Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра инженерных конструкций, строительных технологий и материалов

УТВЕРЖДАЮ
Директор архитектурно-строительного института
_____ И.В. Зоря
подпись
«____» _____ 20___ г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Планирование эксперимента

08.04.01 «Строительство»
(направленность (профиль): «Строительство»)

Квалификация выпускника
Магистр

Форма обучения
Очно-заочная форма

Срок обучения: 2 года 3 месяца

Год начала подготовки 2026

Новокузнецк
2026

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: e9cdc8d2e1d8561393a70ffb2f35aadef93db4e4
Владелец: Директор АСИ Зоря Ирина Васильевна
Действителен: с 17 января 2025 г. по 12 апреля 2026 г.
Дата и время: 06-03-2026 16:35:44 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

## 1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:
- формирование у обучающихся навыков организации и планирования научной работы;
- приобретение опыта проведения научного эксперимента и обработки результатов научно-практических исследований.

Задачами учебной дисциплины являются:
- дать общие сведения об организации и планировании экспериментальных исследований;
- изучить особенности организации и проведения экспериментов;
- дать представление об эффективном планировании различных видов эксперимента;
- научить анализировать полученные результаты эксперимента.

## 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 08.04.01 «Строительство».

Учебная дисциплина опирается на базовые знания и компетенции, полученные в процессе получения предыдущего образования.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:
- Теоретические основы получения и эксплуатационная стойкость строительных материалов, изделий и конструкций;
- Научные исследования в строительстве;
- Методология научного познания;
- Научно-исследовательская работа.

## 3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

### – Общепрофессиональные компетенции

| Наименование категории (группы) ОПК | Код и наименование ОПК | Код и наименование индикатора достижения ОПК | Планируемые результаты обучения |
|---|---|---|---|
| Теоретическая профессиональная подготовка | ОПК-3: Способен ставить и решать научно-технические задачи в | ОПК-3.1 Собирает и систематизирует информацию об опыте решения научно-технической задачи в сфере профессиональной | – знать: источники информации об опыте решения научно-технической задачи.<br>– уметь: собрать, проанализировать и систематизировать |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства на основе знания проблем отрасли и опыта их решения | деятельности | информацию об опыте решения научно-технической задачи по тематике научного эксперимента. |
| | | ОПК-3.2 Выбирает методы решения, устанавливает ограничения к решениям научно-технической задачи в сфере профессиональной деятельности на основе нормативно-технической документации, знания проблем отрасли и опыта их решения | – знать: классификации моделей, видов моделирования и методы теоретических и экспериментальных исследований<br>.<br>– уметь: построить матрицу планирования эксперимента. |
| | | ОПК-3.3 Решает научно-техническую задачу в области профессиональной деятельности, исходя из выбранных методов, имеющихся ограничений и опыта профессиональной деятельности | – знать: применение различных моделей и математическо-го моделирования, а также принципы организации исследовательской работы .<br>– уметь: сделать анализ полученной математической модели. |
| Исследования | ОПК-6: Способен осуществлять исследования объектов и процессов в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства | ОПК-6.1 Составляет план исследования с помощью методов факторного анализа | – знать: методы многофакторного эксперимента.<br>– уметь: составить план проведения многофакторного эксперимента и спрогнозировать его результаты. |
| | | ОПК-6.2 Выполняет исследования объектов и процессов в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства в соответствии с планом | – знать: организацию научного труда при выполнении эксперимента в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства в соответствии с планом.<br>– уметь: пользоваться |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | соответствующими оборудованием и приборами при проведении экспериментов. |
| | | ОПК-6.3 Документирует результаты исследований, оформляет отчетную документацию, формулирует выводы по результатам исследований | – знать: методики обработки результатов эксперимента в зависимости от условий его проведения.<br>– уметь: оформить результаты научной работы, выполнить графическую интерпретацию полученной математической модели и оценить эффективность научных исследований. |

## 4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

### Объем учебной дисциплины

| Семестр / курс | | ***ИТОГО*** | ***1 семестр*** |
|---|---|---|---|
| Форма промежуточной аттестации | | | *экзамен* |
| Трудоёмкость | *академ. час.* | ***144*** | *144* |
| | *зачетных единиц* | ***4*** | *4* |
| Лекции, *академ. час.* | | ***6*** | *6* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Лабораторные работы, *академ. час.* | | ***0*** | *0* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Практические занятия, *академ. час.* | | ***8*** | *8* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Курсовая работа / проект, *академ. час.* | | ***0*** | *0* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* |
| Консультации, *академ. час.* | | ***0*** | *0* |

| | | |
|---|---|---|
| в форме практической подготовки | ***0*** | *0* |
| Самостоятельная работа, *академ. час.* | ***94*** | *94* |
| в форме практической подготовки | ***0*** | *0* |
| Контроль, *академ. час.* | ***36*** | *36* |
| в форме практической подготовки | ***0*** | *0* |

## Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Значение планирования эксперимента при подборе состава шихты и технологических параметров для получения строительных материалов и изделий;

Раздел 2 Стандартные методики по планированию эксперимента;

Раздел 3 Методики обработки результатов эксперимента.

## 5 Перечень тем лекций

| **№ раздела / темы дисциплины** | **Темы лекций** | **Трудоемкость, *академ.час*** | |
|---|---|---|---|
| | | **всего** | **в форме практической подготовки** |
| Раздел 1. | Значение планирования эксперимента при подборе состава шихты и технологических параметров для получения строительных материалов и изделий | 2 | |
| Раздел 2. | Стандартные методики по планированию эксперимента | 2 | |
| Раздел 3. | Методики обработки результатов эксперимента | 2 | |
| **Итого:** | | **6** | **0** |

## 6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

| **№ раздела / темы дисциплины** | **Темы практических занятий (семинаров)** | **Трудоемкость, *академ.час*** | |
|---|---|---|---|
| | | **всего** | **в форме практической подготовки** |
| Раздел 2. | Принцип построения латинских квадратов | 2 | |
| Раздел 2. | Методика построения комбинационных квадратов | 2 | |
| Раздел 3. | Обработка результатов эксперимента | 4 | |
| **Итого:** | | **8** | **0** |

## 7 Перечень тем лабораторных работ

| № раздела / темы дисциплины | Темы лабораторных работ | Трудоемкость, *академ.час* | |
|---|---|---|---|
| | | всего | в форме практической подготовки |
| | *Отсутствуют* | | |
| **Итого:** | | **0** | **0** |

## 8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

| № раздела / темы дисциплины | Темы курсовых работ (проектов) | Трудоемкость, *академ.час* | |
|---|---|---|---|
| | | всего | в форме практической подготовки |
| | *Отсутствуют* | | |
| **Итого:** | | **0** | **0** |

## 9 Виды самостоятельной работы

| № раздела / темы дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, *академ.час* | |
|---|---|---|---|
| | | всего | в форме практической подготовки |
| Раздел 1. | 1. Выполнение домашнего задания;<br>2. Изучение лекционного материала. | 25 | |
| Раздел 2. | 1. Выполнение домашнего задания;<br>2. Изучение лекционного материала;<br>3. Подготовка к практическому занятию. | 25 | |
| Раздел 3. | 1. Выполнение домашнего задания;<br>2. Изучение лекционного материала;<br>3. Подготовка к практическому занятию. | 44 | |
| *Контроль* | *Подготовка к экзамену* | 36 | |
| **Итого:** | | **130** | **0** |

## 10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

| Контролируемые разделы (темы) дисциплины | Контролируемые компетенции | Оценочные средства |
|---|---|---|
| Раздел 1. | ОПК-3;<br>ОПК-6 | 1. Домашнее задание;<br>2. Тестовые задания |
| Раздел 2. | ОПК-3;<br>ОПК-6 | 1. Домашнее задание;<br>2. Наблюдение за работой на практическом занятии;<br>3. Тестовые задания |

| | | |
|---|---|---|
| Раздел 3. | ОПК-3;<br>ОПК-6 | 1. Домашнее задание;<br>2. Наблюдение за работой на практическом занятии;<br>3. Тестовые задания |
| Экзамен. | ОПК-3;<br>ОПК-6 | 1. Экзамен на основе результатов текущего контроля |

## 11 Входной контроль

Дисциплина «Планирование эксперимента», изучаемая в 1 семестре, не подразумевает проведение входного контроля и рассчитана на обучающегося 1 курса, поступившего в университет в соответствии с Правилами приема в СибГИУ.

## 12 Текущий контроль

**12.1 Текущий контроль знаний** используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО СибГИУ.

Формы проведения текущего контроля – домашнее задание; наблюдение за работой на практическом занятии; тестовые задания.

## 12.2 Описание оценочных средств

### Шкалы оценивания (методики оценки)

### 12.2.1 Рекомендации по оцениванию домашнего задания

Домашнее задание – это самостоятельная форма учебной деятельности обучающегося, которая осуществляется без непосредственного руководства и контроля со стороны педагогического работника, но по его поручению.

**Критерии оценки:**

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный ответ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– использование при ответе требований нормативных документов, учебной литературы (обязательное условие);

– использование графических элементов с целью выделения особо значимой информации: таблиц, схем, рисунков и т.п.

Критерии оценки домашнего задания

| Наименование параметра оценки | Оценка |
|---|---|
| Обучающийся выполнил задание в полном объёме; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; обнаруживает понимание материала; может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно. | отлично |
| Обучающийся выполнил задание, удовлетворяющее тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает несколько незначительных ошибок. | хорошо |
| Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений задания, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке ответа; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки. | удовлетворительно |
| Обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений или ответа в целом, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала. | неудовлетворительно |

### 12.2.2 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО СибГИУ в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используются вопросы со свободно конструируемом ответом из заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Правильность ответа оценивает преподаватель от 0 до 1 балла.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

| Количество правильных ответов, % | Оценка |
|---|---|
| 81-100 | отлично |
| 60-80,9 | хорошо |
| 50-59,9 | удовлетворительно |
| менее 60 | неудовлетворительно |

**12.2.3 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии**

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

**Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:**

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

| Наименование параметра оценки | Максимальное количество баллов |
|---|---|
| Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями. | 2,5 |
| Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники. | 1,25 |
| Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы. | 1,25 |

| Наименование параметра оценки | Максимальное количество баллов |
|---|---|
| **Итого** | **5** |

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

**Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.**

## 13 Промежуточная аттестация

**13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации** обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: экзамен на основе результатов текущего контроля.

### 13.2 Оценивание обучающегося на экзамене

| Критерии | Оценка |
|---|---|
| Все предусмотренные программой работы выполнены в полном объеме, при этом среднеарифметическое значение не менее 4,5 | Отлично |
| Все предусмотренные программой работы выполнены в полном объеме, при этом среднеарифметическое значение не менее 3,5, но меньше 4,5 | Хорошо |
| Все предусмотренные программой работы выполнены в полном объеме, при этом среднеарифметическое значение не менее 3,5, но менее 3 | Удовлетворительно |
| Хотя бы одна работа оценена на «неудовлетворительно» | Неудовлетворительно |

**Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.**

**14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины**

**а) литература:**

1 Комлацкий, В. И. Планирование и организация научных исследований : учебное пособие / В. И. Комлацкий, С. В. Логинов, Г. В. Комлацкий. - Ростов н/Д : Феникс, 2014. - 204 с. - ISBN 978-5-222-21840-2. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785222218402.html (дата обращения: 03.03.2026);

2 Сафин, Р. Г. Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента : учебное пособие / Р. Г. Сафин, А. И. Иванов, Н. Ф. Тимербаев. - Казань : Издательство КНИТУ, 2013. - 156 с. - ISBN 978-5-7882-1412-2. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270277 (дата обращения: 03.03.2026);

3 Кулагина, Т. А. Планирование и техника эксперимента : учебное пособие / Кулагина Т. А. - Красноярск : СФУ, 2017. - 56 с. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/sfu002.html (дата обращения: 03.03.2026);

4 Степанов, П. Е. Планирование эксперимента : учебно-методическое пособие / П. Е. Степанов. - Москва : МИСиС, 2017. - 22 с. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/Misis_230.html (дата обращения: 03.03.2026).

**б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 – ]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 – ]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 – ]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 – ]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 – ]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 – ]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 – ]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 – ]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

**в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– CorelDraw;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– WinRAR;
– Р7-Офис.

**г) базы данных и информационно-справочные системы:**

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

## 15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа и занятий семинарского типа (практических занятий), оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и

обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 08.04.01 «Строительство».

Составитель(и):

доцент Спиридонова Ирина Владимировна (кафедра инженерных конструкций, строительных технологий и материалов).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Директор Ассоциации СРО
«Кузбасский проектно-научный центр»,
доцент, к.т.н С.К.Яковлев

## Приложение

### 1 Подготовка индивидуального домашнего задания

Примерные темы индивидуальной работы:

1. Применение трехфакторного эксперимента для оптимизации состава строительного материала;
2. Применение трехфакторного эксперимента для оптимизации технологических параметров производства строительного материала.

По предложенной матрице эксперимента и факторов варьирования необходимо выполнить статистическую обработку данных, выявить ошибки эксперимента и в конце работы сформулировать выводы.

Работа выполняется по вариантам.

Пример задания:

Оптимизировать технологические параметры получения арболита, состоящего из опилок, портландцемента М400 и минерализующих добавок в виде хлористого кальция и жидкого стекла и определить грубые погрешности эксперимента. Матрица выполнения трехфакторного эксперимента и факторы варьирования приведены на рисунке 1 и в таблице 1. Расчетные данные для оптимизации технологических параметров и определения ошибки эксперимента представлены в таблице 2.

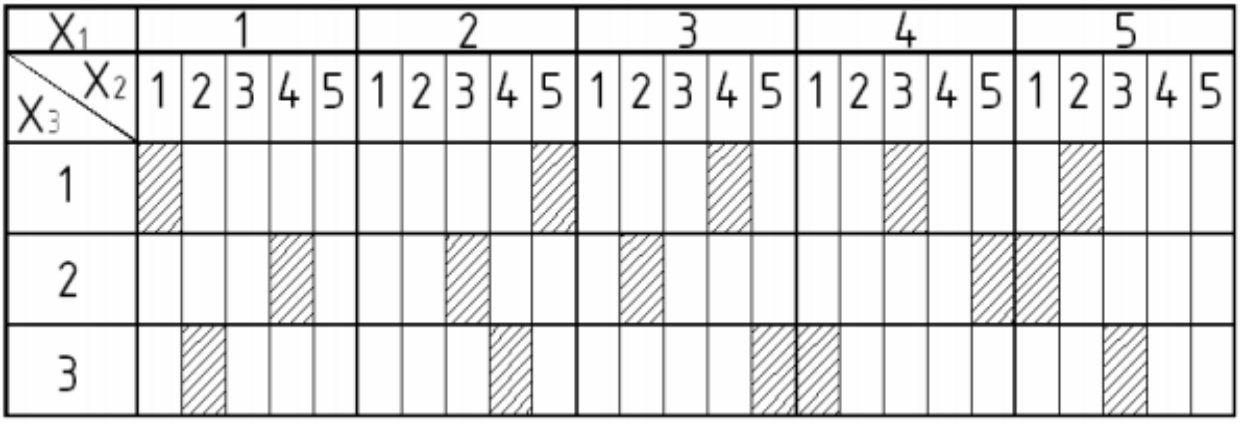



Рисунок 1 – Матрица выполнения трехфакторного эксперимента

Таблица 1 - Факторы варьирования и их значения

| Наименование | Ед. изме | Обоз. | Значения факторов варьирования на уровнях |
|---|---|---|---|

| | рения | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Давление прессования | кгс | $X_1$ | 8 | 16 | 24 | 32 | 40 |
| Расход добавки $CaCl_2$ | % | $X_2$ | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 |
| Расход жидкого стекла | % | $X_3$ | 0 | 1,5 | 3 | 0 | 0 |

Таблица 2 – Расчетные данные

| № эксп. | Факторы варьирования | | | | | | Выходные данные | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $X_1$ | | $X_2$ | | $X_3$ | | | | |
| | кгс | № | % | № | % | № | Rсж, МПа | γ, кг/м$^3$ | ККК, МПа |
| 1 | 8 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 10,5 | 820 | 12,8 |
| 2 | 16 | 2 | 12 | 5 | 0 | 1 | 11 | 780 | 14,1 |
| 3 | 24 | 3 | 9 | 4 | 0 | 1 | 8,8 | 920 | 9,56 |
| 4 | 32 | 4 | 6 | 3 | 0 | 1 | 7,5 | 600 | 12,5 |
| 5 | 40 | 5 | 3 | 2 | 0 | 1 | 6,4 | 510 | 12,55 |
| 6 | 8 | 1 | 9 | 4 | 1,5 | 2 | 10,4 | 760 | 12,15 |
| 7 | 16 | 2 | 6 | 3 | 1,5 | 2 | 9,6 | 790 | 12,15 |
| 8 | 24 | 3 | 3 | 2 | 1,5 | 2 | 9,9 | 880 | 11,25 |
| 9 | 32 | 4 | 12 | 5 | 1,5 | 2 | 5,9 | 560 | 10,54 |
| 10 | 40 | 5 | 0 | 1 | 1,5 | 2 | 5,7 | 570 | 10 |
| 11 | 8 | 1 | 3 | 2 | 3 | 3 | 9,7 | 790 | 12,28 |
| 12 | 16 | 2 | 9 | 4 | 3 | 3 | 8,8 | 790 | 11,14 |
| 13 | 24 | 3 | 12 | 5 | 3 | 3 | 8,6 | 940 | 9,15 |
| 14 | 32 | 4 | 0 | 1 | 3 | 3 | 7,3 | 820 | 8,9 |
| 15 | 40 | 5 | 6 | 3 | 3 | 3 | 6,5 | 650 | 10 |

## 2 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Примеры заданий к практическим работам по разделу 2:

1. По матрице выполнения трехфакторного эксперимента и факторы варьирования, приведенным на рисунке 1 и заполнить таблицу 2 Расчетные данные.

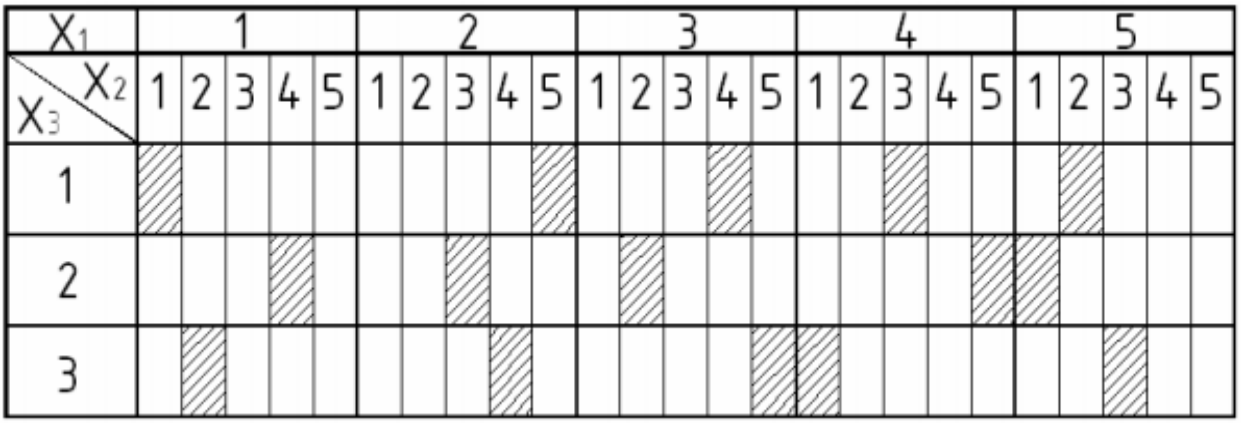



Рисунок 1 – Матрица выполнения трехфакторного эксперимента

Таблица 1 - Факторы варьирования и их значения

| Наименование | Ед. измерения | Обоз. | Значения факторов варьирования на уровнях | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Давление прессования | кгс | $X_1$ | 8 | 16 | 24 | 32 | 40 |
| Расход добавки $CaCl_2$ | % | $X_2$ | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 |
| Расход жидкого стекла | % | $X_3$ | 0 | 1,5 | 3 | 0 | 0 |

Таблица 2 – Расчетные данные

| № эксп. | Факторы варьирования | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $X_1$ | | $X_2$ | | $X_3$ | |
| | кгс | № | % | № | % | № |
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| 11 | | | | | | |
| 12 | | | | | | |
| 13 | | | | | | |
| 14 | | | | | | |
| 15 | | | | | | |

**2.** Построить таблицы влияния одного из факторов на значение выходного параметра путем усреднения влияния двух других факторов (по предложенным исходным данным).

Таблица 1 – Факторы варьирования и результаты испытаний

| № эксп. | Факторы варьирования | | | | | | Выходные данные |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $X_1$ | | $X_2$ | | $X_3$ | | |
| | % | № | % | № | оС | № | γ, г/см$^3$ |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1160 | 1 | 1,3 |
| 2 | 0,5 | 2 | 8 | 5 | 1160 | 1 | 0,66 |
| 3 | 1 | 3 | 6 | 4 | 1160 | 1 | 0,68 |
| 4 | 1,5 | 4 | 4 | 3 | 1160 | 1 | 0,6 |
| 5 | 2 | 5 | 2 | 2 | 1160 | 1 | 0,7 |
| 6 | 0 | 1 | 6 | 4 | 1180 | 2 | 0,68 |
| 7 | 0,5 | 2 | 4 | 3 | 1180 | 2 | 0,45 |
| 8 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1180 | 2 | 0,47 |
| 9 | 1,5 | 4 | 8 | 5 | 1180 | 2 | 0,67 |
| 10 | 2 | 5 | 0 | 1 | 1180 | 2 | 0,56 |
| 11 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1200 | 3 | 0,55 |
| 12 | 0,5 | 2 | 6 | 4 | 1200 | 3 | 0,51 |
| 13 | 1 | 3 | 8 | 5 | 1200 | 3 | 0,58 |
| 14 | 1,5 | 4 | 0 | 1 | 1200 | 3 | 0,56 |
| 15 | 2 | 5 | 4 | 3 | 1200 | 3 | 0,62 |

Таблица 2 – Усреднение значений по факторам $x_1$ и $x_3$

| $X_1$ / $X_3$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | среднее |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| среднее | | | | | | |

Таблица 3 – Усреднение значений по факторам $x_2$ и $x_3$

| $X_2$ / $X_3$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | среднее |
|---|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| среднее | | | | | | |

Примеры заданий к практическим работам по разделу 3:

В результате испытания кубов близнецов получены следующие значения прочности бетона: 478, 507, 507, 551, 495, 484 кгс/см$^2$. По критерию Стъюдента определить ошибку экспериментальных данных.

## 3 Тестовые вопросы к разделам 1-3

**Перечень примерных тестовых вопросов со свободно конструируемым ответом.**

1. Дайте определение эксперимента.
2. Какие вопросы решает планирование эксперимента?
3. Классификация экспериментов.
4. Дайте определение математической модели объекта исследования.
5. Что называют факторами, областью определения факторов?
6. Что называют функцией отклика и поверхностью отклика?
7. Виды математических моделей.
8. Перечислите этапы проведения экспериментальных исследований.
9. Перечислите основные задачи эксперимента.
10. Дайте определение параметра оптимизации.
11. Перечислите требования, предъявляемые к параметру оптимизации.
12. Что называют обобщенным параметром оптимизации?
13. Назначение шкалы желательности.
15. Требования, предъявляемые к факторам.
16. Что называют уровнями факторов и интервалом варьирования факторов?
17. Какие ограничения необходимо учитывать при выборе интервала варьирования?
18. Как зависит количество опытов в эксперименте от числа уровней факторов?
19. Дайте определение факторного пространства.
20. Значение математического планирования эксперимента, что это дает?

21. Сколько факторов можно закладывать при выполнении эксперимента?
22. Выбор интервала варьирования факторов.
23. Виды откликов при выполнении эксперимента.
24. Какие факторы (параметры) можно закладывать при выполнении научного эксперимента.
25. Обработка результатов эксперимента.

## 4 Оценивание обучающегося на экзамене

Промежуточная аттестация производится на основе текущего контроля успеваемости при условии выполнения всех заданий в семестре, предусмотренных фондом оценочных средств по дисциплине.