

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
“Воронежский государственный технический университет”

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке и инновациям
И.Г. Дроздов



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины**

«Планирование эксперимента»

Направление подготовки аспиранта: 08.06.01 Техника и технологии строитель-
ства

Направленность: 05.23.17 Строительная механика

Квалификация (степень): Исследователь. Преподаватель-исследователь

Нормативный срок обучения: 4 года / 5 лет

Форма обучения: Очная / заочная

Автор программы: к.т.н., доцент  /Пинаев С.А./

Программа обсуждена на заседании кафедры строительных конструкций, основ-
ний и фундаментов имени профессора Ю.М. Борисова

02.05.2017 года. Протокол № 9

Зав. кафедрой  /Панфилов Д.В./

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины: формирование знаний и практических навыков по самостоятельному планированию экспериментов и статистической обработки полученных результатов. Приложение теоретических положений классических теорий планирования экспериментов к практическим задачам строительного материаловедения, проектирования зданий и сооружений и другим направлениям строительной науки.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- ознакомление с современными и классическими теориями планирования экспериментов;
- овладение методикой постановки и организации экспериментальных исследований;
- овладение методикой анализа результатов экспериментальных исследований;
- овладение методикой выбора адекватных математических моделей;
- приобретение навыков самообразования и самосовершенствования, содействие активизации научной деятельности магистрантов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина *«Планирование эксперимента»* относится к **обязательным дисциплинам вариативной части блока 1 «дисциплины (модули)»** учебного плана.

Требования к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, необходимым для изучения данной дисциплины. Изучение дисциплины *«Планирование эксперимента»* требует основных знаний, умений и компетенций студента по курсам программы магистратуры: специальные курсы высшей математики, математическое моделирование, методология научных исследований.

После изучения предшествующих дисциплин студент должен *знать:*

- понятия и свойств непрерывных функций многих переменных, дифференциального исчисления, разложения функций в степенные ряды, поведение функций и построение графиков, свойства поверхностей второго порядка, свойства матриц, вычисление и анализ определителей, понятие вероятности и ее свойства, определение точечных и интервальных оценок случайных величин, проверка статистических ошибок, понятие погрешности и точности измерений

уметь:

- проводить оценку результатов экспериментальных исследований различного назначения;

- использовать современный математический аппарат для установления зависимостей между целевой функцией и значимыми факторами.

Дисциплина является предшествующей для научно- исследовательской работы.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс изучения дисциплины «*Планирование эксперимента*» направлен на формирование следующих компетенций:

- владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области строительства (ОПК-1);
- способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области строительства (ОПК-6);
- способностью разрабатывать методики, планы и программы проведения научных исследований и разработок, готовить задания для исполнителей, организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать и обобщать их результаты (ПК-3);
- умением вести сбор, анализ и систематизацию информации по теме исследования, готовить научно-технические отчеты, публикации по теме исследования (ПК-4);

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- планы проведения одно- и многофакторного экспериментов;
- основные правила статистической обработки экспериментальных исследований;
- принципы оценки адекватности полученных аналитических зависимостей;
- основные методы оптимизации решения технических задач;
- основы регрессионного анализа.

Уметь:

- планировать проведение экспериментов и порядок их выполнения;
- пользоваться программными средствами для обработки результатов экспериментальных исследований;
- выбирать оптимальные методы оценки адекватности полученных аналитических зависимостей.

Владеть навыками:

- составления планов одно- и многофакторных экспериментов;
- анализа и обобщения результатов экспериментальных исследований;

- оценки адекватности полученных аналитических зависимостей;
- регрессионного анализа.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «*Планирование эксперимента*» составляет **3** зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры		
		4		
Аудиторные занятия (всего)	18	18		
В том числе:				
Лекции	18 / 6	18 / 6		
Практические занятия (ПЗ)	-	-		
Лабораторные работы (ЛР)	-	-		
Самостоятельная работа (всего)	90 / 102	90 / 102		
В том числе:				
Курсовой проект				
Контрольная работа				
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)		Зачет с оценкой		
Общая трудоемкость: час зач. ед.	108 / 108	108 / 108		
	3 / 3	3 / 3		

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Общие понятия о планировании экспериментов	Эксперимент, планирование и анализ. Основные понятия математической статистики. Матрицы экспериментов.
2.	Оптимизационные задачи. Регрессионный анализ	Оптимизационные задачи. Критерии оптимальности. Регрессионный анализ. Корреляционный анализ. Метод наименьших квадратов. Критерий Фишера. G-критерий. t-критерий Стьюдента.
3	Однофакторные эксперименты	Рандомизированное блочное планирование. Планирование без ограничений на рандомизацию. Латинские и другие квадраты
4	Многофакторные эксперименты	Факторные эксперименты типа 2 ⁿ . Факторные эксперименты типа 3 ⁿ . Многофакторные эксперименты
5	Другие методы планирования	Планирование для изучения поверхности отклика. Эволюционное планирование

5.2. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин				
		1	2	3	4	5
1	Научно-исследовательская работа	+	+	+	+	+

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ.	Лаб.	Семина	СРС	Всего
Семестр изучения – шестой							
1	Общие понятия о планировании экспериментов	3/1				18/20	21/21
2	Оптимизационные задачи. Регрессионный анализ	3/1				18/20	21/21
3	Однофакторные эксперименты	4/1				18/21	22/22
4	Многофакторные эксперименты	4/2				18/20	22/22
5	Другие методы планирования	4/1				18/21	22/22
	Всего:	18/6				90/102	108/108

5.4. Лабораторный практикум

Не предусмотрено учебным планом

5.5. Практические занятия

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ, КУРСОВЫХ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Не предусмотрены учебным планом

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

№ п/п	Компетенция (универсальная – УК; общепрофессиональная – ОПК; профессиональная – ПК)	Форма контроля	Семестр
1	2	3	4
1	ОПК-1 – владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области строительства	Тестирование; Зачет с оценкой	4
2	ОПК-6 – способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области строительства	Тестирование; Зачет с оценкой	4
3	ПК-3 – способностью разрабатывать методики, планы и программы проведения научных исследований и разработок, готовить задания для исполнителей, организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать и обобщать их результаты (ПК-3);	Тестирование; Зачет с оценкой	4
4	ПК-4 – готовность вести сбор, анализ и систематизацию информации по теме исследования, готовить научно-технические отчеты, публикации по теме исследования	Тестирование; Зачет с оценкой	4

7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Форма контроля					
		РГР	КЛ	КР	Т	Зачет	Экзамен
Знает	планы проведения одно- и многофакторного экспериментов; основные правила статистической обработки экспериментальных исследований; принципы оценки адекватности полученных аналитических зависимостей; основные методы оптимизации решения технических задач; основы регрессионного анализа (ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)	–	–	–	+	+	–
Умеет	планировать проведение экспериментов и порядок их выполнения; пользоваться программными средствами для обработки результатов экспериментальных исследований; выбирать оптимальные методы оценки адекватности полученных аналитических зависимостей (ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)	–	–	–	+	+	–
Владеет	навыками: составления планов одно- и многофакторных экспериментов; анализа и обобщения результатов экспериментальных исследований; оценки адекватности полученных аналитических зависимостей; регрессионного анализа (ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)	–	–	–	+	+	–

7.2.1. Этап текущего контроля знаний

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по пятибалльной шкале с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»;
- «не аттестован».

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	планы проведения одно- и многофакторного экспериментов; основные правила статистической обработки экспериментальных исследований; принципы оценки адекватности полученных аналитических зависимостей; основные методы оптимизации решения технических задач; основы регрессионного анализа (ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)	отлично	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Показал знания лекционного материала и литературных источников. Полное выполнение практических заданий.
Умеет	планировать проведение экспериментов и порядок их выполнения; пользоваться программными средствами для обработки результатов экспериментальных исследований; выбирать оптимальные методы оценки адекватности полученных аналитических зависимостей (ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		
Владеет	навыками: составления планов одно- и многофакторных экспериментов; анализа и обобщения результатов экспериментальных исследований; оценки адекватности полученных аналитических зависимостей; регрессионного анализа (ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		
Знает	планы проведения одно- и многофакторного экспериментов; основные правила статистической обработки экспериментальных исследований; принципы оценки адекватности полученных аналитических зависимостей; основные методы оптимизации решения технических задач; основы регрессионного анализа (ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)	хорошо	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Показал знания лекционного материала. Полное выполнение практических заданий.
Умеет	планировать проведение экспериментов и порядок их выполнения; пользоваться программными средствами для обработки результатов экспериментальных исследований; выбирать оптимальные методы оценки адекватности полученных аналитических зависимостей (ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		
Владеет	навыками: составления планов одно- и		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	многофакторных экспериментов; анализа и обобщения результатов экспериментальных исследований; оценки адекватности полученных аналитических зависимостей; регрессионного анализа (ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		
Знает	планы проведения одно- и многофакторного экспериментов; основные правила статистической обработки экспериментальных исследований; принципы оценки адекватности полученных аналитических зависимостей; основные методы оптимизации решения технических задач; основы регрессионного анализа (ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)	удовлетворительно	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Показал частичные знания лекционного материала. Частичное выполнение практических заданий.
Умеет	планировать проведение экспериментов и порядок их выполнения; пользоваться программными средствами для обработки результатов экспериментальных исследований; выбирать оптимальные методы оценки адекватности полученных аналитических зависимостей (ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		
Владеет	навыками: составления планов одно- и многофакторных экспериментов; анализа и обобщения результатов экспериментальных исследований; оценки адекватности полученных аналитических зависимостей; регрессионного анализа (ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		
Знает	планы проведения одно- и многофакторного экспериментов; основные правила статистической обработки экспериментальных исследований; принципы оценки адекватности полученных аналитических зависимостей; основные методы оптимизации решения технических задач; основы регрессионного анализа (ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)	неудовлетворительно	Частичное посещение лекционных и практических занятий. Не показал знаний из лекционного материала. Неудовлетворительно выполненные практические задания.
Умеет	планировать проведение экспериментов и порядок их выполнения; пользоваться программными средствами для обра-		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	ботки результатов экспериментальных исследований; выбирать оптимальные методы оценки адекватности полученных аналитических зависимостей (ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		
Владеет	навыками: составления планов одно- и многофакторных экспериментов; анализа и обобщения результатов экспериментальных исследований; оценки адекватности полученных аналитических зависимостей; регрессионного анализа (ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		
Знает	планы проведения одно- и многофакторного экспериментов; основные правила статистической обработки экспериментальных исследований; принципы оценки адекватности полученных аналитических зависимостей; основные методы оптимизации решения технических задач; основы регрессионного анализа (ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		
Умеет	планировать проведение экспериментов и порядок их выполнения; пользоваться программными средствами для обработки результатов экспериментальных исследований; выбирать оптимальные методы оценки адекватности полученных аналитических зависимостей (ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)	не аттестован	Непосещение лекционных и практических занятий. Невыполненные практические задания.
Владеет	навыками: составления планов одно- и многофакторных экспериментов; анализа и обобщения результатов экспериментальных исследований; оценки адекватности полученных аналитических зависимостей; регрессионного анализа (ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		

7.2.2. Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний (зачет с оценкой) оцениваются по четырехбалльной шкале с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «не удовлетворительно».

Де-скрип-тор компетенции	Показатель оценивания	Оцен-ка	Критерий оценивания
Знает	планы проведения одно- и многофакторного экспериментов; основные правила статистической обработки экспериментальных исследований; принципы оценки адекватности полученных аналитических зависимостей; основные методы оптимизации решения технических задач; основы регрессионного анализа (ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)	отлично	Студент демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.
Умеет	планировать проведение экспериментов и порядок их выполнения; пользоваться программными средствами для обработки результатов экспериментальных исследований; выбирать оптимальные методы оценки адекватности полученных аналитических зависимостей (ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		
Владеет	навыками: составления планов одно- и многофакторных экспериментов; анализа и обобщения результатов экспериментальных исследований; оценки адекватности полученных аналитических зависимостей; регрессионного анализа (ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		
Знает	планы проведения одно- и многофакторного экспериментов; основные правила статистической обработки экспериментальных исследований; принципы оценки адекватности полученных аналитических зависимостей; основные методы оптимизации решения технических задач; основы регрессионного анализа (ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)	хорошо	Студент демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выпол-
Умеет	планировать проведение экспериментов и		

Де-скрип-тор компетенции	Показатель оценивания	Оцен-ка	Критерий оценивания
	порядок их выполнения; пользоваться программными средствами для обработки результатов экспериментальных исследований; выбирать оптимальные методы оценки адекватности полученных аналитических зависимостей (ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		нены.
Владе-ет	навыками: составления планов одно- и многофакторных экспериментов; анализа и обобщения результатов экспериментальных исследований; оценки адекватности полученных аналитических зависимостей; регрессионного анализа (ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		
Знает	планы проведения одно- и многофакторного экспериментов; основные правила статистической обработки экспериментальных исследований; принципы оценки адекватности полученных аналитических зависимостей; основные методы оптимизации решения технических задач; основы регрессионного анализа (ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		
Умеет	планировать проведение экспериментов и порядок их выполнения; пользоваться программными средствами для обработки результатов экспериментальных исследований; выбирать оптимальные методы оценки адекватности полученных аналитических зависимостей (ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)	удовле-творительно	Студент демонстрирует частичное понимание заданий. Большинство требований, предъявляемых к заданию выполнены.
Владе-ет	навыками: составления планов одно- и многофакторных экспериментов; анализа и обобщения результатов экспериментальных исследований; оценки адекватности полученных аналитических зависимостей; регрессионного анализа (ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		
Знает	планы проведения одно- и многофакторного экспериментов; основные правила статистической обработки экспериментальных исследований; принципы оценки адекватности полученных аналитических зависимостей; основные методы оптимизации решения техни-	неудов-летво-ри-тельно	1. Студент демонстрирует небольшое понимание заданий. Мно-

Де-скрип-тор компетенции	Показатель оценивания	Оцен-ка	Критерий оценивания
	ческих задач; основы регрессионного анализа (ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		гие требова-ния, предъяв-ляемые к за-данию не вы-полнены. 2. Студент демонстриру-ет непонима-ние заданий. 3. У студента нет ответа. Не было попытки выполнить за-дание.
Умеет	планировать проведение экспериментов и порядок их выполнения; пользоваться программными средствами для обработки результатов экспериментальных исследований; выбирать оптимальные методы оценки адекватности полученных аналитических зависимостей (ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		
Владе-ет	навыками: составления планов одно- и многофакторных экспериментов; анализа и обобщения результатов экспериментальных исследований; оценки адекватности полученных аналитических зависимостей; регрессионного анализа (ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		

7.3 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности).

7.3.1. Вопросы для тестирования

Вариант 1

1. Эксперимент	а) Система операций, воздействий и (или) наблюдений, направленных на получение информации об объекте при исследовательских испытаниях в) Воспроизведение исследуемого явления в определенных условиях проведения эксперимента при возможности регистрации его результатов с) Переменная величина, по предположению влияющая на результаты эксперимента
2. Опыт	а) Система операций, воздействий и (или) наблюдений, направленных на получение информации об объекте при исследовательских испытаниях в) Воспроизведение исследуемого явления в определенных условиях проведения эксперимента при возможности регистрации его результатов с) Переменная величина, по предположению влияющая на результаты эксперимента

3. План эксперимента	а) Совокупность данных, определяющих число, условия и порядок реализации опытов в) Выбор плана эксперимента, удовлетворяющего заданным требованиям с) Фиксированное значение фактора относительно начала отсчета
4. Планирование эксперимента	а) Совокупность данных, определяющих число, условия и порядок реализации опытов в) Выбор плана эксперимента, удовлетворяющего заданным требованиям с) Фиксированное значение фактора относительно начала отсчета
5. Фактор	а) Система операций, воздействий и (или) наблюдений, направленных на получение информации об объекте при исследовательских испытаниях в) Воспроизведение исследуемого явления в определенных условиях проведения эксперимента при возможности регистрации его результатов с) Переменная величина, по предположению влияющая на результаты эксперимента
6. Уровень фактора	а) Совокупность данных, определяющих число, условия и порядок реализации опытов в) Выбор плана эксперимента, удовлетворяющего заданным требованиям с) Фиксированное значение фактора относительно начала отсчета
7. Основной уровень фактора	а) Показатель зависимости изменения эффекта одного фактора от уровней других факторов в) Преобразование натуральных значений факторов в безразмерные с) Натуральное значение фактора, соответствующее нулю в безразмерной шкале
8. Нормализация факторов	а) Показатель зависимости изменения эффекта одного фактора от уровней других факторов в) Преобразование натуральных значений факторов в безразмерные с) Натуральное значение фактора, соответствующее нулю в безразмерной шкале
9. Априорное ранжирование факторов	а) Метод выбора наиболее важных факторов, основанный на экспертной оценке в) Область факторного пространства, где могут размещаться точки, отвечающие условиям проведения опытов с) Область факторного пространства в окрестности точки, в которой функция отклика достигает экстремального значения
10. Размах варьирования фактора	а) Разность между максимальным и минимальным натуральными значениями фактора в данном плане в) Половина размаха варьирования фактора с) Пространство, координатные оси которого соответствуют значениям факторов

11. Интервал варьирования фактора	а) Разность между максимальным и минимальным натуральными значениями фактора в данном плане в) Половина размаха варьирования фактора с) Пространство, координатные оси которого соответствуют значениям факторов
12. Эффект взаимодействия факторов	а) Показатель зависимости изменения эффекта одного фактора от уровней других факторов в) Преобразование натуральных значений факторов в безразмерные с) Натуральное значение фактора, соответствующее нулю в без-
13. Факторное пространство	а) Разность между максимальным и минимальным натуральными значениями фактора в данном плане в) Половина размаха варьирования фактора с) Пространство, координатные оси которого соответствуют значениям факторов
14. Область экспериментирования (Область планирования)	а) Метод выбора наиболее важных факторов, основанный на экспертной оценке в) Область факторного пространства, где могут размещаться точки, отвечающие условиям проведения опытов с) Область факторного пространства в окрестности точки, в которой функция отклика достигает экстремального значения
15. Активный эксперимент	а) Эксперимент, в котором уровни факторов в каждом опыте задаются исследователем в) Эксперимент, при котором уровни факторов в каждом опыте регистрируются исследователем, но не задаются с) Эксперимент, реализуемый в виде серий, в котором условия проведения каждой последующей серии определяются результатами предыдущих
16. Пассивный эксперимент	а) Эксперимент, в котором уровни факторов в каждом опыте задаются исследователем в) Эксперимент, при котором уровни факторов в каждом опыте регистрируются исследователем, но не задаются с) Эксперимент, реализуемый в виде серий, в котором условия проведения каждой последующей серии определяются результатами предыдущих
17. Последовательный эксперимент	а) Эксперимент, в котором уровни факторов в каждом опыте задаются исследователем в) Эксперимент, при котором уровни факторов в каждом опыте регистрируются исследователем, но не задаются с) Эксперимент, реализуемый в виде серий, в котором условия проведения каждой последующей серии определяются результатами предыдущих
18. Отклик	а) Наблюдаемая случайная переменная, по предположению зависящая от факторов в) Зависимость математического ожидания отклика от факторов с) Зависимость, получаемая при подстановке в функцию отклика оценок значений ее параметров

19. Функция отклика	а) Наблюдаемая случайная переменная, по предположению зависящая от факторов в) Зависимость математического ожидания отклика от факторов с) Зависимость, получаемая при подстановке в функцию отклика оценок значений ее параметров
20. Оценка функции отклика	а) Наблюдаемая случайная переменная, по предположению зависящая от факторов в) Зависимость математического ожидания отклика от факторов с) Зависимость, получаемая при подстановке в функцию отклика оценок значений ее параметров
21. Дисперсия оценки функции отклика	а) Дисперсия оценки математического ожидания отклика в некоторой данной точке факторного пространства в) Геометрическое представление функции отклика с) Геометрическое место точек в факторном пространстве, которому соответствует некоторое фиксированное значение функции отклика
22. Поверхность отклика	а) Дисперсия оценки математического ожидания отклика в некоторой данной точке факторного пространства в) Геометрическое представление функции отклика с) Геометрическое место точек в факторном пространстве, которому соответствует некоторое фиксированное значение функции отклика
23. Поверхность уровня функции отклика	а) Дисперсия оценки математического ожидания отклика в некоторой данной точке факторного пространства в) Геометрическое представление функции отклика с) Геометрическое место точек в факторном пространстве, которому соответствует некоторое фиксированное значение функции отклика
24. Область оптимума	а) Метод выбора наиболее важных факторов, основанный на экспертной оценке в) Область факторного пространства, где могут размещаться точки, отвечающие условиям проведения опытов с) Область факторного пространства в окрестности точки, в которой функция отклика достигает экстремального значения
25. Рандомизация плана	а) Один из приемов планирования эксперимента, имеющий целью свести эффект некоторого неслучайного фактора к случайной ошибке в) Рандомизированные во времени опыты, в которых уровни всех факторов сохраняются неизменными с) Точка плана второго порядка, лежащая на координатной оси в факторном пространстве

Вариант 2

1. Параллельные опыты	а) Один из приемов планирования эксперимента, имеющий целью свести эффект некоторого неслучайного фактора к случайной ошибке в) Рандомизированные во времени опыты, в которых уровни всех факторов сохраняются неизменными с) Точка плана второго порядка, лежащая на координатной оси в факторном пространстве
------------------------------	--

2. Временный дрейф	а) Случайное или неслучайное изменение функции отклика во времени в) Зависимость отклика от количественных факторов и ошибок наблюдения отклика с) Модель регрессионного анализа, в которой функция отклика есть линейная комбинация базисных функций от факторов
3. Модель регрессионного анализа (Регрессионная модель)	а) Случайное или неслучайное изменение функции отклика во времени в) Зависимость отклика от количественных факторов и ошибок наблюдения отклика с) Модель регрессионного анализа, в которой функция отклика есть линейная комбинация базисных функций от факторов
4. Модель регрессионного анализа, линейная по параметрам	а) Случайное или неслучайное изменение функции отклика во времени в) Зависимость отклика от количественных факторов и ошибок наблюдения отклика с) Модель регрессионного анализа, в которой функция отклика есть линейная комбинация базисных функций от факторов
5. Полиномиальная модель регрессионного анализа (Полиномиальная модель)	а) Модель регрессионного анализа, линейная по параметрам, задаваемая полиномом по факторам в) Модель регрессионного анализа, задаваемая полиномом первого порядка по факторам с) Модель регрессионного анализа, задаваемая полиномом второго порядка по факторам
6. Модель регрессионного анализа первого порядка (Линейная модель)	а) Модель регрессионного анализа, линейная по параметрам, задаваемая полиномом по факторам в) Модель регрессионного анализа, задаваемая полиномом первого порядка по факторам с) Модель регрессионного анализа, задаваемая полиномом второго порядка по факторам
7. Модель регрессионного анализа второго порядка (Квадратичная модель)	а) Модель регрессионного анализа, линейная по параметрам, задаваемая полиномом по факторам в) Модель регрессионного анализа, задаваемая полиномом первого порядка по факторам с) Модель регрессионного анализа, задаваемая полиномом второго порядка по факторам
8. Модель регрессионного анализа	а) Зависимость отклика от качественных факторов и ошибок наблюдений отклика в) Соответствие математической модели экспериментальным данным по выбранному критерию с) Параметр модели регрессионного анализа
9. Адекватность математической модели (Адекватность модели)	а) Зависимость отклика от качественных факторов и ошибок наблюдений отклика в) Соответствие математической модели экспериментальным данным по выбранному критерию с) Параметр модели регрессионного анализа

10. Коэффициент регрессии	а) Зависимость отклика от качественных факторов и ошибок наблюдений отклика в) Соответствие математической модели экспериментальным данным по выбранному критерию с) Параметр модели регрессионного анализа
11. Блок плана	а) Часть плана, включающая опыты, условия проведения которых однородны с точки зрения значений одного или нескольких мешающих факторов в) Упорядоченная совокупность численных значений факторов, соответствующая условиям проведения опыта с) Точка плана, соответствующая нулям нормализованной (безразмерной) шкалы по всем факторам
12. Точка плана	а) Часть плана, включающая опыты, условия проведения которых однородны с точки зрения значений одного или нескольких мешающих факторов в) Упорядоченная совокупность численных значений факторов, соответствующая условиям проведения опыта с) Точка плана, соответствующая нулям нормализованной (безразмерной) шкалы по всем факторам
13. Центральная точка плана (Центр плана)	а) Часть плана, включающая опыты, условия проведения которых однородны с точки зрения значений одного или нескольких мешающих факторов в) Упорядоченная совокупность численных значений факторов, соответствующая условиям проведения опыта с) Точка плана, соответствующая нулям нормализованной (безразмерной) шкалы по всем факторам
14. Звездная точка плана	а) Один из приемов планирования эксперимента, имеющий целью свести эффект некоторого неслучайного фактора к случайной ошибке в) Рандомизированные во времени опыты, в которых уровни всех факторов сохраняются неизменными с) Точка плана второго порядка, лежащая на координатной оси в факторном пространстве
15. Звездное плечо	а) Расстояние между центральной и звездной точками плана второго порядка в) Совокупность всех точек плана, отличающихся уровнями хотя бы одного фактора с) Свойство плана, задающееся разностью между числом точек спектра плана и числом оцениваемых параметров модели
16. Спектр плана	а) Расстояние между центральной и звездной точками плана второго порядка в) Совокупность всех точек плана, отличающихся уровнями хотя бы одного фактора с) Свойство плана, задающееся разностью между числом точек спектра плана и числом оцениваемых параметров модели

17. Матрица плана	а) Стандартная форма записи условий проведения экспериментов в виде прямоугольной таблицы, строки которой отвечают опытам, столбцы - факторам в) Матрица, составленная из всех строк матрицы плана, отличающихся уровнями хотя бы одного фактора с) Квадратная диагональная матрица, диагональные элементы которой равны числам параллельных опытов в соответствующих точках спектра плана
18. Матрица спектра плана	а) Стандартная форма записи условий проведения экспериментов в виде прямоугольной таблицы, строки которой отвечают опытам, столбцы - факторам в) Матрица, составленная из всех строк матрицы плана, отличающихся уровнями хотя бы одного фактора с) Квадратная диагональная матрица, диагональные элементы которой равны числам параллельных опытов в соответствующих точках спектра плана
19. Матрица дублирования	а) Стандартная форма записи условий проведения экспериментов в виде прямоугольной таблицы, строки которой отвечают опытам, столбцы - факторам в) Матрица, составленная из всех строк матрицы плана, отличающихся уровнями хотя бы одного фактора с) Квадратная диагональная матрица, диагональные элементы которой равны числам параллельных опытов в соответствующих точках спектра плана
20. Матрица базисных функций модели	а) Матрица, задающая численные значения базисных функций линейной по параметрам модели в опытах реализуемого плана в) Подматрица матрицы базисных функций модели, содержащая строки, отвечающие спектру плана с) Квадратичная симметричная матрица, элементы которой есть скалярные произведения соответствующих векторов-столбцов матрицы базисных функций
21. Усеченная матрица базисных функций модели	а) Матрица, задающая численные значения базисных функций линейной по параметрам модели в опытах реализуемого плана в) Подматрица матрицы базисных функций модели, содержащая строки, отвечающие спектру плана с) Квадратичная симметричная матрица, элементы которой есть скалярные произведения соответствующих векторов-столбцов матрицы базисных функций
22. Матрица моментов плана	а) Матрица, задающая численные значения базисных функций линейной по параметрам модели в опытах реализуемого плана в) Подматрица матрицы базисных функций модели, содержащая строки, отвечающие спектру плана с) Квадратичная симметричная матрица, элементы которой есть скалярные произведения соответствующих векторов-столбцов матрицы базисных функций
23. Информационная матрица плана	а) Нормированная матрица моментов плана в) Алгебраическое выражение, используемое при построении дробного факторного плана с) План первого порядка, включающий факторы на двух или трех уровнях

24. Полный факторный план	а) План, содержащий все возможные комбинации всех факторов на определенном числе уровней равное число раз в) План, содержащий часть комбинаций полного факторного плана с) План с двумя или более уровнями факторов, позволяющий найти отдельные оценки параметров регрессионной модели первого порядка
25. Дробный факторный план (Дробная реплика полного факторного плана)	а) План, содержащий все возможные комбинации всех факторов на определенном числе уровней равное число раз в) План, содержащий часть комбинаций полного факторного плана с) План с двумя или более уровнями факторов, позволяющий найти отдельные оценки параметров регрессионной модели первого порядка

Вариант 3

1. Генератор плана	а) Нормированная матрица моментов плана в) Алгебраическое выражение, используемое при построении дробного факторного плана с) План первого порядка, включающий факторы на двух или трех уровнях
2. План эксперимента первого порядка (Линейный план)	а) План, содержащий все возможные комбинации всех факторов на определенном числе уровней равное число раз в) План, содержащий часть комбинаций полного факторного плана с) План с двумя или более уровнями факторов, позволяющий найти отдельные оценки параметров регрессионной модели первого порядка
3. План взвешивания	а) Нормированная матрица моментов плана в) Алгебраическое выражение, используемое при построении дробного факторного плана с) План первого порядка, включающий факторы на двух или трех уровнях
4. Симплекс-план	а) План эксперимента первого порядка, точки которого размещаются в вершинах симплекса в) План с более чем двумя уровнями факторов для нахождения оценок параметров регрессионной модели второго порядка с) План с дискретными уровнями факторов для нахождения оценок параметров дисперсионной модели
5. План эксперимента второго порядка	а) План эксперимента первого порядка, точки которого размещаются в вершинах симплекса в) План с более чем двумя уровнями факторов для нахождения оценок параметров регрессионной модели второго порядка с) План с дискретными уровнями факторов для нахождения оценок параметров дисперсионной модели

6. План дисперсионного анализа	а) План эксперимента первого порядка, точки которого размещаются в вершинах симплекса в) План с более чем двумя уровнями факторов для нахождения оценок параметров регрессионной модели второго порядка с) План с дискретными уровнями факторов для нахождения оценок параметров дисперсионной модели
7. Латинский квадрат	а) План дисперсионного анализа, задаваемый расположением некоторого числа символов в ячейках, сгруппированных в строки и столбцы так, что каждый символ встречается один раз в каждой строке и в каждом столбце в) План дисперсионного анализа, задаваемый расположением некоторого числа символов в квадратах из строк и столбцов так, что каждый символ встречается одинаковое число раз в каждом квадрате с) Статистический метод анализа и обработки экспериментальных данных при воздействии на отклик как количественных, так и качественных факторов, основанный на сочетании элементов регрессионного и дисперсионного анализа
8. Латинский куб первого порядка (Латинский куб)	а) План дисперсионного анализа, задаваемый расположением некоторого числа символов в ячейках, сгруппированных в строки и столбцы так, что каждый символ встречается один раз в каждой строке и в каждом столбце в) План дисперсионного анализа, задаваемый расположением некоторого числа символов в квадратах из строк и столбцов так, что каждый символ встречается одинаковое число раз в каждом квадрате с) Статистический метод анализа и обработки экспериментальных данных при воздействии на отклик как количественных, так и качественных факторов, основанный на сочетании элементов регрессионного и дисперсионного анализа
9. Метод ковариационного анализа	а) План дисперсионного анализа, задаваемый расположением некоторого числа символов в ячейках, сгруппированных в строки и столбцы так, что каждый символ встречается один раз в каждой строке и в каждом столбце в) План дисперсионного анализа, задаваемый расположением некоторого числа символов в квадратах из строк и столбцов так, что каждый символ встречается одинаковое число раз в каждом квадрате с) Статистический метод анализа и обработки экспериментальных данных при воздействии на отклик как количественных, так и качественных факторов, основанный на сочетании элементов регрессионного и дисперсионного анализа

10. Ортогональность плана	а) Свойство плана, при котором матрица моментов для заданной модели является диагональной в) Свойство плана, при котором дисперсия оценки функции отклика зависит только от расстояния от центра плана с) Свойство плана, позволяющее выполнять эксперимент последовательно, переходя от более простых моделей к более сложным
11. Ротатабельность плана	а) Свойство плана, при котором матрица моментов для заданной модели является диагональной в) Свойство плана, при котором дисперсия оценки функции отклика зависит только от расстояния от центра плана с) Свойство плана, позволяющее выполнять эксперимент последовательно, переходя от более простых моделей к более сложным
12. Композиционность плана	а) Свойство плана, при котором матрица моментов для заданной модели является диагональной в) Свойство плана, при котором дисперсия оценки функции отклика зависит только от расстояния от центра плана с) Свойство плана, позволяющее выполнять эксперимент последовательно, переходя от более простых моделей к более сложным
13. Насыщенность плана	а) Расстояние между центральной и звездной точками плана второго порядка в) Совокупность всех точек плана, отличающихся уровнями хотя бы одного фактора с) Свойство плана, задающееся разностью между числом точек спектра плана и числом оцениваемых параметров модели
14. Метод случайного баланса (случайный баланс)	а) Метод отсеивания факторов, основанный на использовании сверхнасыщенных планов со случайным выбором сочетаний уровней факторов в) Метод экспериментальной оптимизации, сочетающий полный или дробный факторный эксперимент с движением по градиенту функции отклика с) Метод экспериментальной оптимизации, сочетающий многократное использование дробных и полных факторных планов с движением по градиенту функции отклика и предназначенный для совершенствования производственных объектов
15. Метод крутого восхождения	а) Метод отсеивания факторов, основанный на использовании сверхнасыщенных планов со случайным выбором сочетаний уровней факторов в) Метод экспериментальной оптимизации, сочетающий полный или дробный факторный эксперимент с движением по градиенту функции отклика с) Метод экспериментальной оптимизации, сочетающий многократное использование дробных и полных факторных планов с движением по градиенту функции отклика и предназначенный для совершенствования производственных объектов

16. Эволюционное планирование (ЭВОП)	а) Метод отсеивания факторов, основанный на использовании сверхнасыщенных планов со случайным выбором сочетаний уровней факторов в) Метод экспериментальной оптимизации, сочетающий полный или дробный факторный эксперимент с движением по градиенту функции отклика с) Метод экспериментальной оптимизации, сочетающий многократное использование дробных и полных факторных планов с движением по градиенту функции отклика и предназначенный для совершенствования производственных объектов
17. Последовательный симплексный метод (ПСМ)	а) Метод экспериментальной оптимизации, основанный на сочетании насыщенного плана, заданного вершинами симплекса, с последовательным отражением в) Статистический метод анализа и обработки экспериментальных данных при воздействии на отклик только количественных факторов, основанный на сочетании аппарата метода наименьших квадратов и техники статистической проверки гипотез с) Статистический метод анализа и обработки экспериментальных данных при воздействии на отклик только количественных факторов, основанный на использовании техники статистической проверки гипотез и представлении общей вариации экспериментальных данных в виде суммы вариаций, обусловленных исследуемыми факторами и их взаимодействиями
18. Регрессионный анализ	а) Метод экспериментальной оптимизации, основанный на сочетании насыщенного плана, заданного вершинами симплекса, с последовательным отражением в) Статистический метод анализа и обработки экспериментальных данных при воздействии на отклик только количественных факторов, основанный на сочетании аппарата метода наименьших квадратов и техники статистической проверки гипотез с) Статистический метод анализа и обработки экспериментальных данных при воздействии на отклик только количественных факторов, основанный на использовании техники статистической проверки гипотез и представлении общей вариации экспериментальных данных в виде суммы вариаций, обусловленных исследуемыми факторами и их взаимодействиями

19. Дисперсионный анализ	а) Метод экспериментальной оптимизации, основанный на сочетании насыщенного плана, заданного вершинами симплекса, с последовательным отражением в) Статистический метод анализа и обработки экспериментальных данных при воздействии на отклик только количественных факторов, основанный на сочетании аппарата метода наименьших квадратов и техники статистической проверки гипотез с) Статистический метод анализа и обработки экспериментальных данных при воздействии на отклик только количественных факторов, основанный на использовании техники статистической проверки гипотез и представлении общей вариации экспериментальных данных в виде суммы вариаций, обусловленных исследуемыми факторами и их взаимодействиями
20. Ротационные планы - это планы:	а) для которых дисперсия оценки не зависит от расстояния до экстремума поверхности отклика, в) для которых дисперсия оценки не меняется при повороте плана на произвольный угол
21. Функция потерь	а) функциональная зависимость спектра плана в) объединяет затраты на эксперимент и функционал от дисперсионной матрицы с) устанавливает соотношение между характеристиками Д- оптимальных и А- оптимальных планов
22. Задачи планирования эксперимента включают в себя:	а) расчет компенсирующих поправок для уменьшения систематических погрешностей измерения в) поиск зависимостей в виде уравнений регрессии с) проведение анализа точности измерительных задач
23. След матрицы - это:	а) сумма миноров матрицы в) сумма всех элементов квадратной матрицы с) сумма диагональных элементов квадратной матрицы
24. Решение систем алгебраических уравнений лежит в:	а) пересечении плоскостей, заданных каждым уравнением в) пересечении векторов направляющих косинусов с) в области минимальных невязок
25. Первая трансформация Гаусса- это:	а) умножение слева левой и правой частей исходной системы алгебраических уравнений на вектор правой части в) умножение слева левой и правой частей исходной системы алгебраических уравнений на транспонированную матрицу исходной системы с) транспонирование левой и правой частей исходной системы алгебраических уравнений

7.3.2. Вопросы для зачета

1. Эксперимент, планирование и анализ.
2. Основные понятия математической статистики.
3. Полный факторный эксперимент.
4. Матрицы экспериментов.
5. Случайный эксперимент.
6. Оптимизационные задачи.
7. Критерии оптимальности.
8. Метод анализа иерархий.
9. Оптимальность по Парето.
10. Симплекс-метод.
11. Метод золотого сечения.
12. Метод чисел Фибоначчи.
13. Дихотомия.
14. Метод перебора.
15. Метод Монте-Карло.
16. Метод Ньютона.
17. Метод одной касательной
18. Регрессионный анализ.
19. Метод наименьших квадратов.
20. Критерий Фишера.
21. G -критерий.
22. t -критерий Стьюдента.
23. Критерий Бартлета.
24. Корреляционный анализ
25. Рандомизированное блочное планирование.
26. Планирование без ограничений на рандомизацию.
27. Латинские и другие квадраты
28. Факторные эксперименты типа 2^n .
29. Факторные эксперименты типа 3^n .
30. Многофакторные эксперименты
31. Планирование для изучения поверхности отклика.
32. Эволюционное планирование

7.3.3. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	1, 2, 3, 4, 5	ОПК-1, ОПК-6, ПК-3, ПК-4	Тестирование Зачет

7.4. Порядок процедуры (методические материалы, определяющие процедуры оценивания) оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

При проведении зачета обучающемуся предоставляется 60 минут на подготовку. Опрос обучающегося по вопросам на зачете не должен превышать двух астрономических часов.

Во время проведения зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также вычислительной техникой.

8. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

№ п/п	Наименование издания	Вид издания (учебник, учебное пособие, методические указания, компьютерная программа)	Автор (авторы)	Год издания	Место хранения и количество
1	Планирование и организация эксперимента	метод. указания	А. В. Крылова, Е. И. Шмитько, Т. Ф. Ткаченко	2011	Библиотека ВГТУ – 30 экз.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ (РЕКОМЕНДАЦИИ) ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии
Подготовка к зачету с оценкой	При подготовке к зачету с оценкой необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля):

Основная литература

1. Крылова, Алла Васильевна. Планирование и организация эксперимента [Текст] : учеб. пособие : рек. ВГАСУ / Воронеж. гос. архит. строит. ун-т. - Воронеж : [б. и.], 2011 (Воронеж : Отдел оперативной полиграфии ВГАСУ, 2011). - 116 с. - ISBN 978-5-89040-370-4 : 32-95.
2. Планирование и организация эксперимента [Электронный ресурс]: методические указания/ — Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 55 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30012>.— ЭБС «IPRbooks»

Дополнительная литература

1. Формируется индивидуально в соответствие с тематикой научно-исследовательской работы.
2. Бойко А.Ф. Теория планирования многофакторных экспериментов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бойко А.Ф., Воронкова М.Н.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013.— 73 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28403>.— ЭБС «IPRbooks»,

10.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем:

Использование презентаций при проведении лекционных занятий.

10.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля):

elibrary.ru;
<https://картанауки.рф/>;
dwg.ru;

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА:

- 1) Оборудование для демонстрации видеофильмов, фотографий и слайдов.
- 2) Персональный компьютер, ПО.

12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (образовательные технологии)

Занятия проводятся в виде лекций в поточной аудитории. По желанию лектора занятия могут сопровождаться демонстрационно-визуальными материалами. Посредством разборов примеров решения задач следует добиваться понимания обучающимися сути и прикладной значимости решаемых задач.

Зачет проводится в письменной форме. Студент получает оценку в зависимости от полноты ответа на вопросы при письменной форме зачета.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 08.06.01 «Техника и технологии строительства», направленности 05.23.17 "Строительная механика" (Утвержден приказом Мин. Образования и науки РФ от "30" июля 2014 г. № 873).

Руководитель основной профессиональной образовательной программы: к.т.н., доцент С.В. Ефрюшин
ученая степень и звание, подпись, инициалы, фамилия

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией Строительного факультета.

«18». 05 2017 г., протокол № 17.

Председатель: к.э.н., доцент Власов В.Б.
ученая степень и звание, подпись, инициалы, фамилия