

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

##### ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

(ДГТУ)

Кафедра «Организация строительства»

Методические указания

по проведению практических занятий учебной дисциплины «Методология научных исследований» для аспирантов и магистрантов, обучающихся

по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство»

Ростов-на-Дону

дrтv

2022

УДК 69.003(07)

Составители: Л.Б Зеленцов,Б.Н.Небритов,

Методические указания по проведению практических занятий учебной дисциплины «Методология научных исследований» для аспирантов, обучающихся по направлению подготовки

08.04.01 «Строительство» программам подготовки

«Стоимостной инжиниринг», «Управление инвестиционно- строительной деятельностью». — Ростов-на-Дону: Донской нос. тех.ун-т, 2019. — 43 с.

Методические указания разработаны в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего образования и на основании учебного рабочего плана магистрантов направления 08.04.01 «Строительство» программ подготовки «Стоимостной инжиниринг», «Управление инвестиционно- строительной деятельностью», и содержит методические указания по проведению практических занятий учебной дисциплины «Методология научных исследований».

Методические указания предназначены для

магистрантов всех форм обучения по дисциплине: «Методология научных исследований».

Оглавление

1. [Основные понятия и определения науки. 4](#_TOC_250003)
2. Содержание, объект и области исследований. 6
3. [Методология научного поиска. 7](#_TOC_250002)
4. Фазы осуществления научных исследований. 10

##### 5. Паспорт научной специальности 2.1.7. «Технология и организация строительства»

6. **Методы прогнозирования параметров инвестиционно-строительного проекта**

[Литература. 39](#_TOC_250000)

Приложение А. Области исследований по специальности «Технология и организация строительства»............................... 40

Приложение Б. Тематика научно-исследовательских работ магистрантов по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство» программа подготовки 42

«Стоимостной инжиниринг», «Управление инвестиционно-строительной деятельностью».................. .........................................................



##### Основные понятия и определения науки

Развитие производства, решение социально-экономических проблем общества невозможно без науки — главного ускорителя научно-технического прогресса. Процесс непрерывного развития и совершенствования техники, технологии и организации производства, повышение эффективности управления осуществляется на основе внедрения научных открытий и достижений. В широком смысле наука — это система знаний о закономерностях в развитии природы, общества и мышления (Ожегов С.Н. Словарь русского языка). Это организованные знания, накопленные в ходе общественно- исторической жизни. ***Цель науки*** *—* вскрывать объективные законы явлений, давать объяснения им. *Наука —* враг случайностей, ибо действительность может и должна быть изучена и познана не в ее случайных свойствах, а в ее необходимых и закономерных связях.

*Задача науки —* за случайным, хаотичным найти и исследовать

объективные законы, скрытые от поверхностного взгляда, и вооружить знанием этих законов людей в их практической деятельности. Во всех областях наука показывает нам действие основных законов в кажущемся xaoce явлений. Сила науки — в ее обобщениях. Она развивается и движется вперед вместе с развитием общества ее пporpecc заключается в том, что она все точнее и глубже познает действительность.

Все науки делятся на естественные и общественные. Есть науки, находящиеся на стыке тех и других. К таковым следует отнести гуманитарные науки, изучающие человека и общество. Иногда гуманитарные науки относят к общественным.

Естественные науки — это науки о природе, науки, базирующиеся на принципах формальной логики, а также технические науки.

Общественные науки — это науки об обществе, о его развитии,

общественных интересах и отношениях.

4

К общественной науке относится изучение поведения индивидов и институтов (предприятий, организаций), занимающихся производством, обменом и потреблением товаров и услуг. И естественные, и общественные науки базируются на фактах, то есть на наблюдаемых и поддающихся проверке измерениях, известных данных или определенных явлений.

Наука как сфера человеческой деятельности включает в себя, с одной стороны деятельность по получению нового знания, с другой — ее результат — сумму знаний, лежащих в основе научной картины мира. Научная (научно- исследовательская) деятельность — это деятельность, направленная на получение и применение новых знаний, в том числе фундаментальные научные исследования, прикладные научные исследования. Здесь исследование понимается как научно-исследовательская работа (НИР), связанная с проведением исследований, экспериментов в целях расширения имеющихся и получения новых знаний, проверки научных гипотез, установления закономерностей, проявляющихся в природе и обществе, научных обобщений, научного обоснования проектов.

Исследование — это процесс необходимый, когда необходимо что-то исследовать, подвергнуть научному изучению. В тоже время исследованием называют научный труд как результат деятельности, работы, отвечающий требованиям науки.

Исследование, исследовательская деятельность имеет обобщенный смысл. Более прикладное значение имеет понятие «научно-техническая деятельность», рассматриваемая как деятельность, направленная на получение, применение новых знаний для решения технических, инженерных, экономических, социальных, гуманитарных и иных проблем, обеспечение функционирования науки, техники и производства как единой системы [3]

Научный труд, научно-технический результат, в том числе результат интеллектуальной деятельности, предназначенный для реализации, представляют собой научную или научно-техническую продукцию. Научную, научно-техническую продукцию, представляющую собой новый порядок,

5

новый метод, новые явления, новую технику, технологию и т.д., называют в русском языке «новшество». Новшества могут оформляться в виде: открытий, изобретений, патентов, ноу-хау и т.п.

Конечный результат внедрения новшества с целью получения больших экономических результатов, экономического, социального и научно- технического эффекта получил название «инновация». Инновация является важнейшим инструментом и методом социально-экономического развития нашей страны в настоящее время и составной частью стратегии на будущее.

##### Содержание, объект и области исследования

Научно-исследовательская работа магистрантов, обучающихся по направлению подготовки 08.04.01 относится к обширной области строительной науки, призванной способствовать внедрению научно-технического пporpecca в проектирование и строительство, повышению эффективности капитальных вложений, сокращению продолжительности строительства и улучшению качества строительно-монтажных работ.

Строительная наука изучает и создает теорию и методы расчета конструкций зданий и сооружений: осуществляет фундаментальные и прикладные исследования в области механики грунтов, строительной физики, охраны окружающей среды; создает теоретическую основу для решения ряда практических задач в сфере проектирования, строительного производства, управления, организации и экономики строительства [6].

В соответствии с утвержденной в январе 2000r. Министерством науки и технологий Российской Федерации Номенклатурой специальностей научных работников выделены области исследований техники и технологии строительства, по которым присуждаются ученые степени кандидата и доктора наук.

В развитие номенклатуры специальностей Министерство науки и технологии Российской Федерации совместно с Высшей аттестационной

6

комиссии Министерства образования Российской Федерации подготовили развернутый документ «Паспорта специальностей научных работников» по специальностям, используя который магистрант может выбрать область исследований. Области исследований по специальности «Технология и организация строительства» приведены в приложении А.

Магистранты, обучающиеся по направлению **08.04.01** «Строительство» программы подготовки «Стоимостной инжиниринг», «Управление инвестиционно-строительной деятельностью» могут использовать тематику научных исследований, приведенной в приложении Б.

##### Методология научного поиска

Методология — это учение о методах научного поиска, о приемах и операциях по накоплению и освоению знаний о способах построения и обоснования системы знаний [6]. Наиболее важными точками приложения, практическими проявлениями методологии являются: постановка проблемы и

обоснование ее актуальности; определение объекта, предмета и границ

исследования; изучение имеющейся литературы по данной проблеме критический анализ сложившихся точек зрения на те или иные вопросы; уточнение понятийного аппарата исследования: выбор средств и методов исследования, ресурсов и этапов проведения исследовательской работы, построение обобщений; проверка полученного результата с точки зрения его истинности, т.е. соответствие объекту исследования.

Термин «обобщение» здесь используется как выражение основных результатов в общем положении, придание общего значения, например, наблюдениям, опыту и т.д. Обобщать — значит абстрагировать или намеренно упрощать. Обобщение — это упрощенная картина или схема какого-либо объекта, явления, процесса.

Методологический подход, когда исследователь решает свою задачу,

начиная с уровня обобщений, а затем проверяет или отвергает данное 7

обобщение, обратившись к фактам, называют *дедуктивным или гипотетическим.* Исследователь может опираться на случайные наблюдения, умозрительное заключение, логику или интуицию, чтобы сформулировать предварительный принцип, называемый гипотезой. Правильность этой гипотезы затем должна быть проверена систематическим и многократным изучением соответствующих фактов. Дедуктивный метод идет от общего к частному, от теории к фактам.

Научный поиск может продвигаться как к фактам (дедуктивный метод), так и от фактов к обобщению, от частному к общему. В последнем случае исследователь применяет *индуктивный метод,* который предусматривает выведение обобщений из фактов. Исследование начинается с накопления фактов, которые затем систематизируются и анализируются таким образом, чтобы можно было вывести обобщение.

Дедукция и индукция представляют собой не противостоящие друг другу, а взаимодополняющие методы исследований. Сформулированные дедуктивным методом гипотезы служат исследователю ориентирами при сборе и систематизации эмпирических данных. В свою очередь, известное представление о фактах, реальном мире является предпосылкой для формирования содержательных гипотез.

Общее представление об исследуемом объекте и его поведении, например, организационно-экономических процессах, которое формируется на основе обобщений, может быть затем использовано для выработки мер и решений, обеспечивающих исправление и устранение рассматриваемой проблемы. Под проблемой понимается ситуация, для которой характерно расхождение между необходимым (или желаемым) и действительным положением дел. Проблему можно охарактеризовать как потенциальную цель, для которой еще не выявлены альтернативные способы ее достижения. Очевидно, чем больше будет найдено альтернатив, тем больше шансов получить хорошее решение проблемы.

8

Человек, решающий проблему, как правило, ограничен в порождении альтернатив не только временем и ресурсами, но и накопленным им опытом. Лишь будучи вооружен определенным научным подходом, он способен к разработке новых, быть может, лучших альтернатив, чем те, которые ему известны из прошлого. Такую возможность открывает системный подход.

Системный подход — изучение объекта как единого целого. Системный подход предполагает, что всякий объект исследования представляет собой систему, состоящую из совокупности элементов каждый из которых обладает своими собственными свойствами и целями. В самых общих чертах исследование с позиций системного подхода предполагает анализ, оптимизацию, синтез. Основное направление системного подхода — рассмотрение и решение сложных проблем с помощью структурирования. Проблема будет считаться решенной, если будет построена ее структура, или система, состоящая из подсистем, комплексов, элементов и связей между ними. Оптимизация составляющих системы понимается не как обязательное принятие оптимальных (наилучших из всех возможных) решений, но и просто некоторое улучшение принимаемых решений.

Синтез — соединение оптимизированных элементов в единое целое (новую или улучшенную систему). В качестве конечного результата обычно выступает именно синтез системы, требуемой для решения выявленной проблемы.

Основным инструментом анализа, оптимизации и синтеза систем является моделирование.

Основное значение моделирования для исследования систем связано с невозможностью проводить с ними эксперименты как с целым в их естественном окружении. При использовании системного подхода — модель это абстракция, условный образ системы, описание взаимосвязей между элементами системы и ее внешней средой.

Моделировать — значит воспроизводить наиболее характерные черты и

моменты, иметь возможность что-то изменить в модели, вносить изменения, 9

наблюдать как это влияет на все остальное, на весь комплект взаимосвязанных параметров.

Важнейшей методологической основой научного поиска является *комплексный подход,* который предполагает учет многосторонности, многоаспектности того или иного объекта исследования. При комплексном охвате всех аспектов изучаемого объекта (явления), исследование их совокупного влияния в рассматриваемый момент времени, как правило стремятся при решении сложных, крупных проблем использовать как системный, так и комплексный подход.

##### Фазы осуществления научных исследований

Обычная процедура осуществления научного исследования как правило включает четыре фазы, каждая из которых необходима для того, чтобы гарантировать полезность результатов tpиc.4.1).

На первой фазе рекомендуется провести предварительное изучение интересующих вопросов (диагностику), что позволит определить проблему и цели исследования. Это можно сделать путем oпpoca экспертов, изучения литературы или групповых дискуссий. Цели исследования могут быть поисковыми, описательными и экспериментальными.

На второй фазе в ходе разработки плана исследований необходимо определить потребности в специфической, нестандартной информации и выбрать виды исследований: полное или выборочное; единичное или многоразовое; одно-целевое или многоцелевое, а также форму сбора данных: oпpoc или наблюдение. Кроме того, следует решить, что должно служить источником информации - уже имеющийся материал, новый сбор данных или то и другое.

Разработав план исследований, приступают к самой дорогой и самой чреватой ошибками фазе - реализации этого плана. При сборе информации

10

встают иногда крупные проблемы, например, отказ опрашиваемых участвовать в опросе, пристрастные и неискренние ответы и т.д.

Подготовка информации для анализа является следующим после сбора

данных шагом процесса исследования. Главное при этом - извлечение из совокупности полученных данных наиболее важных сведений и результатов. Исследователь сводит полученные данные в таблицы и рассчитывает различные показатели и параметры. Для получения дополнительных сведений полученные данные обрабатываются с помощью современных статистических методик и моделей принятия решений.

Представление полученных результатов - кульминация проведенных исследований. Надо представить основные результаты нужные для окончательного принятия решений.

ll

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Определение проблем и целей исследования | | |
|  | Диагностика |  |
| Выделение проблемы |
| Определение  цели |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Разработка плана исследований | |  |
|  | Определение потребности  в информации | |
| Определение  ВИД OB  исследований | |
| Определение  ИGТОЧНИКОВ  информации |  |
| Выбор методов и средств сбора данных | |
| Определение финансовых затрат на исследования | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Реализация плана исследований | | |
|  | Сбор информации |  |
| Подготовка информации для анализа |
| Анализ  информации |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Представление полученных результатов | | |
|  | Разработка рекомендаций |  |
| Составление  отчета Представление информации  ДЛЯ П]ЭИ НЯТИЯ  решения |

Рис. 4.1 Фазы осуществления научных исследований

12

##### 5. Паспорт научной специальности 2.1.7. «Технология и организация строительства»

##### Область науки: 2. Технические науки

##### Группа научных специальностей: 2.1. Строительство и архитектура

##### Наименование отрасли науки, по которой присуждаются ученые степени: Технические

##### Шифр научной специальности: 2.1.7. Технология и организация строительства

##### Направления исследований:

##### 1. Прогнозирование и оптимизация параметров технологических процессов и систем организации строительства и его производственной базы, повышение организационно-технологической надежности строительства. Разработка параметров системы управления инвестиционно-строительными проектами.

##### 2. Разработка конкурентоспособных новых и совершенствование существующих технологий и методов производства строительно-монтажных работ на основе применения высокопроизводительных средств механизации и автоматизации строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса зданий и сооружений. Разработка систем контроллинга и средств мониторинга организационно-технологических процессов.

##### 3. Разработка новых и совершенствование существующих методов и организационных форм жилищно-гражданского, промышленного, коммунального, энергетического, транспортного и других видов строительства (реконструкции). Разработка новых организационных форм строительства (реконструкции) технически сложных, особо опасных и уникальных объектов с учетом особенностей конструктивных решений и технологий строительно-монтажных работ.

##### 4. Теоретические и экспериментальные исследования эффективности технологических процессов. Выявление общих закономерностей реализации сложных инвестиционно-строительных проектов с применением информационного моделирования и оптимизации организационно-технологических решений.

##### 5. Исследование эффективности применения машин, оборудования, установок, инструментов, транспортных средств, технологий информационного моделирования, систем автоматизации в строительстве и его производственной базе; обоснование их технологических возможностей и областей рационального применения; обоснование оптимального машинного парка и организационных форм управления им.

##### 6. Разработка принципов и методов повышения надежности функционирования строительных организаций и предприятий, осуществляющих инвестиционно-строительную деятельность. Совершенствование системы управления инвестиционно-строительным проектом с использованием основных направлений инжиниринга в контрактах жизненного цикла.

##### 7. Разработка научных основ, методов и средств контроля, способов повышения качества строительной продукции на всех этапах жизненного цикла.

##### 8. Разработка принципов организации строительства сложных и уникальных объектов, развитие поточных методов, применение сетевых и других моделей, совершенствование методов календарного планирования 9. Разработка новых и совершенствование существующих методов организационно-технологического проектирования в строительстве с использованием технологий информационного моделирования на протяжении всего жизненного цикла объекта недвижимости.

##### 10. Оптимизация прединвестиционной фазы реализации инвестиционностроительных проектов с учётом совершенствования системы обязательного и добровольного нормативно-технического регулирования, обоснования и выбора рациональной организационной структуры инвестиционностроительного проекта и оптимизации функционального взаимодействия основных участников строительных контрактов (договоров).

##### 11. Влияние технологических процессов на окружающую среду, определение рациональных «зелёных технологий» для среды жизнедеятельности. Обеспечение безопасности и экологичности технологических и производственных процессов и их результатов.

##### 12. Разработка и оптимизация существующих форм управления строительным производством; обоснование и выбор рациональных организационных структур и методов управления в строительстве.

##### 13. Разработка научных основ, системного подхода, методов и технологий повышения эксплуатационного качества промышленных и гражданских зданий с учетом круглогодичного производства работ, инструментального контроля и способов повышения надежности зданий при их возведении, эксплуатации и реконструкции.

##### 14. Повышение эффективности организации строительства в условиях воздействия природных и техногенных факторов и возникновения чрезвычайных ситуаций.

##### 15. Разработка и совершенствование методов планирования и организации инвестиционно-строительной деятельности, развитие методов создания и эксплуатации недвижимости.

##### 16. Разработка научных, методологических и системотехнических принципов повышения надежности организационно-технологических решений при использовании энергоэффективных технологий.

##### 17. Разработка методов и средств организации строительного производства в условиях технических и экономических рисков и неопределенностей.

##### 18. Разработка принципов и прогрессивных методов организации труда на базе комплексной механизации технологических процессов и создания условий эффективного и безопасного труда.

##### Смежные специальности (в т.ч. в рамках группы научной специальности)1 :

##### 2.1.5. Строительные материалы и изделия

##### 2.1.14. Управление жизненным циклом объектов строительства

##### 2.1.15. Безопасность объектов строительства

##### 2.5.21. Машины, агрегаты и технологические процессы

##### 6. Примеры применения методов научного поиска при решении задач организации и управления строительством

**Пример применения методов научного поиска при принятии организационно-технологических решений на стадии оперативного управления объектом строительства на основе применения ИСУ «Строительство» разрабатываемой в ДГТУ**

**Методы прогнозирования параметров инвестиционно-строительного проекта**

Любая интеллектуальная система управления, в том числе и ИСУ «Строительство»,разрабатываемая в ДГТУ

должна обладать возможностью использования методов прогнозирования временных и стоимостных параметров строительных проектов, так как это является важным аспектом в работе строительных организаций.

Процесс прогнозирования включает в себя формирование системыколичественных и качественных показателей инвестиционно-строительного проекта (ИСП), анализ изменения которых во времени позволяет оценивать темпы, пропорции и тенденции его реализации на перспективу. Важность прогнозирования параметров ИСП в современном мире возрастает ввиду того, что процессы возведения объектов строительства все более усложняются, а конкуренция на подрядном рынке непрерывно растет.

Конкурентоспособность современной строительной организации напрямую зависит от профессиональных возможностей управленческого персонала применять при подготовке и принятии организационно-технологических решений современные цифровые технологии, интегрированные с моделями прогнозирования.

При выборе моделей прогнозирования необходимо учитывать особенности строительного производства, включающие множество внешних и внутренних факторов.

К внутренним факторам можно отнести возможности конкретной строительной организации: техническая оснащенность; используемые технологии производства работ; цифровые технологии и информационное обеспечение; финансовую устойчивость; кадровый потенциал рабочих и инженерно-технических работников и др.

Указанные факторы обуславливают наличие определенных технических и экономических рисков при реализации ИСП и в разной степени оказывают влияние на выбор применяемых моделей прогнозирования, систему планирования и выработку управленческих решений.

Отсутствие при разработке прогноза необходимой и достоверной информации о роли и степени воздействия тех или иных факторов в конечном итоге приводит к тому, что фактические показатели реализации отдельных ИСП и деятельности строительной организации в целом могут существенно отличаться от прогнозных значений.

Длительный характер создания строительной продукции и как следствие большой уровень незавершенного производства диктует необходимость разработки и использования моделей прогнозирования, как на краткосрочных интервалах планирования (неделя, месяц), так и на более длительных интервалах (квартал, год). При этом необходимы модели ориентированные на прогнозирование параметров, как отдельных объектов, так и строительной организации в целом.

Учитывая многокритериальность системы управления строительством существует необходимость в разработке методики прогнозирования параметров ИСП, как на стадии проектирования, так и строительства на основе применения цифровых технологий.

Классификация методов прогнозирования осуществляется обычно по трем основным признакам: по степени формализации; по общему принципу действия; по способу получения прогнозной информации.

Формализуемые методы применяются тогда, когда информация об объекте прогнозирования носит преимущественно количественный характер, а влияние различных факторов можно описать с помощью математических формул.

Интуитивные используются для процессов, которые невозможно описать математическими формулами.

Интуитивные методы не всегда подходят для создания прогнозных моделей временных и стоимостных параметров ИСП в связи с тем, что они не обеспечивают необходимую точность прогноза из-за отсутствия достаточного объема достоверной информации получаемой с объекта строительства в режиме близкому к реальному масштабу времени. Поэтому в строительстве, как и в других организационно-технологических системах лучше использовать формализуемые методы и разработанные на их основе алгоритмы и информационные технологии.

В строительстве перспективным является направление, базирующееся на использовании в процессе прогнозирования информационных баз – объектов аналогов созданных в автоматизированном режиме в процессе функционирования информационных технологий.

Использование метода прогнозной экстраполяции для краткосрочного прогнозирования параметров ИСП ограничено присущими ему недостатками:

- невозможность учета всего множества параметров, влияющих на параметры строительства отдельных объектов и строительной организации в целом;

- на стадии оперативного управления жесткая фиксация модели тренда, не позволяет учесть краткосрочные тенденции, возникающие при реализации строительного проекта, связанные с изменением условий выполнения СМР: неблагоприятными погодными условиями, непроизводительными потерями трудовых ресурсов, выход из строя строительных машин и механизмов и т.п..

Одним из наиболее распространенных методов получения прогнозов параметров строительства является модель множественной регрессии.

 В процессе работы строительной организации естественно постоянное появление новой информации, что требует корректировки данных прогнозной модели. Такая корректировка является очень сложной и трудоемкой процедурой, для которой требуется большой объем вычислений. Это приводит к тому, что динамическое изменение характеристик прогнозной модели зачастую невозможно.

Прогнозирование на базе ARIMA-моделей.

Модели ARIMA были предложены Дж. Боксом и Г. Дженкинсоном. ARIMA и опираются на информацию, содержащуюся в предыстории прогнозируемых рядов, что ограничивает возможности алгоритма. Модели ARIMA имеют следующие частные случаи: AR(p) - авторегрессионая модель порядка p, MA(q) -модель со скользящим средним порядка q.

AR(p) -авторегрессионая модель порядка p.

Y(t)=f\_0+f\_1\*Y(t-1)+f\_2\*Y(t-2)+…+f\_p\*Y(t-p)+E(t) (3.5)

где Y(t)-зависимая переменная в момент времени t. f\_0, f\_1, f\_2, …, f\_p — оцениваемые параметры. E(t) — ошибка от влияния переменных, которые не учитываются в данной модели. Задача заключается в том, чтобы определить f\_0, f\_1, f\_2, …, f\_p. Правильнее всего искать их через систему уравнений Юла-Уолкера, но такой способ требует больших вычислений. Существует, также, более простой способ — метод наименьших квадратов.

В основу авторегрессионных моделей заложено предположение о том, что значение процесса Z(t)линейно зависит от некоторого количества предыдущих значений того же процесса Z(t-1),…,Z(t-p).

MA(q) -модель со скользящим средним порядка q.

Y(t)=m+e(t)-w\_1\*e(t-1)-w\_2\*e(t-2)-…-w\_p\*e(t-p) (3.6)

где Y(t)-зависимая переменная в момент времени t. w\_0, w\_1, w\_2, …, w\_p — оцениваемые параметры.

Для достижения большей гибкости целесообразно объединить в одной модели авторегрессию AR(p) и скользящее среднее MA(q). Общая модель обозначается ARMA(p,q)— авторегрессионные модели со скользящим средним в остатках, включает в себя члены, описывающие авторегрессию и члены, моделирующие остаток в виде среднего. Модель скользящего среднего является по сути дела фильтром низких частот. Существуют простые, взвешенные, кумулятивные, экспоненциальные модели скользящего среднего.

Если в качестве входных данных используются не сами значения временного ряда, а их разность *d*-того порядка, то модель носит название авторегрессии проинтегрированного скользящего среднего. Данную модель называют ARIMA(p,d,q).

Развитием модели ARIMA(p,d,q) является модель ARIMAX(p,d,q), которая описывается уравнением:

(3.7)

где, *α1*,…,*αS* — коэффициенты внешних факторов X1(t*)*,…,XS(t). В данной модели чаще всего процесс Z(t) является результатом модели MA(q). Далее для прогнозирования Z(t) используется модель авторегрессии, в которой введены дополнительные регрессоры внешних факторов X1(t*)*,…,XS(t).

Неоднородность темпа работ в строительстве, как временного ряда и сложность практической реализации прогнозной модели, является одним из недостатков данного метода. Также ему присущи недостатки корреляционных методов, что ограничивает возможность применения метода для прогнозирования временных и стоимостных параметров строительства объекта.

Недостатками данного класса моделей являются: большое число параметров модели, идентификация которых неоднозначна и ресурсоемка; низкая адаптивность моделей, а также линейность и, как следствие, отсутствие способности моделирования нелинейных процессов, часто встречающихся на практике.

В процессе доработки и усовершенствования модели ARIMA(p,d,q) была разработана модель ARIMAX(p,d,q), ключевым моментом которой является соответствие значений внешних факторов времени, которое будет прогнозировать данная модель. Следовательно, если требуется прогноз на завтра, необходимо знать значения внешних факторов, которые будут завтра, иначе модель будет работать некорректно. В строительстве такими внешними факторами могут стать изначально запланированные темпы работ, количество рабочих, прогноз условий окружающей среды. Необходимо также учитывать, что спрогнозированные внешние факторы имеют собственные ошибки прогноза. Поэтому при использовании данной модели надо выбрать 3-5 внешних факторов, иначе итоговая ошибка негативно скажется на точности прогнозного временного ряда.

Основную сложность в оценке при помощи МНК модели представляет наличие мультиколлинеарности, так как соседние значения одного и того же ряда обычно высоко коррелированы. В таком случае для оценки параметров используют метод Алмон [Остроух,2020].

В случаях, когда нужно учитывать как значения объясняющих переменных, так и прошлые значения этого ряда применяют модель авторегрессии и распределенного лага (ADL модель). Формула ADL(p, q, k), где k количество экзогенных переменных, для одной объясняющей переменной выглядит следующим образом:

(3.8)

Такая модель наилучшим образом описывает временной ряд. На практике для оценки подобных моделей часто используют методологию Бокса-Дженкинса для оценки авторегрессии и специальные приёмы для упрощения оценки распределённого лага.

Неоднородность темпа работ в строительстве, как временного ряда и сложность практической реализации прогнозной модели, является одним из недостатков данного метода. Также ему присущи недостатки корреляционных методов, что ограничивает возможность применения метода для прогнозирования временных и стоимостных параметров строительства объекта.

К адаптивным методам относятся методы Брауна, Хольта и Хольта-Уинтерса. В основе методов лежит модель рекурсивного гармонического процесса, предложенная Дж.Юлом.

При обработке временных рядов, как правило, наиболее ценной является информация последнего периода, т.к. необходимо знать, как будет развиваться тенденция, модели ARIMA(p,d,q) существующая в данный момент, а не тенденция, сложившаяся в среднем. Адаптивные методы позволяют учесть различную информационную ценность уровней временного ряда, степень «устаревания» данных. Это свойство адаптивных методов является существенным их достоинством для прогнозирования временных и стоимостных параметров объекта строительства.

Первоначальное построение прогнозной модели на стадии оперативного управления производится по данным, полученным за первую неделю строительства, на основании этой информации составляется прогноз, который сравнивается с фактическими и/или запланированными данными. По результатам прогноза происходит корректировка модели, затем составляется прогноз на следующий интервал планирования и т.д.

Таким образом, адаптация осуществляется итеративно с получением каждой новой фактической точки ряда. Модель постоянно «впитывает» новую информацию, приспосабливается к ней и поэтому отражает тенденцию развития, существующую в данный момент на объекте строительства.

На стадии среднесрочного планирования (месяц, квартал, год) рассматривается технологический комплекс работ (поток) по возведению отдельных частей здания: каркаса здания, ограждающих конструкций, внутренних стен и перегородок и т.д. На этом этапе используется агрегированная оперативная информация характеризующая состояние возведения конструктивных элементов здания по неделям месяца. При таком подходе каждый последующий уровень использует агрегированную информацию предыдущего уровня, что позволяет повысить качество и точность прогнозов используемых при принятии управленческих решений.

Одним из показателей влияющих на параметры ИСП является ритмичность производства.

Ритмичное производство – залог успешности любого субъекта хозяйствования и определённая гарантия его достойного будущего. Поэтому одна из важных целей управления – достижение высокого и стабильного уровня ритмичности.

Аритмичное производство ухудшает все ключевые экономические индикаторы субъекта хозяйствования.

В отличие, от промышленного серийного или мелкосерийного производства, где ритмичность зависит от объемов выпускаемой продукции в определенный интервал планирования: сутки, неделя, месяц, квартал, год, и на основании план/фактного анализа рассчитывается ритмичность выпуска продукции. В строительстве, где продолжительность производственного цикла определяется продолжительностью строительства объекта и может составлять несколько месяцев и даже лет, такой подход не подходит.

Неравномерная работа приводит к так называемой «штурмовщине», которая заключается в смещении сроков выполнения работ на конечную стадию строительства и их одновременного (параллельного) выполнения, что приводит к нарушению фронтов работ и ухудшению качества их выполнения. «Штурмовщина» влияет резко негативно на практически все экономические показатели строительной организации: снижается качество производимых конструктивных элементов, возрастают непроизводительные потери рабочего времени рабочих и строительных машин, увеличивается объем незавершенного производства и т.п. В строительстве, где превалирует сдельная оплата труда, при расчете с рабочими за выполненные объемы работ позволяет управленческому персоналу при желании не учитывать и не оплачивать сверхнормативную работу и таким образом скрывать все просчеты в организации производства и труда и тем самым нарушать ТК РФ и не способствовать внедрению методов Lean.

Классический подход к методике оптимизации временных параметров работ предполагает, что сначала на основании информации о ходе выполнения работ осуществляется расчет сетевого графика. Целью расчета является выявление работ попавших на критический и подкритический пути, а так же их влияния на сроки окончания строительства объекта, а потом уже выработке и принятия решений по оптимизации временных параметров отдельных работ. Поэтому план/фактный анализ характеристик работ является основным методом расчета отклонений и прогнозирования их временных параметров.

Ритмичная работа бригад является основным условием своевременного окончания в соответствии с календарным планом конструктивных элементов и их последующей сертификации - освидетельствования качества выполненных скрытых работ. При увеличении продолжительности КЭ и, тем более, если он находится на критическом пути сетевого графика, происходит задержка в предоставлении фронта работ для создания, следующего КЭ, а при сокращении продолжительности возможен наоборот простой фронта работ из-за отсутствия необходимых ресурсов в связи с незапланированной их поставкой.

На этапе оперативного управления (месяц, неделя, сутки) используется детальная информация о параметрах производственных процессов возникающих при создании отдельных конструктивных элементов объекта: колонн, плит перекрытия, диафрагм жесткости и т.п. Для прогнозирования временных параметров по отдельным работам и конструктивным элементам сначала используется эвристический алгоритм, основанный на расчете и сравнении планируемого и фактического темпов выполнения работ, а затем модель ARIMA(p,d,q).

Таким образом, на стадии оперативного управления в качестве промежуточной продукции строительства можно рассматривать отдельные конструктивные элементы здания, которые отличаются объемными характеристиками, трудоемкостью и условиями производства и как следствие разной продолжительностью изготовления, а в качестве основного параметра, характеризующего ритмичность строительного производства принять фактический темп работ. Но использование темпа работ в качестве показателя ритмичности на стадии оперативного управления строительным производством сдерживается из-за высокой трудоемкости и сложности получения за каждую смену достоверной первичной информации с объекта строительства и без применения современных информационных технологий и WEB эту проблему невозможно решить.

Рассматриваемая методика, ориентирована на учет влияния человеческого фактора и состояния ресурсного обеспечения на производительность труда в процессе строительства, которую опосредованно можно измерить на стадии оперативного управления через темп и напряженность выполнения работ. С этой целью на стадии оперативного управления задается шаг «съема информации» равный смене, позволяющий получить достаточно большой объем информации необходимый для прогнозирования временных параметров работ, провести анализ причин повлиявших на отклонение временных параметров работ от запланированных значений, а затем принять корректирующие управленческие решения по оптимизации параметров работ. После расчета величин отклонений и локальной оптимизации продолжительностей отдельных работ и при невозможности полностью «погасить» возникшие отклонения за счет повышения темпа производства работ осуществляется перерасчет временных параметров сетевого графика.

Рассматриваемая методика, позволяет управлять темпом производства работ и подстраивать его не только к особенностям возведения конкретного объекта, но и к особенностям работы каждой бригады и ориентирована на повышение адаптивности системы управления строительством. Задача состоит в том, чтобы уже на ранней стадии работы бригады рабочих на объекте осуществить настройку системы управления на конкретные условия его реализации с учетом данных ранее построенных объектов-аналогов.

Окончательное решение можно принять после того, как будет выполнена процедура по прогнозированию срока окончания работы на основе модели интегрированного скользящего среднего (ARIMA).

Одним из элементов подсистемы оперативного управления ИСУ «Строительство» является программный комплекс «Прогнозирование», который разработан с использованием языка программирования Python и библиотек: Numpy pandas -работа с массивами, обработка и анализ данных, matplotlib -построение графиков. ПК «Прогнозирование» позволяет на основании детальной информации накопленной в БД «Оперативная информация», руководителю проекта разработать варианты возможного поведения объекта управления. Для повышения оперативности и объективности, принимаемых организационно-технологических решений на стадии оперативного управления нами осуществлена графическая визуализация информации характеризующей эффективность протекания производственных процессов Рассмотрим на условном примере расчет показателей эффективности производства работ по возведению конструктивного элемента «Устройство опоры моста» по объекту «Автомобильный мост» планируемая продолжительность работ в соответствии с КП составляет = 24 дн.

На основании данных о планируемом и фактическом темпе работ за 24 смены по конструктивному элементу «Устройство опоры моста», с использованием ПК «Прогнозирование» был произведен расчет показателей характеризующих использование мощности бригады и ритмичность протекания производственного процесса.

На рисунке 4.8 приведен график производительного использования мощности бригады на работах по проекту ), а на рисунке 4.9 график внутрисменный потерь рабочего времени бригады ().

Наличие базы данных о фактических затратах труда за каждую смену позволяет, используя модель интегрированного скользящего среднего (ARIMA), осуществить прогноз использования мощности бригады и на основании этого внести изменения в сроки производства работ и логистическую модель поставки материальных ресурсов (рисунок 4.10).

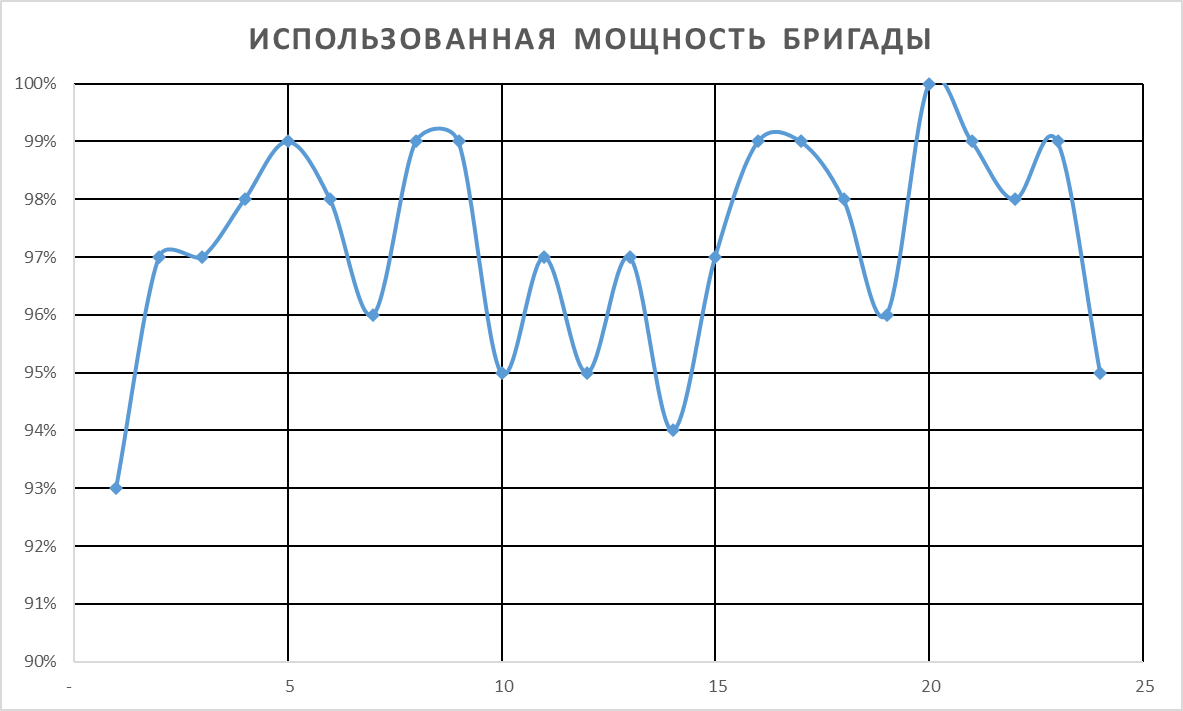


Рисунок 4.8 - График производительного использования мощности бригады

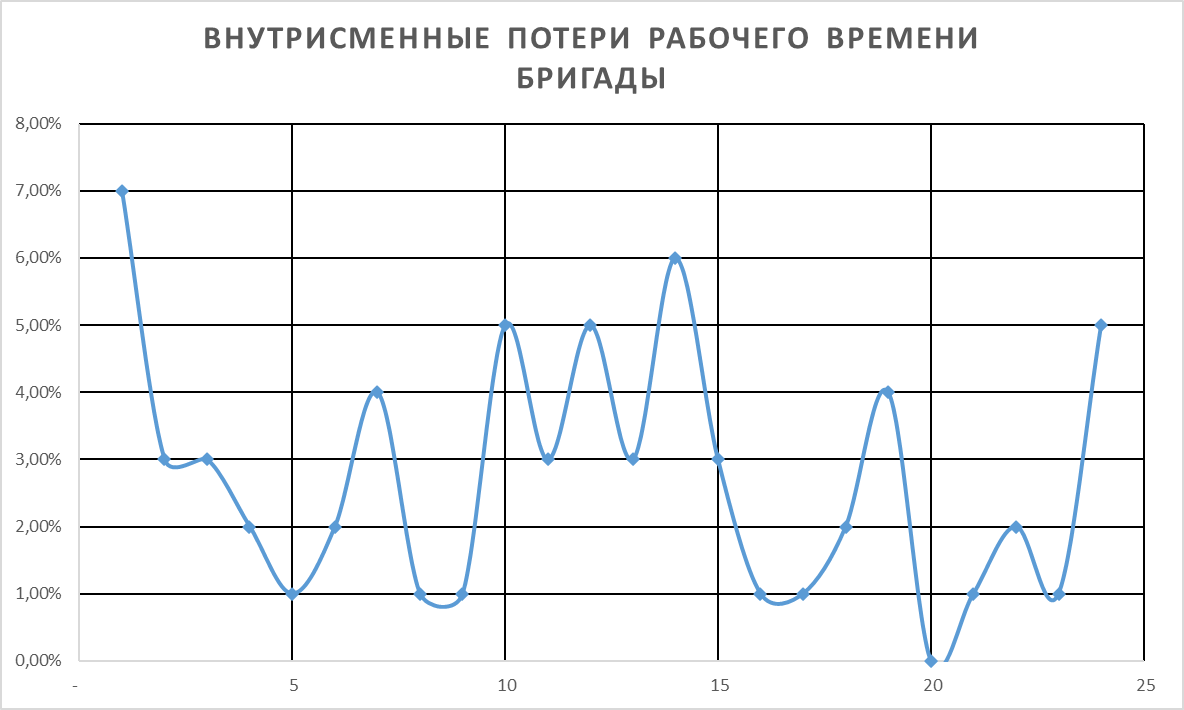


Рисунок 4.9 - График внутрисменный потерь рабочего времени бригады

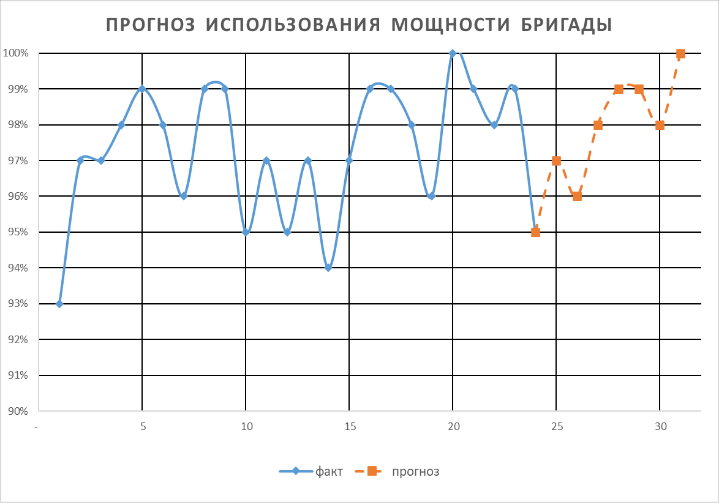


Рисунок 4.10 - График прогноза использования мощности бригады

Помимо приведенных прямых показателей характеризующих уровень использования трудовых ресурсов нами предлагается использовать косвенные связанные с измерением ритмичности производственных процессов: коэффициент ритмичности, коэффициент вариации, коэффициент аритмичности, темп работ и общее число аритмичности.

Для оценки ритмичности производства работ рассчитывается показатель аритмичности как сумма положительных и отрицательных отклонений фактического темпа работы от планового значения за каждую смену.

Коэффициент аритмичности показывает величину отклонений фактического темпа работ от планового темпа (рисунок 4.11).

*,* где(4.11)

– соответственно фактический и плановый темпы работы при изготовлении конструктивного элемента k (где – количество конструктивных элементов по z рассматриваемому объекту) в количество смен на интервале планирования.

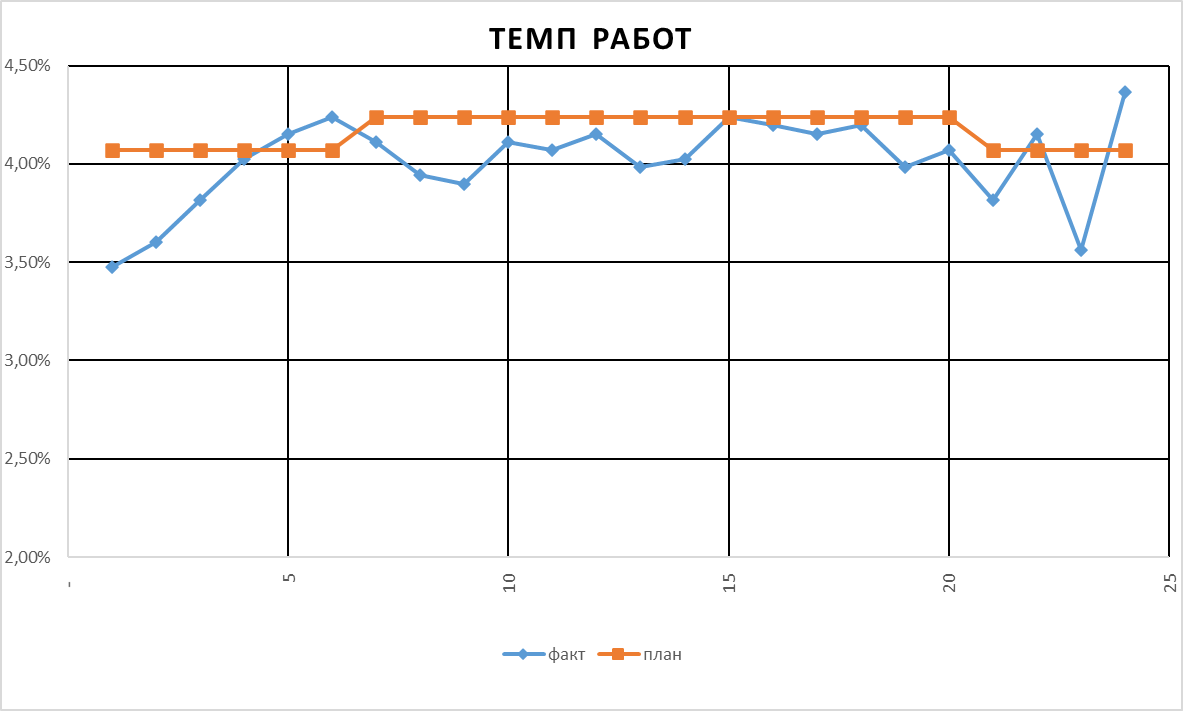


Рисунок 4.11 - Графики планируемого и фактического темпов производства работ

В абсолютном измерении формула аритмичности будет выглядеть следующим образом:

(4.12)

В нашем случае = -1,3%. Это означает, что в процессе производства работ возникло 1,3% отрицательных отклонений фактического темпа от планового. Следовательно, остальные 98,7% были выше или равны плановому значению.

Коэффициент аритмичности в абсолютном измерении равен 1,5%, что означает, что 1,5% отклонений не было выполнено в запланированном темпе.

Показатели аритмичности позволяют рассчитать упущенные возможности бригады при выполнении работ, а гистограмма распределения фактических отклонений темпа, помогает визуально определить, в каком направлении изменяется аритмичность (рисунок 4.12).

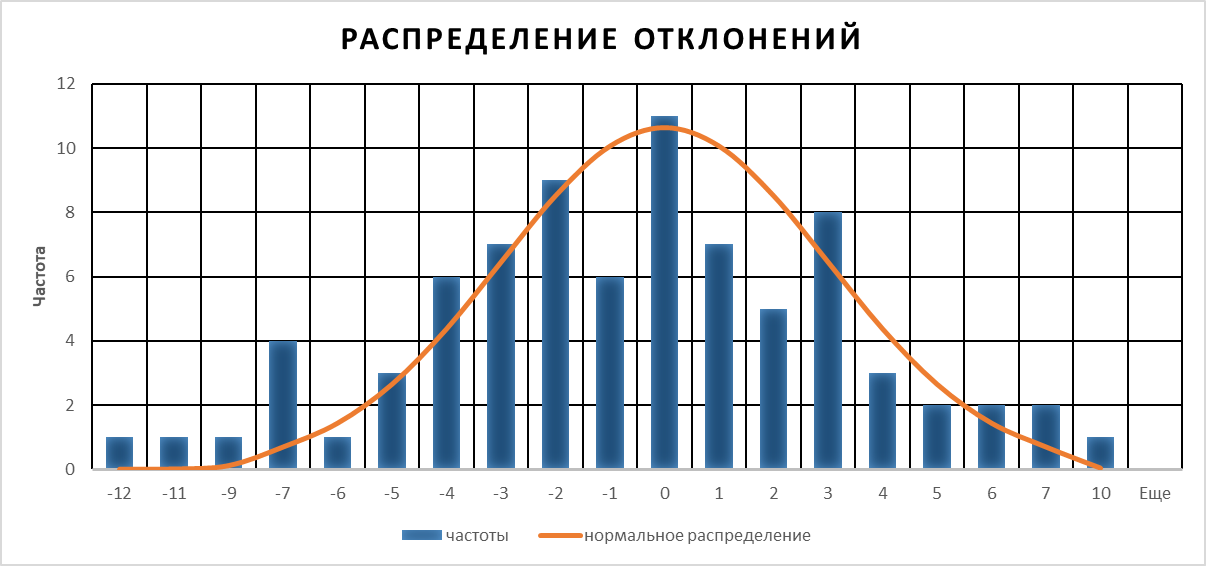


Рисунок 4.12 - Гистограмма распределения фактических отклонений темпа работ

Если большая частота отклонений сосредоточенна справа, то фактических превышений над плановым значением больше, а если слева, то наоборот. Более острый пик распределения может означать, что большинство работ выполняются с незначительным отклонением. Если пик более пологий, то большая часть работ была выполнена с отклонением[Еремеев ,1982: 22-23]. Возможна ситуация, когда работа была выполнена в срок, но встречались очень серьезные отклонения в обе стороны от плана, что будет наглядно видно на данном распределении.

Коэффициент вариации показывает, насколько в среднем отклоняется фактический темп работ от плановых значений.

*,*где (4.13)

– среднее значение планового темпа работ при изготовлении конструктивного элемента k , – количество смен на интервале планирования (рисунок 4.13).

Аритмия в использовании трудовых ресурсов это разность между планируемой мощностью бригады на начало смены и фактической - полезной использованной на работы в соответствии с проектом. Она характеризует потери в использовании трудовых ресурсов из-за простоев или использовании на работах непредусмотренных проектом (рисунок 4.14).

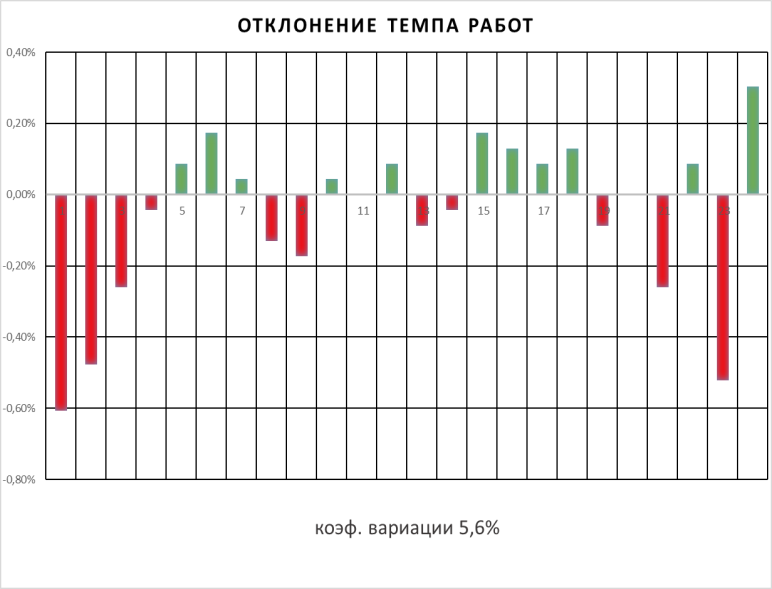


Рисунок 4.13 - График отклонений фактического темпа работ от планового значения

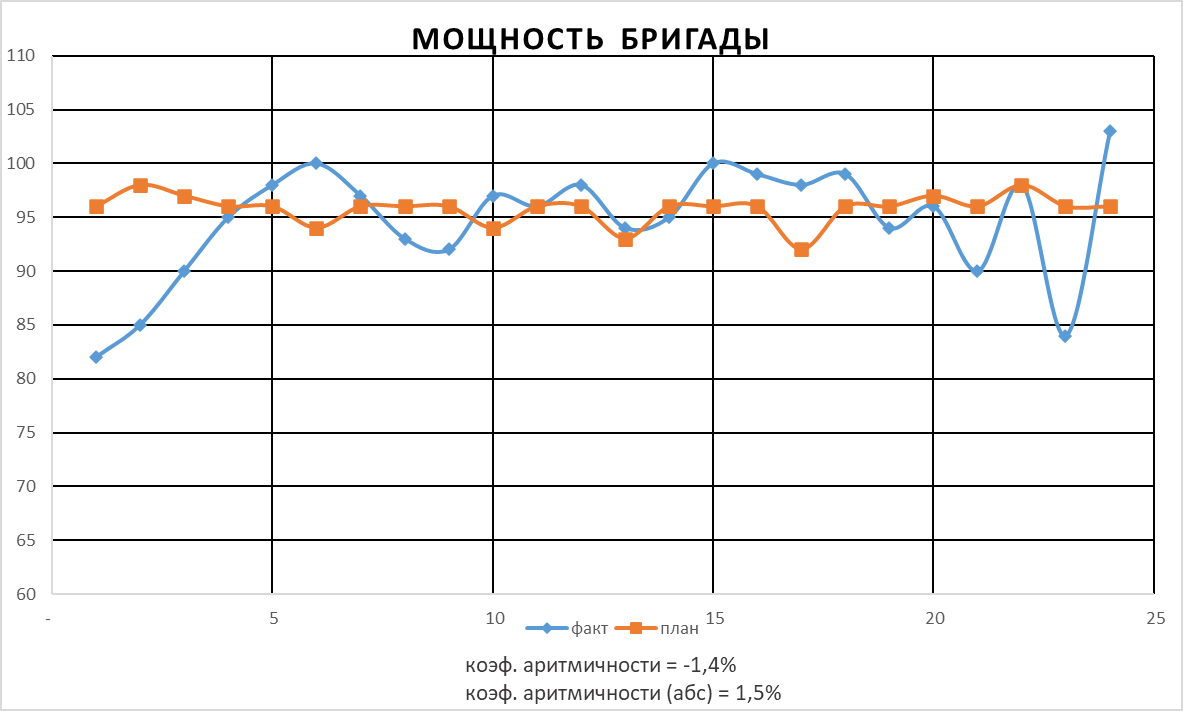


Рисунок 4.14 - Графики планируемой и фактической мощности бригады

Формула аритмичности, исходя из использования мощности бригады, будет иметь следующий вид:

, (4.14)

где – соответственно фактическая и планируемая мощности бригады () на () шаге съема информации.

Формула аритмичности в абсолютном измерении будет иметь следующий вид:

(4.15)

– соответственно фактическая и плановая мощности симбригады () на () шаге съема информации.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Тематика научных исследований по направлению подготовки 08.04.01

**tï TQOИTeЛЬG TBO** Н **П]ЭОГ]Э£tММ £t ПОДГОТОВКИ ït ТОИМ ОСТНОЙ ИНЖИНИ]ЗИНГїІ,**

«Управление инвестиционно-строительной деятельностью»

|  |  |
| --- | --- |
| N | Наименование работ |
|  | 2 |
|  | Оптимизация использования трудовых ресурсов при строительстве комплекса  зданий и сооружений |
| 2 | Формирование организационной структуры строительно-монтажной организации  с учётом особенностей строительстве жилого комплекса |
|  | Многокритериальная оценка эффективности организационно-технологических  решений при реконструкции объектов историко-культурного значения |
| 4 | Управление качеством строительства на различных стадиях жизненного цикла  проекта |
| 5 | Эффективное использование основных строительных машин и средств малой  механизации при строительстве жилого комплекса |
| 6 | Системно-поточный метод организации производства работ при строительстве  комплекта объектов культурно-бытового назначения |
| 7 | Разработка и внедрение современных организационно-технологических решений  при строительстве объектов производственного назначения |
| 8 | Разработка и реализация системы менеджмента в строительной организации,  ведущей жилищное строительство на основе диагностики ее финансового состояния |
| 9 | Методология разработки и создания эффективной системы управления процессами  квалификационным развитием кадрового потенциала предприятия |
| 10 | Выбор и оценка организационно-технологически решений при возведении  подземной части зданий в сложных городских условиях строительства |
| ll | Организация строительного производства при сносе зданий в проекте реновации  жилищного фонда |
| 12 | Формирование базовой стратегии строительной организации при реализации  программы малоэтажного строительства |
| 13 | Формирование механизма управления затратами в строительной организации  ведуіцей жилищно—гражданское строительство |
| 14 | Формирование экономического механизма управления качеством городской  застройки |
| 15 | Развитие системы снабжения строительных объектов на принципах логистики |
| 16 | Экономический механизм управления надежностью реализации проектов  комплексной настройки теории города |
| 17 | Механизм управления стоимостью инвестиционно-строительного проекта на  стадии разработки проектно-сметной документации |

|  |  |
| --- | --- |
|  | 2 |
| 18 | Инжиниринговые технологии управления ресурсами при реализации инвестиционно-  строительных проектов |
| 19 | Система адаптивного управления инвестиционно-строительными проектами на  основе информационных технологий |
| 20 | Повышение качества строительной продукции за счет интеграции процессов  проектирования и строительства на основе единой информационной базы |
| 21 | Управление инвестиционно-строительными проектами с использованием  информационных технологий |
| 22 | Методы и способы оценки результативности контроля процесса реализации проекта |
| 23 | Повышение эффективности деятельности строительной компании при строительстве  комплекса объектов путем совершенствования логистических систем |
| 24 | Управление затратами по видам работ, статьям затрат, влияющими на стоимость  реализации проекта подрядным предприятием |
| 25 | Методы контроля стоимости затрат проекта и разработка мероприятий  корректирующего и предупреждающего характера |
| 26 | Разработка методики формирования резервов снижения стоимости строительства  объектов строительным предприятием |
| 27 | Инжиниринговое управление рисками при реализации инвестиционно-строительных  проектов |
| 28 | Создание эффективной системы управления процессами  развития кадрового потенциала предприятия |
| 29 | Обоснование выбора технико-экономических решений проектной организацией для  повышения потребительских свойств строительной продукции |