

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
_____ Мищенко В.Я.

« _____ » _____ 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Планирование эксперимента»

Направление подготовки аспиранта 15.06.01 Машиностроение,

Направленность 05.05.04 «Дорожные, строительные и подъёмно-транспортные машины»

Квалификация (степень): Исследователь. Преподаватель-исследователь.

Нормативный срок обучения: 4 года

Форма обучения: Очная

Автор программы д.т.н. проф. _____ / Орлов А.С./

Программа обсуждена на заседании кафедры **металлических конструкций и сварки в строительстве**

« 17 » 06 2015 года. Протокол № 7

Зав. кафедрой _____ / Орлов А.С./

Воронеж 2015

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины: формирование знаний и практических навыков по самостоятельному планированию экспериментов и статистической обработке 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 ОПОП

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:

- готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);

способностью планировать и проводить экспериментальные исследования с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов (ОПК-5);

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		
		5		
Аудиторные занятия (всего)	10	10		
В том числе:				
Лекции	10	10		
Практические занятия (ПЗ)	-	-		
Лабораторные работы (ЛР)	-	-		
Самостоятельная работа (всего)	98	98		
В том числе:				
Курсовой проект				
Контрольная работа				
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)		Зачет с оценкой		
Общая трудоемкость: час зач. ед.	108	108		
	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	2				20	22
2	Оптимизационные задачи. Регрессионный анализ	2				20	22
3	Однофакторные эксперименты	2				20	22
4	Многофакторные эксперименты	2				20	22
5	Другие методы планирования	2				18	20
Всего:		10				98	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 ТЕКУЩЕГО И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ 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	- готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);	Зачет с оценкой	5
2	способностью планировать и проводить экспериментальные исследования с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов (ОПК_5)	Зачет с оценкой	5

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 (УК-3, ОПК-5)	-	-	-	-	+	-
Умеет	планировать проведение экспериментов и порядок их выполнения; пользоваться программными средствами для обработки результатов экспериментальных исследований; выбирать оптимальные методы оценки адекватности полученных	-	-	-	-	+	-

	аналитических зависимостей (УК-3, ОПК-5)						
Владеет	навыками: составления планов одно- и многофакторных экспериментов; анализа и обобщения результатов экспериментальных исследований; оценки адекватности полученных аналитических зависимостей; регрессионного анализа (УК-3, ОПК-5)	-	-	-	-	+	-

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 (УК-3, ОПК-5)	отлично	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Показал знания лекционного материала и литературных источников
Умеет	планировать проведение экспериментов и порядок их выполнения; пользоваться программными средствами для обработки результатов экспериментальных исследований; выбирать оптимальные методы оценки адекватности полученных аналитических (УК-3, ОПК-5)		
Владеет	навыками: составления планов одно- и многофакторных экспериментов; анали-		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	за и обобщения результатов экспериментальных исследований; оценки адекватности полученных аналитических зависимостей; регрессионного анализа (УК-3, ОПК-5)		
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 (УК-3, ОПК-5)	хорошо	Полное или частичное посещение лекционных занятий. Показал знания лекционного материала.
Умеет	планировать проведение экспериментов и порядок их выполнения; пользоваться программными средствами для обработки результатов экспериментальных исследований; выбирать оптимальные методы оценки адекватности полученных аналитических зависимостей (УК-3, ОПК-5)		
Владеет	навыками: составления планов одно- и многофакторных экспериментов; анализа и обобщения результатов экспериментальных исследований; оценки адекватности полученных аналитических зависимостей; регрессионного анализа (УК-3, ОПК-5)		
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 (УК-3, ОПК-5)	удовлетворительно	Полное или частичное посещение лекционных занятий. Показал частичные знания лекционного материала.
Умеет	планировать проведение экспериментов и порядок их выполнения; пользоваться программными средствами для обработки результатов экспериментальных		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	исследований; выбирать оптимальные методы оценки адекватности полученных аналитических зависимостей (УК-3, ОПК-5)		
Владеет	навыками: составления планов одно- и многофакторных экспериментов; анализа и обобщения результатов экспериментальных исследований; оценки адекватности полученных аналитических зависимостей; регрессионного анализа (УК-3, ОПК-5))		
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 (УК-3, ОПК-5)		
Умеет	планировать проведение экспериментов и порядок их выполнения; пользоваться программными средствами для обработки результатов экспериментальных исследований; выбирать оптимальные методы оценки адекватности полученных аналитических зависимостей (УК-3, ОПК-5)	неудовлетворительно	Частичное посещение лекционных занятий. Не показал знаний из лекционного материала..
Владеет	навыками: составления планов одно- и многофакторных экспериментов; анализа и обобщения результатов экспериментальных исследований; оценки адекватности полученных аналитических зависимостей; регрессионного анализа (УК-3, ОПК-5)		
Знает	планы проведения одно- и многофакторного экспериментов; основные правила статистической обработки экспериментальных исследований; принципы оценки адекватности полученных аналитических зависимостей; основные методы оптимизации решения техниче-	не аттестован	Непосещение лекционных занятий.

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	ских задач; основы регрессионного анализа (УК-3, ОПК-5)		
Умеет	планировать проведение экспериментов и порядок их выполнения; пользоваться программными средствами для обработки результатов экспериментальных исследований; выбирать оптимальные методы оценки адекватности полученных аналитических зависимостей (УК-3, ОПК-5)		
Владеет	навыками: составления планов одно- и многофакторных экспериментов; анализа и обобщения результатов экспериментальных исследований; оценки адекватности полученных аналитических зависимостей; регрессионного анализа (УК-3, ОПК-5)		

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».

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 (УК-3, ОПК-5)	отлично	Студент демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.
Умеет	планировать проведение экспериментов и порядок их выполнения; пользоваться про-		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	граммными средствами для обработки результатов экспериментальных исследований; выбирать оптимальные методы оценки адекватности полученных аналитических зависимостей (УК-3, ОПК-5)		
Владеет	навыками: составления планов одно- и многофакторных экспериментов; анализа и обобщения результатов экспериментальных исследований; оценки адекватности полученных аналитических зависимостей; регрессионного анализа (УК-3, ОПК-5)		
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 (УК-3, ОПК-5)		
Умеет	планировать проведение экспериментов и порядок их выполнения; пользоваться программными средствами для обработки результатов экспериментальных исследований; выбирать оптимальные методы оценки адекватности полученных аналитических зависимостей (УК-3, ОПК-5)	хорошо	Студент демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.
Владеет	навыками: составления планов одно- и многофакторных экспериментов; анализа и обобщения результатов экспериментальных исследований; оценки адекватности полученных аналитических зависимостей; регрессионного анализа (УК-3, ОПК-5)		
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 (УК-3, ОПК-5)	удовлетворительно	Студент демонстрирует частичное понимание заданий. Большинство требований,

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Умеет	планировать проведение экспериментов и порядок их выполнения; пользоваться программными средствами для обработки результатов экспериментальных исследований; выбирать оптимальные методы оценки адекватности полученных аналитических зависимостей (УК-3, ОПК-5)		предъявляемых к заданию выполнены.
Владеет	навыками: составления планов одно- и многофакторных экспериментов; анализа и обобщения результатов экспериментальных исследований; оценки адекватности полученных аналитических зависимостей; регрессионного анализа (УК-3, ОПК-5)		
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 (УК-3, ОПК-5)		1. Студент демонстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не 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 (УК-3, ОПК-5)	неудовлетворительно	2. Студент демонстрирует непонимание заданий.
Владеет	навыками: составления планов одно- и многофакторных экспериментов; анализа и обобщения результатов экспериментальных исследований; оценки адекватности полученных аналитических зависимостей; регрессионного анализа (УК-3, ОПК-5)		3. У студента нет ответа. Не было попытки выполнить задание.

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 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

7.3.2. 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	(УК-3, ОПК-5)	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. Шмицько, Т. Ф. Ткаченко	2011	Библиотека ВГАСУ – 30 экз.

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

Вид учебных занятий	Деятельность аспиранта
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
Подготов-	При подготовке к зачету с оценкой необходимо ориентироваться на

ка к зачету с оценкой	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.

Дополнительная литература

1. Формируется индивидуально в соответствии с тематикой научно-исследовательской работы.

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;

www.edu.vgasu.ru – учебный портал ВГАСУ

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. аспирант получает оценку в зависимости от полноты ответа на вопросы при письменной форме зачета.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки

15.06.01
МАШИНОСТРОЕНИЕ (УРОВЕНЬ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ
ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ)

(Утвержден приказом Мин. Образования и науки РФ от 30 июля 2014 г. N 881

Руководитель основной профессиональной образовательной программы

зав. кафедрой строительной техники и инженерной механики, д.т.н., проф.

_____ В.А. Жулай

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией дорожно-транспортного института

« _____ » _____ 2015г. протокол № _____

Председатель

д.т.н., проф.
ученая степень, звание

подпись

Ю.И. Калгин
инициалы, фамилия

Эксперт

(место работы)

(занимаемая должность)

(подпись) (инициалы, фамилия)

М П
организации