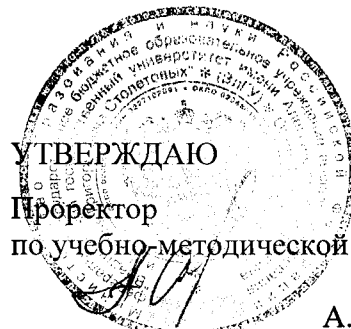


**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное**  
**учреждение высшего образования**  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**



Проректор  
по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 17 » 12 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОГО И НАУЧНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**

Направление подготовки **22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

Профиль/программа подготовки **-**

Уровень высшего образования **Бакалавриат**

Форма обучения **Очная**

Семестр	Трудоемкость зач. ед. / час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
VIII	2 / 72	-	20	-	52	Зачет
Итого	2 / 72	-	20	-	52	Зачет

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Основы инженерного и научного эксперимента» по ОПОП направления 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» является формирование у студентов знаний и компетенций в области планирования и организации научного и инженерного эксперимента, а также приобретение навыков обработки и анализа полученных экспериментальных данных.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Основы инженерного и научного эксперимента» входит в вариативную часть блока 1 и является обязательной при освоении ОПОП бакалавриата по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов». Изучение дисциплины базируется на знании ранее изучаемых общеобразовательных дисциплин математического и естественнонаучного профиля.

Компетенции, приобретённые студентами в курсе «Основы инженерного и научного эксперимента», должны быть использованы во всех последующих дисциплинах, связанных с обработкой экспериментальных данных, планированием и проведением экспериментов, а также призваны в значительной степени облегчить процесс адаптации студента в условиях реального производства. Полученные знания и умения студентов используются при выполнении бакалаврских выпускных квалификационных работ.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО:

- способность использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях (ОПК-2);
- способность сочетать теорию и практику для решения инженерных задач (ОПК-4);
- готовность выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации (ПК-5).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен продемонстрировать следующие результаты образования:

### знать:

- основы современных методологических подходов к постановке и обработке результатов научных и инженерных экспериментов в области материаловедения (ОПК-2);
- сущность математических методов, применяемых при планировании и оптимизации эксперимента (ОПК-2, ОПК-4).

### уметь:

- составлять планы промышленного эксперимента в условиях действующего производства (ОПК-4, ПК-5);
- анализировать многомерные массивы данных производственного контроля (ОПК-4, ПК-5);
- решать вопросы организации и проведения пассивных и активных экспериментов при исследованиях материалов (ПК-5);
- правильно ориентироваться в выборе многообразных компьютерных прикладных программ и понимать область применения статистических методов решения того или иного класса задач (ПК-5);
- анализировать и делать выводы по научным и техническим проблемам, возникающим в процессе эксперимента (ПК-5).

**Владеть:**

- принципами разработки моделей и методик исследования процессов и материалов на основе планирования эксперимента (ПК-5);
- навыками формирования и аргументации собственных суждений и научной позиции при анализе экспериментальных результатов (ОПК-2).

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 час.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Статистический анализ экспериментальных данных	8	1-4	-	8	-	-	20	-	4 / 50	1 РК
2	Основы корреляционного и регрессионного анализа	8	5-8	-	8	-	-	20	-	4 / 50	2 РК
3	Математические методы планирования эксперимента	8	9-10	-	4	-	-	12	-	2 / 50	3 РК
Всего		-	-	-	20	-	-	52	-	10 / 50	Зачёт

**Темы практических работ**

Наименование раздела дисциплины	Наименование практических работ	Трудоемкость (з.е./ часы)
1. Статистический анализ экспериментальных данных	1. Построение гистограммы выборки	0,11 / 4
	2. Определение доверительного интервала	0,11 / 4
2. Основы корреляционного и регрессионного анализа	3. Метод наименьших квадратов	0,11 / 4
	4. Определение коэффициента парной корреляции	0,11 / 4
3. Математические методы планирования эксперимента	5. Полный факторный эксперимент	0,11 / 4

**5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

50% времени аудиторных занятий отведено на интерактивные формы обучения, предусматривающие проведение занятий в диалоговом режиме с применением специализированных технологий обучения, что способствует развитию общекультурного

уровня и интеллектуальной инициативы студентов. В условиях интерактивного взаимодействия преподавателя и студентов предусмотрены дискуссии, разбор и обсуждение конкретных практико-ориентированных ситуаций, направленные на формирование основных профессиональных компетенций посредством решения практических проблем на основе опережающей теоретико-аналитической работы.

Специфика сочетания методов и форм организации обучения показана в матрице:

Методы	ФОО	Практические работы	СРС
IT-методы		+	+
Командная работа		+	-
Опережающая самостоятельная работа		-	+
Индивидуальное обучение		+	+
Проектный метод		+	+
Поисковый метод		+	+

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

### ВОПРОСЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

#### Рейтинг-контроль №1

1. Что такое эксперимент? Какова его роль в инженерной практике?
2. Какие общие черты имеют научные методы исследований для изучения закономерностей различных процессов и явлений в промышленности?
3. Приведите классификации видов экспериментальных исследований, исходя из цели проведения эксперимента и формы представления результатов, а также в зависимости от условий его реализации.
4. В чем заключаются принципиальные отличия активного эксперимента от пассивного?
5. Поясните преимущества и недостатки лабораторного и промышленного эксперимента.
6. В чем отличие количественного и качественного экспериментов?
7. Дайте определения следующим терминам: опыт, фактор, уровень фактора, отклик, функция отклика, план и планирование эксперимента.
8. Что такое случайная величина? В чем заключаются отличия дискретной от непрерывной случайной величины? Приведите примеры.
9. Какие вероятностные характеристики используют для описания распределений случайных величин?
10. С какой целью используют законы распределения при обработке данных экспериментальных исследований?
11. Почему нормальный закон распределения наиболее применим в экспериментальной практике?
12. Какие параметры и свойства характерны для нормального закона распределения?
13. Дайте определения следующим характеристикам случайных величин: центрированная, нормированная и приведенная.
14. Какие задачи решают в ходе предварительной статистической обработки экспериментальных данных?
15. Что такое генеральная совокупность и выборка?

## Рейтинг-контроль №2

1. В чем заключается основная идея оценивания с помощью доверительного интервала? С помощью каких распределений происходит построение доверительных интервалов для математического ожидания и дисперсии?
2. В чем заключается сущность статистических гипотез? Что такое нулевая и альтернативная статистические гипотезы?
3. С помощью каких критериев производится отсев грубых погрешностей?
4. Какие задачи возникают при сравнении двух рядов наблюдений экспериментальных данных? С помощью каких критериев они решаются?
5. Что такое критерий согласия? Какова основная идея его использования при проверке гипотез о виде функции распределения?
6. В чем заключается алгоритм использования критерия Пирсона для проверки гипотезы нормального распределения экспериментальных данных?
7. Какова процедура использования критерия Колмогорова-Смирнова для проверки гипотезы нормального распределения?
8. В чем заключаются сущность и основные задачи корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализа?
9. Какие подходы используют при нахождении коэффициентов уравнения регрессии?
10. Сформулируйте исходные положения метода наименьших квадратов.
11. С помощью какого параметра оценивается теснота связи между случайными величинами? Поясните физическую суть этого параметра.
12. Как оценивается адекватность статистической модели?
13. Что называется частным коэффициентом корреляции?
14. Что такое погрешность определения величин функций?
15. С какой целью рассчитывают погрешность?
16. Какие виды погрешностей вы знаете? Как они определяются?
17. В чем заключается цель решения обратной задачи теории экспериментальных погрешностей?

## Рейтинг-контроль №3

1. Из каких этапов состоит последовательность проведения активного эксперимента?
2. С какой целью используют теорию планирования эксперимента?
3. Из каких соображений выбирают основные факторы, их уровни, а также интервалы варьирования факторов при проведении ПФЭ и ДФЭ?
4. В чем заключается основная идея ДФЭ?
5. В чем заключаются причины неадекватности математической модели? Как производится оценка адекватности?
6. Каковы принципы ротационного планирования эксперимента?
7. С какой целью композиционные планы приводят к ортогональному виду?
8. В чем заключается сущность планирования экспериментов при поиске оптимальных условий? Какие методы при этом используют?
9. На чем основан метод покоординатной оптимизации?
10. Из каких этапов состоит алгоритм оптимизации методом крутого восхождения?
11. В чем заключаются основная идея метода симплексного планирования?
12. Какие преимущества дает экспериментатору использование средств вычислительной техники?
13. Каковы возможности современных программ по обработке экспериментальных данных?
14. На каких принципах основана организация современных статистических пакетов?
15. Каким образом решается задача по оценке статистических характеристик с помощью пакета Microsoft Excel?

16. Как организовано взаимодействие пользователя с пакетом MathCAD? Какие основные модули он в себя включает?
17. Как определить коэффициенты уравнения регрессии, используя пакет MathCAD?

### ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Эксперимент и его роль в инженерной практике.
2. Классификация видов экспериментальных исследований.
3. Активный и пассивный эксперимент.
4. Лабораторный и промышленный эксперимент.
5. Дискретные и непрерывные случайные величины.
6. Вероятностные характеристики для описания распределений случайных величин.
7. Использование законов распределения при обработке экспериментальных данных.
8. Нормальный закон распределения.
9. Задачи решают предварительной обработки экспериментальных данных.
10. Генеральная совокупность и выборка.
11. Математическое ожидание.
12. Статистические гипотезы.
13. Критерии отсева грубых погрешностей.
14. Критерий Пирсона.
15. Критерий Колмогорова-Смирнова.
16. Сущность и задачи корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализа.
17. Метод наименьших квадратов.
18. Оценка адекватности статистической модели.
19. Виды погрешностей.
20. Этапы проведения активного эксперимента.
21. Основные задачи планирования эксперимента.
22. Сущность дробного факторного эксперимента.
23. Причины неадекватности математической модели.
24. Принципы ротatableного планирования эксперимента.
25. Сущность планирования экспериментов при поиске оптимальных условий.
26. Оптимизация методом крутого восхождения.
27. Метод симплексного планирования.
28. Современные программы для обработки экспериментальных данных.
29. Оценка статистических характеристик с помощью пакета Microsoft Excel.
30. Основные модули программного пакета MathCAD.
31. Библиотека стандартных распределений в пакете MathCAD.
32. Система численной математики Octave.

### СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

№ п/п	Содержание самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма отчетности студента
1	Составление реферативного конспекта по разделу №1 «Статистический анализ экспериментальных данных». Понятие эксперимента. Классификация видов	20	ОПК-2 ОПК-4 ПК-5	Отчет о выполнении индивидуального задания по разделу №1 в

	<p>экспериментальных исследований. Качественный и количественный эксперимент. Лабораторный и промышленный эксперимент. Дискретные и непрерывные случайные величины. Математическое ожидание случайной величины и его свойства. Дисперсия. Среднее квадратичное отклонение. Моменты случайной величины. Асимметрия. Мода. Медиана. Плотность вероятностей. Основы теории ошибок. Генеральная совокупность и выборка. Вариационный ряд. Доверительный интервал и доверительная вероятность. Функция распределения случайной величины. Функция плотности вероятности. Проверка статистических гипотез. Отсев грубых погрешностей. «Правило трех сигм». Нормальное распределение. Распределение Пуассона. Распределение Пирсона. Распределение Стьюдента (t-распределение). Распределение Фишера (F-распределение). Преобразование распределений к нормальному. Основные инструменты пакета MathCAD для определения числовых характеристик дискретных и непрерывных случайных величин в материаловедении и технологии материалов. Библиотека стандартных распределений. Определение функции распределения и построение ее графика.</p>			соответствии с ГОСТ 7.32-2003
2	<p>Составление реферативного конспекта по разделу №2 «Основы корреляционного и регрессионного анализа». Сущность корреляционной связи и корреляционной зависимости. Парная и множественная корреляция. Диаграммы рассеяния. Коэффициент корреляции. Коэффициент детерминации. Коэффициенты ранговой корреляции. Анализ корреляционных матриц. Многомерный корреляционный анализ. Однофакторная и многофакторная регрессия.</p>	20	ОПК-2 ОПК-4 ПК-5	Отчет о выполнении индивидуального задания по разделу №2 в соответствии с ГОСТ 7.32-2003

	<p>Элементы матричной алгебры в регрессионном анализе. Выбор вида функции регрессии. Вывод уравнения регрессии методом наименьших квадратов. Проверка адекватности модели. Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии. Линеаризация регрессионных зависимостей. Регрессионный анализ в Excel, MathCAD и GNURegression. Вычисление коэффициентов уравнения регрессии и их характеристик в пакете MathCAD. Регрессия ортогональными базисными функциями. Система численной математики Octave и ее использование совместно с системой научной визуализации GNUPlot при построении нелинейных регрессионных моделей. Дисперсионный анализ. Задачи дисперсионного анализа. Структура дисперсии и разбиение суммы квадратов. Проведение однофакторного и двухфакторного дисперсионного анализа. Линейные модели дисперсионного анализа. Оценка адекватности модели дисперсионного анализа. Многомерный дисперсионный анализ. Дисперсионный анализ в Excel.</p>			
3	<p>Составление реферативного конспекта по разделу №3 «Математические методы планирования эксперимента». Факторы и параметр оптимизации. Выбор параметра оптимизации, уровней факторов и интервалов варьирования. Проверка воспроизводимости опытов. Методика построения полного факторного эксперимента типа 2к. Статистический анализ результатов эксперимента. Дробный факторный эксперимент. Минимизация числа опытов. Дробная реплика. Выбор полуреplik. Генерирующие соотношения и определяющие контрасты. Выбор ¼-реplik. Обобщающий определяющий контраст. Критерии</p>	12	ОПК-2 ОПК-4 ПК-5	Отчет о выполнении индивидуального задания по разделу №3 в соответствии с ГОСТ 7.32-2003



<p>оптимальности планов.  Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий. Метод покоординатной оптимизации. Метод крутого восхождения по поверхности отклика (метод Бокса-Уилсона). Движение по градиенту. Расчет крутого восхождения. Реализация мысленных опытов. Принятие решения после крутого восхождения. Симплексный метод планирования. Метод деформируемого симплекса. Применение пакета MathCAD при математическом планировании эксперимента.</p>			
--	--	--	--

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

### *а) основная литература:*

1. Статистические методы обработки экспериментальных данных с использованием пакета MathCad: учебное пособие / Ф.И. Карманов, В.А. Острейковский – М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 208 с. – ISBN 978-5-905554-96-4. (ЭБС znanium.com).
2. Основы инженерного эксперимента: учеб. пособие / С.И. Лукьянов, А.Н. Панов, А.Е. Васильев. – М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 99 с. – ISBN 978-5-369-01301-4. (ЭБС znanium.com).
3. Костин В.Н. Теория эксперимента: учебное пособие / Костин В.Н., Паничев В.В. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2013. – 209 с. (ЭБС IPRbooks).

### *б) дополнительная литература:*

1. Маглеванный И.И. Математические основы первичной обработки экспериментальных данных: методические материалы по прикладной статистике / Маглеванный И.И., Карякина Т.И. – Волгоград: Волгоградский государственный социально-педагогический университет, «Перемена», 2015. – 42 с. (ЭБС IPRbooks).
2. Методы и средства научных исследований: учебник / А.А. Пижурин, А.А. Пижурин (мл.), В.Е. Пятков – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 264 с. – ISBN 978-5-16-010816-2. (ЭБС znanium.com).
3. Бойко А.Ф. Теория планирования многофакторных экспериментов: учеб. пособие / Бойко А.Ф., Воронкова М.Н. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. – 73 с. (ЭБС IPRbooks).
4. Кожухар, В. М. Основы научных исследований : учеб. пособие / В. М. Кожухар. – М.: Дашков и К, 2013. – 216 с. – ISBN 978-5-394-01711-7. (ЭБС znanium.com).
5. Белокопытов В.И. Статистические методы управления качеством металлопродукции : учеб. пособие / В.И. Белокопытов. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. – 108 с. – ISBN 978-5-7638-2229-8. (ЭБС znanium.com).

*в) периодические издания:* научные журналы «Заводская лаборатория. Диагностика материалов», «Приборы и техника эксперимента», «Журнал вычислительной математики и математической физики».

2) интернет-ресурсы:

1. [www.de.vlsu.ru:81/umk](http://www.de.vlsu.ru:81/umk) : электронная информационно-образовательная среда ВлГУ на базе системы управления обучением LMS Moodle.

2. <https://onlinecourses.science.psu.edu/stat503> : онлайн-курс STAT 503 Design of Experiments / Университет штата Пенсильвания (США), 2015.

3. <https://www.edx.org/course> : онлайн-курс Data Analysis for Life Sciences 1: Statistics and R / Гарвардский университет (США), 2015.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для реализации образовательного процесса по дисциплине используются аудитории кафедры «Технологии функциональных и конструкционных материалов», оснащенные мультимедийным и проекционным оборудованием. Кафедра располагает компьютерным классом с современным лицензионным и свободным программным обеспечением (MS Excel, MathCAD, GNURegression, GNUPlot и др.), локальной вычислительной сетью и доступом в Интернет. Практические работы проводятся в форме индивидуально-групповых занятий с использованием электронно-вычислительных средств обучения.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 22.03.01 – Материаловедение и технологии материалов (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 ноября 2015 г. №1331 (зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации под №40078 от 14 декабря 2015 г.).

Рабочую программу составил:  
доцент каф. ТФикМ \_\_\_\_\_

  
Е.С. Прусов

Рецензент:  
гл. технолог ООО «КЛИО» \_\_\_\_\_

  
Е.В. Серeda

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Технологии функциональных и конструкционных материалов»

Протокол № 4а от 17.12.2015 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

  
В.А. Кечин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Протокол № 4 от 17.12.2015 года

Председатель комиссии \_\_\_\_\_

  
В.А. Кечин

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

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 \_\_\_\_\_

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 \_\_\_\_\_