

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



Первый проректор, проректор по научной  
и инновационной работе

В.Г. Прокошев

2016г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Теория и методология экспериментальных исследований»**

**Направление подготовки:** 13.06.01 – Электро- и теплотехника

**Направленность (профиль) подготовки:** Теоретическая электротехника

**Уровень высшего образования:** Подготовка кадров высшей квалификации

**Квалификация выпускника** «Исследователь. Преподаватель-исследователь»

**Форма обучения:** очная

Год	Трудоем- кость зач. ед, час.	Лек- ции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРА, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
1	2/72	22	-	4	46	Зачет
Итого	2/72	22	-	4	46	Зачет

г. Владимир 2016

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Теория и методология экспериментальных исследований» является:

- формирование у аспирантов знаний и практического опыта в использовании современных методов проведения экспериментальных научных исследований;
- обучение аспирантов основам планирования многофакторных экспериментов для решения исследовательских и конструкторско-технологических задач;
- формирование навыков построения и исследования многофакторных экспериментальных моделей технологических процессов, устройств и оптимизации их функционирования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Теория и методология экспериментальных исследований» относится к циклу аспирантура (уровень подготовки кадров высшей квалификации, индекс Б1.В.ОД.2). Она изучается в 1-ом полугодии подготовки аспирантов после изучения дисциплин технического и общеинженерного профиля во время обучения в магистратуре: «Контроль и регулирование качества электроэнергии по комплексу нормированных показателей», «Современные проблемы электроэнергетики», «Средства и методы диагностики высоковольтного оборудования» и др.

Дисциплина является *базовой* для формирования и последующего использования в научной работе аспирантов современной методологии экспериментальных исследований.

Для успешного изучения дисциплины аспиранты должны знать основные положения таких наук, как «Высшая математика», «Информатика», «Компьютерные технологии» и владеть современными программными продуктами в области статистической обработки данных.

Дисциплина «Теория и методология экспериментальных исследований» является частью блока дисциплин, посвященных математическому моделированию процессов, средств и систем машиностроительных производств с использованием современных технологий научных экспериментальных исследований.

### **3.КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать результаты образования, описанные ниже.

После изучения дисциплины аспирант должен

**знать:**

- современные методы экспериментальных научных исследований процессов, механизмов, устройств, установок и явлений, протекающих в технологических и технических системах;

- методику проведения однофакторных и многофакторных экспериментов и четко представлять, в каких случаях следует использовать тот или иной эксперимент;

**уметь:**

- находить поиск оптимальных решений при создании новых изделий, процессов, устройств, механизмов, технологий и их элементов; средств и систем технического и технологического обеспечения с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения;

**владеть:**

- выбором независимых факторов, параметров оптимизации, разработкой плана многофакторного эксперимента;

- реализацией матрицы планирования многофакторного эксперимента;

- методикой статистической обработки результатов многофакторного эксперимента;

- методикой графического построения экспериментальных многофакторных моделей;

- методикой оптимизации исследуемого объекта или процесса;

- методикой разработки научно-обоснованных рекомендаций по управлению исследуемым процессом, устройством, механизмом, с целью обеспечения их оптимального функционирования.

Это означает, что аспирант,изучивший дисциплину«Теория и методология экспериментальных исследований», должен **обладать следующими компетенциями:**

- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Год обучения	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРА	
1	Классификация типы и задачи эксперимента	1	2			6	Собеседование
1.1	Характеристика экспериментов в различных отраслях науки. Обоснование выбора вида эксперимента. методика эксперимента.		1			4	
1.2	Методика однофакторного эксперимента, область его применения		1			2	
	<i>Промежуточная аттестация</i>						
2	Теория и методология многофакторных экспериментов. исследований		10			20	Собеседование
2.1	Теория планирования многофакторных экс-тов. Выбор факторов, параметров, многофакторной модели		5		2	10	Отчет по лабораторной работе
2.2	Разработка плана полного факторного эксперимента, матрицы планирования. Рандомизация опытов и их реализация.		5			10	
	<i>Промежуточная аттестация</i>						
3	Методика статистической обработка результатов многофакторного эксперимента.		10		2	20	Отчет по лабораторной работе.
3.1	Расчет статистических дисперсий. Проверка гипотезы адекватности модели с использованием критерия Фишера.		5			10	
3.2	Перевод кодового уравнения регрессии. в натуральное. Оптимизация параметров. Построение функций отклика на основе многофак-ой модели.		5			10	Собеседование
	<i>Промежуточная аттестация</i>						
	ИТОГО 72 часа		22	-	4	46	Зачет

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В процессе обучения используются следующие формы образовательных технологий: при чтении лекций используется проблемный метод, в результате чего обучающиеся знакомятся с проблемами построения и практической реализации многофакторного эксперимента и могут оценить альтернативные варианты решения проблемы современного эффективного использования научного эксперимента;

Проводятся экскурсии по лабораториям научного образовательного центра кафедры, где установлено и эксплуатируется металлорежущее оборудование с ЧПУ, выпущенное передовыми станкостроительными компаниями Германии и Японии. В ходе экскурсии обучающиеся знакомятся с современными металлорежущими станочными и лазерными системами, технологической оснасткой и прецизионными контрольно-измерительными приборами. Организуются встречи аспирантов со специалистами, обслуживающими современное оборудование.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТОВ**

### **6.1. Оценочные средства текущего контроля успеваемости:**

- оценка способности решения задач по изучаемой теме на лабораторных занятиях;
- устные опросы во время лекций и лабораторных занятий;
- проверка выполненных рейтинговых тестов.

### **6.2. Оценочные средства промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:**

- тесты при проведении собеседования;
- отчеты по результатам выполненных лабораторных занятий;
- проверка знаний при сдаче зачета по дисциплине.

Итоговым контролем освоения дисциплины «Теория и методология экспериментальных исследований» является зачет.

#### **6.2.1. Темы рефератов**

1. Классификация экспериментов по различным признакам и их описание.
2. Организация и проведение однофакторного эксперимента, области его использования и основные недостатки.
3. Методика проведения однофакторного эксперимента в научных исследованиях.

4.Использование метода наименьших квадратов для обработки результатов однофакторных экспериментов.

5.Достоинства многофакторного эксперимента в сравнении с однофакторным и области его эффективного использования.

6.Характеристика и требования к независимым факторам, методика выбора и расчета их уровней.

7.Выбор плана многофакторного эксперимента и построение матрицы планирования.

8.Рандомизация последовательности опытов, реализация матрицы планирования многофакторного эксперимента.

9.Методика оценки однородности дисперсий и значимости коэффициентов регрессии.

10.Расчет статистических дисперсий по результатам проведенного многофакторного эксперимента.

11. Проверка гипотезы адекватности многофакторной экспериментальной модели с использованием критерия Фишера.

12.Перевод уравнения регрессии в кодовом обозначении факторов в уравнение с натуральным их обозначением.

13.Методика оптимизации параметров при многофакторном эксперименте.

14.Построение графических функций отклика на основе адекватной многофакторной модели.

15.Разработка научно-обоснованных рекомендаций по повышению эффективности процесса, явления, устройства или другого исследуемого объекта на основе оптимальной многофакторной модели.

#### **6.2.2.Вопросы для текущего контроля и промежуточной аттестации**

1.Дайте определение независимого фактора и параметра оптимизации, в чем их принципиальное отличие?

2.Сформулируйте требования, предъявляемые к независимым факторам и параметрам оптимизации.

3.Как определяют уровни независимых факторов и осуществляется их кодирование?

4.Как разрабатывают план многофакторного эксперимента и составляют матрицу планирования?

5.Проведите компьютерную рандомизацию последовательности опытов в многофакторном эксперименте.

6.Изложите методику реализации матрицы планирования с дублированием опытов.

7.Изложите методику оценки однородности дисперсий опытов матрицы планирования.

8.Изложите методику расчета коэффициентов регрессии и проверки их значимости.

9.Как корректируется уравнение регрессии при незначимости некоторых независимых факторов и эффектов взаимодействия.

10.Какие статистические дисперсии рассчитывают при обработке результатов многофакторного эксперимента? Приведите и объясните формулы для расчета дисперсий.

11.Изложите методику определения дисперсии адекватности в многофакторном эксперименте.

12.Изложите методику проверки гипотезы адекватности уравнения регрессии с использованием критерия Фишера.

13.Изложите методику перехода от кодированного уравнения регрессии к уравнению с натуральным обозначением независимых факторов и параметров.

14.Как графически построить многофакторные модели по адекватному уравнению регрессии.

15.Изложите методику оптимизации исследуемого многофакторного процесса или явления по методу Бокса-Уилсона.

16.Изложите методологию построения и реализации многофакторного эксперимента.

### **6.3.Виды самостоятельной работы**

Самостоятельная работа аспиранта заключается в подготовке к лабораторным занятиям, собеседованию, в изучении лекционного материала, а также в подготовке к сдаче зачета.

### **6.4.Методика самостоятельного изучения дисциплины**

Самостоятельная работа аспирантов включает в себя изучение теоретического материала дисциплины по лекциям и др. литературным источникам, подготовку к выполнению лабораторных работ и собеседованию. В рекомендациях по СРС рассмотрены методические аспекты изучения теоретического материала дифференцировано по каждой теме дисциплины.

При изучении теоретического курса дисциплины необходимы базовые знания в объеме университетских программ по высшей математике, основам технологии машиностроения, металлорежущим станкам, режущему инструменту и технологии машиностроения, информационные технологии и др. технических дисциплинам ВлГУ.

Достаточность уровня подготовки аспиранта оценивается преподавателем при проведении лабораторных работ и собеседований.

## **7.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### *а) основная литература:*

1.Алибеков А.К., Михалев М.А. Практика применения планирования эксперимента: для инженеров и научных работников: Монография. – Махачкала: ДГТУ, 2013. – 126 с.

2.Казаков Ю.Б. Методы планирования эксперимента: Конспект лекций. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет, 2012 – 40 с.

3.Сазонникова Н.А.Планирование и организация эксперимента: учеб. пос. в 2 ч. / Н.А. Сазонникова. - Самара: Самар. гос. техн. ун-т, Ч. 2. – 2012. – 192 с. - ISBN 978-5-7964-1515-3.

### *б) дополнительная литература:*

1.Каргин, В. Р.Методология научных исследований: Лекция № 4. Выбор направления научного исследования и этапы научно-исследовательской работы.Лекция№ 5.Экспериментальные методы исследований. [Электронный ресурс]: Самар. гос.аэрокосм. ун-т им. С.П. Королева (нац. исслед. ун-т.-Самара, 2011.

2.Сидняев Н. И. Теория планирования эксперимента и анализстатистических данных:учебное пособие/ Н. И. Сидняев. – М.: ИздательствоИД Юрайт, 2011. – 399 с. – ISBN 978-5-9916-0990-6; ISBN 978-5-9692-0439-3.

### *в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:*

Используютсяоперационные системы Windows,стандартные офисные программы.

<http://www.cad.dp.ua/> <http://www.siemens.com/>

<http://www.fms3000.ru/> <http://www.heidenhain.com/>

<http://www.fanuc.com/> <http://www.eg.dmg.com/>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

1.Для обеспечения учебного процесса по дисциплине «Теория и методология экспериментальных исследований» используется лаборатория высокоэффективных методов обработки в машиностроении (аудитория 121-2)кафедры ТМС.


2.Краткая характеристика помещения:



общая площадь – 100 кв. м. В состав лаборатории входят 3 уникальных многоосевых станков с ЧПУ повышенной жесткости и точности на базе современных систем ЧПУ.  
Оборудование:

- многофункциональный токарный станок с ЧПУ фирмы ЭМСО модели TURN-155 (Австрия);
- обрабатывающий центр Qwazer фирмы HEIDENHAIN (Германия);
- мультимедийные средства.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению 13.06.01 – Электро-и теплотехника, профиль подготовки – Теоретическая электротехника.

Рабочую программу составил профессор  Гусев В.Г.

РЕЦЕНЗЕНТ:

Начальник лаборатории испытаний электроприводов  
ПАО НИПТИЭМ, доцент, кандидат технических наук  Родионов Р.В.




Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТМС  
протокол от года.

Заведующий кафедрой  Морозов В.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 13.06.01 – Электро-и теплотехника

Протокол № 13/1 от 18.06.2016 года

Председатель комиссии  Сбитнев С,А

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2016/17 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 05.09.17 года

Заведующий кафедрой Бадалян Н.П.

Рабочая программа одобрена на 2017/18 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 04.09.18 года

Заведующий кафедрой Бадалян Н.П.

Рабочая программа одобрена на 2019/20 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 04.09.19 года

Заведующий кафедрой Бадалян Н.П.

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

Институт архитектуры, строительства и энергетики  
(наименование института)

Электротехника и электроэнергетика  
(наименование кафедры)

УТВЕРЖДАЮ:  
Председатель учебно-методической комиссии  
по направлению подготовки

  
С.А. Сбитнев  
(подпись) инициалы, фамилия

« 19 » июня 2016 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для текущего контроля и промежуточной аттестации  
при изучении учебной дисциплины

«Теория и методология экспериментальных исследований»  
(наименование дисциплины)

13.06.01 – Электро- и теплотехника  
(код и наименование направления подготовки)

Теоретическая электротехника  
(наименование направленности подготовки)

Уровень высшего образования – подготовка кадров высшей квалификации

# 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

## «Теория и методология экспериментальных исследований»

(наименование дисциплины)

Формируемые компетенции:

ОПК-1 – владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности;

Форма промежуточной аттестации: зачет (1-й год обучения).

### Этапы формирования и оценки компетенций

№ этапа	Оцениваемые темы, разделы курса; вопросы для самостоятельной работы (в соответствии с рабочей программой)	Компетенции	Виды оценочных средств
<b>Текущий контроль успеваемости в ходе изучения дисциплины</b>			
1	Классификация, типы и задачи эксперимента. Характеристика экспериментов в различных отраслях науки.		Собеседование
2	Обоснование выбора вида эксперимента. Методика однофакторного эксперимента, область его применения.	ОПК-1	Собеседование
3	Теория и методология многофакторных экспериментов. Теория планирования многофакторных экстов. Выбор факторов, параметров и многофакторной модели.	ОПК-1	Отчет по лабораторной работе
4	Разработка плана полного факторного эксперимента, матрица планирования. Рандомизация опытов и их реализация. Расчет статистических дисперсий.	ОПК-1	Отчет по лабораторной работе
5	Проверка гипотезы адекватности модели с использованием критерия Фишера. Перевод кодового уравнения регрессии. в натуральное.	ОПК-1	Отчет по лабораторной работе
6	Оптимизация параметров. Построение функций отклика на основе многофакторной модели.	ОПК-1	Собеседование
<b>в том числе текущий контроль самостоятельной работы аспиранта</b>			
1	Обоснование выбора факторов и параметров оптимизации и уровней значимостей.	ОПК-1	Собеседование
2	Проверка гипотезы однородности дисперсий, определение коэффициентов регрессии и их значимости.	ОПК-1	Собеседование
3	Расчет дисперсии адекватности и проверка гипотезы адекватности с использованием критерия согласия Фишера. Построение функций многофакторной модели.	ОПК-1	Собеседование
<b>Промежуточная аттестация по итогам изучения дисциплины</b>			
	Зачет по итогам изучения дисциплины	ОПК-1	Вопросы к зачету

## 2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Теория и методология экспериментальных исследований»

(наименование дисциплины)

### 2.1. Текущий контроль успеваемости в ходе изучения дисциплины

Задания для написания рефератов

1. Классификация экспериментов по различным признакам и их описание.
2. Организация и проведение однофакторного эксперимента, области его использования и основные недостатки.
3. Методика проведения однофакторного эксперимента в научных исследованиях.
4. Использование метода наименьших квадратов для обработки результатов однофакторных экспериментов.
5. Достоинства многофакторного эксперимента в сравнении с однофакторным и области его эффективного использования.
6. Характеристика и требования к независимым факторам, методика выбора и расчета их уровней.
7. Выбор плана многофакторного эксперимента и построение матрицы планирования.
8. Рандомизация последовательности опытов, реализация матрицы планирования многофакторного эксперимента.
9. Методика оценки однородности дисперсий и значимости коэффициентов регрессии.
10. Расчет статистических дисперсий по результатам проведенного многофакторного эксперимента.
11. Проверка гипотезы адекватности многофакторной экспериментальной модели с использованием критерия Фишера.
12. Перевод уравнения регрессии в кодовом обозначении факторов в уравнение с натуральным их обозначением.
13. Методика оптимизации параметров при многофакторном эксперименте.
14. Построение графических функций отклика на основе адекватной многофакторной модели.
15. Разработка научно-обоснованных рекомендаций по повышению эффективности процесса, явления, устройства или другого исследуемого объекта на основе оптимальной многофакторной модели.

#### Критерии оценки выполнения реферата

Оценка	Критерии
зачтено	Аспирант показал творческий подход к освоению программы дисциплины, в совершенстве или в достаточной степени овладел теоретическими вопросами дисциплины, показал необходимые умения и навыки.
не зачтено	Аспирант имеет проблемы по отдельным теоретическим разделам дисциплины и не владеет как минимум основными умениями и навыками.

Получение зачета по результатам освоения разделов курса с учетом результатов оценки самостоятельной работы предполагает допуск аспиранта к промежуточной аттестации (зачету).

## 2.2. Текущий контроль самостоятельной работы аспиранта

### Вопросы для проведения собеседований

Собеседование 1. «Аналитический обзор научных трудов предшественников, формулирование цели и задач исследования»

Методика анализа априорной информации.

Выбор направления научного исследования.

Этапы научно-исследовательской работы.

Формулирование цели и задач исследования.

Собеседование 2. «Обоснование выбора вида экспериментального исследования»

Характеристика однофакторного эксперимента, его информативная составляющая и область использования.

Характеристика многофакторного эксперимента, его информативная составляющая и область использования.

Обоснование выбора вида экспериментального исследования.

Классификация многофакторного эксперимента и выбор модели.

Анализ и графическая интерпретация многофакторных моделей.

Собеседование 3. «Линейный полный факторный и дробный факторный эксперименты, методика планирования и обработки результатов»

Обоснование выбора абсолютных значений независимых факторов, требования, предъявляемые к факторам и параметрам.

Методика планирования линейного полного факторного эксперимента, матрица планирования.

Методика планирования дробного факторного эксперимента, матрица планирования.

Статистическая обработка результатов линейного полного и дробного факторного экспериментов.

Критерии согласия, используемые для проверки адекватности многофакторных моделей.

### Критерии оценки участия в собеседовании

Оценка	Критерии оценки
зачтено	Аспирант продемонстрировал высокий уровень теоретической подготовки (владение терминологическим аппаратом, знание основных концепций и авторов), умение применять имеющиеся знания на практике (пояснить то или иное явление на примере), а также умение высказывать свое мнение, отстаивать свою позицию, слушать и оценивать различные точки зрения, конструктивно полемизировать, находить точки соприкосновения разных позиций.
	Аспирант продемонстрировал достаточный уровень теоретической подготовки (владение терминологическим аппаратом, знание основных концепций и авторов), умение применять имеющиеся знания на практике (пояснить то или иное явление на примере), а также способность отвечать на дополнительные вопросы.
не зачтено	Аспирант в основном продемонстрировал теоретическую подготовку, знание основных понятий дисциплины, однако имел затруднения в применении знаний на практике и ответах на дополнительные вопросы, не смог сформулировать собственную точку зрения и обосновать ее.
	Аспирант продемонстрировал низкий уровень теоретических знаний, не владение основными терминологическими дефинициями, не смог принять активное участие в дискуссии и допустил значительное количество ошибок при ответе на вопросы преподавателя.

## ТЕСТЫ

### Тест 1. Задание: выберите правильный ответ на вопрос.

1. Что называют независимым фактором во многофакторном эксперименте?

- а) – независимую переменную величину, не влияющую на параметр оптимизации, б) – зависимую переменную величину, не оказывающую влияние на параметр оптимизации, в) – переменную величину, зависящую от нескольких других факторов, г) – независимую переменную величину, подаваемую на вход объекта исследования и влияющую на его состояние, поведение, а также результат эксперимента.

2. Какие уровни имеют независимые факторы в линейном многофакторном эксперименте?

- а) – максимальный и минимальный, б) – верхний и нижний, в) – основной и верхний, г) – основной и нижний, д) – основной, нижний и верхний.

3. Какие статистические дисперсии следует определить в процессе обработки результатов многофакторного эксперимента?

- а) – опыта, невоспроизводимости эксперимента, остаточную, б) – опыта, воспроизводимости эксперимента, неадекватности, в) – опыта, воспроизводимости эксперимента, коэффициентов регрессии, адекватности, г) – остаточную, опыта, неадекватности эксперимента, коэффициентов регрессии.

4. По каким формулам кодируют независимые факторы?

$$а) x_i = \frac{H-OY}{ИВ}, \quad б) x_i = \frac{H-OY}{ИВ*К}, \quad в) x_i = \frac{(H-OY)*K}{ИВ}, \quad г) x_i = \frac{H+OY}{ИВ*К},$$

где  $H$  – натуральное значение независимого фактора на основном или нижнем, или верхнем уровне;  $OY$  – основной уровень независимого фактора;  $ИВ$  – интервал варьирования независимого фактора;  $K$  – число независимых факторов в эксперименте.

### Тест 2. Задание: выберите правильный ответ на вопрос.

1. По какой формуле рассчитывают постоянный коэффициент регрессии?

$$а) b_i = \frac{\sum_{j=1}^N x_{ij} y_j}{N}; \quad б) b_0 = \frac{\sum_{j=1}^N y_j}{N}; \quad в) b_{ii} = \frac{\sum_{j=1}^N x_{ij} x_{ij} y_j}{N},$$

где  $b_i, b_0, b_{ij}$  – коэффициенты регрессии;  $i$  – номер фактора;  $j$  – номер строки матрицы планирования;  $x$  – кодовое значение фактора;  $y$  – кодовое значение параметра оптимизации;  $N$  – число опытов в матрице планирования.

2. По какой формуле рассчитывают коэффициенты регрессии, учитывающие линейные эффекты?

$$а) b_i = \frac{\sum_{j=1}^N x_{ij} y_j}{N}; \quad б) b_i = \frac{\sum_{j=1}^N x_{ij} y_j}{N}; \quad в) b_0 = \frac{\sum_{j=1}^N y_j}{N}; \quad г) b_{ii} = \frac{\sum_{j=1}^N x_{ij} x_{ij} y_j}{N}.$$

3. По какой формуле рассчитывают коэффициенты регрессии, учитывающие эффекты взаимодействия?

$$а) b_i = \frac{\sum_{j=1}^N x_{ij} y_j}{N}; \quad б) b_i = \frac{\sum_{j=1}^N x_{ij} y_j}{N}; \quad в) b_0 = \frac{\sum_{j=1}^N y_j}{N}; \quad г) b_{ii} = \frac{\sum_{j=1}^N x_{ij} x_{ij} y_j}{N}.$$

### Тест 3. Задание: выберите правильный ответ на вопрос.

1. На основании какой формулы выполняют переход от уравнения регрессии в кодовом обозначении факторов к уравнению с натуральным обозначением факторов?

а) – формулы для расчета дисперсии опыта, б) – формулы кодирования независимых факторов, в) – формулы для расчета дисперсии воспроизводимости эксперимента.

2. Какое значение уровня значимости  $\alpha$  принимают при статистической обработке результатов многофакторного эксперимента для машиностроения?

а) –  $\alpha = 0,1$ ; б) –  $\alpha = 0,05$ ; в) –  $\alpha = 0,01$ .

3. В каком случае многофакторная экспериментальная модель является адекватной?

а) –  $F_p > F_T$ , б) –  $F_p < F_T$ , в) –  $F_p = F_T$ ,

где  $F_p$  – расчетное значение критерия Фишера;  $F_T$  – табличное значение критерия Фишера.

4. Как определить в уравнении регрессии фактор, оказывающий наибольшее влияние на параметр оптимизации?

а) – фактор, перед которым стоит максимальное положительное или отрицательное значение коэффициента регрессии;

б) – фактор, перед которым стоит минимальное положительное или отрицательное значение коэффициента регрессии,

### Критерии оценки результатов тестирования

Оценка	Критерии оценки
зачтено	Аспирант ответил на все вопросы, допустив не более 1 ошибки в тесте
не зачтено	Аспирант ответил не на все вопросы и допустил 2 и более ошибок в тесте

Получение зачета по самостоятельной работе с учетом результатов текущего контроля предполагает допуск аспиранта к промежуточной аттестации (зачету).

### 2.3. Промежуточная аттестация (зачет)

#### Вопросы к зачету по дисциплине

#### «Теория и методология экспериментальных исследований»

Зачет проводится в устной форме.

1. Дайте определение независимого фактора и параметра оптимизации, в чем их принципиальное отличие?

2. Сформулируйте требования, предъявляемые к независимым факторам и параметрам оптимизации.

3. Как определяют уровни независимых факторов и осуществляется их кодирование?

4. Как разрабатывают план многофакторного эксперимента и составляют матрицу планирования?

5. Проведите компьютерную рандомизацию последовательности опытов в многофакторном эксперименте.

6. Изложите методику реализации матрицы планирования с дублированием опытов.

7. Изложите методику оценки однородности дисперсий опытов матрицы планирования.

8. Изложите методику расчета коэффициентов регрессии и проверки их значимости.

9. Как корректируется уравнение регрессии при незначимости некоторых независимых факторов и эффектов взаимодействия.

10. Какие статистические дисперсии рассчитывают при обработке результатов многофакторного эксперимента?



11. Изложите методику определения дисперсии адекватности в многофакторном эксперименте.
12. Изложите методику проверки гипотезы адекватности уравнения регрессии с использованием критерия Фишера.
13. Изложите методику перехода от кодового уравнения регрессии к уравнению с натуральным обозначением независимых факторов и параметров.
14. Как графически построить многофакторные модели по адекватному уравнению регрессии.
15. Изложите методику оптимизации исследуемого многофакторного процесса или явления по методу Бокса-Уилсона.
16. Изложите методологию однофакторного эксперимента.
17. Изложите методологию построения многофакторного эксперимента.
18. Изложите методологию реализации многофакторного эксперимента.
19. Как проводят рандомизацию многофакторного эксперимента?
20. Для чего и как проводят проверку значимости коэффициентов уравнения регрессии.
21. Как проверяют гипотезу однородности дисперсий опыта?
22. Приведите и объясните формулы для расчета дисперсий при статистической обработке результатов многофакторного эксперимента.
23. Для чего и как определяют доверительные интервалы для коэффициентов уравнения регрессии?
24. Для чего используют критерий Кохрена и Стьюдента при планировании многофакторного эксперимента?
25. Как определяют наибольшую и наименьшую степени свободы при выборе табличного значения критерия Фишера?
26. Как определяют значение параметра оптимизации по уравнению регрессии и для чего это нужно?
27. Из какой точки центра плана начинают крутое восхождение по поверхности отклика?
28. Изложите методику оптимизации выходного параметра методом крутого восхождения по поверхности отклика?
29. Как построить графики зависимости параметра оптимизации от факторов процесса?
30. Изложите методику разработки научно-обоснованных рекомендаций по совершенствованию исследованного процесса, явления на основании адекватной многофакторной модели.

**Критерии оценки сформированности компетенций  
по дисциплине «Теория и методология экспериментальных исследований»  
на промежуточной аттестации (зачете)**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценки</b>	<b>Уровень сформированности компетенций</b>
<i>зачтено</i>	<p>Аспирант глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает его на зачете, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение.</p> <p>Учебные достижения в семестровый период и результаты текущего контроля демонстрируют высокую степень овладения программным материалом.</p>	<i>высокий</i>
<i>зачтено</i>	<p>Аспирант твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.</p> <p>Учебные достижения в период освоения дисциплины и результаты текущего контроля демонстрируют хорошую степень овладения программным материалом.</p>	<i>продвинутый</i>
<i>зачтено</i>	<p>Аспирант имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.</p> <p>Учебные достижения в период освоения дисциплины и результаты текущего контроля демонстрируют достаточную (удовлетворительную) степень овладения программным материалом.</p>	<i>пороговый</i>
<i>не зачтено</i>	<p>Аспирант не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Аспирант регулярно пропускал учебные занятия и не выполнял требования по выполнению самостоятельной работы и текущего контроля.</p> <p>Учебные достижения в период освоения дисциплины и результаты текущего контроля демонстрируют низкий уровень овладения программным материалом.</p>	<i>не сформированы</i>

Фонд оценочных средств по дисциплине «Теория и методология экспериментальных исследований» составил д.т.н., профессор кафедры «Технология машиностроения»



В.Г.Гусев