stepanovich**, an applicant of VSU Russia, Voronezh sva777777777@yandex.ru tel. +7-920-215-78-70

**Radinskaya Elizaveta Igorevna** Voronezh State Technical University, student of the Faculty of Civil Engineering, gr. mPMK-231 Russia, Voronezh radinskayaelizaveta@gmail.com tel. +7-920-218-06-98

Annotation. This paper examines the concept of the innovative potential of an enterprise, its structure, significance and factors influencing it. A review of works devoted to the disclosure of the concept and definitions of innovative potential, as well as its structure and resource component is provided. The structure and main components of the enterprise's innovative potential are described. Describes resources that can be considered as a basis for innovative potential. Analysis of the structure of an innovative enterprise and its components helps to identify key areas for its improvement. It is argued and justified that increasing innovation potential is a strategic priority for enterprises in a rapidly changing economic environment.

*Keywords: Innovative potential of the enterprise, resources, factors, system approach, structure of innovative potential.*

## References

1. Averina, T.A. Innovation management in structural schemes: textbook. manual / T.A. Averina, S.A. Barkalov, T.V. Nasonova // Voronezh GASU. – 2016. – 167 p.
2. Dyakonova S.N., Artyschenko 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.
3. Dyakonova S.N., Artyschenko 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.
4. Barkalov S.A., Karpovich M.A., Moiseev S.I. Method of hierarchy analysis: an approach based on the use of latent variables // Bulletin of the South Ural State University. Series: Computer technology, control, radio electronics. 2022. Vol. 22. No. 2. pp. 58-66.
5. Artyschenko 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
6. Dezhkina, I. P. The innovative potential of the economic system and its assessment (methods of formation and evaluation) / I. P. Dezhkina. – M. : Infra-M, 2012. – 122 p.
7. Danko, M. Innovative potential in the industry of Ukraine / M. Danko // Economist. – 1999. – No. 10. – pp. 26 – 32.

8. Nikolaev, A.I. Innovative development and innovative culture / A.I. Nikolaev // Nauka i naukoznanie. – 2001. – No. 2. – pp. 54-65.
9. Matveikin V.G., Dvoretzky S.I. Innovative potential: current state and prospects of development. - M.: Mashinostoenie, 2007.
10. Kokurin, D.I. Innovative activity / D.I. Kokurin. – M. : Exam, 2001. – S. 126
11. Alekseenko V.B., Krasavina V.A. Innovation potential as a factor in the development of a modern enterprise // Bulletin of the RUDN. Engineering Research series. 2012. No. 4. pp. 141-149.
12. Surin, A.V., Molchanova, O. P. Innovation management: textbook. – M.: INFRA-M, 2008. – 368 p.
13. Bystrova N. V., Tsyplakova S. A., Bushueva A. A. Innovative potential of an enterprise: an economic aspect // Innovative economy: prospects for development and improvement. – 2019. – №1(35). – Pp. 123-128.
14. Fetyukov, S. A. The concept of innovative potential and the factors of its formation / S. A. Fetyukov // Trends in the development of science and education. – 2022. – No. 85-7. – pp. 68-73. – DOI 10.18411/trnio-05-2022-308 .

## БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ И МЕТОДЫ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ

**Карасев П.И., Рязанцев А.В., Метелев И.А., Абд Али Хуссейн Наджм Абд Али**

---

**Карасев Павел Игоревич\***, РТУ МИРЭА, кандидат технических наук, доцент

Россия, г. Москва, e-mail: karasev@mirea.ru

**Рязанцев Александр Витальевич**, РТУ МИРЭА, преподаватель

Россия, г. Москва, e-mail: ryazancev@mirea.ru

**Метелев Илья Александрович**, РТУ МИРЭА, преподаватель

Россия, г. Москва, e-mail: metelev@mirea.ru

**Абд Али Хуссейн Наджм Абд Али**, Тамбовский государственный технический университет, аспирант

Россия, г. Тамбов, e-mail: fit\_tstu@mail.ru

---

Аннотация. Статья рассматривает биометрическую технологию идентификации личности. В статье описывается процесс идентификации, проводимый биометрическими считывателями, а также рассматриваются методы биометрической идентификации с их преимуществами и недостатками. Авторы статьи обращают внимание на то, что выбор метода биометрической идентификации зависит от конкретной организации и её требований к системе безопасности.

*Ключевые слова:* Биометрия, идентификация, считыватель, метод, сканирование, распознавание.

Биометрия - технология идентификации личности, основанная на использовании физических характеристик, таких как отпечатки пальцев и сканы радужной оболочки глаза. Эта быстро развивающаяся и перспективная технология завоевывает все большую популярность благодаря своей надежности, безопасности, эффективности и удобству использования.

Биометрия подразумевает измерение отличительных признаков человека для автоматической идентификации. Технология направлена на быстрое и автоматическое распознавание или подтверждение личности человека в режиме реального времени без вмешательства человека. Системы биометрической идентификации, такие как биометрические считыватели, выполняют четыре этапа:

- регистрация - система сохраняет в памяти физический образец;
- изоляция - для создания образца собираются уникальные биометрические данные человека;
- сопоставление - записанный образец сравнивается с предъявленным;
- принятие решения о сопоставимости или несопоставимости - система определяет, являются ли биометрические образцы схожими или нет.

В этих системах для идентификации используются биологические характеристики человека. Для биометрической идентификации используются такие методы, как:

- 1) анализ отпечатков пальцев заключается в изучении характерного папиллярного узора, присущего каждому человеку, который включает в себя такие идентифицируемые признаки, как окончания линий, разветвления линий и отдельные точки. Эти характеристики отпечатка пальца преобразуются в отдельный код, который сохраняет информацию, содержащуюся в изображении отпечатка.

Преимущества метода:

- устройства для сканирования отпечатков пальцев экономически эффективны;
- процесс сканирования отпечатков пальцев прост и не требует сложных

навыков.

Недостатки метода:

- незначительные царапины и порезы могут легко исказить папиллярный узор отпечатка пальца;
- Широкое использование этого метода может привести к недостаточной защите от подделки изображений отпечатков пальцев.

2) распознавание лиц предполагает создание трехмерной модели лица путем анализа контуров губ, бровей, носа, глаз и скул. Метод вычисляет расстояния между этими признаками по нескольким изображениям, даже при незначительных изменениях выражения лица или его ориентации.

Преимущества метода:

- отсутствие необходимости физического контакта со сканирующим устройством;
- низкая чувствительность к внешним факторам;
- обеспечивается высокий уровень надежности.

Недостатки метода:

- оборудование, необходимое для применения данного метода, может быть дорогостоящим;
- изменения в выражении лица и наличие препятствий на лице могут снизить статистическую надежность метода.

3) анализ радужной оболочки глаза предполагает получение изображения глаза и извлечение радужной оболочки для целей идентификации. Среди биометрических технологий идентификация по радужной оболочке глаза является одним из наиболее точных методов. Рисунок радужной оболочки формируется на восьмом месяце внутриутробного развития, остается стабильным в течение примерно двух лет и претерпевает минимальные изменения на протяжении всей жизни, за исключением случаев тяжелых травм или внезапных патологий.

Преимущества метода:

- высокий уровень статистической надежности;
- изображение радужной оболочки можно получить с расстояния от нескольких сантиметров до нескольких метров без какого-либо физического контакта между человеком и прибором;
- роговица служит защитным барьером для радужной оболочки, предотвращая ее повреждение.

Недостатки метода:

- высокая стоимость систем захвата радужной оболочки глаза, которая превышает стоимость сканера отпечатков пальцев.

4) анализ кровеносных сосудов глазного дна (сетчатки) заключается в освещении сетчатки светом и фиксации его камерой, когда человек смотрит на удаленную точку. В прошлом сканирование сетчатки глаза считалось наиболее надежным методом биометрической идентификации и аутентификации личности, так как при этом был один из самых низких показателей отказов зарегистрированным пользователям и практически отсутствовали случаи неправильной авторизации доступа. Тем не менее использование этой биометрической технологии сопряжено с рядом трудностей. Она требует сложной оптической установки и длительного неподвижного положения человека, когда система направлена на его глаз, что может быть неудобно.

Преимущества метода:

- высокий уровень статистической надежности;
- низкая вероятность поиска способов обмана системы в силу ее ограниченной распространенности;
- бесконтактный метод сбора данных.

Недостатки метода:

- сложный и трудоемкий процесс использования;
- высокая стоимость системы;
- ограниченная доступность на рынке.

Таким образом, биометрическая идентификация прочно заняла свое место в индустрии безопасности, поскольку она опирается на физиологические особенности человека, а не на ключи или карты. Использование биометрических считывателей не усложняет систему безопасности, а некоторые биометрические технологии являются экономически эффективными, что делает их практичным и бюджетным вариантом защиты.

### **Библиографический список**

1. Болл Р.М., Коннен Дж. Х., Панканти Ш., Ратха Н.К., Сеньор Э.У. Руководство по биометрии. - М.: Техносфера, 2007.
2. Харитонов А.В. Обзор биометрических методов идентификации личности // Журнал «Кибернетика и программирование». - 2013. - № 2.
3. Вихман В.В., Якименко А.А. Биометрические системы контроля и управления доступом в задачах защиты информации: учебно-метод. Пособие - Новосибирск, Изд. НГТУ, 2016. - 54 с. Шаньгин В.Ф. Комплексная защита информации в корпоративных системах: учебное пособие. М.: Форум: Инфра-М, 2010. 592 с.

## **MANAGEMENT OF CONSTRUCTION PROJECTS**

**Karasev P.I., Ryazantsev A.V., Metelev I.A., Abd Ali Hussein Najm Abd Ali**

---

**Karasev Pavel Igorevich** \*, RTU MIREA, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor  
Russia, Moscow, e-mail: karasev@mirea.ru

**Ryazantsev Alexander Vitalievich**, RTU MIREA, Lecturer  
Russia, Moscow, e-mail: ryazantsev@mirea.ru

**Metelev Ilya Aleksandrovich**, RTU MIREA, Lecturer  
Russia, Moscow, e-mail: metelev@mirea.ru

**Abd Ali Hussein Najm Abd Ali**, Tambov State Technical University, graduate student  
Russia, Tambov, e-mail: fit\_tstu@mail.ru

---

Abstract. The article considers the biometric technology of personal identification. The article describes the identification process carried out by biometric readers, and also discusses the methods of biometric identification with their advantages and disadvantages. The authors of the article draw attention to the fact that the choice of biometric identification method depends on the specific organization and its requirements for the security system.

*Keywords: biometrics, identification, reader, method, scanning, recognition.*

### **References**

1. Ball R.M., Connen J.H., Pankanti S., Ratha N.K., Senior E.W. Handbook of Biometrics. - Moscow: Technosphere, 2007.
2. Kharitonov, A.V. Review of the biometric methods of the personal identification (in Russian). Journal "Cybernetics and Programming". - 2013. - № 2.
3. Vikhman, V.V.; Yakimenko, A.A. Biometric systems of the access control and management in the information protection tasks: educational-method. Manual - Novosibirsk, Izd. NSTU, 2016. - 54 p. Shangin V.F. Complex information protection in corporate systems: textbook. Moscow: Forum: Infra-M, 2010. 592 c.



## МЕТОД НЕЧЕТКОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДАННЫХ В СИСТЕМАХ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

**Карасев П.И., Рязанцев А.В., Яковлева В.Д., Абд Али Хуссейн Наджм Абд Али**

---

**Карасев Павел Игоревич\***, РТУ МИРЭА, кандидат технических наук, доцент

Россия, г. Москва, e-mail: karasev@mirea.ru

**Рязанцев Александр Витальевич**, РТУ МИРЭА, преподаватель

Россия, г. Москва, e-mail: ryazancev@mirea.ru

**Яковлева Валерия Дмитриевна**, РТУ МИРЭА, преподаватель

Россия, г. Москва, e-mail: yakovleva\_v@mirea.ru

**Абд Али Хуссейн Наджм Абд Али**, Тамбовский государственный технический университет, аспирант

Россия, г. Тамбов, e-mail: fit\_tstu@mail.ru

---

*Аннотация.* В данной статье показана реализация нечёткого метода к методам оптимизации в распознавании изображений с видеокамер. В этой работе при сегментации изображений была применена Модель кластеризации методом нечетких С-средних. Метод был протестирован на нескольких изображениях, в том числе и с видеокамер. Модель может хорошо работать на изображениях с высокой разницей между фоном и передним планом. Данный метод следует применять к изображениям, где требуется сегментация фона изображения, например в системах видеонаблюдения.

*Ключевые слова:* нечеткая кластеризация, видеонаблюдение.

В современном мире невозможно обойтись без технологий, связанных с видеоконтролем. Системы видеонаблюдения в повседневной жизни используются во всех отраслях, например, в частных организациях или в общественных местах. Востребованными являются такие системы видеонаблюдения, которые имеют функции автоматического распознавания объектов для обеспечения безопасности защищаемого объекта.

Системой видеонаблюдения является набор устройств для охраны, предназначенный для непрерывного визуального наблюдения за охраняемой территорией. Функция данной системы заключена не только в передаче картинки на экран, но и заострения внимания на важных элементах, например, распознавание лиц людей или номера машин.

С развитием все новых методов анализа и обработки приводит к возникновению новых методов, подходов или алгоритмов, которые решают задачи кластеризации изображения. При решении задач кластеризации самыми популярными являются алгоритмы, которые основываются на самом оптимальном разбиении множеств кластеров. Таким образом, можно выделить алгоритм С-средних.

Нечеткую кластеризацию можно разделить на две основные группы, а именно нечеткую кластеризацию С-средних (FCM), основанную на нечетких разбиениях, и метод нечеткой иерархической кластеризации, основанный на нечетких отношениях эквивалентности [1].

Методы кластеризации позволяют решать некоторые проблемы в современных системах видеонаблюдения, например, проблема границ. Данные методы позволяют более четко определять границы объектов, которые показаны на изображении. Эта проблема возникает вследствие того, что цвета пикселей могут быть схожи друг с другом, но схожесть пикселей не значит, что они принадлежат одному объекту. Также привести в пример можно другую проблему, проблему, связанную с текстурами, когда объект не является одноцветным.

Процедура разбиения элементов на изображении называется кластеризация. Пиксели

на изображении делятся на группы на основе их схожести. Кластеризация зависит от схожести пикселей на изображении или наоборот на несхожести. Основным инструментом для обработки изображений с помощью кластеризации стала модель нечетких С-средних.

Метод кластеризации с помощью нечетких С-средних состоит из итерационного метода кластеризации, результатом которого является оптимальное разбиение на 'с' кластеров, полученное путем минимизации целевой функции JFCM [2]. Базовый метод FCM формулируется следующим образом:

$$J_{FCM}(u, v) = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^c u_{ki}^m \|x_k - v_i\|^2 \quad (1)$$

При условии, что:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^c u_{ki} &= 1, & \forall k &= 1, 2, \dots, n \\ u_{ki} &\geq 0, & \forall k &= 1, 2, \dots, n \text{ \& } i = 1, 2, \dots, c \\ v_i &= \frac{\sum_{k=1}^n u_{ki}^m x_k}{\sum_{k=1}^n u_{ki}^m}, & \forall i &= 1, \dots, c \end{aligned}$$

Минимизировать:

$$u_{ki} = \begin{cases} \left( \frac{\sum_{j=1}^c \left( \frac{\|x_k - v_i\|}{\|x_k - v_j\|} \right)^{\frac{2}{m-1}}}{\sum_{j=1}^c \left( \frac{\|x_k - v_i\|}{\|x_k - v_j\|} \right)^{\frac{2}{m-1}}} \right)^{\frac{2}{m-1}} & \text{если } \|x_k - v_i\| > 0, \forall j \\ 1 & \text{если } \|x_k - v_i\| = 0 \\ 0 & \text{если } \exists j \neq i, \|x_k - v_j\| = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Где  $x = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} \subset R^p$  – характеристические векторы данных;

$v = \{v_1, v_2, \dots, v_n\} \subset R^p$  – центры кластеров;

$u = (u_{ki})_{n \times c}$  – матрица нечеткого разбиения, содержащая значения принадлежности каждого характеристического вектора  $x_k$  в каждом кластере  $i$ ;

$n$  – общее количество векторов данных в данном наборе данных;

$c$  – количество кластеров;

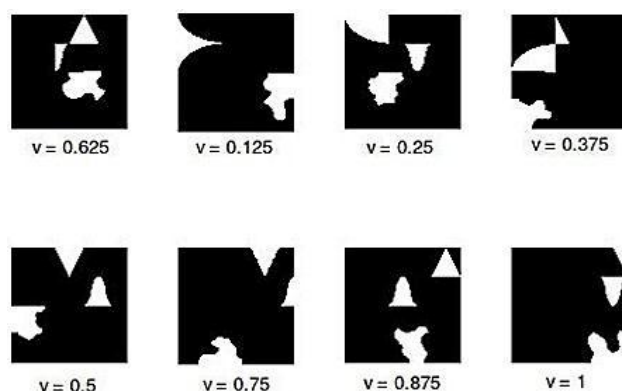
$m$  – параметр фазификации – преобразование дискретного множества в нечёткое,  $m > 1$ .

Проведение эксперимента метода кластеризации, В первом случае было протестировано четкое изображение, показанное на рисунке 1. Его уровни серого цвета показаны на рисунке 2, показывающем, что это изображение имеет 8 центров кластеров.

Первый эксперимент показал, что нечеткая кластеризация С-средних может идеально кластеризовать изображение, уровни серого цвета которого хорошо отделены друг от друга.



Рис. 1. Изображение 1 с четкими серыми уровнями



**Рис. 2. Уровни серого цвета пикселей, соответствующих изображению 1**

Во втором случае было протестировано изображение 2, показанное на рисунке 3. Результат (рис. 3) показывает довольно хорошую сегментацию, хорошо различающуюся между низкой и высокой интенсивностями.



**Рис. 3. Изображение 2 - сегментация для  $c=2$**

Центры кластеров, которые принадлежат различным точкам, возвращаются функцией кластеризации. Если необходима функция принадлежности, то необходимо на одну из осей спроецировать степени принадлежности точек. Для этого необходимо поместить нечеткие множества в центры кластеров.

Новый подход инициализирует кластеры для метода, а также все улучшения производятся автоматически. В данном методе реализуется алгоритм, который впоследствии поможет легче работать нейронным сетям в системах видеонаблюдения. Это может помочь в развитии данных технологий, а также по итогу выйти на более высокий уровень безопасности.

### **Библиографический список**

1. Сегментация клинических эндоскопических изображений, основанная на классификации векторных топологических признаков / О.А. Дунаева, Д.Б. Малкова, М.Л. Мячин, Х. Эдельсбруннер // Модель и анализ информ. систем. – 2013. – Т. 20, № 6. – С.162–173.
2. Название книги / под ред. И.О. Фамилия. – М.: Издательство, 2017. – 123 с.
2. Петровский, А.Б. Методы групповой классификации много признаковых объектов

## **FUZZY METHOD DATA CLUSTERING IN VIDEO SURVEILLANCE SYSTEMS**

**Karasev P.I., Ryazantsev A.V., Yakovleva V.D., Abd Ali Hussein Najm Abd Ali**

---

**Karasev Pavel Igorevich \***, RTU MIREA, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor  
Russia, Moscow, e-mail: karasev@mirea.ru

**Ryazantsev Alexander Vitalievich**, RTU MIREA, Lecturer  
Russia, Moscow, e-mail: ryazancev@mirea.ru

**Yakovleva Valeria Dmitrievna Yakovleva**, RTU MIREA, Lecturer  
Russia, Moscow, e-mail: yakovleva\_v@mirea.ru

**Abd Ali Hussein Najm Abd Ali**, Tambov State Technical University, graduate student  
Russia, Tambov, e-mail: fit\_tstu@mail.ru

---

**Abstract.** This article shows the implementation of a fuzzy method for optimization methods in video camera image recognition. In this work, when segmenting images, the Clustering Model by the method of fuzzy C-means was applied. The method was tested on several images, including from video cameras. The model can work well on images with a high difference between background and foreground. This method should be applied to images where image background segmentation is required, such as in video surveillance systems.

**Keywords:** fuzzy clustering, video surveillance.

## **References**

1. Segmentation of clinical endoscopic images based on classification of vector topological features. O.A. Dunaeva, D.B. Malkova, M.L. Myachin, H. Edelsbrunner. Model and analysis of information systems. Dunayeva, D.B. Malkova, M.L. Myachin, H. Edelsbrunner. Model and Analysis of Inform. systems. - 2013. - T. 20, № 6. - P.162-173.2. Title of the book. edited by I.O. Familia. - M.: Izdatelstvo, 2017. - 123 c.
2. Petrovsky, A.B. Methods of group classification of multi-trait objects (part 1). A.B. Petrovsky. Artificial Intelligence and Decision Making. - 2009. - № 3. - C. 3-14.

## КОМПЛЕКС ПРОГРАММ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОПАСНОСТИ ДЕСТРУКТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Н.С. Кобяков

---

*Кобяков Николай Сергеевич\**, Воронежский институт Министерства внутренних дел Российской Федерации, адъюнкт  
Россия, г. Воронеж, e-mail: *kkobyakov1234@gmail.com*, тел.: +7-922-244-04-54

---

Аннотация. В статье рассматривается вопрос обеспечения защиты информации в автоматизированных системах специального назначения от деструктивного воздействия ранее неизвестных вредоносных программ. Представлен подход к выполнению превентивных мер и необходимый для их реализации комплекс программ. Сформирован алгоритм функционирования комплекса программ для решения задачи обеспечения информационной безопасности автоматизированных систем.

*Ключевые слова:* комплекс программ, деструктивные воздействия, автоматизированные системы.

Одним из первых упоминаний о вредоносных программах принято считать появление в начале 1970-х годов вируса Creeper [1]. Данный вирус функционировал в военной компьютерной сети APRANET, на серверах под управлением операционной системы Tenex. Creeper мог самостоятельно войти в сеть через модем и передать свою копию удаленной системе. На зараженных системах вирус обнаруживал себя сообщением: «I'M THE CREEPER: CATCH ME IF YOU CAN», которое выводилось на дисплей или принтер [1]. Для его удаления была разработана первая антивирусная программа Reaper, которая аналогичным образом распространялась по сети и удаляла обнаруженные копии Creeper, после чего самоликвидировалась.

С момента появления первой вредоносной программы прошло более 50 лет, автоматизация затронула большую часть сфер деятельности человека. С каждым годом растет количество злоумышленников, желающих получить выгоды от нанесения ущерба автоматизированным системам, совершенствуются способы и методы деструктивных воздействий. Актуальность обеспечения безопасности информации от деструктивного воздействия вредоносных программ обозначена в работах [2-4], а особенности данного процесса в автоматизированных системах специального назначения в [5, 6].

В связи со спецификой функционирования и обрабатываемой информации в автоматизированных системах специального назначения определена классификация вредоносных программ [7]:

1. Вредоносные утилиты.
2. Троянские программы.
3. Вирусы и черви.

В работе [8] определен порядок реализации мер по обеспечению безопасности информации от деструктивных воздействий ранее неизвестных вредоносных программ. Согласно данного порядка меры по обеспечению безопасности информации, время на их реализацию и ответственные должностные лица определяются исходя из опасности вредоносной программы. Разработана шкала опасности вредоносных программ:

1. Низкая опасность [0 – 3.99];
2. Средняя опасность [4.0 – 6.99];

3.Высокая опасность [7.0 – 8.99];

4.Критическая опасность [9.0 – 10.0].

В рамках данной работы будут рассмотрены вредоносные программы класса «Вредоносные утилиты». Для оценки опасности деструктивных воздействий вредоносных утилит на автоматизированные системы специального назначения в статье [9] определены поведенческие паттерны, характерные для данного класса и сформирована модель на основе метода анализа иерархий:

$$J_{BY} = 0,258 * p_1 + 0,181 * p_2 + 0,121 * p_3 + 0,121 * p_4 + 0,077 * p_5 + 0,077 * p_6 + 0,077 * p_7 + 0,027 * p_8 + 0,027 * p_9 + 0,019 * p_{10} + 0,015 * p_{11} \quad (1)$$

В ходе дальнейшего исследования, оказалось, что имеются пары поведенческих паттернов, совместная реализация которых увеличивает опасность вредоносной утилиты:

$$D = \{(p_4, p_5), (p_8, p_{10}), (p_7, p_{11})\} \quad (2)$$

Исходя из вышесказанного целесообразно разработать комплекс программ включающий в себя:

1. Программу для ЭВМ «Искусственная нейронная сеть для оценки опасности деструктивных воздействий вредоносных утилит на автоматизированные системы специального назначения». Для ее обучения и тестирования необходимо провести опрос среди специалистов, в области обеспечения информационной безопасности, в ходе которого будут определены опасности вредоносных утилит для обучающей и тестовой выборки. Применение искусственной нейронной сети обеспечит учет нелинейной взаимосвязи признаков (2).

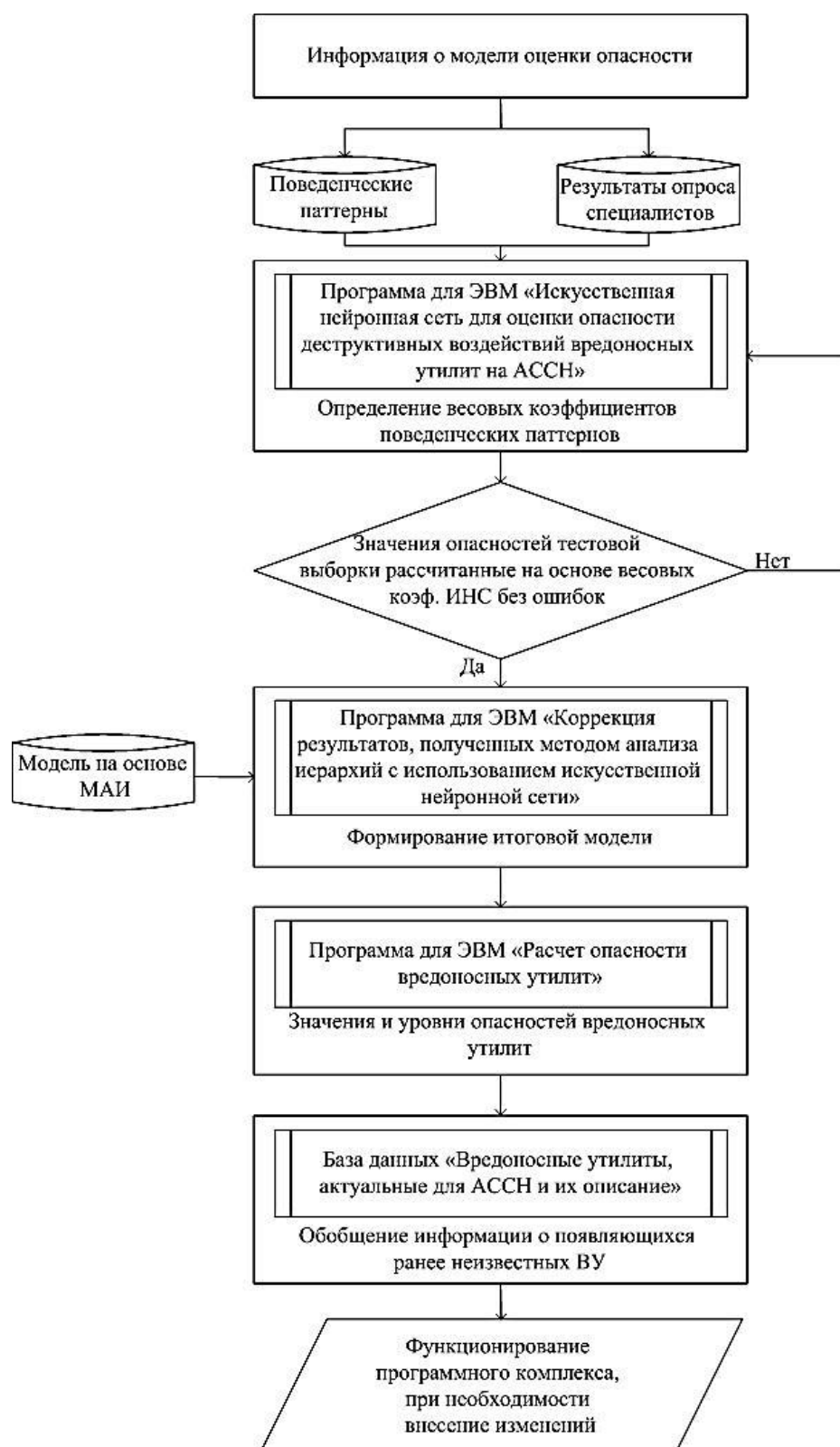
2. Программу для ЭВМ «Коррекция результатов, полученных методом анализа иерархий с использованием искусственной нейронной сети», необходимую для вычисления коррекционного коэффициента. Используя коррекционный коэффициент возможно внести изменения в модель (1) с учетом взаимосвязи признаков.

3. Программу для ЭВМ «Расчет опасности вредоносных утилит». Данная программа обеспечит автоматизацию процесса вычисления опасности вредоносных утилит.

4. База данных «Вредоносные утилиты, актуальные для автоматизированных систем специального назначения и их описание». Обобщение результатов расчета опасности вредоносных утилит, их поведенческих паттернов и технического описания способствует более оперативному реагированию на появление ранее неизвестной вредоносной утилиты. Кроме того, сбор информации о вредоносных утилитах позволит исключить множественный учет идентичных инцидентов информационной безопасности.

При разработке программного комплекса необходимо учесть, что набор поведенческих паттернов, их важность может изменяться. Следовательно, должна быть реализована функция добавления новых поведенческих паттернов и изменения их весов.

Алгоритм функционирования комплекса программ представлен на рисунке 1.



**Рис. 1. Алгоритм функционирования комплекса программ**

Использование программного комплекса для обеспечения безопасности информации от деструктивных воздействий ранее неизвестных вредоносных программ позволит усовершенствовать систему защиты информации силовых ведомств, благодаря формированию качественных моделей, учитывающих специфику функционирования АССН и автоматизации процесса подготовки исходных данных для принятия решения о реализации организационно-технических мер.

## Библиографический список

1. 1970-е. URL: <https://encyclopedia.kaspersky.ru/knowledge/years-1970s/>.
2. Сумин В.И. Разработка моделей и алгоритмов информационных структур и процессов объектов особой важности / Чураков Д.Ю., Царькова Е.Г. // Промышленные АСУ и контроллеры. 2019. № 4. С. 30-39.
3. Gromov Y. Building an external classifier of negative impacts in assessing survivability and ensuring the security of information systems Minin Y., Eliseev A., Alammahi A.A.H., Sari F.A. // В сборнике: Proceedings - 2020 2nd International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency, SUMMA 2020. 2. 2020. С. 636-641.
4. Сумин В.И., Смоленцева Т.Е. Формирование модели взаимосвязи информационных потоков в системах // Вестник Воронежского института ФСИИ России. 2016. № 2. С. 61-64.
5. Горячев, С. Н. Анализ деструктивных функций и процессов реализации угроз вредоносных программ на ИС органов внутренних дел / С. Н. Горячев, Н. С. Кобяков // Защита информации. Инсайд. – 2022. – № 2(104). – С. 42-45. – EDN FOWCTU.
6. Сумин В.И. Анализ функционирования и структурная декомпозиция информационных систем специального назначения/ Сумин В.И., Смоленцева Т.Е., Громов Ю.Ю., Тютюнник В.М. // Научно-техническая информация. Серия 2: Информационные процессы и системы. 2021. № 8. С. 5-14.
7. Мельников, А. В. Подход к оценке опасности деструктивных воздействий вредоносных программ на автоматизированные системы специального назначения / А. В. Мельников, Н. С. Кобяков // Безопасность информационных технологий. – 2023. – Т. 30, № 3. – С. 51-60. – DOI 10.26583/bit.2023.3.03. – EDN RJWWZH.
8. Мельников, А. В. Модели и алгоритмы реализации организационных мер защиты информации в АССН от деструктивных воздействий ранее неизвестных вредоносных программ / А. В. Мельников, Н. С. Кобяков, Р. А. Жилин // Вестник Воронежского института МВД России. – 2023. – № 3. – С. 80-87. – EDN ZILKNA.
9. Мельников, А. В. Модель оценки опасности вредоносных утилит / А. В. Мельников, В. И. Сумин, Н. С. Кобяков // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2023. – № 7. – С. 33-40. – DOI 10.25791/asu.7.2023.1448. – EDN KBALDV.

## A COMPLEX OF PROGRAMS FOR ASSESSING THE HAZARD OF DESTRUCTIVE IMPACTS ON AUTOMATED SYSTEMS FOR SPECIAL PURPOSE

**N.S. Kobayakov**

---

**Kobayakov Nikolai Sergeevich\***, Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, adjunct  
Russia, Voronezh, e-mail: [kkobayakov1234@gmail.com](mailto:kkobayakov1234@gmail.com), tel: +7-922-244-04-54

---

Abstract. The article discusses the issue of ensuring the protection of information in special-purpose automated systems from the destructive effects of previously unknown malware. An approach to the implementation of preventive measures and a set of programs necessary for their implementation are presented. An algorithm has been developed for the functioning of a set of programs to solve the problem of ensuring information security of automated systems.

*Keywords: complex of programs, destructive influences, automated systems.*



## References

1. 1970-e: URL: <https://encyclopedia.kaspersky.ru/knowledge/years-1970s/>.
2. Sumin V.I. Razrabotka modelej i algoritmov informacionnyh struktur i processov ob"ektov osoboj vazhnosti / CHurakov D.Y., Car'kova E.G.// Promyshlennye ASU i kontrolyery. 2019. № 4. S. 30-39.
3. Gromov Y. Building an external classifier of negative impacts in assessing survivability and ensuring the security of information systems Minin Y., Eliseev A., Alammahi A.A.H., Sari F.A.// В сборнике: Proceedings - 2020 2nd International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency, SUMMA 2020. 2. 2020. С. 636-641.
4. Sumin V.I., Smolentseva T.E. Formation of a model of interrelation of information flows in systems // Bulletin of the Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia. 2016. No. 2. pp. 61-64.
5. Gorjachev, S. N. Analiz destruktivnyh funkcij i processov realizacii ugroz vredonosnyh programm na IS organov vnutrennih del / S. N. Gorjachev, N. S. Kobjakov // Zashhita informacii. Insajd. – 2022. – № 2(104). – S. 42-45. – EDN FOWCTU.
6. Sumin V.I. Analiz funkcionirovaniya i strukturnaya dekompoziciya informacionnyh sistem special'nogo naznacheniya/ Sumin V.I., Smolenceva T.E., Gromov Y.Y., Tyutyunnik V.M.// Nauchno-tehnicheskaya informaciya. Seriya 2: Informacionnye processy i sistemy. 2021. № 8. S. 5-14.
7. MELNIKOV, Alexander V.; KOPYAKOV, Nikolai S. Approach to assessing the danger of destructive effects of malware on special-purpose automated systems. IT Security (Russia), [S.l.], v. 30, no. 3, p. 51–60, 2023. ISSN 2074-7136. URL: <https://bit.spels.ru/index.php/bit/article/view/1529>. DOI: <http://dx.doi.org/10.26583/bit.2023.3.03>.
8. Melnikov, A. V Models and algorithms for implementing organizational measures to protect information in ASSN from the destructive effects of previously unknown malware / A. V. Melnikov, N. S. Kobjakov, R. A. Zhilin // Bulletin of the Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia. – 2023. – No. 3. – P. 80-87. – EDN ZILKNA.
9. Melnikov, A. V. Model for assessing the danger of malicious utilities / A. V. Melnikov, V. I. Sumin, N. S. Kobjakov // Industrial automated control systems and controllers. – 2023. – No. 7. – P. 33-40. – DOI 10.25791/asu.7.2023.1448. – EDN KBALDV.

## АНАЛИЗ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ

**Стародубов К.В., Шамсулдин Хайдар Абдулваххаб Х.,  
Мустафа Абдулкадим  
Ал-Амееди, Алмали Ахмед Аднан Латиф**

---

*Стародубов Константин Владимирович\**, РТУ МИРЭА, кандидат технических наук, доцент

Россия, г. Москва, e-mail: starodubov@mirea.ru

*Шамсулдин Хайдар Абдулваххаб Х.*, Тамбовский государственный технический университет, аспирант

Россия, г. Тамбов, e-mail: fit\_tstu@mail.ru

*Мустафа Абдулкадим Ал-Амееди*, Тамбовский государственный технический университет, аспирант

Россия, г. Тамбов, e-mail: fit\_tstu@mail.ru

*Алмали Ахмед Аднан Латиф*, Тамбовский государственный технический университет, аспирант

Россия, г. Тамбов, e-mail: fit\_tstu@mail.ru

---

Аннотация. Данная тема посвящена анализу решений в области средств защиты информации в автоматизированных системах. В работе рассматриваются различные аспекты безопасности в информационных системах, особенности атак и угроз, а также существующие методы и технологии защиты. Будут проанализированы различные решения, используемые в автоматизированных системах, такие как криптографические методы, контроль доступа и аудит. В результате работы будет сделан вывод о наиболее эффективных методах защиты информации в автоматизированных системах.

*Ключевые слова:* антивирус, система, безопасность, шифрование.

Автоматизированные системы широко используются в различных областях, включая бизнес, государственное управление, финансы, медицину, транспорт и многие другие. В связи с этим вопросы безопасности и защиты информации в таких системах становятся все более актуальными. Одним из важных аспектов защиты информации в автоматизированных системах является использование средств защиты информации.

Такие средства могут включать в себя аппаратное и программное обеспечение, а также специальные алгоритмы и протоколы. Существует множество различных решений в области средств защиты информации, включая системы шифрования, системы контроля доступа, системы мониторинга и обнаружения угроз, системы антивирусной защиты и т.д.

Для выбора наиболее подходящего решения в конкретном случае необходимо провести анализ существующих систем и решений, а также учитывать специфику конкретной автоматизированной системы и ее особенности. Важно также учитывать динамику развития технологий и угроз в области информационной безопасности, и внедрять новые средства защиты информации и обновлять существующие в соответствии с текущими требованиями и стандартами. Таким образом, анализ и выбор наиболее подходящих средств защиты информации в автоматизированных системах является важным этапом обеспечения безопасности и защиты конфиденциальной информации.

Анализ аппаратных решений в области средств защиты информации в автоматизированных системах является важным этапом проектирования и реализации таких

систем. Он позволяет определить оптимальное решение для защиты информации, учитывая особенности конкретной системы и требования к ее безопасности.

Существует множество аппаратных решений, предназначенных для защиты информации в автоматизированных системах, таких как физические барьеры, системы контроля доступа и многие другие [1]. Каждое из них имеет свои преимущества и недостатки, и выбор конкретного решения зависит от многих факторов, таких как уровень требуемой защиты, бюджет проекта, технические возможности и другие. Один из наиболее распространенных способов защиты информации - использование криптографических устройств, таких как аппаратные модули безопасности и специализированные процессоры. Эти устройства обеспечивают высокий уровень защиты информации, так как позволяют хранить и обрабатывать данные в зашифрованном виде [2]. Однако такие устройства могут быть довольно дорогими и требуют соответствующих знаний и навыков для их настройки и использования.

Другим распространенным решением является система контроля доступа, которая позволяет ограничивать доступ к конкретным ресурсам и функциям системы только авторизованным пользователям. Это может быть достигнуто с помощью паролей, биометрических данных или карт доступа. Такие системы могут быть относительно простыми и дешевыми в реализации, но могут быть менее надежными, если не соблюдать правила безопасности при их использовании.

Физические барьеры, такие как ограничение физического доступа к компьютерам и серверам, также могут быть эффективным способом защиты информации, но могут быть затратными в установке и поддержке [3]. Кроме того, такие меры не защищают от кибератак, что делает их недостаточными для полной защиты информации.

Таким образом, при выборе аппаратных решений в области средств защиты информации в автоматизированной системе, необходимо учитывать не только стоимость и удобство использования, но и эффективность в защите от кибератак. Рекомендуется использовать комплексные решения, которые включают в себя несколько уровней защиты, такие как аппаратные и программные механизмы защиты, мониторинг и анализ трафика, а также обучение пользователей правилам безопасности в работе с информацией.

Примерами аппаратных решений в данном разделе могут быть Secret Net и Соболев.

Secret Net представляет собой комплекс, состоящий из сервера защиты, терминала абонента и защищенной линии связи между ними. Он обеспечивает защиту от всех известных методов проникновения, включая перехват, мониторинг и вмешательство в информационный обмен.

Соболев - это мобильный КАПС, предназначенный для защиты информации на портативных устройствах, таких как ноутбуки и смартфоны. Он использует аппаратное шифрование и защищенный канал связи для обеспечения безопасности передачи данных.

Оба комплекса являются достаточно надежными средствами защиты информации, однако их применение может быть ограничено высокой стоимостью и сложностью в установке и настройке. Кроме того, такие средства защиты не могут гарантировать полную защиту информации от кибератак, поэтому их использование должно быть совмещено с другими методами защиты, такими как программное обеспечение и политики безопасности.

Анализ программных решений в области средств защиты информации в автоматизированных системах включает в себя изучение различных методов и алгоритмов, используемых для обеспечения безопасности данных, а также оценку и выбор соответствующих программных средств для реализации этих методов и алгоритмов. Одним из наиболее распространенных программных решений для защиты информации является использование антивирусных программ и брандмауэров.

Антивирусные программы обеспечивают защиту от вредоносных программ, которые могут проникнуть в систему и украсть или повредить данные, а брандмауэры могут контролировать входящий и исходящий трафик в сети и блокировать нежелательные соединения. Кроме того, существуют программные решения для шифрования данных,

которые позволяют защитить данные от несанкционированного доступа, даже если они были скопированы или украдены. Эти программы используют различные методы шифрования, такие как асимметричное и симметричное шифрование.

Другим важным программным решением является использование систем управления доступом, которые контролируют доступ к конкретным файлам, приложениям или ресурсам в системе. Это позволяет предотвратить несанкционированный доступ к конфиденциальной информации. Наконец, программные решения для мониторинга и аудита системы могут использоваться для обнаружения необычной активности в системе, такой как попытки несанкционированного доступа или изменения файлов. Эти программы могут предупреждать об аномалиях и помочь в их расследовании. В целом, выбор программных решений для защиты информации в автоматизированных системах зависит от конкретных потребностей и требований системы, а также от угроз, с которыми она может столкнуться.

Антивирус Касперского - это программное решение в области защиты информации, которое предназначено для обнаружения, блокировки и удаления вредоносных программ и других угроз для безопасности компьютерной системы [4]. Кроме стандартных функций, таких как сканирование системы на наличие вирусов и блокировка подозрительных файлов, Касперский также обладает дополнительными функциями, такими как защита от фишинговых сайтов, блокировка рекламы и мониторинг сетевого трафика. Касперский также имеет функцию "самообучения", которая позволяет антивирусу улучшать свою эффективность с течением времени, а также функцию удаленного управления, которая позволяет администраторам удаленно управлять настройками антивируса на компьютерах пользователей.

Программно-аппаратные решения в области средств защиты информации в автоматизированных системах представляют собой совмещение аппаратных и программных средств для обеспечения более надежной защиты от внешних и внутренних угроз. Примерами таких решений являются:

- Криптографические средства защиты информации, которые включают в себя аппаратные модули для шифрования и дешифрования данных, а также программное обеспечение для управления и настройки этих модулей. Примерами таких средств являются модули шифрования дисков (SED) и криптографические адаптеры (HSM).

- Системы контроля доступа, которые включают в себя аппаратные устройства (например, считыватели бейджей) и программное обеспечение для управления доступом к компьютерам и другим ресурсам системы. Примерами таких систем являются Active Directory и Cisco Identity Services Engine.

- Системы обнаружения вторжений (IDS) и защиты от вторжений (IPS), которые включают в себя аппаратные сенсоры и программное обеспечение для обнаружения и предотвращения вторжений в систему [5]. Примерами таких систем являются Snort и Cisco Firepower.

- Системы управления информационной безопасностью (ISMS), которые включают в себя программное обеспечение для управления политиками безопасности и рисков, а также аппаратные средства для контроля выполнения этих политик. Примерами таких систем являются Symantec Control Compliance Suite и RSA Archer.

- Решения для мониторинга и анализа безопасности, которые включают в себя программное обеспечение для сбора и анализа данных о безопасности системы, а также аппаратные средства для хранения и обработки этих данных. Примерами таких решений являются IBM QRadar и Splunk.

Программно-аппаратные решения обычно обеспечивают более надежную защиту от угроз, чем просто программные или аппаратные решения, за счет совмещения их преимуществ. Однако, они могут быть более дорогостоящими в установке и поддержке, поэтому выбор конкретного решения зависит от специфических потребностей автоматизированной системы, ее масштабов и доступных ресурсов.

В настоящее время защита информации в автоматизированных системах является

одной из самых актуальных проблем в информационной безопасности. Анализ решений в области средств защиты информации в автоматизированной системе показал, что существует множество различных аппаратных и программных решений, которые могут быть использованы для обеспечения безопасности данных.

Однако, не существует универсального решения, которое бы подходило для всех случаев. В целом, выбор конкретного решения в области средств защиты информации в автоматизированной системе должен основываться на комплексном подходе, учитывающем потребности системы, бюджет и возможности компании по установке и поддержке выбранного решения, а также наличие необходимых лицензий и сертификатов.

### Библиографический список

1. Зегжда Д.П., Ивашко А.М. Основы безопасности информационных систем // Горячая линия-Телеком, 2005 — 237 с.
2. Камалова Г. Г. Вопросы ограничения доступа к информации в системе государственного управления // Вестник Удмуртского университета. – 2015 – 104 с.
3. Зайцев А.П. Технические средства и методы защиты информации // Горячая линия-Телеком, 2009 - 616 с.
4. Шаньгин В.Ф. Комплексная защита информации в корпоративных системах: учебное пособие. М.: Форум: Инфра-М, 2010. 592 с.
5. Зефирова С. Л., Голованов В. Б. Система менеджмента информационной безопасности организации // Труды международного симпозиума «Надежность и качество» – 2016 — 366 с.

### ANALYSIS OF SOLUTIONS IN THE FIELD OF INFORMATION PROTECTION MEANS IN THE AUTOMATED SYSTEM

**Starodubov K.V., Shamsuldin Haidar Abdulwahhab H.,  
Mustafa Abdulkadim Al-Ameedi, Almali Ahmed Adnan Latif**

---

**Starodubov Konstantin Vladimirovich\***, RTU MIREA, *Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor*

*Russia, Moscow, e-mail: starodubov@mirea.ru*

**Shamsuldin Haydar Abdulwahhab H.**, Tambov State Technical University, *graduate student*

*Russia, Tambov, e-mail: fit\_tsu@mail.ru*

**Mustafa Abdulkadim Al-Ameedi.**, Tambov State Technical University, *graduate student*

*Russia, Tambov, e-mail: fit\_tsu@mail.ru*

**Almali Ahmed Adnan Latif.**, Tambov State Technical University, *graduate student*

*Russia, Tambov, e-mail: fit\_tsu@mail.ru*

---

**Abstract.** This article is devoted to the analysis of solutions in the field of information security tools in automated systems. The paper discusses various aspects of security in information systems, features of attacks and threats, as well as existing methods and technologies of protection. Various solutions used in automated systems will be analyzed, such as cryptographic methods, access control and auditing. As a result of the work, a conclusion will be made about the most effective methods for protecting information in automated systems.

**Keywords:** *antivirus, system, security, encryption.*

## References

1. Zegzhda D.P., Ivashko A.M. Fundamentals of information systems security. Hotline-Telecom, 2005 - 237 p.
2. Kamalova G. G. Issues of restricting access to information in the system of public administration. Vestnik of Udmurt University. - 2015 - 104 c.
3. Zaitsev, A.P. Technical means and methods of information protection. Hotline-Telecom, 2009 - 616 p.
4. Shangin, V.F. Complex information protection in corporate systems: textbook. M.: Forum: Infra-M, 2010. 592 c.
5. Zefirov S. L. L., Golovanov V. B. Information security management system of the organization. Proceedings of the International Symposium "Reliability and Quality" - 2016 - 366 p.

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ АУТЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ

**Стародубов К.В., Шамсулдин Хайдар Абдулваххаб Х.,  
Мустафа Абдулкадим Ал-Амееди,  
Алмали Ахмед Аднан Латиф**

---

*Стародубов Константин Владимирович\*, РТУ МИРЭА, кандидат технических наук, доцент*

*Россия, г. Москва, e-mail: starodubov@mirea.ru*

*Шамсулдин Хайдар Абдулваххаб Х., Тамбовский государственный технический университет, аспирант*

*Россия, г. Тамбов, e-mail: fit\_tstu@mail.ru*

*Мустафа Абдулкадим Ал-Амееди, Тамбовский государственный технический университет, аспирант*

*Россия, г. Тамбов, e-mail: fit\_tstu@mail.ru*

*Алмали Ахмед Аднан Латиф, Тамбовский государственный технический университет, аспирант*

*Россия, г. Тамбов, e-mail: fit\_tstu@mail.ru*

---

Аннотация. В статье обсуждается важность аутентификации пользователя в обеспечении безопасности и защиты конфиденциальной информации, а также определяются ключевые критерии выбора эффективного метода аутентификации. В статье представлен всесторонний обзор различных методов и технологий аутентификации, включая аутентификацию на основе пароля, биометрическую аутентификацию и многофакторную аутентификацию.

*Ключевые слова: аутентификация, пользователь, анализ, фактор.*

Аутентификация пользователя является одним из наиболее важных факторов обеспечения безопасности. Это позволяет подтвердить личность пользователя, подтверждает его права на доступ к информационным ресурсам и защищает конфиденциальные данные от несанкционированного доступа. Некоторые из основных типов аутентификации включают аутентификацию по паролю, аутентификацию по биометрическим данным, многофакторную аутентификацию и другие.

При создании системы безопасности методы аутентификации часто используются в сочетании друг с другом. Такой подход помогает защитить конфиденциальные данные от несанкционированного доступа злоумышленников. Аутентификация должна быть реализована в каждой системе, которая обрабатывает конфиденциальные данные или предоставляет доступ к защищенным ресурсам. При внедрении аутентификации следует учитывать возможные уязвимости и использовать наиболее эффективные и безопасные методы.

Аутентификация по паролю является наиболее распространенным методом проверки подлинности пользователя. Для этого процесса система запрашивает у пользователя пароль, который должен совпадать с сохраненным в базе данных. Пароль часто используется как основной метод аутентификации в большинстве систем и сервисов [1].

Для того чтобы пользователь мог пройти аутентификацию, он должен зарегистрироваться и создать свою учетную запись, указав логин и придумав пароль. После регистрации система сохраняет пароль в хэшированном виде в базе данных. При следующей попытке входа в систему пользователь вводит свой логин и пароль, а система проверяет, совпадает ли введенный пароль с сохраненным в базе данных.

Хэширование пароля преобразует его в уникальную строку символов фиксированной длины, непонятную для человека. Хэш-функции являются односторонними, поэтому восстановление исходного пароля из хэша практически невозможно. Это защищает пароли от злоумышленников, которые могут попытаться получить доступ к хранилищу паролей.

Чтобы пароль был надежным, он должен быть достаточно длинным и сложным. Хороший пароль должен содержать комбинацию заглавных и строчных букв, цифр и символов, и не должен содержать личных данных, таких как дата рождения, имя или адрес [2].

Аутентификация по паролю не является идеальным методом, поскольку пароли могут быть украдены или подобраны. Кроме того, некоторые пользователи могут использовать один и тот же пароль для нескольких аккаунтов, что повышает риск компрометации всех этих аккаунтов в случае утечки пароля. Поэтому некоторые сервисы вводят дополнительные методы аутентификации. Многофакторная аутентификация предполагает, что пользователь системы должен предоставить несколько типов подтверждения своей личности, например, после ввода пароля, ему может потребоваться ввести одноразовый код, отправленный на его мобильный телефон. Этот подход существенно увеличивает уровень безопасности, так как злоумышленникам будет гораздо сложнее получить доступ к учетной записи, даже если они знают пароль. Одноразовый код генерируется на основе различных параметров, таких как случайное число, уникальный идентификатор пользователя или текущее время. Код может использоваться только один раз и имеет ограниченный срок действия [3].

Существует несколько методов генерации одноразовых кодов. Один из наиболее распространенных - это генерация кодов на основе алгоритма хэширования, использующего секретный ключ, известный только серверу и клиенту. Клиентский токен, или устройство аутентификации пользователя, использует этот ключ для генерации кода, который затем передается на сервер для проверки подлинности.

Еще один метод - это отправка кода через SMS или электронную почту. В этом случае сервер генерирует код и отправляет его на зарегистрированный номер мобильного телефона или адрес электронной почты пользователя. Пользователь вводит полученный код на странице аутентификации для подтверждения своей личности.

Одноразовые коды широко используются в системах двухфакторной аутентификации, где для аутентификации пользователя необходимо знание не только логина и пароля, но и наличие устройства или доступ к номеру мобильного телефона, способного получать и проверять одноразовые коды. Этот метод повышает уровень безопасности, уменьшая риск утечки пароля и возможности подбора пароля.

Аутентификация на основе биометрических данных - это процесс проверки личности пользователя по уникальным физиологическим характеристикам, таким как отпечатки пальцев, распознавание лица, сканирование сетчатки глаза, голосовое распознавание и т.д. Процесс аутентификации на основе биометрических данных состоит из нескольких шагов. Сначала пользователь должен зарегистрироваться в системе, предоставив свои биометрические данные, которые затем хранятся в базе данных системы.

При попытке входа в систему пользователь предоставляет свои биометрические данные, которые сравниваются с данными, ранее зарегистрированными в системе. Если данные совпадают, пользователь успешно проходит аутентификацию и получает доступ к системе. Если данные не совпадают, пользователь не может войти в систему.

Аутентификация на основе биометрических данных имеет несколько преимуществ. Во-первых, она обеспечивает высокий уровень безопасности, поскольку биометрические данные уникальны для каждого человека и могут быть использованы для создания надежных систем аутентификации. Во-вторых, для пользователей это удобно, поскольку они не должны запоминать сложные пароли и беспокоиться о том, что кто-то может узнать их пароль или украсть их идентификатор [4].

Аутентификация на основе токена - это метод идентификации клиента на сервере, который использует специальный токен вместо пароля. При успешной аутентификации



клиент получает токен в формате JSON Web Token, содержащий информацию о пользователе и другие важные данные. Каждый раз, когда клиент обращается к защищенным ресурсам на сервере, он предоставляет этот токен для проверки его действительности и правильности. Преимущества аутентификации на основе токена включают высокий уровень безопасности, удобство использования для пользователей и возможность использования одного токена для доступа к различным ресурсам.

Это метод аутентификации, использующий цифровые сертификаты для проверки подлинности пользователей. Сертификат содержит информацию о пользователе и его открытом ключе. Пользователь запрашивает сертификат у доверенной стороны, которая проверяет его подлинность и выдает сертификат. Для получения доступа к защищенному ресурсу пользователь предоставляет свой сертификат, а система проверяет его подлинность, используя цепочку доверия. Аутентификация на основе сертификата обеспечивает высокий уровень безопасности, так как злоумышленнику нужно не только получить доступ к сертификату пользователя, но и скомпрометировать доверенную сторону, которая выдала этот сертификат.

### Библиографический список

1. Обзор методов биометрической аутентификации, С. Б. Фатак и С. П. Нароте.
2. Двухфакторная аутентификация: Техники и проблемы, Шубхам Хисти, К. К. Шукла.
3. Методы аутентификации в облачных вычислениях: Обзор, Р. Мехта А. Патель.
4. Аутентификация паролей в клиент-серверных приложениях с доверенной третьей стороной, Тахер Эльгамаль Мохамед Гауда.

### ANALYSIS OF METHODS AND MEANS OF USER AUTHENTICATION FOR PROTECTION OF AUTOMATED SYSTEM INFORMATION

**Starodubov K.V., Shamsuldin Haidar Abdulwahhab H., Mustafa Abdulkadim Al-Ameedi, Almali Ahmed Adnan Latif**

---

*Starodubov Konstantin Vladimirovich\**, RTU MIREA, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor

*Russia, Moscow, e-mail: starodubov@mirea.ru*

*Shamsuldin Haydar Abdulwahhab H., Tambov State Technical University, graduate student*

*Russia, Tambov, e-mail: fit\_tsu@mail.ru*

*Mustafa Abdulkadim Al-Ameedi., Tambov State Technical University, graduate student*

*Russia, Tambov, e-mail: fit\_tsu@mail.ru*

*Almali Ahmed Adnan Latif., Tambov State Technical University, graduate student*

*Russia, Tambov, e-mail: fit\_tsu@mail.ru*

---

Abstract. The article discusses the importance of user authentication in ensuring the security and protection of confidential information, and also identifies key criteria for choosing an effective authentication method. The article provides a comprehensive overview of various authentication methods and technologies, including password-based authentication, biometric authentication, and multi-factor authentication.

*Keywords: authentication, user, analysis, factor.*

## References

1. A Survey of Biometric Authentication Techniques, S. B. Phatak and S. P. Narote.
2. Two-Factor Authentication: Techniques and Challenges, Shubham Khisti, K. K. Shukla.
3. Authentication Techniques in Cloud Computing: A Survey, R. Mehta A. Patel.
4. Password Authentication in Client-Server Applications with a Trusted Third Party, Taher Elgamal Mohamed Gouda.

## РОЛЬ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ

**Яковлева В.Д., Карасев П.И., Рязанцев А.В., Абд Али Хуссейн Наджм Абд Али**

---

**Яковлева Валерия Дмитриевна**, РТУ МИРЭА, преподаватель

Россия, г. Москва, e-mail: yakovleva\_v@mirea.ru

**Карасев Павел Игоревич\***, РТУ МИРЭА, кандидат технических наук, доцент

Россия, г. Москва, e-mail: karasev@mirea.ru

**Рязанцев Александр Витальевич**, РТУ МИРЭА, преподаватель

Россия, г. Москва, e-mail: ryazancev@mirea.ru

**Абд Али Хуссейн Наджм Абд Али**, Тамбовский государственный технический университет, аспирант

Россия, г. Тамбов, e-mail: fit\_tstu@mail.ru

---

Аннотация. В статье рассматривается роль машинного обучения в информационной безопасности и то, как оно может быть использовано для защиты персональных данных.

Ключевые слова: машинное обучение, информационная безопасность, нейронная сеть, персональные данные.

За последние несколько лет информационная безопасность стала одной из наиболее обсуждаемых тем в мире технологий. И это не удивительно, ведь все больше и больше людей становятся жертвами кибератак, которые могут привести к утечкам личных данных, финансовым потерям и другим неприятным последствиям. В этой ситуации машинное обучение может стать отличным инструментом для обеспечения информационной безопасности. Машинное обучение — это подход к разработке и использованию алгоритмов, которые позволяют компьютерам «учиться» на основе данных и опыта. Эти алгоритмы могут использоваться для распознавания угроз, выявления необычного поведения пользователей и прогнозирования будущих кибератак.

Текущее состояние утечек записей с персональными данными:

Несмотря на усилия по улучшению информационной безопасности, утечки данных продолжают происходить с угрожающей скоростью. По данным новостного центра (RBC), в 2022 году в России количество утечек персональных данных составляет более 700 миллионов записей, в результате которых было раскрыто более 300 миллионов записей. RBC сообщил, что основной причиной утечки данных является хакерство, за которым следуют фишинг и случайный контакт. Последствия утечки данных могут быть серьезными, включая финансовые потери, кражу личных данных, репутационный ущерб и юридическую ответственность.

Роль машинного обучения в защите персональных данных:

Машинное обучение стало мощным инструментом защиты персональных данных. Алгоритмы машинного обучения могут анализировать большие объемы данных, а также делать прогнозы на основе этих данных. Использование методов машинного обучения может помочь определить потенциальные риски безопасности и выявить аномальное поведение, которое может свидетельствовать о нарушении данных. Существует несколько методов машинного обучения для защиты персональных данных: анонимизация, шифрование, обучение с учителем, генеративная и дифференциальная приватность [1].

Метод анонимизации — это метод защиты персональных данных, путем удаления или замены информации, которая может идентифицировать личность человека. Этот метод позволяет обезличить данные и сделать их неразличимыми для узких кругов

людей. Существуют различные способы анонимизации данных, которые могут быть использованы для защиты персональных данных. Например:

1. Замена – это процесс замены исходных значений на другие значения таким образом, чтобы не была возможна идентификация личности человека. Например, имя может быть заменено на номер.

2. Обобщение – это процесс сведения большого количества данных к меньшему числу значений. Например, можно заменить возраст на диапазон возрастов.

3. Шум – это добавление случайной информации к изначальным данным для того, чтобы сделать их менее различимыми и труднее определяемыми.

4. Удаления – это простое удаление персональных данных из базы данных или файла.

Метод шифрования данных основывается на использовании алгоритмов машинного обучения, которые позволяют шифровать данные таким образом, чтобы они были недоступны для чтения без правильного ключа. Для реализации этого метода используются различные технологии алгоритмов машинного обучения, такие как нейронные сети, генеративно-состязательные сети (GAN) и другие. Эти технологии позволяют создавать зашифрованные модели данных, которые можно использовать для защиты конфиденциальной информации. Процесс работы метода заключается в следующем: данные передаются через модель машинного обучения, которая преобразует их в зашифрованный формат. После этого зашифрованные данные сохраняются в базу данных или передаются по сети. Для расшифровки данных необходимо использовать правильный ключ, который изначально был задан при создании модели. Таким образом, только тот, у кого есть правильный ключ, сможет получить доступ к данным [2].

Метод обучения с учителем является одним из наиболее распространенных подходов в машинном обучении. Он заключается в том, что модель обучается на наборе данных, где каждый пример содержит входные данные и соответствующий выходной результат. То есть модель "учится" на примерах, где уже известны правильные ответы. Для защиты персональных данных метод обучения с учителем может быть использован для разработки алгоритмов классификации и предсказания. Например, для определения того, является ли конкретная информация персональными данными или нет. Также этот метод может использоваться для обнаружения аномалий и потенциальных угроз безопасности данных. В процессе обучения модель получает знания о том, какие признаки являются наиболее значимыми для определения конкретного типа данных и какие признаки не имеют большого значения. После завершения процесса обучения модель может использоваться для классификации новых данных и определения того, содержат ли они персональную информацию или нет. Одним из примеров использования метода обучения с учителем для защиты персональных данных является разработка алгоритмов для автоматической обработки и классификации электронных писем. Такие алгоритмы могут определять, содержат ли письма конфиденциальную информацию и автоматически применять соответствующие меры безопасности.

Метод генеративных моделей заключается в создании форм, которые могут генерировать синтетические данные, похожие на настоящие, но не содержащие реальных персональных данных. Эти модели обучаются на реальных данных, чтобы понимать структуру и характеристики этих данных. Когда эта модель обучается на реальных данных, она может создавать новые данные, которые будут похожи на реальные. Эти синтетические данные могут использоваться в качестве замены для реальных данных в тех случаях, когда необходимо сохранить конфиденциальность и защитить персональные данные. Примером может служить использование генеративной модели для создания новых фотографий людей. Эти фотографии будут выглядеть очень похожими на реальные, но не будут содержать какой-либо информации о реальном человеке [3].

Метод дифференциальной приватности заключается в том, чтобы добавить шум к данным, которые используются в процессе обучения модели, с целью сделать их анонимными. Когда данные содержат персональную информацию, такую как имя, фамилия

или адрес электронной почты, они могут быть использованы для идентификации конкретного человека. Чтобы предотвратить это, можно применить метод дифференциальной частной информации. Этот метод заключается в добавлении случайного шума к данным перед их использованием в обучении модели. Это позволяет сохранить статистические свойства данных без раскрытия конкретных значений. Также это делает невозможным связывание данных с конкретными людьми. Преимущества использования метода дифференциальной частной информации заключаются в том, что он позволяет сохранять конфиденциальность данных при использовании их для обучения моделей машинного обучения. Это может быть особенно полезно в случаях, когда нужно использовать данные для разработки алгоритмов, но при этом нужно сохранять конфиденциальность персональных данных. Преимущества использования метода дифференциальной частной информации заключаются в том, что он позволяет сохранять конфиденциальность данных при использовании их для обучения моделей машинного обучения. Это может быть особенно полезно в случаях, когда нужно использовать данные для разработки алгоритмов, но при этом нужно сохранять конфиденциальность персональных данных. Недостатком метода может быть то, что добавление шума может снизить точность модели. Это означает, что результаты обучения могут быть менее точными, чем если бы не было добавлено шума. Однако, в большинстве случаев, этот недостаток не является критическим и может быть устранен путем настройки параметров модели или изменения силы добавляемого шума. Кроме того, метод случайного шума может также привести к переобучению модели, особенно если добавленный шум слишком сильный. Поэтому важно тщательно настраивать параметры метода и контролировать его влияние на результаты обучения [4].

Каждый метод имеет свои преимущества и недостатки, поэтому выбор метода зависит от конкретной задачи и требований к безопасности персональных данных.

В заключение следует отметить, что машинное обучение быстро становится важным инструментом информационной безопасности для защиты персональных данных. Его способность анализировать большие объемы данных, выявлять закономерности и принимать интеллектуальные решения сделала его ценным активом для обнаружения и предотвращения кибератак.

### **Библиографический список**

1. М.Ю. Рытов, Чио Кларенс, Фримэн Дэвид, Машинное обучение и безопасность: защита систем с помощью данных и алгоритмов, 2020 г. - 388 стр.
2. Quantum Supremacy Using a Programmable Superconducting Processor Архивная копия от 23 октября 2019 на Wayback Machine Wednesday, October 23, 2019 Posted by John Martinis, Chief Scientist Quantum Hardware and Sergio Boixo, Chief Scientist Quantum Computing Theory, Google AI Quantum.
3. Guneysu, Tim Practical Lattice-Based Cryptography: A Signature Scheme for Embedded Systems. INRIA (2012).
4. Peter Shor (1995-08-30), Polynomial-Time Algorithms for Prime Factorization and Discrete Logarithms on a Quantum Computer, arXiv:quant-ph/9508027

### **THE ROLE OF MACHINE LEARNING IN ENSURING INFORMATION SECURITY OF PERSONAL DATA**

**Yakovleva V.D., Karasev P.I., Ryazantsev A.V., Abd Ali Hussein Najm Abd Ali**

---

***Yakovleva Valeria Dmitrievna, RTU MIREA, Lecturer***

*Russia, Moscow, e-mail: yakovleva\_v@mirea.ru*

***Karasev Pavel Igorevich \*, RTU MIREA, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor***

*Russia, Moscow, e-mail: karasev@mirea.ru*

***Ryazantsev Alexander Vitalievich, RTU MIREA, Lecturer***

*Russia, Moscow, e-mail: ryazancev@mirea.ru*

***Abd Ali Hussein Najm Abd Ali, Tambov State Technical University, graduate student***

*Russia, Tambov, e-mail: fit\_tstu@mail.ru*

---

Abstract. The article discusses the role of machine learning in information security and how it can be used to protect personal data.

*Keywords: machine learning, information security, neural network, personal data.*

## References

1. M.Y. Rytov, Cio Clarence, Freeman David, Machine learning and security: protecting systems with data and algorithms, 2020. - 388 pp.
2. Quantum Supremacy Using a Programmable Superconducting Processor Archived October 23, 2019 at the Wayback Machine Wednesday, October 23, 2019 Posted by John Martinis, Chief Scientist Quantum Hardware and Sergio Boixo, Chief Scientist Quantum Computing Theory, Google AI Quantum.
3. Guneyasu, Tim Practical Lattice-Based Cryptography: A Signature Scheme for Embedded Systems. INRIA (2012).
4. Peter Shor (1995-08-30), Polynomial-Time Algorithms for Prime Factorization and Discrete Logarithms on a Quantum Computer, arXiv:quant-ph/9508027

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

УДК 65.011.56

## **ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРТЕО ОПТИМАЛЬНОГО РЕШЕНИЯ В СЛОЖНЫХ СИСТЕМАХ ОРГАНИЗАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ**

**Бутырина Н.А., Серебрякова Е.А., Нгуен Тхань Ньян, Чугунов А.В.**

---

**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

**Серебрякова Елена Анатольевна**, Воронежский государственный технический университет, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры цифровой и отраслевой экономики

Россия, г. Воронеж, e-mail: [sea-parish@mail.ru](mailto:sea-parish@mail.ru), тел.: +7-473- 271-54-00

**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

**Чугунов Андрей Валентинович**, Воронежский государственный технический университет, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры цифровой и отраслевой экономики

Россия, г. Воронеж, e-mail: [valentaynovich@yandex.ru](mailto:valentaynovich@yandex.ru), тел.: +7-473- 271-50-72

---

Аннотация. Основная модель, изученная в данной работе, описывает взаимоотношение между двумя предприятиями, в данном случае наиболее приемлемой категорией является коммерческая тайна. Определение информации, подпадающей под данную категорию, дано в Федеральном законе "О коммерческой тайне". Информация, составляющая коммерческую тайну - это научно-техническая, технологическая, производственная, финансово-экономическая или иная информация, которая имеет действительную или потенциальную коммерческую ценность в силу неизвестности ее третьим лицам, к которой нет свободного доступа на законном основании и в отношении которой обладатель такой информации принимает правовые, организационные, технические и иные меры по охране ее конфиденциальности. Для решения задачи с конкретными параметрами, очевидно, нужно выбрать вариант с максимальным ожидаемым выигрышем центра. Однако из-за того, что агенты имеют неверные представления о представлениях коллег, реализация некоторых вариантов может быть невозможной.

Ключевые слова: алгоритм, задача, класс, модели, сложные системы, функции предпочтения, результат.

### **Введение**

Как известно [1], игра  $\Gamma_0$  в нормальной форме описывается, во-первых, совокупностью  $\Gamma_0 = (N, \{X_i\}_{i \in N}, \{f_i(\cdot)\}_{i \in N})$  множества игроков (агентов)  $N = \{1, 2, \dots, n\}$ , множеств

их допустимых действий  $\{X_i\}_{i \in N}$  и набором их целевых функций  $\{f_i(\cdot)\}_{i \in N}$ ,  $f_i : \prod_{j \in N} X_j \rightarrow \mathbb{R}$ ,  $i \in N$ , и, во-вторых, информированностью агентов (то есть той информацией, которой они обладают на момент выбора своих действий). Традиционно в теории некооперативных игр предполагается, что агенты выбирают свои действия одновременно и независимо, а информация об игре  $\Gamma$  является общим знанием, то есть каждому агенту известна вся информация об игре, а также известно, что это известно остальным агентам и им известно также о его информированности и т.д. до бесконечности.

Ясно, что далеко не всегда игра является общим знанием. Для моделирования таких ситуаций введено понятие рефлексивной игры [2]. В отличие от игры с общим знанием целевые функции агентов в рефлексивной игре зависят кроме всего прочего от неопределенного параметра  $\omega$ , называемого состоянием природы.

### Постановка задачи

Рассмотрим модель формирования заказа двумя агентами с неполной информированностью. Пусть компания, выступающая в роли центра, заказывает у определенного исполнителя некоторые работы, например разработку программного обеспечения [1]. При этом работы выполняются в некотором объеме  $x \in X$ , где  $X = [0; \infty)$ . Затраты исполнителя на выполнение объема выражаются формулой:

$$c = \frac{x^2}{2}$$

В роли центра выступает руководство фирмы, доход которого зависит от объема произведенных работ следующим образом:

$$\Pi = \sqrt{2\theta \cdot x} \quad (1)$$

где  $\theta$  - известный только центру его тип,  $\theta \in [0; \infty)$ .

Для упрощения дальнейших математических вычислений далее будет использоваться следующая запись дохода центра:

$$\Pi = 2\theta_0 \sqrt{2\theta_0 x},$$

которая может быть получена из первоначальной математической заменой  $\theta = 2\theta_0^3$ .

Целевая функция центра при отсутствии неопределенности является разностью между его доходом  $\Pi$  и размером вознаграждения исполнителю  $\sigma$ .

$$F = \Pi - \sigma = 2\theta_0 \sqrt{\theta_0 \cdot x} - \sigma. \quad (2)$$

Центр делегирует определение объема работ  $x$  и размера вознаграждения  $\sigma$  двум агентам, техническому специалисту и финансисту соответственно. Интересы агентов совпадают с интересами центра [3].

Однако представления агентов о типе центра  $\theta_0$  могут отличаться от реального значения. Обозначим представление первого агента (технического специалиста) о типе центра  $\theta_1$ , а второго агента (финансиста) –  $\theta_2$ ,  $\theta_i \in [0; \infty)$ ,  $i=1,2$ .

Если агенты не получают дополнительной информации, то они действуют, пользуясь только своими представлениями.

Первый агент выбирает оптимальный с его точки зрения объем работ, считая, что вознаграждение компенсирует затраты на выполнение работ.

Второй агент в рамках своих представлений считает, что заказан объем:



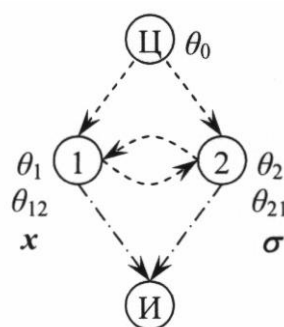
$$x^{**} = \arg \max_{x \in X} (2\theta_2 \sqrt{\theta_2 x} - \frac{x^2}{2}).$$

предлагает вознаграждение исполнителю, компенсирующее затраты на выполнение объема  $x^{**}$ .

Кроме того, каждый из агентов имеет некоторые представления о том, что думает его коллега о типе центра [4].

Введем обозначения  $\theta_{12}$ - представление первого агента о представлении второго агента о типе центра и  $\theta_{21}$  - представление второго агента о представлении первого агента о  $\theta_0$ .

Представления агентов подписаны на рис. 1.



**Рис. 1. Возможные направления передачи информации**

Таким образом, реальный тип  $\theta_0$  изначально знает только центр. Задача центра - максимизировать свою целевую функцию. Для этого он может сообщить одному или обоим агентам информацию о реальном значении своего типа  $\theta_0$ ; при этом агент, получивший информацию от центра, не знает, обладает ли ей второй агент. Но когда агент получает информацию о типе центра, с вероятностью  $p$  может произойти утечка этой информации; в этом случае исполнитель узнает реальный тип центра, и будет настаивать на максимально возможном вознаграждении, сводящем целевую функцию центра к нулю.

То есть, если реальный тип центра будет известен одному из агентов, центр получит выигрыш  $F^*$  с вероятностью  $(1 - p)$  и нулевой выигрыш с вероятностью  $p$ . Аналогично, если информацией о типе центра будут обладать оба агента, то центр с вероятностью  $(1 - p)^2$  получит ненулевой выигрыш. Если же центр не будет делиться информацией с агентами, то он со стопроцентной вероятностью получит выигрыш  $F^*$ , который, однако, может оказаться меньше, так как определяется в условиях неадекватной информированности агентов.

При получении информации от центра агент, в свою очередь, может передать ее другому агенту, если посчитает, что это приведет к увеличению ожидаемой прибыли. При этом агенты рассчитывают ожидаемые прибыли исходя из своих представлений. Например, если первый агент узнал от центра его реальный тип  $\theta_0$ , то он не знает, сообщил ли центр эту информацию второму агенту. Первый агент считает, что если второй агент не обладает информацией, то он будет пользоваться значением  $\theta_{12}$  (представление первого агента о представлениях второго). Сравнивая ожидаемый выигрыш в этом случае с выигрышем в случае, когда второй агент адекватно информирован, первый агент может решить передать информацию коллеге.

Возможные направления передачи информации изображены пунктирными линиями на рис. 3. После передачи информации образуется некоторый граф информированности, вершинами которого являются игроки, а дуга  $ij$  содержится в графе тогда и только тогда, когда игрок  $i$  сообщает информацию игроку  $j$ .

Таким образом, агент обладает информацией о типе центра, если в полученном графе существует цепочка ребер от центра до выбранного агента. Обозначим количество агентов, получивших информацию (непосредственно от центра или опосредованно) через  $s$ ,  $s = \{0, 1, 2\}$ .

Тогда целевую функцию центра с учетом неопределенности можно записать следующим образом:

$$F = (1 - p)^s F^* = (1 - p)^s (2\theta_0 \sqrt{\theta_0 x} - \sigma). \quad (3)$$

Агенты действуют в интересах центра, можно сказать, что они получают выигрыш, пропорциональный выигрышу центра. То есть целевая функция агентов выглядит следующим образом:

$$f_i = \beta_i (1 - p)^s (2\theta_i \sqrt{\theta_i x} - \sigma), i = \{1, 2\} \quad (4)$$

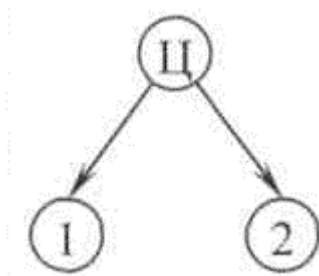
где  $\beta_i$  - «доля» агента в прибыли, конкретное значение которой не важно для дальнейшего рассмотрения;  $\theta_i$  - тип центра в представлении  $i$ -го агента, равный  $\theta_0$ , если агент обладает информацией о реальном типе центра или  $\theta_i$  в противном случае, когда агент вынужден пользоваться своими представлениями.

Стоит отметить, что модель напоминает модели, исследуемые в теории команд [9]. Под командой подразумевается группа агентов, действующих в общих интересах, при этом информированность игроков различна. Однако теория команд рассматривает в основном вопросы оптимальности информационных структур, как правило, не рассматривая вопросы, как эти структуры реализуются. В то время как центральным моментом рассматриваемой модели является возможность совершения агентами активных действий, направленных на создание структуры информированности.

Таким образом, центр может выбрать одно из следующих действий: не сообщать ни одному из агентов информацию, сообщить одному из агентов, сообщить информацию сразу обоим агентам.

#### **Центр сообщает информацию обоим агентам**

Результатирующая сеть, соответствующая рассматриваемой ситуации, представлена на рис. 2.



**Рис. 2. Граф информированности для ситуации II**

Вероятность утечки информации от одного агента равна  $p$ . Так как оба агента получили информацию, то вероятность утечки будет равна  $(1 - (1 - p)^2)$ .

Первый агент, получив информацию, не знает, обладает ли ей второй агент, поэтому он для себя решает, передавать ли ему информацию. Аналогично поступает второй агент. Но в данной ситуации неважно, какое решение они примут, так как это не повлияет на информированность.

После сообщения центра агенты корректируют свои представления и вычисляют оптимальные параметры, исходя из адекватных представлений:

$$x^* = \arg \max_{x \in X} (2\theta_0 \sqrt{\theta_0 x} - \frac{x^2}{2}) = \theta_0. \quad (5)$$

Так как второй агент также знает реальный тип центра, он выберет оптимальный размер компенсации, равный:

$$\sigma^* = \frac{x^{*2}}{2} = \frac{\theta_0^2}{2}$$

В этой ситуации центр получит максимальную прибыль. Однако исполнитель согласится на предложенный контракт, только если не произошло утечки; в противном случае выигрыш центра будет нулевым. Подставляя  $x^*$  и  $\sigma^*$  в выражение (3), получаем ожидаемый выигрыш центра:

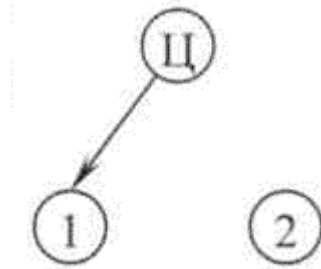
$$F = (1-p)^2 \cdot \frac{2}{3} \theta_0^2 \quad (6)$$

Первый агент, получив информацию, решает, передавать ли информацию второму агенту.

То есть возможны два случая:

**а. Первый агент не передает информацию второму агенту**

Сеть, образующаяся в данной ситуации, представлена на рис. 3.



**Рис. 3. Граф информированности для ситуации а**

В этом случае первый агент адекватно информирован о типе центра, в то время как в представлении второго агента тип равен  $\theta_2$ . Таким образом, объем работ, определенный первым агентом, будет равен:

$$x^* = \arg \max_{x \in X} (2\theta_0 \sqrt{\theta_0 x} - \frac{x^2}{2}) = \theta_0. \quad (7)$$

Вознаграждение, определяемое вторым агентом, будет вычисляться исходя из неверных представлений о типе центра, и будет равно:

$$\sigma^* = \frac{\theta_0^2}{2}$$

Так как только один из агентов получил информацию, то вероятность утечки равна  $p$ . Таким образом, ожидаемый выигрыш центра, согласно (3), составит:

$$F = (1 - p) \left( 2\theta_0^2 - \frac{\theta_2^2}{2} \right) \quad (8)$$

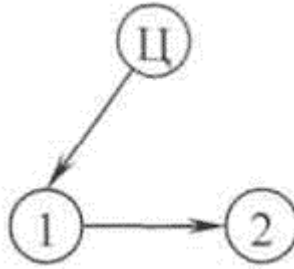
При этом затраты исполнителя на выполнение заказанного объема определяются формулой (1) и равны:

$$c = \frac{x^{*2}}{2} = \frac{\theta_0^2}{2}$$

что может оказаться больше  $\sigma^*$ . В этом случае работы произведены не будут. Чтобы этого не произошло, должно выполняться условие  $\theta_0 < \theta_2$

**б. Первый агент сообщает информацию второму**

Сеть, соответствующая данной ситуации информированности, представлена на рис. 4.



**Рис. 4. Граф информированности для ситуации Пб**

Этот случай полностью аналогичен варианту, когда центр сообщает информацию сразу обоим агентам. Оба агента адекватно осведомлены о типе центра и вероятность утечки максимальна. Ожидаемый выигрыш центра определяется выражением (6).

**Принятие решения первым агентом**

Остался нерешенным вопрос, какой же из этих двух вариантов выберет первый агент. Так как интересы агентов и центра совпадают, то первый агент будет максимизировать ожидаемую полезность центра. Однако первый агент считает, что в представлении второго агента тип центра равен  $\theta_{12}$ . То есть в представлении первого целевая функция второго агента согласно (4) равна:

$$f_2 = \beta_2 (1 - p)^s (2\theta_{12} \sqrt{\theta_{12} x} - \sigma),$$

При такой целевой функции второй агент выберет компенсацию:

$$\sigma = \frac{\theta_{12}}{2}$$

и выигрыш центра составит:

$$F = (1 - p) \left( 2\theta_0^2 - \frac{\theta_{12}^2}{2} \right)$$

С точки зрения первого агента именно такой выигрыш получит центр, если информация не попадет второму агенту. В случае же передачи информации имеет место случай полной информированности, и ожидаемый выигрыш определяется выражением (6).

Итак, сравнивая описанные варианты, делаем вывод, что первый агент будет передавать информацию второму, если выполнено неравенство:

$$(1-p)^2 \cdot \frac{2}{3} \theta_0^2 > (1-p) \left( 2\theta_0^2 - \frac{\theta_{12}^2}{2} \right)$$

Из этого неравенства получается следующее условие для представления  $\theta_{12}$

$$\frac{\theta_{12}}{\theta_0} > \sqrt{3p+1}$$

Таким образом, при выполнении неравенства (8) первый агент передаст информацию второму, то есть реализуется ситуация IIb, иначе будет реализована ситуация IIIa.

### **Заключение**

Для решения задачи с конкретными параметрами, очевидно, нужно выбрать вариант с максимальным ожидаемым выигрышем центра. Однако из-за того, что агенты имеют неверные представления о представлениях коллег, реализация некоторых вариантов может быть невозможной. Если в конкретном примере оптимален вариант I или II, то есть если среди выражений (5), (6), (7), (9) максимальное значение принимает (5) или (6) соответственно, то оптимальной стратегией центра будет реализация этого варианта.

Рассмотренный случай, когда максимальное значение принимает, например, выражение (7), то есть центру выгодно, если информация попадет к первому агенту и минует второго (вариант IIIa). Тогда, если не выполняется условие (8), то первый агент не будет передавать информацию второму и можно реализовать оптимальный вариант. Однако если условие (8) выполняется, то первый агент при получении информации сразу передаст ее второму агенту, что будет эквивалентно реализации варианта II. То есть при выполнении условия (8) реализовать ситуацию IIIa невозможно, и придется реализовывать другую ситуацию - оптимальную среди оставшихся. В частности, может оказаться так, что центр сообщит информацию только второму агенту, хотя оптимальным было бы передать ее только первому. Аналогичная ситуация может возникнуть и для второго агента.

### **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.

# INFORMATION SUPPORT OF DEFINITION OF PARTEO OF THE OPTIMAL SOLUTION IN DIFFICULT SISTSEMA OF ORGANIZATIONAL MANAGEMENT

**Butyrina N.A., Serebryakova E.A., Nguyen Than Nyan, Chugunov A.V.**

---

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

Russia, Voronezh, e-mail: [butyrinanatalya@gmail.com](mailto:butyrinanatalya@gmail.com), ph.: +7-910-280-04-46

**Serebryakova Elena Anatolyevna**, Voronezh state technical university, Candidate of Economic Sciences, associate professor, associate professor of digital and industry economy

Russia, Voronezh, e-mail: [sea-parish@mail.ru](mailto:sea-parish@mail.ru), ph.: +7-473 - 271-54-00

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

Russia, Voronezh, e-mail: [upr\\_stroy\\_kaf@vgasu.vrn.ru](mailto:upr_stroy_kaf@vgasu.vrn.ru), ph.: +7-473-276-40-07

**Chugunov Andrey Valentinovich**, Voronezh state technical university, Candidate of Economic Sciences, associate professor, associate professor of digital and industry economy

Russia, Voronezh, e-mail: [valentaynovich@yandex.ru](mailto:valentaynovich@yandex.ru), ph.: +7-473- 271-50-72

---

**Abstract.** The main model studied in this work describes relationship between two enterprises, in this case the most acceptable category is the trade secret. Definition of information falling under this category is given in the Federal law "About a Trade Secret". Information which is a trade secret is scientific and technical, technological, production, financial and economic or other information which has the real or potential commercial value owing to uncertainty to her third parties, to which there is no free access legally and concerning which the owner of such information accepts legal, organizational, technical and other measures for protection of its confidentiality. For a task solution with specific parameters, obviously, it is necessary to select option with the maximum expected prize of the center. However because agents have incorrect ideas of representations of colleagues, implementation of some options can be impossible.

**Keywords:** *algorithm, task, class, models, the complex systems, preference functions, 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 of V.E., Konchakov S.A.//Economy and management of control systems. No. 3.2 (17). 2015. - C. 227-232.
4. V.E. Belousov. Resource 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.

## ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ПРОЦЕССОВ МИНИМИЗАЦИИ ОЧЕРЕДЕЙ ТРАНЗАКТОВ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

**Иванова И.Г., Серебрякова Е.А., Нижегородов К.С.**

---

**Иванова Инна Германовна**, Воронежский государственный технический университет, аспирант кафедры управления

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

**Серебрякова Елена Анатольевна**, Воронежский государственный технический университет, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры цифровой и отраслевой экономики

Россия, г. Воронеж, e-mail: [sea-parish@mail.ru](mailto:sea-parish@mail.ru), тел.: +7-473- 271-54-00

**Нижегородов Кирилл Сергеевич**, Воронежский государственный технический университет, аспирант кафедры управления

Россия, г. Воронеж, e-mail: [nizhegorodovkirill@gmail.com](mailto:nizhegorodovkirill@gmail.com), тел.: +7-920-249-00-64

---

**Аннотация.** В данной работе формулируется задача формирования эффективной информационной поддержке процессов управления иерархическим производством, включающим операции комплектования изделия, узлов, подузлов и так далее вплоть до подузлов заданного уровня, при заданных нормативных уровнях числа комплектов с учетом длительности сборочных циклов и уровней комплектных запасов. Описанная схема реализует многоуровневое управление с оператором высшего уровня иерархии, однако не предусматривают резервирования производственных мощностей на цели управления, что противоречит задачам системы и обуславливает актуальность данной статьи. Рассмотрим основные принципы, положенные в основу метода вероятностно-автоматного моделирования. Метод базируется на теории автоматов, заключающейся в использовании результатов машинного эксперимента при создании сложных самоорганизующихся информационных систем, а также в системах автоматизации производственных процессов. Вероятностно-автоматная модель информационной системы представляет собой не что иное, как агрегативную модель при раздроблении системы на самые мелкие одномерные агрегаты. Основными понятиями автоматного моделирования являются вероятностный автомат и система вероятностных автоматов. Результаты. С ростом сложности производственной системы переход к двухуровневому, а затем и к многоуровневому управлению обеспечивает более эффективное использование ресурсов (мощностей и запасов) в целях упорядочения процесса выпуска готовой продукции. Заключение. Определено, что полная гармония интересов объектов управления достижима только при мощности потоков равной 1. Двухуровневое управление обеспечивает достижение целей системы управления даже при полной дисгармонии интересов объектов управления. Для повышения эффективности использования ресурсов информационной поддержки необходимо строить не двухуровневую, а многоуровневую систему управления, в которой число «нижестоящих» операторов, подчиняющихся одному «вышестоящему» оператору, достаточно мало, чтобы обеспечить требуемый уровень гармонии их интересов. Таким образом, многоуровневое управление, наряду с другими задачами, решает важнейшую проблему обеспечения определенного уровня гармонии целей системы как целого и ее элементов.

**Ключевые слова:** алгоритм, задача, класс, модели, сложные системы, функции предпочтения, результат, объект, ситуация, решения, управление.

### Введение

Производственные структуры древовидного типа к которым относятся автоматизированные системы управления производством требуют иерархического управления, так как оно в наибольшей мере соответствует организационной структуре объекта и демонстрирует как трансформируется система управления применительно к рассматриваемым объектам. Тогда, на выходе такого производства формируется конечный продукт, как состав потока полных комплектов (ПК). Информационная поддержка данных

процессов управления включает операции комплектования изделия, узлов, подузлов и так далее вплоть до подузлов заданного уровня, при заданных нормативных уровнях числа комплектов с учетом длительности сборочных циклов и уровней комплектных запасов.

### Постановка задачи

Настоящая работа посвящена процессам управления в классе производств, функционирование которых характеризуется свойствами потока комплектов (ПК). Таковы сборочные, а также многие другие типы производств, в которых поток готовой продукции образуется путем «смешения» в определенной пропорции продуктов, поступающих по многим питающим потокам [1].

Каждый из потоков  $x_i(t)$  выдается производственным объектом  $\theta_i$ , управляемым «собственной» системой регулирования  $V_i$ , на вход которой поступает сигнал рассогласования:

$$q_i(t) = X_i^0(t) - Q_i - X_i(t) \quad (1)$$

где:  $X_i^0(t)$  — программа выпуска продукции, задаваемая объекту  $\theta_i$ ,

$X_i(t)$  — суммарный (накопленным итогом) выпуск продукции объектом  $\theta_i$ , полученный интегрированием в блоке  $\sum q_i$  потока  $X_i(t)$ ,

$Q_i$  — параметр, связанный с нормативным запасом,  $i$ -го продукта.

При надлежащем выборе единиц измерения продуктов, поступающих по питающим потокам, без нарушения общности можно положить, что в комплект входит по единице каждого из  $n$  продуктов.

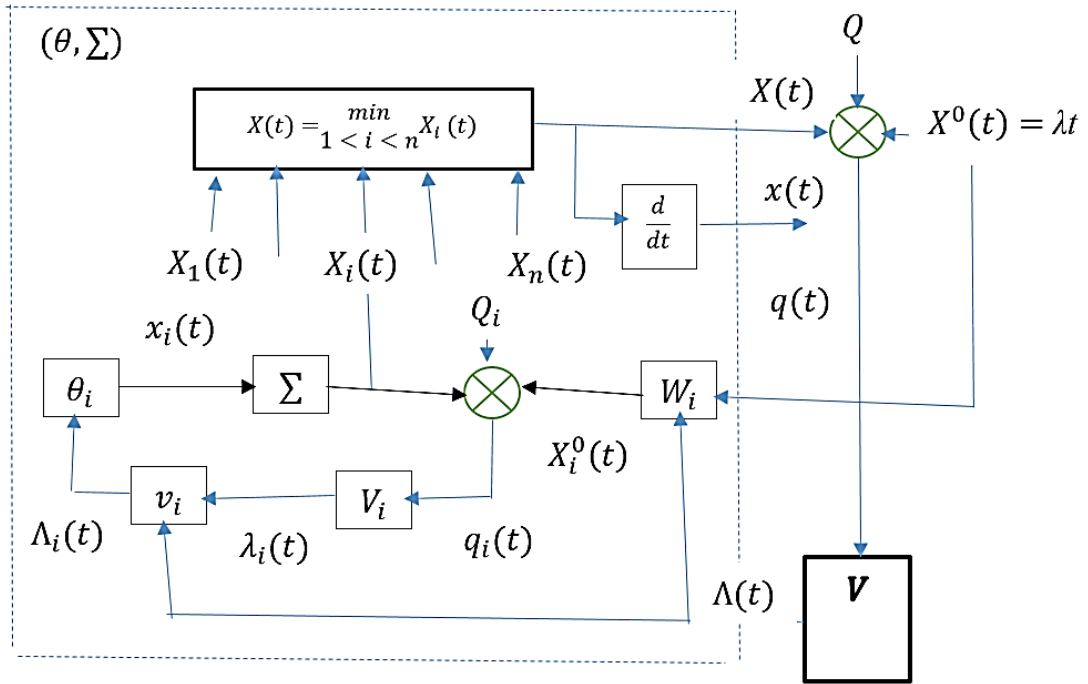
Тогда ПК в каждый момент времени будет определяться самым «отсталым» из потоков:

$$\begin{aligned} x(t) &= \frac{d}{dt} X(t), \\ X(t) &= \min_{1 \leq i \leq n} X_i(t). \end{aligned} \quad (2)$$

Одной из основных задач настоящей работы является обоснование эффективности двух- и многоуровневого управления в исследуемых производственных системах, в то время как существующая практика ориентирована на использование лишь одноуровневого независимого управления каждым потоком [4].

Двухуровневое управление (рис. 1) обеспечивается сочетанием операторов  $V_i$  нижнего с оператором  $V$  верхнего уровня.





**Рис. 1. Модель двухуровневого управления процессом формирования потока комплектов из заданных питающих потоков**

#### Двухуровневая модель управления питающими потоками ПК

Вмешательство оператора  $V$  в работу объектов  $\theta_i$  осуществляется с помощью вспомогательных операторов  $v_i$  и  $w_i$ , влияя на формирование программ  $X_i^0(t)$  и корректируя в интересах системы решения  $\lambda_i(t)$  операторов  $V_i$ , исходящих в своей работе из «эгоистических» интересов подведомственных им производств [3].

Оператор  $V$  вырабатывает координирующие решения путем преобразования сигнала рассогласования:

$$q_i(t) = X_i^0(t) + Q - X_i(t) \quad (3)$$

где:  $X^0(t) = \lambda t$  заданная системе программа выпуска комплектов, принимаемая далее линейной функцией времени,

$Q$  — параметр, задающий нормативный уровень комплектных запасов в системе.

Современной практике управления [3] рассматриваемыми производственными системами - одноуровневого независимому управлению каждым из потоков:

$$V = \begin{cases} \Lambda_i(t) = \lambda_i(t) \\ X_i^0(t) = X^0(t) \end{cases} \quad (4)$$

отражающие невмешательство оператора  $V$  в функционирование системы.

$X_i(t)$  - соответствуют операторы  $v_i$  и  $w_i$ , обеспечивающие соотношения.

Согласно работе [2], в такого рода системах процесс (поток)  $x(t)$  относится к классу управляемых, т.е. дисперсия сигнала рассогласования  $q(t)$  будет ограниченной даже при:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} D(n) < \infty \quad (5)$$

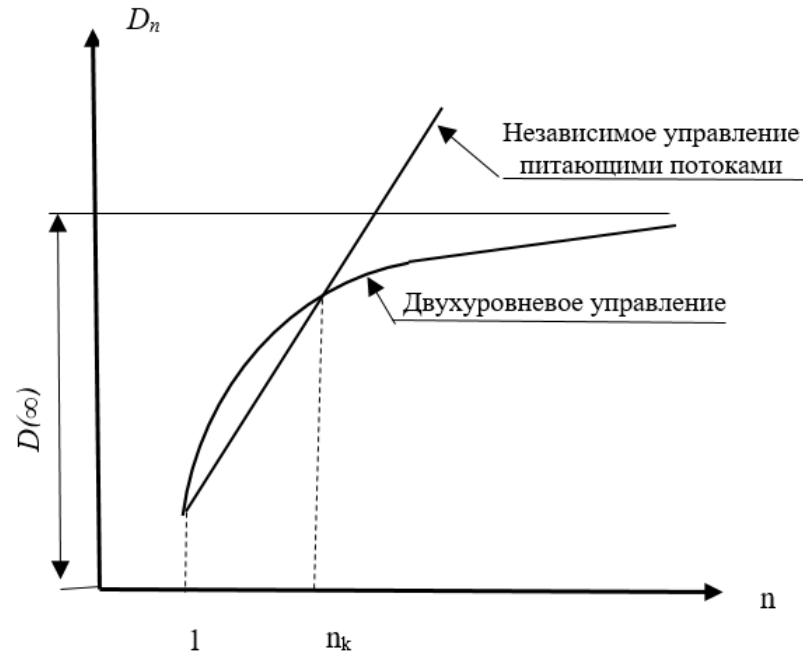
что вытекает из сформулированных выше утверждений  $E$  и  $F$ .

Таким образом, начиная с некоторой сложности системы, определяемой величиной  $n_k^i$  числа питающих потоков в ней, двухуровневая система управления (оператор  $V$  на верхнем

уровне и операторы  $V_i$  - на нижнем) способна обеспечить более высокую упорядоченность ПК, нежели одноуровневое независимое управление каждым питающим потоком (рис. 2).

Многие реальные производственные системы, моделируемые рис. 1, состоят из сотен и даже многих тысяч питающих потоков [2].

Существующая практика управления такого рода системами основана на принципе независимого управления каждым потоком, т.е. на выполнении условий (4). Девиз такого управления: «система будет работать ритмично, если все питающие потоки ритмичны».



**Рис. 2. Сравнительные графики оценки упорядоченности одноуровневого и двухуровневого управления питающими потоками**

Будучи в принципе правильным, этот девиз толкает на максимальное «выжимание» ритмичной работы каждого питающего потока [1].

Однако, если таких потоков много, то даже небольшая неупорядоченность каждого из них приводит к хаотическому поведению ПК, вынуждая поддерживать высокие уровни управления должна быть построена таким образом, чтобы обеспечить ритмичный выпуск продукции при неритмичных шатающихся потоках.

Эффективность такого подхода иллюстрирует один из возможных подходов к координации деятельности объектов  $\theta_i$  состоит в выработке оператором  $V$  сигнала  $\Lambda_t$  задающего интенсивность ПК; операторы  $v_i$  и  $w_i$  соответствуют равенствам:

$$\begin{cases} \Lambda_i(t) = \frac{\Lambda(t)}{\lambda} \lambda_i(t) \\ \frac{dX_i^0(t)}{dt} = \frac{\Lambda(t)}{\lambda} * \frac{dX^0(t)}{dt} = \Lambda(t) \end{cases} \quad (6)$$

комплектных запасов в качестве средства, сглаживающего выпуск готовой продукции.

Предложенный выше переход к двухуровневому управлению системой потоков реализует подход, свидетельствующий о пренебрежении индивидуальными особенностями объектов  $\theta_i$  и регуляторов  $V_i$ . Учет таких особенностей потребовал провести сбор больших объемов статистической информации, соответствующей ее обработки и воплощения полученных результатов в алгоритмах  $v_i$  и  $w_i$ .

Если все объекты  $\theta_i$  характеризуются тем, что величина  $\Lambda_i(t)$  пропорциональна интенсивности всех внутренних процессов объекта, формирующих поток  $x_i(t)$ , а операторы

$V_i$  безынерционны, то вмешательство в функционирование  $i$ -го замкнутого контура может быть интерпретировано как управление «ходом времени» в нем [1].

Действительно, при сделанных выше допущениях относительно свойств  $\theta_i$ ,  $V_i$ ,  $v_i$  и  $w_i$  мы можем представить, что все  $n$  замкнутых спетом функционируют взаимозависимо, руководствуясь часами, отсчитывающими время  $\tau$ , а оператор  $\Lambda$  вмешивается в скорость хода этих часов таким образом, что:

$$\frac{d\tau(t)}{dt} = \frac{\Lambda(t)}{\lambda} \quad (7)$$

За интервал натурального времени длительностью  $t$  процессы в объектах  $\theta_i$  и в целом в замкнутых системах, генерирующих питающие потоки, «проживут»  $\tau(t)$  часов. Указанным способом можно интерпретировать, например, управление продолжительностью рабочего дня (введение сверхурочных работ), либо управление скоростью движения сборочного конвейера.

Совершенно естественным будет допущение, что процесс  $\tau(t)$  удовлетворяет условиям:

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} * \int_{-T}^T \frac{d\tau(t)}{dt} * dt = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{\tau(T) - \tau(-T)}{2T} = 1 \quad (8)$$

$$0 \leq \Lambda(t) = \lambda * \frac{d(\tau)}{dt} \leq \Lambda^* > \lambda \quad (9)$$

первое из которых свидетельствует о том, что ресурсы, находящиеся в распоряжении оператора  $V$ , используются только для корректировки поведения- ПК, а не для компенсации недостатка ресурсов, подведомственных операторам  $V_i$ ; второе условие (9) свидетельствует об ограниченности ресурсов, находящихся в централизованном подчинении оператора  $V$ .

Очевидно, что для выполнения условий (8) и (9) необходимо, чтобы:

$$0 \leq \lambda_i(t) \leq \lambda_i^* = \Lambda_i^* * \frac{\lambda}{\Lambda^*} > \lambda \quad (10)$$

т.е. операторы  $V_i$  должны располагать собственными резервами производственной мощности, обеспечивающими возможность выполнения программы  $X^{0^0}(t)$ .

Отметим также, что условиям (4) независимого функционирования питающих потоков соответствует равенство:

$$\tau(t) = t, \quad -\infty \leq t \leq +\infty \quad (11)$$

В связи с этим далее исследуется общий случай двухуровневой координации, из которого найдем частный случай независимого управления каждым из  $n$  питающих потоков, полагая справедливым условие (11). В рассматриваемом общем случае вместо условий (1) и (2) запишем (с учетом (10)):

$$\begin{cases} q_i(\tau(t)) = X^0(\tau(t)) + Q_i - X_i(\tau(t)) \\ q(t) = X^0(t) + Q - X(\tau(t)) \end{cases} \quad (12)$$

Введем также специальное обозначение для рассогласования  $q(t)$  при отсутствии координации, т.е. при условии:

$$\tilde{q}(t) = q(t)_{\tau(t)=t} = X^0(t) + Q - X(t) \quad (13)$$

откуда с учетом формул (13) и (3) получим:

$$q(t) = \tilde{q}(\tau(t)) + \lambda * [t - \tau(t)] \quad (14)$$

Показав эффективность двухуровневого управления, мы должны установить: не потребует ли такое управление дополнительных ресурсов - запасов и производственных мощностей в качестве «платы» за упорядоченность ПК.

Проанализируем это на примере координации, использующей управление «ходом времени» в автономных контурах управления.

### **Заключение**

Рассматривая построение многоуровневой системы, можно обратить внимание на то, что, стремясь к достижению целей системы (рис. 1), мы не учитывали цели отдельных ее элементов, т.е. в нашем случае – операторов  $V_i$ .

Судить о том, насколько гармонизируют решения, принимаемые оператором  $V$ , реализующим цели системы, и решения, принимаемые операторами  $V_i$ , стремящимися к достижению собственных целей, можно, воспользовавшись в качестве меры этой гармонии какой-либо статистической характеристикой связи между процессами. Например, в роли такой меры может выступить коэффициент корреляции этих процессов.

### **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.

## **BASIC APPROACHES TO MODELLING OF PROCESSES OF MINIMIZATION OF QUEUES TRANZAKTOV IN ORGANIZATIONAL QUEUING SYSTEMS**

**Ivanova I.G., Serebryakova E.A., Nizhegorodv K. S.**

---

*Ivanova Inna Germanovna, 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*

*Serebryakova Elena Anatolyevna, Voronezh state technical university, Candidate of Economic Sciences, associate professor, associate professor of digital and industry economy*

*Russia, Voronezh, e-mail: sea-parish@mail.ru, ph.: +7-473 - 271-54-0*

*Nizhegorodv Kirill Sergeyevich, Voronezh state technical university, graduate student of department of management*

*Russia, Voronezh, e-mail: nizhegorodovkirill@gmail.com, ph.: +7-920-249-00-64*

---

Abstract. In this work the problem of forming to effective information support of processes of management of the hierarchical production including operations of completing of a product, nodes, subnodes and so on up to subnodes of the set level, at the set normative levels of number of sets taking into account duration of assembly cycles and levels of complete stocks is formulated. The described scheme implements multilevel management with the operator of the highest level of hierarchy, however do not provide reservation

of production capacities on the purpose of management that contradicts problems of a system and causes relevance of this article. Let's consider the basic principles which are been the basis for a method of probabilistic and automatic modeling. The method is based on the automata theory consisting in use of results of a machine experiment during creation of complex self-organizing information systems and also in the systems of automation of productions. The probabilistic and automatic model of an information system represents no other than aggregate model when smashing a system to the smallest one-dimensional units. The basic concepts of automatic modeling are the probabilistic automatic machine and the system of probabilistic automatic machines. Results. With growth of complexity of a production system transition to two-level, and then and to multilevel management provides more effective use of resources (capacities and stocks) for the purpose of streamlining of process of release of finished goods. Conclusion. It is defined that the full harmony of interests of control objects is achievable only at the power of flows equal 1. Two-level management provides achievement of goals of management system even at full disharmony of interests of control objects. For increase in efficiency of use of resources of information support it is necessary to build not two-level, but multilayer system of management in which the number of the "subordinate" operators submitting to one "higher" operator is not enough to provide the required level of harmony of their interests. Thus, multilevel management, along with other tasks, solves the most important problem of ensuring a certain level of harmony of the purposes of a system as whole and its elements.

*Keywords: algorithm, task, class, models, complex systems, preference functions, result, object, situation, solutions, management.*

## 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 of V.E., Konchakov S.A.//Economy and management of control systems. No. 3.2 (17). 2015. - C. 227-232.
4. V.E. Belousov. Resource 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.

# НАУЧНЫЕ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ И МАГИСТРАНТОВ

УДК 334.024

## МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ СТЕЙКХОЛДЕРАМИ ПРОЕКТА

Т.А. Аверина, Е.А. Балабаева

*Аверина Татьяна Александровна, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры управления  
Россия, г. Воронеж, e-mail: ta\_averina@mail.ru, тел.: +7-910-349-89-53*

*Балабаева Елизавета Александровна, Воронежский государственный технический университет, магистрант кафедры управления  
Россия, г. Воронеж, e-mail: elizaavetta02@gmail.com, тел.: +7-919-182-37-53*

Аннотация: в статье рассмотрены основные модели управления стейкхолдерами проекта, представлена их сравнительная характеристика, предложена методика сочетания моделей оценки степени влияния стейкхолдеров на проект.

Ключевые слова: стейкхолдеры, модели, управление, проект благоустройства.

Концепция управления стейкхолдерами проекта является относительно новой в общей системе управления. Данная область впервые была выделена в начале двадцатого века и в дальнейшем продолжила своё развитие. Управление стейкхолдерами включает в себя анализ ожиданий заинтересованных сторон, коммуникацию с участниками проекта, предопределение конфликтных ситуаций и при необходимости их разрешение.

Анализ потребностей стейкхолдеров и влияния на ход реализации проекта, а также грамотное управление взаимодействием со всеми участниками проекта является актуальным направлением в сфере управления проектами в различных областях и применима в проектах различной направленности, как в ресторанном бизнесе, так и в технических областях.

Существует несколько моделей управления стейкхолдерами проекта – рисунок 1.

Модели стейкхолдеров	Модель Менделоу
	Модель Митчелла
	Модель "Круг заинтересованных сторон"
	Типология Джонсона
	Матрица "Поддержка - сила, влияние"
	Модель Гарднера. матрица "власть - динамика"

Рис. 1. Модели определения стейкхолдеров

Рассмотрим сравнение данных моделей в таблице 1 [1]

Таблица 1

Сравнение моделей стейкхолдеров

Модели / критерии	Кол-во типов стейкхолдеров	Распределение ролей	Управление стейкхолдерами	Уровень власти	Заинтересованность стейкхолдера в проекте	Переход из одной категории в другую	Возможность изменения условий	Положительное или отрицательное влияние
<b>Модель Митчелла</b>	7 групп стейкхолдеров	Распределение ролей отсутствует	Тактика будет различаться в зависимости от типа группы	Уровень власти учитывается при классификации заинтересованных сторон, высокий приоритет	-	-	Допускает возможность изменения интересов стейкхолдеров	-
<b>Модель Менделю</b>	7 групп стейкхолдеров	Распределение ролей отсутствует	Тактика будет различаться в зависимости от типа группы	Группировка на основе комбинации двух переменных: власти и интереса относительно результатов проекта.	Группировка на основе комбинации двух переменных: власти и интереса проекта. Желание стейкхолдера влиять на проект.	-	-	-
<b>Круг заинтересованных сторон</b>	Группы и индивиды	Роль лидера проекта определена	Позволяет руководителю проекта определить подходящие способы для вовлечения заинтересованных сторон в реализацию проекта Возможна оценка уровня влияния	Уровень власти зависит от количества стейкхолдеров в группе и от близости к лидеру	-	-	-	Сообщество может включать группы и индивидов, которые имеют разный потенциал положительного или негативного влияния на проект
<b>Типология Джонса</b>	Не учитывается	Не учитывается	Стратегия управления в зависимости от сегмента, в котором расположен стейкхолдер	Определение стратегий работы с заинтересованными сторонами в зависимости от уровня их власти и степени заинтересованности в проекте	Работа с участниками проекта проходит в зависимости от уровня власти и заинтересованности.	-	-	-

Продолжение табл.1

Моде- ли/ крите- рии	Кол-во типов стейк- холдеро в	Распреде- ние ролей	Управление стейкхолдера ми	Уровень власти	Заинтересова- нность стейкхолдера в проекте	Переход из одной катего- рии в другую	Возмож- ность изменения условий	Положитель- ное или отрицатель- ное влияние
<b>Матри- ца «Под- держка - сила- влия- ние»</b>	-	Распреде- ние ролей в зависимости от выбранной стратегии	Стратегия взаимодействия зависимости от сегмента, в котором расположен стейкхолдер	Определение стратегий работы с заинтересован- ными сторонами в зависимости от уровня их влияния и уровня поддержки. Намеренное наращивание потенциала влияния стейкхолдера	Отношение стейкхолдера к проекту рассматривает ся вместе с силой влияния на проект	Возмо- жен переход из одного сегмента в другой	-	Рассматри- вает возможность негативного влияния стейкхолде- ра на проект
<b>Мо- дель Гард- нера</b>	-	-	Стратегия взаимодействия в зависимости от сегмента, в котором расположен стейкхолдер	От уровня власти зависит стратегия взаимодей- ствия	Предполагает наличие интереса к проекту	Возмож- но измене- ние позиции стейкхол- дера	Характе- ристики участников рассматри- ваются в динамике	-

Таким образом исходя из сравнительной таблицы мы можем проследить принципиальные различия и сходства данных моделей.

Некоторые модели можно использовать в совокупности для того, чтобы более подробно изучить воздействие участников проекта на ход реализации.

Рассмотрим методику определения стейкхолдеров проекта, а также уровня их влияния на проект с помощью сочетания двух моделей анализа стейкхолдеров. И используем данный алгоритм при анализе стейкхолдеров проекта по благоустройству двора многоквартирного дома.

Суть модели круга заинтересованных сторон заключается в следующем:

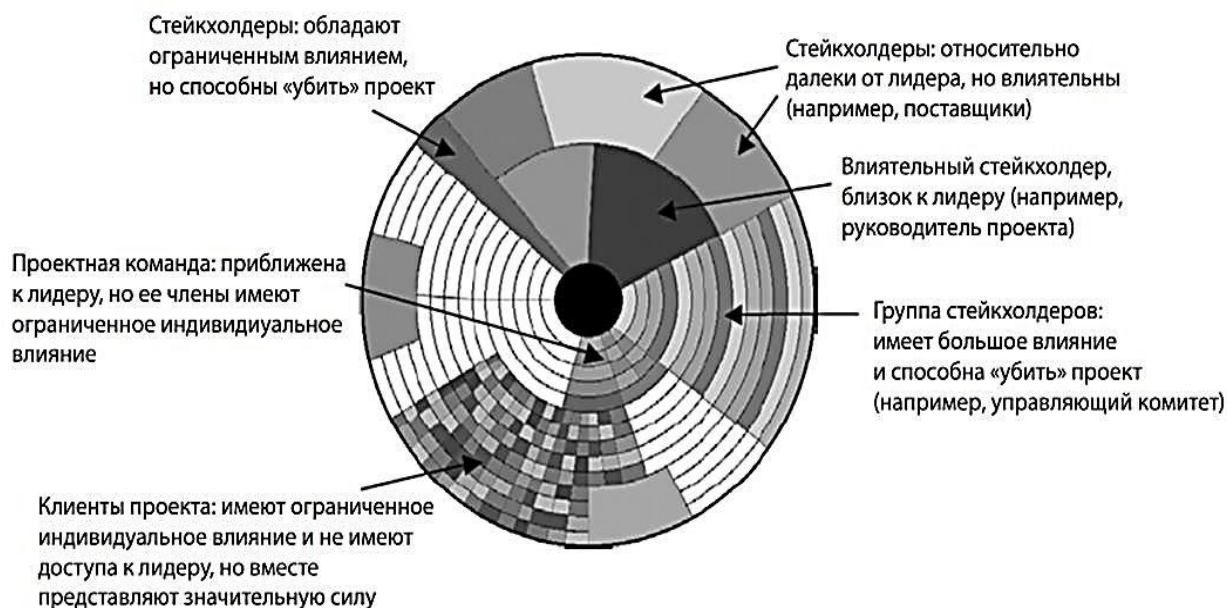
Данная модель отражает взаимодействие стейкхолдеров проекта, при которой учитывается согласие всех сторон и грамотное управление всеми заинтересованными участниками.

Элементами модели «круг заинтересованных сторон» являются следующие показатели - размер и цвет клина в концентрических окружностях, которые отражают дистанцию между стейкхолдерами и руководителем проекта.

Одинаковые цвета и узоры, используемые в модели, указывают на однородность заинтересованных сторон. Сплошным цветом обозначается индивидуальный стейкхолдер, а разноцветные области – это группы стейкхолдеров. Размер клина и его относительная площадь соответствуют масштабу (охвату) областей влияния, а радиальная глубина — степени влияния.

Данная модель позволяет отразить какие стейкхолдеры проекта оказывают наибольшее влияние на проект, а какие наименьшее [1].





**Рис. 2. Пример модели Круг заинтересованных сторон [1]**

Вторая модель - Типология Джонсона

В основе типологии Джонсона лежит матрица «власть — интерес», которая помогает нам классифицировать стейкхолдеров - рисунок 3.

		Уровень интереса	
		Низкий	Высокий
Уровень власти	Высокий	<b>Сегмент С</b> Поддерживать удовлетворенность	<b>Сегмент D</b> Активно управлять
	Низкий	<b>Сегмент А</b> Наблюдать (минимальные усилия)	<b>Сегмент В</b> Держать в курсе дел

**Рис. 3. Пример типологии стратегий Джонса**

Джонсон исходит из того, что при разработке стратегии необходимо обеспечить ее соответствие ожиданиям заинтересованных сторон. Это особенно важно при взаимодействии с ключевыми заинтересованными сторонами (сегмент D). С ними нужно активно контактировать, обсуждать пути реализации проекта, поскольку эти лица могут оказаться как основными сторонниками, продвигающими проект, так и главными противниками, препятствующими его осуществлению. Часто сложные ситуации возникают с заинтересованными сторонами из сегмента С. Они относительно пассивны по отношению к проекту, однако при возникновении проблем уровень их интереса неизбежно возрастет, что приведет к появлению нового игрока в сегменте D. Это не обязательно пойдет на пользу проекту, а может и усугубить возникшие проблемы. С заинтересованными сторонами из

сектора В необходимо поддерживать контакт путем предоставления важной информации по проекту, объяснения сути принимаемых решений и их последствий. Такие лица могут в дальнейшем сыграть роль союзников в ситуации, когда нужно будет повлиять на более значимые заинтересованные стороны [2].

Алгоритм использования двух моделей в совокупности:

Первый этап заключается в разработке модели «круга заинтересованных сторон»

Для этого необходимо:

1. Определить полный перечень стейкхолдеров, которые могут оказывать влияние на проект.

2. Далее определить единичных стейкхолдеров и группы стейкхолдеров

3. Выявить наиболее влиятельных стейкхолдеров проекта и задать цвета исходя из правил составления модели.

4. Исходя из правил построения модели, мы можем заметить следующие закономерности – наиболее приближенные к центру круга стейкхолдеры – имеют наибольшую власть в проекте, стейкхолдеры – отдаленные от центра проекта, но занимающие большое пространство в кругу – также могут оказывать значительное влияние на проект и способствовать закрытию проекта, стейкхолдеры находящиеся на краю круга, как правило не приближены к лидеру проекта и могут оказывать меньшее влияние на проект.

На втором этапе, исходя из построения модели «круга заинтересованных лиц» применяется модель Джонсона

1. Модель Джонсона является матрицей власти – интереса. При анализе круга заинтересованных лиц, мы сделали вывод - чем ближе стейкхолдер к центру круга, тем он влиятельнее – соответственно наиблизжайшие стейкхолдеры к центру, имеют наибольший уровень власти и могут быть отнесены к сегменту – D, стейкхолдеры находящиеся на концах круга могут быть отнесены к сегменту – А, так как на концах круга могут располагаться поставщики материалов, которые на прямую мало влияют на проект. В сегмент С могут быть отнесены стейкхолдеры, которые находятся под одинаковыми цветами и узорами – это могут быть инвесторы, которые оказывают значительное влияние на проект и их интерес состоит не в концепции реализации проекта, а в получении выгоды. К сегменту В можно отнести группы стейкхолдеров немного отдаленных от центра, на кругу они будут обозначены неоднородным рисунком, как правило это могут быть клиенты, у них может быть малое влияние на ход реализации проекта, но есть большой интерес в конечном итоге реализации проекта.

Рассмотрим данный алгоритм на примере проекта по благоустройству жилого дома.

Вводные данные: необходимо провести благоустройство двора, заказчиком является управляющая компания, по обращению жителей дома.

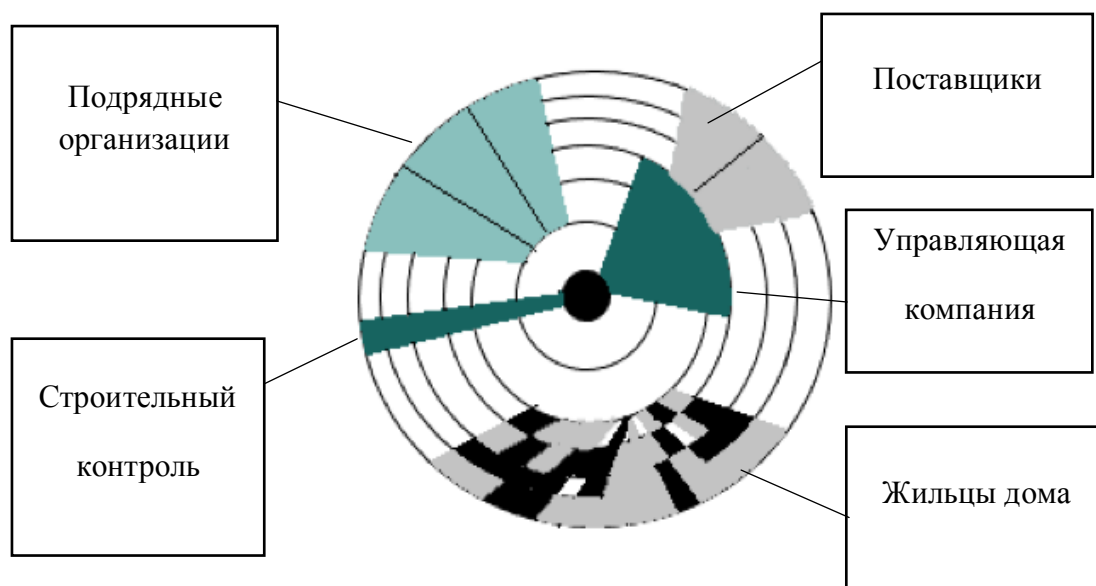
Необходимо осуществить следующие виды работ: асфальтирование внутредворовой дороги, установка детской площадки, проведение ландшафтных работ и установка рекреационной зоны.

Определим какие стейкхолдеры могут влиять на реализацию проекта благоустройства участка многоквартирного жилого дома основываясь на двух моделях: «Типология Джонсона» и «Круг заинтересованных лиц».

Общий список заинтересованных лиц выглядит следующим образом:

- Жильцы дома,
- Управляющая компания - осуществляющая функции заказчика
- Подрядные организации: асфальтирование двора, установка детской площадки, ландшафтные работы, рекреационная зона
- Проектная организация – осуществляющая разработку дизайн-проекта.
- Строительный контроль – осуществляющий надзор за качеством исполнения работ
- Поставщики материалов.

Представим список заинтересованных сторон на рисунке 4, исходя из правил составления круга заинтересованных сторон, описанных ранее.



**Рис. 4. Стейкхолдеры проекта по благоустройству дома**

Проведём анализ полученного рисунка – наиболее влиятельными стейкхолдерами являются: управляющая компания – она имеет прямой доступ к проекту и может закрыть его, так же как и строй контроль, который ведёт объект от начала и до конца, далее по степени влиятельности идут подрядные организации плюс проектная организация, которые не имеют прямого доступа к проекту, но исходя из их масштабов могут непосредственно влиять на ход выполнения проектных работ, далее идут жильцы, они представляют группу стейкхолдеров, которые не имеют прямого доступа к проекту, но исходя из масштабов группы могут при наличии разногласий способствовать закрытию проекта, наименее влиятельные стейкхолдеры – поставщики материалов.

Далее рассмотрим модель Джонсона – рисунок 5.

Таким образом, наиболее влиятельный стейкхолдер – управляющая компания, у неё высокий уровень интереса, так как она непосредственно отвечает за качественное обслуживание дома и высокий уровень власти, т.к она является заказчиком и исполнителем.

Далее, строительный контроль имеет высокий уровень власти т.к может не допустить реализацию проекта и ввод объектов, но малый интерес в связи с личной не заинтересованностью в благоустройстве данного дома.

Жильцы и подрядные организации обладают низкой властью, но высоким уровнем интереса, жильцы заинтересованы в благоустройстве дома, а подрядные организации заинтересованы в выполнении работы и получении оплаты.

Поставщики имеют низкий уровень власти и низкий уровень интереса.

Преимущества использования данного алгоритма заключается в следующем:

- Рассмотрение стейкхолдеров проекта осуществляется более обширно, чем при использовании только одной модели
- Более наглядное представление уровня влияния стейкхолдеров на ход реализации проекта – присутствует как матрица, так и рисунок, отображающий группы стейкхолдеров
- Возможность одновременной оценки степени заинтересованности, власти и уровня влияния.



**Рис. 5. Модель Джонсона**

Таким образом, использование двух модель анализа стейкхолдеров в совокупности является хорошей функциональной методикой определения уровня влияния заинтересованных сторон на ход реализации проекта.

### **Библиографический список**

1. Костина С.А. Сравнительный анализ моделей управления заинтересованными сторонами проекта / Журнал: Современные научные исследования и разработки — Белгород, 2018.
2. Фурта, С.Д. Управление стейкхолдерами проекта: ревизия 5-го издания PMBOK® Guide (I часть) [Текст] / С.Д. Фурта, Т.Б. Соломатина, Т.Хоппл // Инициативы XXI века. — 2013. — № 4. — С. 15.
3. Johnson G., Scholes K., Whittington R. (2008). Exploring Corporate Strategy. Harlow: Pearson Education Limited.
4. Моргунова, Р. В. Менеджмент стейкхолдеров [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р. В. Моргунова, Н. В. Моргунова ; Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. — Владимир : Изд-во ВлГУ, 2022. — 292 с.

## **PROJECT STAKEHOLDER MANAGEMENT MODELS**

**T.A. Averina, E.A. Balabaeva**

---

**Averina Tatiana Aleksandrovna**, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Management  
Russia, Voronezh, e-mail: ta\_averina@mail.ru, tel.: +7-910-349-89-53

**Balabaeva Elizaveta Aleksandrovna**, Voronezh State Technical University, Master's Student of the Department of Management  
Russia, Voronezh, e-mail: elizaavetta02@gmail.com, tel.: +7-919-182-37-53

---

Abstract. The article considers the main models of project stakeholders' management, presents their comparative characteristics, and suggests a method for combining models to assess the degree of stakeholders' influence on the project.

*Keywords: stakeholders, models, management, landscaping project.*

### **References**

1. Kostina S.A. Comparative analysis of project stakeholders management models / Journal: Modern Scientific Research and Development — Belgorod, 2018.
2. Furta, S.D. Project Stakeholders management: revision of the 5th edition of PMBOK ® Guide (Part I) [Text] / S.D. Furta, T.B. Solomatina, T.Hopple // Initiatives of the XXI century. - 2013. — No. 4. — p. 15.
3. Johnson G., Scholes K., Whittington R. (2008). Exploring Corporate Strategy. Harlow: Pearson Education Limited.
4. Morgunova, R. V. Stakeholder management [Electronic resource] : textbook. manual / R. V. Morgunova, N. V. Morgunova ; Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov. – Vladimir : VLSU Publishing House, 2022. – 292 p.

## ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ РЫНКА

Н.Ю. Калинина, К.С. Аралова

---

**Калинина Наталия Юрьевна**, Воронежский государственный технический университет,  
кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры управления

Россия, г. Воронеж, e-mail: [kalinina@vgasu.vrn.ru](mailto:kalinina@vgasu.vrn.ru), тел.: +7-960-134-55-53

**Аралова Карина Спартаковна\***, Воронежский государственный технический университет,  
магистрант кафедры управления

Россия, г. Воронеж, e-mail: [aralova.c@yandex.ru](mailto:aralova.c@yandex.ru), тел.: +7-919-238-87-07

---

Аннотация: в статье рассматриваются такие понятия, как управление инновациями в строительной сфере. Цель данной работы – исследование строительной сферы в России и определение проблематики при инновационном процессе. Основным методом написания работы является сбор и анализ отечественной литературы, а также научных статей отечественных ученых по проблемам инновационного развития. Актуальность темы исследования заключается в том, что в нынешних условиях для того, чтобы удержаться на рынке, организация должна на постоянной основе подпитывать интерес, путем развития инновационной деятельности. Это является одним из ключей к достижению успехов на рынке. В строительных компаниях данная тема стоит остро, так как строительство само по себе очень специфическая сфера и существует множество нюансов при реализации инноваций в ней. И для того, чтобы компания могла функционировать в полную мощность, необходимо регулярно поддерживать инновационный потенциал на высшем уровне. В результате актуализации, выявлены недостатки управления в организациях и предложены варианты внедрения инноваций в ООО «Алмарез-36».

*Ключевые слова:* инновации, инновационный процесс, новация, развитие организации, строительство, реализация инноваций

### Введение

В современных условиях данное направление развивается очень быстрыми шагами, т.к. в повышение конкурентоспособности и потенциала компании главную роль играет непосредственно сама разработка, моделирование и реализация инновации в производство. И чтобы попасть в этот поток, организация должна иметь достаточно сильную систему инновационного менеджмента.

Инновационный потенциал представляет собой способность организации моделировать, создавать и внедрять новый продукт в свою деятельность или же усовершенствовать имеющийся продукт [1].

В Российской Федерации на данный момент идет период формирования национальной инновационной системы, а также приспособление к условиям рыночной экономики. Приспособление к таким условиям помогает организациям не только подстраиваться под изменения конъюнктуры, но и диверсифицировать производство в поисках новых возможностей. Такие способности организаций помогает им в борьбе с конкурентами. Для того, чтобы добиться успеха, организациям необходимо не только целесообразно использовать инновации в производстве, но и сами знания, которые можно получить не только от опыта частных компаний, но и отрасли в целом.

### Оценка современного состояния строительных предприятий на российском рынке

В современных условиях нововведениям уделяют значимую роль и со временем она стремительно растет. Для повышения динамики и качества экономического роста необходимо обращать внимание на степень развития науки, инновационной деятельности и

непосредственно на рациональное использование информационно-маркетинговых стратегий в компаниях. Инновации стали признавать ключом объединения мировой экономики [2].

Стоит отметить, что на данный момент времени инновационная деятельность в России имеет множество нюансов, недоработок и недостатков, так, например, вопросы об эффективном управлении инновационным развитием деятельности компании велась недостаточно системно. Причин появлений таких ситуаций достаточно много, одна из которых заключается в преимущественной концентрации ранее осуществленных исследований на макроэкономическом уровне инноваций. И к таким проблемам, касаемо научно-технической сферы, имеется огромный интерес со стороны ученых. К числу этих ученых можно отнести такие известные фамилии, как Лапин Н.И., Байтасов Р.Р., Поляков В.В. и т.д.

Общее понятие «инновация» (см. рис. 1) появилось только в начале XX века, что положило начало развития в экономике. Это понятие было впервые сформулировано ученым Й. Шумпетером в 1911 году [3].



**Рис. 1. Понятие «инновация» по Й. Шумпетеру**

Распространенной ошибкой во внедрении инноваций является то, что многие не берут во внимание отличающие друг от друга параметры и все эти противоречия приводят непосредственно к неудачной попытке обобщить все методы, средства и инструменты инновационной деятельности в организациях.

В таблице 1 приведены главные цели инновационной деятельности и параллельно приведены различные способы достижения данных целей.

Классификация инноваций является главным критерием в основе управления инновационной деятельностью, потому что это приводит к рациональному распределению инноваций по группам.

Вариантов классификаций инновационной деятельности множество, но мы в данной работе рассмотрим, на мой взгляд, наиболее подробную. Данная классификация, представленная в таблице 2, была разработана Бездудным Ф. Ф., Смирновой Г. А. и Нечаевой О. Д. [4].

Таблица 1

## Цели и подходы инновационной деятельности

Цель инновационной деятельности	Способы достижения цели
Улучшение конкурентных позиций	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Замещение морально устаревших товаров, теряющих спрос на рынке.</li> <li>- Расширение ассортимента товаров и услуг.</li> <li>- Разработка экологически более чистой продукции.</li> <li>- Сохранение или увеличение рыночной доли.</li> <li>- Проникновение на новые рынки (диверсификация).</li> <li>- Сокращение времени реакции на запросы потребителей</li> </ul>
Совершенствование производственно-сбытовой деятельности	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Повышение качества товаров и услуг.</li> <li>- Повышение гибкости производства продукции (предоставления услуг).</li> <li>- Повышение производственного потенциала.</li> <li>- Сокращение времени производства и издержек.</li> <li>- Достижение соответствия стандартам более высокого уровня.</li> <li>- Повышение информационно-технологического потенциала</li> </ul>
Улучшение организации рабочих мест	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Совершенствование коммуникаций и взаимодействия между различными видами деятельности.</li> <li>- Повышение интенсивности обмена знаниями с другими организациями или передачи знаниям.</li> <li>- Развитие и укрепление связей с потребителями.</li> <li>- Улучшение условий труда</li> </ul>
Повышение безопасности и экологичности производства и эксплуатации продукции	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Снижение воздействия на окружающую среду.</li> <li>- Повышение уровня охраны здоровья.</li> <li>- Повышение уровня безопасности производства и эксплуатации продукции.</li> <li>- Переход на более высокие экологические стандарты</li> </ul>

Основную суть инноваций можно заметить непосредственно в ее функциях. Всего выделяют 3 функции инноваций (см. рис. 2).



Рис. 2. Функции инноваций



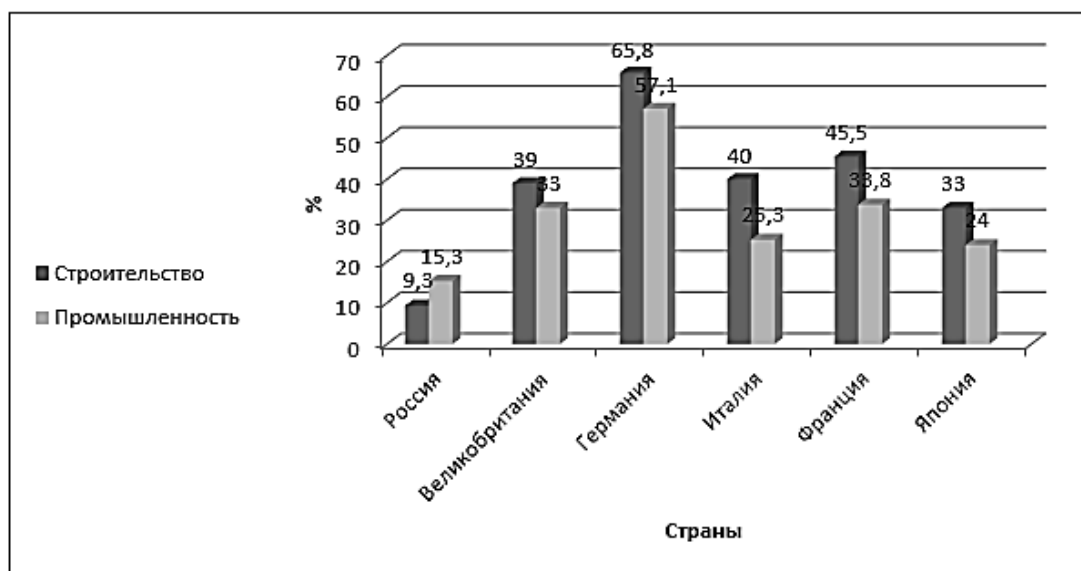
Таблица 2

**Комплексная классификация инноваций по Бездудному Ф. Ф., Смирновой Г. А.  
и Нечаевой О. Д.**

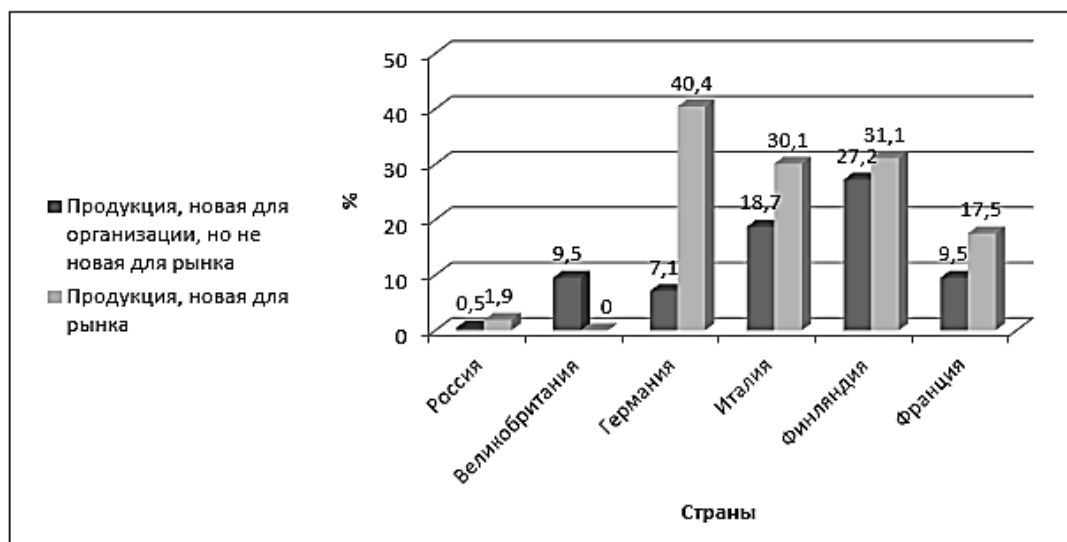
Классификационный признак	Виды инновации
Объект	Продукт, техника, технология
Сфера применения	Управленческие, организационные, социальные, промышленные
Этапы внедрения	Ранняя стадия, средняя стадия, заключительная стадия
Сферы деятельности предприятия	Научные, технические, технологические, конструкторские, производственные, информационные, экономические, торговые
Форма поддержки	Фонды: государственные, частные; бюджетные, внебюджетные, бизнес-инкубаторы, технопарки, средства предприятия
Инвестиции	Требующие капиталовложений, не требующие капиталовложений
Сроки реализации	Долгосрочные, краткосрочные
Место в системе	На входе, на выходе, в структуре
Место в производственном цикле	Сырьевые, обеспечивающие, продуктовые
Новизна для рынка	Мировая, в стране, в регионе, на данном предприятии
Охват ожидаемой доли рынка	Локальные, системный, стратегический
Степень интенсивности инноваций	«бум», равномерная, слабая, массовая
Темпы осуществления инноваций	Быстрый, замедленный, затухающий, нарастающий, равномерный, скачкообразный, циклический
Масштабы инноваций	Трансконтинентальные, транснациональные, региональные, крупные, мелкие, средние
Преимственность	Заменяющая, отменяющая, возвратная, открывающая, <u>ретроведение</u>
Распространенность	Единичная, диффузная
Глубина вносимых изменений	Радикальная, улучшающая, модификационная
Результативность инноваций	Высокая, низкая, стабильная
Эффективность инноваций	Экономическая, социальная, экологическая, интегральная

Как всем известно, что главная цель любой организации является максимизирование прибыли, в том числе прибыли от внедрения инноваций. Тем самым, это помогает простимулировать не только руководство, но и сотрудников предприятия моделировать, реализовывать различные инновации в деятельности предприятия и оптимизировать управление, путем использования инновационных продуктов [5].

На рисунках 3 и 4 представлены диаграммы данных с официального сайта Росстата «Индикаторы инновационной деятельности». По данным с сайта Росстата [6] можно увидеть, что только у 9-10% промышленных организаций России присутствует инновационная активность, что гораздо меньше по сравнению с другими зарубежными странами. Так же о низком уровне инновационной деятельности нашей страны говорит тот факт, что доля нематериальных активов в общей структуре всех активов субъектов экономики составляет лишь 10-15%, что также является ниже средней нормы по сравнению с другими странами. В зарубежных странах такой показатель составляет более 80%, включающий активы знаний и интеллектуальные активы. Стоит отметить, что в этих данных присутствуют колебания в %, так как многие организации в своем балансе не фиксируют данные активы.



**Рис. 3. Диаграмма соотношения сферы промышленности и строительства различных стран**



**Рис. 4. Диаграмма соотношения продукции новой для организации и рынка**

По итогу данных гистограмм можно сделать следующие выводы:

- 1) инновационная деятельность у российских организаций по отношению с европейскими организациями очень низка;
- 2) по всей стране насчитывается на 2022 год около 3582 предприятия, которые ведут инновационную деятельность;
- 3) по рис. 3 видно, что по строительству первое место занимает Германия (65,8%) и также в промышленной сфере (57,1%);
- 4) по рис. 3 видно, что Россия и по строительству, и в промышленной сфере занимает лидирующее с конца место;
- 5) по рис. 4 мы можем наблюдать, что все выбранные страны (за исключением Великобритании) отдают предпочтение продукции, которая является новинкой для рынка, а не для организации.

Самая актуальная проблема в экономике России до недавнего времени была неконкурентоспособность российской продукции. Большую часть рынка занимала импортная продукция. Эта проблема существовала долгое время и для ее решения

необходимо было создать инновационную экономику, т.е. создать эффективную национальную инновационную систему на основе внедрения инноваций.

Медленными шагами такая проблема теряет свою актуальность за счет введения санкций с европейских сторон. Нынешняя ситуация хорошо играет для многих организаций, которые активно ведут инновационную деятельность, потому что многие зарубежные фирмы- конкуренты ушли с российского рынка, работа некоторых организаций прекращена на неизвестный период времени из-за остановки поставок материалов/ сырья и т.д. И из-за такого сокращения количества организаций-конкурентов, у многих организаций, которые нашли выход в данной ситуации, открываются новые дороги на рынок. Чтобы попасть в этот поток и удержаться в нем, предприятиям необходимо в быстром режиме внедрять инновации в свою деятельность.

В таком случае, импортная продукция сократится до минимума, и российская продукция сможет в полной силе выйти на рынок и занять лидирующие позиции.

Многие застройщики привыкли работать в уже давно известной технике, которая имеет вековую историю. Основными материалами у них являются кирпич, камень и дерево. Безусловно, такие материалы очень крепкие, с ними легко работать и они прошли проверку временем. Но мир не стоит на месте и в зарубежных странах уже давно используют более новые и прочные материалы. Чего стоит только один бетон, с толку можно сбиться сколько новых видов открыли бетона за последнее время. Но, к сожалению, не все новинки доходят до российского рынка, либо же доходят с большим опозданием.

Именно такой «устаревший» подход к строительству становится «подводным камнем», из-за которого невозможно дальнейшее внедрение инновации в деятельность предприятия. И в результате мы получаем либо долгострой, либо стройка полностью замораживается на неопределенное время. Это случается из-за того, что многие подрядчики не могут правильно рассчитать денежные средства и все внимание отдают самой коробке дома, а не на отделку, «инженерку» и др., тем самым завершая стройку самыми дешевыми и непрочными материалами - «лишь бы сдать этот дом».

Такая проблема может решиться простым способом – внедрением современного инновационного подхода к строительству. Главное правило при внедрении инновации – это, чтобы сами люди были готовы к таким инновациям. Имеется немало примеров того, что при внедрении инновации в строительной сфере, сами застройщики не были готовы к таким изменениям, но это всего лишь вопрос времени [7].

По сравнению с зарубежными предприятиями - российские очень трепетно относятся к чему-то новому, можно сказать, что даже боятся изменений. С чем это связано, пока не совсем понятно. Лозунгом строительных компаний за рубежом является «строим быстрее, дешевле, качественнее».

### **Анализ инновационного потенциала и разработка направлений инноваций на предприятии «Алмарез-36»**

Инновационный потенциал строительного предприятия показывает на сколько готово само предприятие к выполнению задач по инновационному развитию, то есть сможет ли предприятие реализовать инновационную программу по ее внедрению.

Оценка инновационного потенциала включает в себя 3 блока (см. рис. 5), которые и необходимо анализировать [7].

### Продуктовый (Проектный) блок

- это направление деятельности организации и их результаты в виде продуктов или услуг

### Функциональный блок

- блок производственных функций и деловых процессов. Это оператор преобразования ресурсов и управления в продукты и услуги в процессе трудовой деятельности сотрудников организации, на всех стадиях жизненного цикла изделия

### Ресурсный блок

- комплекс материально – технических, трудовых, информационных, финансовых и других ресурсов предприятия

**Рис. 5. Блоки инновационного потенциала**

В таблице 3 приведены результаты оценки инновационного потенциала организации «Алмарез-36».

**Таблица 3**

#### Оценка инновационного потенциала «Алмарез-36»

№	Компоненты блоков	Оценка состояния компонентов			
		Сильные стороны	Средний уровень	Слабые стороны	
<b>1. Продуктовый блок</b> (экспертная и количественная оценка качества, рентабельности и объема продаж продукта, состояния ресурсного обеспечения и использования функций: стратегического маркетинга, НИОКР, производства, реализации, обслуживания потребителей)					
1.1	Состояние продуктового проекта №1	1	2	3	4 5
1.2	Состояние продуктового проекта №2	1	2	3	4 5
1.3	Состояние продуктового проекта №2	1	2	3	4 5
	<b>Итоговая оценка состояния продуктового блока (портфеля)</b>				3,7
<b>2. Функциональный блок</b> (стадии жизненного цикла изделий)					
2.1	Стратегический маркетинг, НИОКР	1	2	3	4 5
2.2	Основное и вспомогательное производство	1	2	3	4 5
2.3	Маркетинг и сбыт	1	2	3	4 5
2.4	Сервис потребителей	1	2	3	4 5
	<b>Итоговая оценка состояния функционального блока</b>				3
<b>3. Ресурсный блок</b>					
3.1	Материально-технические ресурсы				
1.	Сырье, материалы, топливо и энергия, комплектующие	1	2	3	4 5
2.	Площади и рабочие места, связь и транспорт	1	2	3	4 5
3.	Оборудование и инструменты	1	2	3	4 5
	<b>Итоговая оценка состояния материально-технических ресурсов</b>				4
3.2	Трудовые ресурсы				
1.	Состав и компетентность руководителей	1	2	3	4 5
2.	Состав и квалификация специалистов	1	2	3	4 5
3.	Состав и квалификация рабочих	1	2	3	4 5
	<b>Итоговая оценка состояния трудовых ресурсов</b>				3,7
3.3	Информационные ресурсы				
1.	Научно-технический задел, патенты, ноу-хау, научно-техническая информация	1	2	3	4 5
2.	Экономическая информация	1	2	3	4 5
3.	Коммерческая информация	1	2	3	4 5
	<b>Итоговая оценка состояния информационных ресурсов</b>				3,7

Продолжение табл. 3

№	Компоненты блоков	Оценка состояния компонентов			
		Сильные стороны		Средний уровень	Слабые стороны
3.4	Финансовые ресурсы				
1.	Возможность финансирования из собственных средств	1	2	3	4 5
2.	Обеспеченность оборотными средствами	1	2	3	4 5
3.	Обеспеченность средствами на зарплату	1	2	3	4 5
	Итоговая оценка состояния финансовых ресурсов				3,7
	Итого по компонентам ресурсного блока				
3.1	Состояние материально-технических ресурсов	1	2	3	4 5
3.2	Состояние трудовых ресурсов	1	2	3	4 5
3.3	Состояние информационных ресурсов	1	2	3	4 5
3.4	Состояние финансовых ресурсов	1	2	3	4 5
	Итоговая оценка состояния ресурсов				3,75
4. Организационный блок					
4.1	Организационная структура				
1.	Звенья, диапазон и уровни управления	1	2	3	4 5
2.	Функции: состав и качество разделения труда	1	2	3	4 5
3.	Качество внутренних и внешних, вертикальных и горизонтальных, прямых и обратных связей.	1	2	3	4 5
4.	Отношения: разделения прав и ответственности по звеньям	1	2	3	4 5
	Итоговая оценка состояния организационной структуры				4,25
4.2	Технология процессов по всем функциям и проектам				
1.	Прогрессивность используемых технологий и методов	1	2	3	4 5
2.	Уровень автоматизации	1	2	3	4 5
	Итоговая оценка состояния технологии				2
4.3	Организационная культура				
1.	Коммуникационная система и язык общения	1	2	3	4 5
2.	Традиции, опыт и вера в возможности организации	1	2	3	4 5
3.	Трудовая этика и мотивирование	1	2	3	4 5
	Итоговая оценка состояния организационной культуры				4
	Итого по компонентам организационного блока				
4.1	Организационная структура	1	2	3	4 5
4.2	Технология процессов	1	2	3	4 5
4.3	Организационная культура	1	2	3	4 5
	Итоговая оценка состояния организационного блока				3,6
	5. Управленческий блок				
5.1	Общее, функциональное и проектное руководство	1	2	3	4 5
5.2	Система управления по общим функциям	1	2	3	4 5
5.3	Стиль управления (сочетание автономности и централизации)	1	2	3	4 5
	Итоговая оценка состояния управленческого блока				4
Итого по блокам инновационного потенциала					
1.	Состояние продуктового блока	1	2	3	4 5
2.	Состояние функционального блока	1	2	3	4 5
3.	Состояние ресурсного блока	1	2	3	4 5
4.	Состояние организационного блока	1	2	3	4 5
5.	Состояние управленческого блока	1	2	3	4 5
	Итоговая оценка состояния инновационного потенциала				3,8

В результате оценки мы можем сделать выводы о том, что в компании «Алмарез-36» присутствует неплохо развитый инновационный потенциал, выше среднего (3,8 итоговый балл) для реализации инновационных проектов.

Следующим этапом является проведение анализа инновационного климата «Алмарез-36». Инновационный климат представляет собой состояние окружающей среды предприятия (т.е. его внешнюю среду), которая помогает или противодействует реализации инноваций.

В таблице 4 представлены результаты оценки инновационного климата предприятия «Алмарез-36».

**Таблица 4**

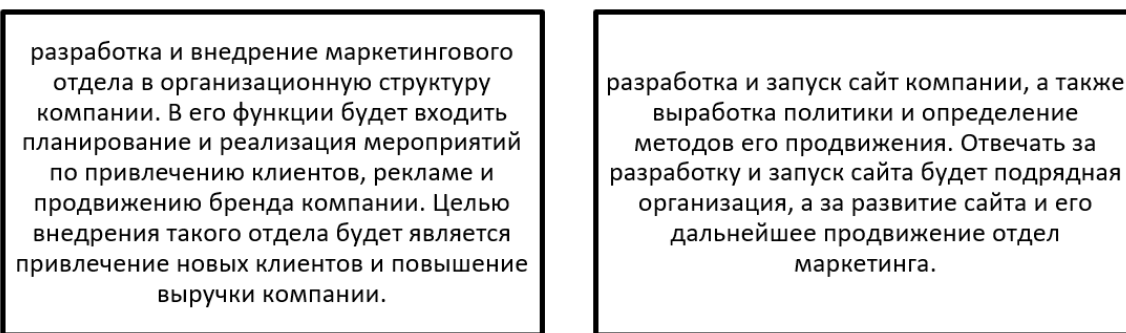
**Оценка инновационного климата «Алмарез-36»**

Оцениваемые компоненты	Уровень состояния компонентов			
	Угрозы			Возможности
1. Оценка инновационного макроклимата				
Социальная, природно-географическая и коммуникационная сфера (социальная напряженность, транспорт, связь)	1	2	3	4 5
Технологическая и научно-техническая сфера (рынок технологий и научно-технической информации)	1	2	3	4 5
Экономическая и финансовая сфера (налоги, льготы, инвестиционный климат на федеральном уровне)	1	2	3	4 5
Политическая и правовая сфера (федеральные и региональные программы, планы, законод. база)	1	2	3	4 5
Итоговая оценка состояния инновационного макроклимата			3,75	
2. Оценка инновационного микроклимата (анализ стратегических зон)				
Зона хозяйственная, сегмент рынка: уровень конкуренции, отношения с потребителями и партнерами	1	2	3	4 5
Зона капиталовложений - инвестиций	1	2	3	4 5
Зона новых технологий и научно-технических информационных ресурсов	1	2	3	4 5
Зона сырьевых, топливных, энергетических и материально-технических ресурсов	1	2	3	4 5
Зона трудовых ресурсов: рынок труда специалистов, менеджеров, рабочих	1	2	3	4 5
Группы стратегического влияния (на уровне отрасли, региона, города, района)	1	2	3	4 5
Итоговая оценка состояния инновационного микроклимата			4,2	
Итого по инновационному климату				
Оценка макроклимата	1	2	3	4 5
Оценка микроклимата	1	2	3	4 5
Оценка состояния инновационного климата			4	

Исходя из таблицы 4, мы можем отметить достаточно благоприятные условия для внедрения инноваций в отрасли нашей организации и внутри компании.

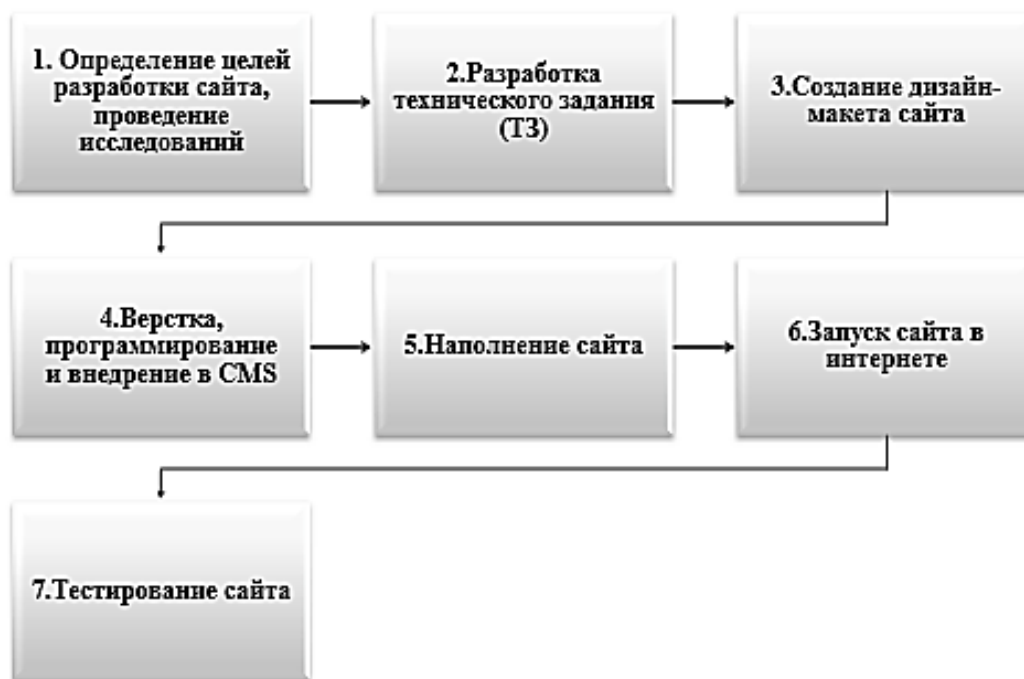
После проведения исследования деятельности предприятия «Алмарез-36», будем применять один из приемов инновационного менеджмента – инжиниринг. Такой прием в менеджменте используется с целью получения инновационного проекта, поэтому его можно представить как инжиниринг инноваций. Инжиниринг инноваций представляет собой совокупность работ по созданию инновационного проекта, то есть включает в себя весь жизненный цикл инноваций (от создания до диффузии) [8].

Имея предоставленную информацию (SWOT- анализ, ОСУ, PEST-анализ), а также результаты проведенного анализа, можно предложить данной организации 2 направления по внедрению инновации, которые необходимо внедрить в деятельность «Алмарез-36» для ее повышения конкурентоспособности на рынке.



**Рис. 6. Предложенные инновации для ООО «Алмарез-36»**

Для разработки и запуска сайта необходимо привлечь подрядную организацию, которая возьмет на себя обязательства, исходя из нашего технического задания, выполнить работу по разработке и запуску сайта компании «Алмарез-36». Этапы разработки и запуска сайта представлены ниже на рис. 7.



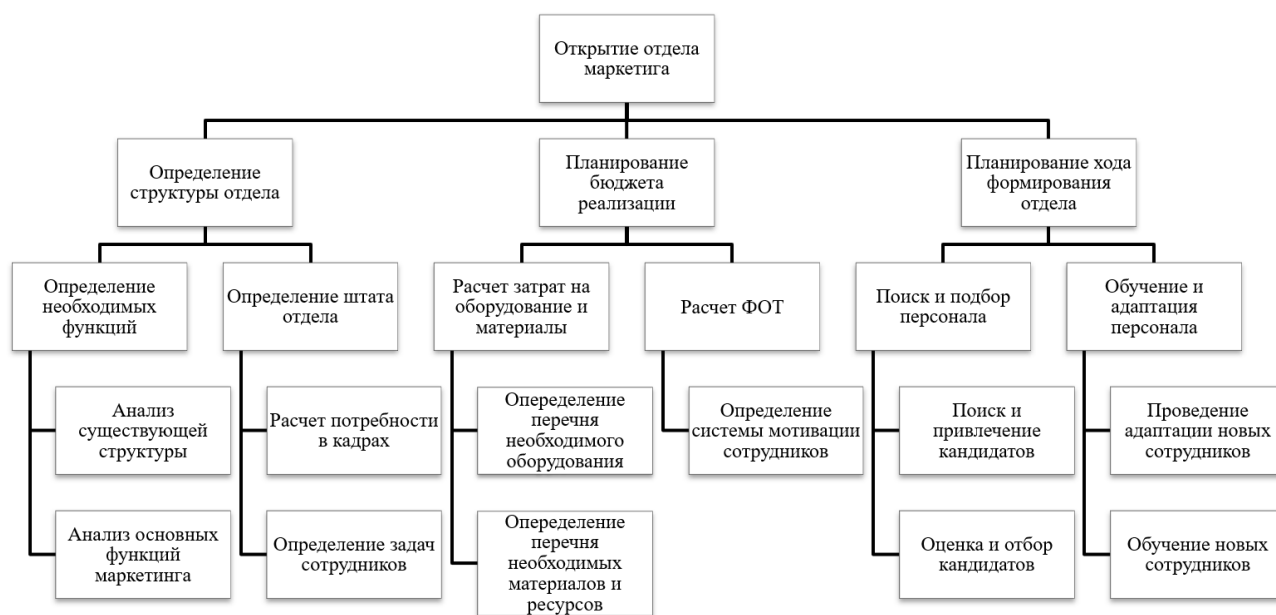
**Рис. 7. Этапы разработки и запуска сайта**

Разработка сайта очень важное мероприятие, т.к. именно сайты помогают раскрутить бренд компании, сделать его узнаваемым. Благодаря сайту, можно поднять обороты продаж и тем самым увеличить прибыль. Также он помогает взаимодействовать и с потребителями, потенциальными покупателями, и с партнерами компании.

По статистике внедрение сайта и инвестиции в его продвижение в компаниях, где не было сайта раньше, повышает объемы привлекаемых клиентов в 3-7 раз и повышает количество продаж в 2 - 4 раза. Основываясь на данных статистики внедрения маркетинговых отделов и сайта в строительной отрасли, мы можем сделать вывод, что при реализации данного мероприятия планируется увеличение количества заключённых сделок в 2 - 5 раз уже на следующий год после запуска реализации мероприятий. Для расчета инвестиционной привлекательности будем исходить из минимального ожидаемого значения – это рост выручки в 2 раза.

Важно отметить, что при росте количества клиентов компании вырастут и объемы работ. То есть при реализации данных проектов необходимо также продумать и реализовать план привлечения дополнительных работников для выполнения строительных работ. К данному типу работников мы отнесем рабочих и производителей работ. Сейчас количество задействованных рабочих при выполнении работ равняется 22-м рабочим и 3-м прорабам. Такая загрузка идет при выручке в 27 млн. рублей. При увеличении объемов работ в два раза необходимо привлечь еще как минимум 2 прораба и 16 рабочих для закрытия потребности в персонале.

Открытие маркетингового отдела многоступенчатый процесс, который требует несколько этапов выполнения по различным направлениям. Поэтому построим дерево целей (см. рис. 8), в котором будут показаны основные этапы и направления деятельности для достижения поставленной цели – открытие отдела маркетинга.



**Рис. 8. Открытие отдела маркетинга**

Главная цель маркетингового отдела заключается в увеличении доли на рынке, а соответственно, повышение объемов продаж и прибыли организации. Как нам уже известно, на всех предприятиях в приоритете – повышение прибыли организации и наше предприятие не исключение.

Таким образом, на примере деятельности предприятия «Алмарез-36» был произведен анализ инновационного потенциала и климата, а также разработаны 2 направления внедрения инноваций для данного предприятия с целью повышения конкурентоспособности.

### Заключение

Подводя итоги, можно сказать, что инновации должны присутствовать в деятельности любого предприятия для поддержания конкурентоспособности на рынке. Развитие инноваций в России стоит очень остро, особенно в строительной отрасли, так как она имеет множество препятствий. Несмотря на всю сложность отрасли, на данный момент происходит прорыв технологий за счет западных санкций. Как известно, Россия в ответ на санкции с Запада начала активно развивать собственные технологии и бренды. Это касается не только строительной сферы, но и других.

Также стоит отметить, что строительство все равно остается одной из главных отраслей для государства, и соответственно, сейчас от государства исходит максимальная



поддержка этой отрасли, начиная от ипотечных программ, и заканчивая мерами по стимулированию отрасли.

В совокупности это дает хороший толчок для развития инновационной деятельности в России. На данный момент Россия имеет хороший уровень научного потенциала, и возможно, в дальнейшем будет рост показателей в инновационной сфере. Для этого будет также необходима государственная поддержка с помощью различных механизмов регулирования (правовые, финансовые и налоговые) [8].

### Библиографический список

1. Краснов А.Г. Основы инновационной экономики: Учебное пособие. - М: Пресс-сервис, 2019.;
2. Бездудный, Ф.Ф. Сущность понятия "инновация" и его классификация Текст. / Ф.Ф. Бездудный, Г.А. Смирнова, О.Д. Нечаева // Инновации. 2019. - № 2/3 (13). - С. 3-13.;
3. Фатхутдинов Р.А. Инновационный менеджмент. Учебник, 2-е изд., - М.: ЗАО «Бизнес-школа «Интел-Синтез», 2019. - 624 с.;
4. Круглова Н.Ю. Инновационный менеджмент: Учебное пособие. 2-е изд., доп. — М.: Издательство РДЛ, 2017.;
5. Бовин А.А. и др. Управление инновациями в организации: Учеб, пособие. М., 2018.;
6. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/> ;
7. Завлин, П.Н. Основы инновационного менеджмента. Теория и практика Текст. / П.Н. Завлин. М. : Экономика, 2019. - 475 с.;
8. Стародубцева О.А. Инновационный менеджмент: Учебн. пособие. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2020.

## INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE CONSTRUCTION INDUSTRY IN MODERN MARKET CONDITIONS

**Kalinina N.Yu., K.S. Aralova**

---

**Kalinina Natalia Yurievna** Voronezh State Technical University, candidate of technical Sciences, associate Professor, associate Professor at the Department of Management  
Russia, Voronezh, e-mail: [kalinina@vgasu.vrn.ru](mailto:kalinina@vgasu.vrn.ru), tel.: +7-960-134-55-53  
**Aralova Karina Spartakovna** – Voronezh State Technical University, Master's Student of the Department of Management  
Russia, Voronezh, e-mail: [aralova.c@yandex.ru](mailto:aralova.c@yandex.ru) , tel.: +7-919-238-87-07.

---

Abstract. the article discusses such concepts as innovation management in the construction sector, the life cycle of innovation and profit. The purpose of this work is the study of Russian organizations and the definition of issues in the innovation process. The main method of writing the work is the collection and analysis of domestic literature, as well as scientific articles by domestic scientists on the problems of forming project teams in Russia. The relevance of the research topic lies in the fact that in the current conditions, in order to stay on the market, an organization must constantly fuel interest by developing innovative activities. This is one of the keys to achieving success in the market. In construction companies, this topic is acute, since construction itself is a very specific area and there are many nuances in the implementation of innovations. And in order for the company to function at full capacity, it is necessary to regularly maintain the innovative potential at the highest level

*Keywords: project management, project management, project team, features of the project team, project manager, project participants.*

## **References**

1. Krasnov A.G. Fundamentals of innovative economy: Study guide. - Moscow: Press Service, 2019.;
2. Bezdudny, F.F. The essence of the concept of "innovation" and its classification Text. / F.F. Bezdudny, G.A. Smirnova, O.D. Nechaeva // Innovation. 2019. - № 2/3 (13). - Pp. 3-13.;
3. Fatkhutdinov R.A. Innovation management. Textbook, 2nd ed., Moscow: CJSC "Business School "Intel-Synthesis", 2019. - 624 p.;
4. Kruglova N.Yu. Innovative management: A textbook. 2nd ed., supplement — M.: RDL Publishing House, 2017.;
5. Bovin A.A. et al. Innovation management in the organization: Textbook. M., 2018.;
6. Federal State Statistics Service. [electronic resource]. URL: <https://rosstat.gov.ru/> ;
7. Zavlin, P.N. Fundamentals of innovation management. Theory and practice Text. / P.N. Zavlin. M. : Economics, 2019. - 475 p.;
8. Starodubtseva O.A. Innovation management: Textbook. stipend. - Novosibirsk: NSTU Publishing House, 2020.

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОТБОРА И ПРИЕМА КАНДИДАТОВ

А.А. Карташова

---

**Карташова Анастасия Андреевна**, Воронежский государственный технический университет, студент,  
Россия, г. Воронеж, e-mail: nastasiyakart@mail.ru, тел.: +7-961-617-33-81

---

Аннотация. В данной статье рассмотрены различные методики приема предполагаемых кандидатов на должность. Показаны традиционные и нетрадиционные методы отбора. Рассмотрены основные этапы трудоустройства, а также выявлены существующие проблемы, возникающие в его процессе.

Ключевые слова: трудоустройство, подбор персонала, оценка кандидатов, метод оценки, качественный метод оценки, количественный метод оценки.

В современном мире проблема трудоустройства ценных кадров занимает одно из основных мест в функционировании любого предприятия. В условиях высокой конкуренции, большинство организаций предпринимают все более нестандартные и уникальные способы отбора персонала, а также разрабатывают наиболее эффективные методики подбора кандидатов. Грамотная расстановка сил и средств – основополагающий фактор для дальнейшего развития организации и ее высокой конкурентоспособности.

В своем научном труде А.Я. Кибанов утверждает, что от правильно выбранных способов и методов оценки потенциальных кандидатов зависит не только дальнейшее управление человеческими ресурсами, но и высокий уровень производительности организации. [1].

Стоит отметить, что проблема подбора персонала – не единоличная обязанность кадровых служб, а система, включающая в себя также деятельность подразделений, заинтересованных в новых единицах, т.е. непосредственное участие в отборе кандидатов их будущих руководителей.

Также, не стоит забывать, что отбор кандидатов не является четкой и структурированной последовательностью. Стоит учитывать особенности и специфику деятельности для вакантной должности, а также квалификацию и уровень подготовки соискателей.

Говоря о научной составляющей оценки кандидатов, стоит отметить таких ученых как А.А. Годунов, А.И. Панов, Н. В. Федорова, Д. Купер и др. Основной целью их изучения данной проблемы было формирование уже существующих научных исследований в четкую и структурированную методику оценки, позволяющую эффективно и быстро отбирать наиболее подходящий под критерии вариант [2].

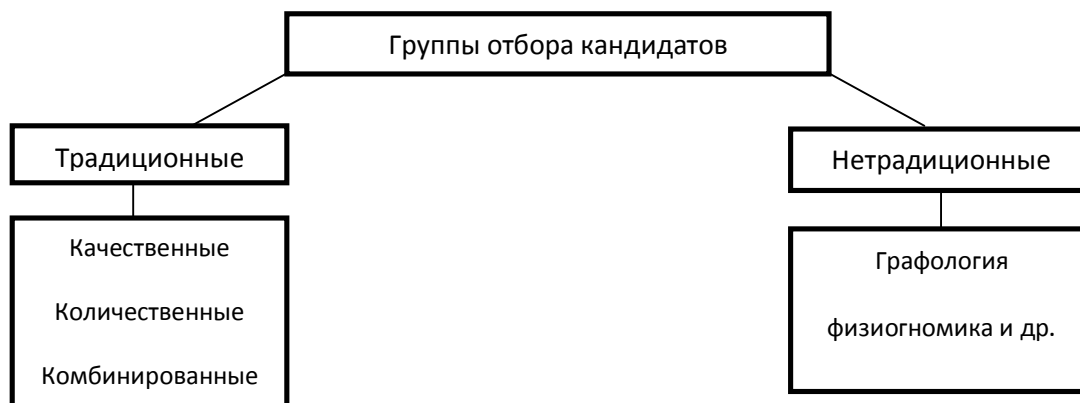
То есть, высокая эффективность предприятия напрямую зависит от тщательного отбора персонала, проверки соответствия кандидата выдвигаемым работодателем требованиям, а также его комфортной адаптации на новом месте работы.

Исследуя данную проблему, стоит отметить, что отбор кандидатов – деятельность, направленная на оценку компетенций и навыков предполагаемых кандидатов, с целью определения наиболее подходящего варианта с учетом размера организации, сложности обязанностей, а также изменчивости должностных инструкций имеющейся вакансии.

Рассмотрим основные методики отбора и приема кандидатов. В современном мире существуют две условные группы отбора кандидатов: традиционные и нетрадиционные.

Традиционные методы отбора персонала – наиболее эффективные способы оценки кандидатов, используемые в крупных организациях, имеющих стабильные внешние условия.

Характерной особенностью традиционных методов является непосредственная оценка соискателя будущим руководителем, за которым остается решающее слово.



### Методы отбора кандидатов

К основным видам традиционных методов оценки персонала относят: качественные, количественные, комбинированные, психологические, а также оценка персонала методом 360 градусов [3].

Качественные методы оценки персонала могут основываться как на сведениях, предоставляемых кандидатом лично, так и на самостоятельной оценке руководителем посредством анкетирования, наблюдения или создания потенциально некомфортных, т.е. «критических» ситуаций, в ходе решения которых происходит оценка кандидата. В ходе заполнения анкет, различных тестирований и собеседований предполагаемый кандидат имеет возможность создать о себе полную картину, включающую в себя как личностные качества, так и профессиональные навыки. Также, в ходе проведения данного метода особо актуальным является библиографическая оценка.

К плюсам данного вида оценки можно отнести простоту реализации, малую себестоимость, а также возможность эффективного и досконального изучения кандидата за счет как вербальной, так и невербальной оценки. Потенциальный руководитель имеет возможность изучения не только лично предоставленных сведений, но и формы самовыражения кандидата, его коммуникативных умений с окружающими и уровня развития.

Стоит отметить и недостатки данного метода, среди которых основным является возможность предоставления заведомо недостоверных сведений, а в случае тестирования – наличие вероятности ответа случайным способом. Также, выбор руководителя основывается скорее не на профессиональных навыках и умениях, а на предоставленных кандидатом данных. Отсутствует возможность проверки человека «в деле».

Таким образом, качественные методы оценки остаются одними из самых востребованных среди работодателей, т.к. дают возможность быстрой оценки кандидата на начальном этапе при условии низких затрат, как материальных, так и человеческого ресурса. Не менее актуальными методами оценки кандидатов являются количественные. Их характерная черта – формирование заключения о пригодности/непригодности того или иного человека за счет сопоставления уровня качеств с балльной системой оценки. За счет привлечения дополнительного оборудования, средств достигается быстрая и максимально объективная оценка. Данная методика может основываться на сравнении кандидатов между собой и последующем расставлении их в рейтинге, на распределении определенного количества баллов между всеми, а также на расставлении заранее обозначенных условных

коэффициентов, полученных в результате сравнения нормативных и фактических значений.

К плюсам данной системы можно отнести скорость оценки кандидата, ее точность и объективность, а также возможность формирования открытой системы конкуренции, т. е. каждый ее участник имеет возможность самостоятельно оценить свои результаты по имеющейся методике. Стоит отметить также низкую себестоимость данного метода, в отличие от других методов.

Не смотря на удобство и простоту данного вида отбора, существует и ряд недостатков. Наиболее отличительным является отсутствие гибкой системы оценки, учитывающей особенности кандидатов, как следствие возможно появление демотивации среди не проявивших по одному из критериев потенциально подходящих кандидатов. Использование ранговой системы оценки наиболее эффективно лишь в условиях сокращения уже имеющихся штатов, нежели при наборе новых сотрудников.

Таким образом, при грамотном использовании количественных методов оценки кандидатов, можно в кратчайшие сроки получить достоверную информацию, однако велика вероятность влияния на качество установленных стандартов оценки, не учитывающих особенностей кандидата.

В целях устранения недостатков каждого из указанных методов, появился новый, усовершенствованный метод – комбинированный. Он включает в себя вариации как количественных, так и качественных методов оценки. Чаще всего, он построен на сравнении необходимых требований к кандидату с его фактическими навыками и умениями.

Одним из плюсов, в отличие от всех имеющихся методов, является возможность проведения оценки с помощью заданного распределения, то есть распределения между всеми участниками отбора определенного количества так называемых баллов, что исключает возможность высокой оценки каждого. Также, значительно снижается уровень осечки, или случайного выбора кандидата, недостаточно соответствующего требованиям.

К минусам использования данного метода можно отнести длительный процесс трудоустройства, а также при использовании эталонного вида оценки, существует риск предвзятого отношения между его участниками.

Достаточно популярным в современном мире является Метод 360 градусов. Его сущность заключается в комплексной оценке кандидата на основе заранее определенных целей, принципов и критериев как руководителем, так и сотрудниками, с которыми предстоит взаимодействие. Особую эффективность данный метод показывает за счет возможности оценки несколькими людьми одновременно, что исключает высокую вероятность субъективности оценки, а также за счет качественной оценки компетенций для развития в будущем. Несмотря на широкий диапазон сфер применения, зачастую этот метод оказывается неэффективен. Например, в случаях, когда от него зависит материальная мотивация кандидата, или же существует вероятность занижения реального уровня знаний и умений предполагаемого сотрудника в личных интересах более опытного сотрудника.

Тем не менее, согласно последним исследованиям, данный способ является одним из наиболее распространенных в России.

В последнее время все большую популярность набирают нетрадиционные методы оценки кандидатов, например, графология и физиогномика. Суть данных методов заключается в оценке предполагаемого сотрудника на базе почерковедческих экспертиз и анализа внешних черт и выражения лица. Эффективными эти методы могут быть только в случаях высококвалифицированной оценки характеристик, которые кандидат не способен корректировать и контролировать длительное время. К недостаткам можно отнести следующие показатели:

- высокую себестоимость проведения экспертизы за счет привлечения дополнительных специалистов;

- субъективность полученных результатов (включает в себя различные воздействия на черты лица, различность способов и методов оценки, культурные особенности тестируемого, а также необъективность восприятия черт лица конкретного кандидата);

- невозможность использования данных методов как самостоятельных, т.е. без других методов оценки.

Таким образом, использование данных методов как самостоятельных невозможно, за счет отсутствия достоверности полученных данных, что позволяет отнести их к группе «специфических» методов, существующих лишь как дополнительное средство для конкретных ситуаций.

Также, в условиях специфической трудовой деятельности предполагаемого кандидата все чаще используется психологический метод оценки, например, при трудоустройстве в различные силовые структуры. Суть данного метода заключается в определении пригодности на основе тестов и бесед, определяющих как общий уровень интеллектуального развития в целом, так и стиля мышления, предполагаемых методов и форм поведения, а также реакций на стрессовые ситуации. В ходе проведения данного метода оценки также определяется уровень пригодности/непригодности человека к занимаемой должности, а также необходимость наличия наставника в период адаптации на новом месте работы. Наиболее распространенными методиками можно назвать следующие: тест возрастающей трудности Дж. Равена, методика «Моторная проба Шварцландера», методика многостороннего исследования личности «ММИЛ» по Ф.Б. Березину, а также определение маркеров факторов риска.

К плюсам данного метода можно отнести возможность рассмотрения кандидата не только по профессиональным качествам, но и со стороны индивидуальных личностных особенностей, что позволяет иметь более полную и достоверную информацию о человеке. Также, данный метод наиболее эффективен для прогнозирования поведения в условиях стресса и при наличии опасных факторов труда.

Основным минусом можно назвать высокую себестоимость проведения данного метода, которая обуславливается необходимостью привлечения дополнительных специалистов, оборудования, а также оттачивания системы проведения и обработки полученных результатов. Также, существует вероятность получения недостоверной информации за счет некомпетентной оценки, волнения кандидата и т.д.

Таким образом, особую эффективность данные методы показывают лишь для специфических условий труда, где существует необходимость жесткого контроля и анализа поведения. Однако, это лишь дополнительная мера, невозможная без основных методов оценки персонала.

С учетом современных тенденций с каждым днем появляется все большее количество современных методов и методик подбора и отбора персонала, отвечающих появляющимся требованиям. Среди них можно выявить следующие:

- Скрининг (отбор на базе заранее имеющихся параметров в ускоренном режиме, не учитывающий личностных и психологических качеств человека);

- Нетворкинг (отбор в виртуальном формате);

- Аутсорсинг (отбор за счет привлечения сторонних организаций);

- Смартсафтинг (привлечение сотрудников в несколько организаций одновременно с целью повышения опыта);

Таким образом, в условиях высокого роста требований к кандидатам, их постоянного развития профессиональных навыков и умений, а также большого количества соискателей, у руководителя появляется необходимость в создании все более точных и эффективных методов оценки кандидатов. Рассмотрев основные методы отбора, можно сделать вывод о том, что лишь использование нескольких методов одновременно позволяет получить достоверные и полные сведения. Задача как специалиста по подбору персонала, так и руководителя использовать методы отбора, которые будут необходимы конкретной организации в определенных условиях.

## Библиографический список

1. Управление персоналом организации Учебник/Под ред. А.Я. Кибанова. — 3-е изд., доп. и перераб. — М.: ИНФРА-М, 2005. — 638 с.
  2. Управление персоналом организации: учебник и практикум для вузов/ В.П. Пугачев. – 2-е изд., испр. и доп. - Москва: издательство Юрайт, 2022 – 402 с.
  3. Мотивационный менеджмент: учебное пособие/Н.А. Лукьянова – Томск, 2011 – 106 с
  4. Современные технологии кадрового менеджмента: актуализация в российской практике, возможности, риски: монография/ О. Л. Чуланова. – М.: ИНФРА – М, 2020. – 364 с.
  5. Управление персоналом: учебное пособие/ Л. И. Лукичёва – Омега-Л, 2004 – 264 с.
  6. Управление персоналом/ П.Э. Шлендер – М.Ж ЮНИТИ-ДАНА, 2015 – 320 с.
  7. Основы управления персоналом: учебное пособие/ С. А. Шапиро, О.В. Шатаева. – Москва: КНОРУС, 2019 – 208 с.
  8. Управление персоналом организации Учебник/Под ред. А.Я. Кибанова. — 3-е изд., доп. и перераб. — М.: ИНФРА-М, 2005. — 638 с.
- УДК 334.7

## ANALYSIS OF METHODS OF SELECTION AND ADMISSION OF CANDIDATES

**A.A. Kartashova**

---

*Kartashova Anastasiya Andreevna, Voronezh State Technical University, student,  
Russia, Voronezh, e-mail: nastasiyakart@mail.ru, tel.: +7-961-617-33-81*

---

**Abstract.** This article discusses various methods of accepting prospective candidates for the position. Traditional and non-traditional methods of selection are shown. The main stages of employment are considered, as well as the existing problems arising in it's the process.

**Keywords:** *employment, recruitment, evaluation of candidates, evaluation method, qualitative assessment method.*

## References

1. Organization Personnel Management Textbook [Upravlenie personalom organizacii Uchebnik]/Edited by A.Ya. Kibanov. 3rd ed., supplement and revision ,M.: INFRA-M, 2005, 638 p
2. Personnel management of the organization: textbook and workshop for universities [Upravlenie personalom organizacii, uchebnik i praktikum dlya vuzov] / V.P. Pugachev. 2nd ed., ispr. and add., Moscow: Yurayt publishing house, 2022,402 p.
3. Motivational management: textbook [Motivacionnii menedjment, uchebnoe posobie]/N.A. Lukyanova, Tomsk, 2011, 106 p.
4. Modern technologies of personnel management: actualization in Russian practice, opportunities, risks: monograph [Sovremennie tehnologii kadrovogo menedjmenta\_ aktualizaciya v rossiiskoi praktike,vozmojnosti, riski, monografiya]/ O. L. Chulanova.,M.: INFRA M, 2020. , 364 p
5. Personnel management: textbook [Upravlenie personalom, uchebnoe posobie]/ L. I. Lukicheva ,Omega-L, 2004 , 264 p.
6. Personnel management [Upravlenie personalom]/ P.E. Shlender ,M.J. UNITY-DANA, 2015 ,320 p.
7. Fundamentals of personnel management: a textbook [Osnovi upravleniya personalom, uchebnoe posobie] / S. A. Shapiro, O.V. Shataeva., Moscow: KNORUS, 2019 ,208 p.
8. Organization Personnel Management Textbook [Upravlenie personalom organizacii Uchebnik]/Edited by A.Ya. Kibanov. 3rd ed., supplement and revision ,M.: INFRA-M, 2005, 638 p

## **ВЛИЯНИЕ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА НА РАЗВИТИЕ КУЛЬТУРЫ: ОПЫТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГОСУДАРСТВА С ПРЕДПРИЯТИЯМИ В СОВЕТСКИЙ ПЕРИОД**

**Е.А. Россихина, О.С. Первалова**

---

**Россихина Елена Александровна**, Воронежский государственный технический университет, магистрант кафедры управления

Россия, г. Воронеж, e-mail: maslovaele@icloud.com, тел.: +7-951-553-95-36

**Первалова 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

---

Аннотация. Одним из актуальных вопросов в сфере культуры и досуга является участие государственно-частного партнерства в развитии сети культурно-досуговых учреждений. Это явление становится все более распространенным, поскольку оно позволяет объединить ресурсы государства и частного сектора для создания и совершенствования культурно-досуговых объектов. Государство, как правило, обладает значительными финансовыми и организационными возможностями, однако частный сектор может привнести инновационные и коммерческие подходы, что способствует успешному развитию культурных и досуговых учреждений. В рамках партнерства государство и частные компании могут совместно финансировать проекты, осуществлять их строительство и реконструкцию, а также управлять учреждениями.

Также государственно-частное партнерство проявляется в развитии культурных центров, музеев, театров и других учреждений. Одной из форм такого сотрудничества может быть предоставление государством помещений для размещения культурных объектов, а частными компаниями - финансирование ремонта и модернизации. В результате получается симбиоз: государство развивает культурную инфраструктуру, а частные компании получают возможность использовать эти объекты для своих коммерческих целей.

Вопросы участия государственно-частного партнерства в развитии сети культурно-досуговых учреждений становятся все более актуальными и находят поддержку среди представителей правительств и бизнес-сообщества. Однако имеются и некоторые проблемы, связанные с таким сотрудничеством, например, необходимость балансирования коммерческих интересов частных компаний и общественных потребностей, а также регулирование финансовых и правовых аспектов партнерства.

В статье будут рассмотрены плюсы и минусы государственно-частного партнерства в развитии сети культурно-досуговых учреждений в настоящее время и опыт советской эпохи. Это позволит получить полное представление о данной теме и оценить ее значимость для современного развития культуры и досуга.

*Ключевые слова:* государственно-частное партнерство, государственная культурная политики, Дворцы культуры.

Культура всегда была важным аспектом развития любого общества, и Россия не исключение. Важное влияние на культурное развитие страны оказывает государство. Однако в последние десятилетия внимание также уделяется сотрудничеству между государственными и частными секторами, и это называется государственно-частным партнерством (ГЧП).

В настоящее время большую роль отводят развитию государственной культурной политики. Государство уделяет особое значение совершенствованию различных механизмов в сфере культуры и искусства. Основными задачами является приобщение жителей всех возрастных групп к лучшим образцам культуры и искусства, а также повышение доступности к досуговой и образовательной деятельности в данной сфере, посредством строительства многофункциональных центров или реконструкции учреждений культуры, функционирующих в настоящее время. Важным аспектом в улучшении качества жизни



граждан является организация досуга в сфере культуры и искусства, что способствует обогащению социокультурной среды.

Культура имеет потенциал стать ключевым элементом стратегического развития регионов, ее внедрение в стратегический план региона может повлиять на развитие и укрепление местной идентичности, улучшение образования и общественной жизни, социальной интеграции и созданию пространства для взаимодействия и сотрудничества между разными культурными группами.

В современных реалиях перед государством стоит задача сохранения и дальнейшего развития своей культуры, как основополагающей государственной политики. В настоящее время у подрастающего поколения остро наблюдается дефицит пространства для самовыражения и воплощением своих идей, их недостаток может оказывать негативное влияние на подрастающее поколение. Отсутствие мест, где они могут свободно выразить свои творческие идеи и развить свои таланты, может привести к их потере мотивации и интереса к саморазвитию [1].

Учитывая вышеописанное необходимо понимать, что сегодня привлечение бизнеса, даст возможность усовершенствования культурной сферы посредством повышения ее конкурентоспособности за счет модернизации материальной базы, увеличения площадей для творческой деятельности, создания комнат для коворкинга, проведения семинаров и тренингов.

Одним из решений данного вопроса могло бы послужить увеличение финансирования на создание новых культурно-досуговых учреждений, посредством взаимовыгодных условий с частными компаниями и организациями для создания совместных проектов по развитию пространства для подрастающего поколения.

При реализации проектов необходимо учитывать положительный опыт взаимодействия государства и бизнеса в контексте культурного развития, который уже применялся в советский период для стимулирования развития культуры и искусства.

Государство финансировало и поддерживало предприятия, осуществляющие культурно-просветительскую деятельность, а также предоставляло субсидии, кредиты и другие формы государственной поддержки для осуществления данных проектов. Примером такого ГЧП выступает программа строительства дворцов культуры, которая была нацелена на создание массовых центров культурно-просветительской работы для населения. Главная цель программы заключалась в обеспечении доступа широких слоев населения к культурным мероприятиям и воспитания у граждан высоких нравственных и эстетических качеств, кроме того, участие промышленных предприятий обеспечивало высокую степень механизации и использование передовых технологий при строительстве и материальном насыщении учреждений [1-4]. Рассматривая данный опыт, хотелось бы отметить, что на территории города Воронежа промышленные предприятия, активно участвовали в строительстве Дворцов культуры. В период с 1951 по 1979 годы было построено 6 учреждений: ДК «им. Коминтерна» (1951) «Воронежский экскаваторный завод им. Коминтерна»; ДК «им. С.М.Кирова» (1954) «Воронежсинтезкаучук»; ДК «Железнодорожников им. К. Маркса» (1954), в 1956 передан в ведение управлению юго-восточной железной дороги; ДК «им. Ленина» (1957) «Воронежский авиационный завод»; ДК «им.50-летия Октября» (1967) «Воронежский механический завод»; ДК «Машиностроителей» (1978-1979) построенный при долевом участии трех промышленных предприятий («Воронежский станкостроительный завод», «Воронежский завод тяжелых механических прессов», Воронежского Завода Кузнечно-Прессового Оборудования Имени М.И. Калинина), в настоящее время, являющийся муниципальным бюджетным учреждением культуры «Городской Дворец культуры», который и сегодня ведет свою деятельность, направленную на организацию полноценного развития подрастающего населения, а также организацию досуга жителей старшего поколения.

Все дворцы культуры в советский период играли важную роль по формированию нравственных ценностей у подрастающего и взрослого населения через организацию

духовно-нравственных и патриотических мероприятий. Они становились местом, где каждый мог найти что-то для себя, развить свои таланты в различных областях искусства, спорта и науки, раскрыть свой творческий потенциал [3].

В современном мире взаимодействие государства и бизнеса в сфере культуры можно рассматривать, как инструмент, который может способствовать созданию и модернизации культурной инфраструктуры посредством строительства и реконструкции зданий, повышая тем самым доступность к объектам культуры, конкурентоспособность отрасли, а также увеличение государственных доходов за счет налоговых выплат от частных инвесторов [5].

Еще одним возможным взаимодействием государства и бизнеса можно рассмотреть привлечение коммерческих организаций на оказание государственных (муниципальных) услуг в сфере культурно-досуговой деятельности, что создаст здоровую конкуренцию, посредством доступности предоставления услуг в сфере культуры и искусства для населения с применением современных технологий [6-7]. Для частного сектора получение субсидий позволяет снизить финансовую нагрузку на выполнение социального заказа, а государству обеспечивать социально-нуждающимся гражданам услугами высокого качества. При этом государство оставляет за собой контрольные механизмы, чтобы гарантировать, что концессионер будет соблюдать свои договорные обязательства и в случае нарушений договора или его не выполнения, государство может принять меры, такие как сокращение или отзыв финансирования.

Строительство или реконструкция культурно-досуговых учреждений посредством ГЧП имеет, как положительные, так и отрицательные стороны.

Положительные качества ГЧП включают в себя:

- снижение финансовой нагрузки при строительстве или реконструкции объектов, где государство может разделить расходы с частными партнерами, что позволяет снизить нагрузку на бюджет;

- привлечение частным сектором значительного капиталовложения в проекты строительства или реконструкции объектов, это приведет к ускорению работ, но при этом не повлияет на качество выполнения проекта;

- опыт в строительстве и наличие ресурсов у частного сектора, могут обеспечить профессиональное проектирование, строительство или реконструкцию объекта, помогая достигнуть высокого качества работ и предложить инновационные решения. Такой опыт мы видим в советский период, где промышленные предприятия, имея опыт строительства, ресурсы, и передовые технологии возводили объекты, которые актуальны и в современном мире;

- развитие учреждений культурно-досугового типа в отдаленных или недостаточно обслуживаемых районах. Частные партнеры могут привнести новые идеи и предложения для привлечения публики и создания интересных мест;

- повышает потенциал для создания сети партнеров и развития сотрудничества в целях охвата большего количества населения услугами в сфере культуры и искусства.

- распределение рисков между государством и частными партнерами может снизить финансовые и операционные риски. Это помогает обеспечить стабильность проектов и уменьшить возможные потери.

Отрицательной стороной ГЧП при строительстве или реконструкции учреждений культурно-досугового типа является:

- потеря контроля со стороны государства. Когда частный партнер принимает участие в проекте, государство теряет возможность полностью контролировать процессы строительства, реконструкции, а также управления учреждением после его открытия. Это может привести к неправильным решениям из-за коммерческих интересов частной компании, которые могут не соответствовать интересам общества или культурной ценности учреждения;

- высокие затраты на проект. Частные компании заинтересованы в получении прибыли, и они могут рассчитывать на компенсацию своих инвестиций и на получение

прибыли через долгосрочные договоры с государственными органами. Это может привести к повышению стоимости строительства или реконструкции, что может быть неприемлемо для государственного бюджета;

- ограничение доступа к культурной деятельности. Если реконструируемое или строящееся учреждение превращается в коммерческую организацию, стоимость доступа к услугам или активностям может стать недоступной для некоторых социальных групп. Это может привести к ограничению доступа к культуре для людей с низкими доходами или меньшей привлекательности для посетителей, которым может быть отказано в доступе из-за их невозможности платить за услуги.

Для решения указанных проблем можно предложить следующие пути:

Укрепление контроля со стороны государства. Государство может разработать строгое регулирование и контроль за проектами строительства или реконструкции учреждений культурно-досугового назначения с участием частных партнеров – установление четких стандартов качества и безопасности, проведение независимой экспертизы проектов, регулярное мониторинговая деятельность и отчетность со стороны частного партнера.

Гарантирование доступности услуг для всех социальных групп. Государство может предусмотреть меры по обеспечению доступности услуг учреждений культурно-досугового назначения для различных социальных групп. Такими мерами может считаться субсидирование, установление льготных тарифов для низкодходных граждан, создание программ по стимулированию культурного обмена и обучения для малоимущих групп, а также содействие созданию некоммерческих организаций или фондов, поддерживающих доступность культурных мероприятий для всех.

Сегодня успешно реализованным проектом в рамках ГЧП является строительство в Якутске многофункционального Центра культуры и современного искусства имени Ю.А. Гагарина. Реализация этого проекта государственно-частного партнерства позволила создать современное культурное пространство площадью более 30 000 квадратных метров, включающее в себя театральные и концертные залы, выставочные пространства, музейные экспозиции, кинотеатр, спортивные залы. Центр культуры и современного искусства имени Ю.А. Гагарина является важным центром притяжения для местного населения и туристов.

Строительство этого центра было осуществлено с учетом современных технологий и требований, а также с учетом особенностей климатических условий Якутска. Здание оборудовано современными системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, что обеспечивает комфортные условия для посетителей в любое время года.

Договор ГЧП между республикой и «Газэнергомонтаж» на строительство и последующую передачу здания в аренду был заключен в 2017 году.

Стоимость аренды здания по данным 2022 года обходится бюджету республики в 6 млн. рублей. Концессионное соглашение на аренду объекта продлится до 2026 года.

В целом, государственно-частное партнерство в строительстве культурно-досуговых учреждений в России является одним из инструментов развития отрасли и может способствовать созданию и модернизации культурной инфраструктуры.

Для успешной реализации проекта необходимо проводить тщательный анализ и контроль процесса реализации таких проектов, чтобы обеспечить сбалансированные интересы государства и частного сектора, а также удовлетворение потребностей и интересов населения.

### **Библиографический список**

1. Вилкова, А.С., Королева, Т.И. Исторический аспект формирования центров искусств/А.С.Вилкова, Т.И.Королева / Международный научно-исследовательский журнал – 2017. -№3. с.141-146.

2. Игнатьева, О.В., Лысенко О.В. Культурная политика и стратегия конструирования имиджа территории/ О.В. Игнатьева, О.В. Лысенко// Журнал социально-гуманитарных исследований – 2015. – № 1. с. 6-15.
3. Козлова, М.А. Роль культурного строительства СССР в современном региональном развитии / М.А. Козлова// журнал: Теория и практика общественного развития – 2014. - № 1. с. 431-433.
4. Макаров, И.Н. Государственно-частное партнерство в Советской России: опыт Новой экономической политики/ И.Н. Макаров// URL: <file:///C:/Users/sams36/Downloads/gosudarstvenno-chastnoe-partnerstvo-v-sovetskoy-rossii-opyt-novoy-ekonomicheskoy-politiki>.
5. Кабиров, А.В. Особенности государственно-частного партнерства в сфере культуры Российской федерации/ А.В.Кабиров // Научный журнал: Современная экономика проблемы и решения – 2021. - № 6. с. 87-92.
6. Костоглодова, Е.Д. Адаптация механизмов государственно-частного партнерства в сфере культуры // Научно-образовательный и прикладной журнал «Финансовые исследования» Ростовский государственный экономический университет «РИНХ» – 2014. – № 3. с. 52-58.
7. Мажарова Л.А. Анализ отраслевой эффективности ГЧП на примере социальной сферы // Проектное управление в строительстве. 2018. № 3 (12). С. 45–50.

## THE IMPACT OF PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP ON THE DEVELOPMENT OF CULTURE: THE EXPERIENCE OF INTERACTION BETWEEN THE STATE AND ENTERPRISES IN THE SOVIET PERIOD

**E.A. Rossikhina, O.S. Perevalova**

---

**Rossikhina Elena Aleksandrovna**, Voronezh State Technical University, Master's Student of the Department of Management

Russia, Voronezh, e-mail: maslovaele@icloud.com, tel.: 8- (919)-182-37-53

**Perevalova Olga Sergeevna**, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Management

Russia, Voronezh, e-mail: nilga.os\_vrn@mail.ru, tel.: +7-910-284-74-17

---

**Abstract.** One of the topical issues in the field of culture and leisure is the participation of public-private partnership in the development of a network of cultural and leisure institutions. This phenomenon is becoming more common, as it allows combining the resources of the state and the private sector to create and improve cultural and leisure facilities. The state, as a rule, has significant financial and organizational capabilities, but the private sector can bring innovative and commercial approaches, which contributes to the successful development of cultural and leisure institutions. Within the framework of the partnership, the state and private companies can jointly finance projects, carry out their construction and reconstruction, as well as manage institutions.

Public-private partnership is also manifested in the development of cultural centers, museums, theaters and other institutions. One of the forms of such cooperation may be the provision by the state of premises for the placement of cultural objects, and by private companies - financing of repairs and modernization. The result is a symbiosis: the state develops cultural infrastructure, and private companies get the opportunity to use these facilities for their commercial purposes.

The issues of public-private partnership participation in the development of a network of cultural and leisure institutions are becoming more and more relevant and find support among representatives of governments and the business community. However, there are also some problems associated with such cooperation, for example, the need to balance the commercial interests of private companies and public needs, as well as the regulation of financial and legal aspects of the partnership.

The article will consider the pros and cons of public-private partnership in the development of a network of cultural and leisure institutions at the present time and the experience of the Soviet era. This will allow you to get a complete picture of this topic and assess its significance for the modern development of culture and leisure.

*Keywords: public-private partnership, state cultural policy, Palaces of culture.*

## **Reference**

1. Vilкова, A.S., Koroleva, T.I. The historical aspect of the formation of art centers/A.S.Vilkova, T.I.Koroleva / International Scientific Research Journal – 2017. - No. 3. pp.141-146.
2. Ignatieva, O.V., Lysenko O.V. Cultural policy and the strategy of constructing the image of the territory/ O.V. Ignatieva, O.V. Lysenko// Journal of Social and Humanitarian Studies – 2015. – No. 1. pp. 6-15.
3. Kozlova, M.A. The role of cultural construction of the USSR in modern regional development/ M.A. Kozlova// Journal: Theory and practice of social development – 2014. - No. 1. pp. 431-433.
4. Makarov, I.N. Public-private partnership in Soviet Russia: the experience of the New Economic Policy/ I.N. Makarov// URL: file:///C:/Users/sams36/Downloads/gosudarstvenno-chastnoe-partnerstvo-v-sovetskoy-rossii-opyt-novoy-ekonomicheskoy-politiki.
5. Kabirov, A.V. Features of public-private partnership in the sphere of culture of the Russian Federation/ A.V.Kabirov // Scientific Journal: Modern Economics problems and solutions – 2021. - No. 6. pp. 87-92.
6. Kostoglodova, E.D. Adaptation of mechanisms of public-private partnership in the field of culture / E.D. Kostoglodova // Scientific-educational and applied journal "Financial research" Rostov State University of Economics "RINH" – 2014. – No. 3. pp. 52-58.
7. Mazharova L.A. The analysis of branch efficiency of PPP on the example of the social sphere. *Proyektnoye upravleniye v stroitel'stve*. 2018; 3(12): 45-50.

## ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

Материалы принимаются в электронном виде на адрес редакции или на электронный адрес ответственного секретаря nilga.os\_vtn@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 (29), 2023**

Дата выхода в свет 30.11.2023.

Формат 60 × 84 1/8. Бумага писчая. Уч.-изд. л. 14,5. Усл. печ. л. 16,4.

Тираж 30 экз. Заказ № 408.

Цена свободная

---

Отпечатано: отдел оперативной полиграфии издательства ВГТУ  
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»  
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84