

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по ОД

А. А. Панфилов

« 05 » 09 2018 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### «ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОГО И НАУЧНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА»

(наименование дисциплины)

Направление подготовки 22.03.01 «Материаловедение и техноло-  
гии материалов»

Профиль/программа подготовки \_\_\_\_\_

Уровень высшего образования Бакалавриат

Форма обучения Очная

Семестр	Трудо- емкость зач. ед, (час.)	Лек- ций, час.	Практич. занятий, час.	СРП, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
8	2 (72)	-	10	10	52	Зачёт
Итого:	2 (72)	-	10	10	52	Зачёт

Владимир, 2018

## **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 Б1.В.14 «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» (профиль «Материаловедение и литейные технологии в машиностроении»). Базируется на знаниях математической, естественнонаучной и профессиональной направленности ранее изучаемых образовательных программ бакалавриата.

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.

В результате освоения данной дисциплины у студента формируются основные общекультурные и профессиональные компетенции, отвечающие требованиям ФГОС по направлению «Материаловедение и технологии материалов» к результатам освоения ОПОП ВО.

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

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

— способностью 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);

— способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации (ПК-4);

— способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов (ПК-7);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать 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, 4; ПК-4).

### **Уметь:**

— составлять планы промышленного эксперимента в условиях действующего производства (ОПК-2, 4; ПК -4, 7);

— анализировать многомерные массивы данных производственного контроля (ОПК-4, ПК-4);

— решать вопросы организации и проведения пассивных и активных экспериментов при исследованиях материалов (ПК-7);

— правильно ориентироваться в выборе многообразных компьютерных прикладных программ и правильно понимать область применения статистических методов решения того или иного класса задач (ОПК-2, 4; ПК-4, 7);

— анализировать и делать выводы по научным и техническим проблемам, возникающим в процессе эксперимента (ОПК-4, ПК-7).

### **Владеть:**

— принципами разработки моделей и методик исследования процессов и материалов путём планирования эксперимента (ПК-7);

— навыками формирования и аргументации собственных суждений и научной позиции при толковании результатов математического планирования (ОПК-2).

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

№ 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	СРП	СР			КП / КР
1.	Эксперимент как предмет исследования. Краткие сведения из теории вероятностей и математической статистики.	8	1	-	2	-	-	10	-	1/50	-
2.	Предварительная обработка и анализ экспериментальных данных.	8	2-9	-	6	-	8	24	-	6/100	6 неделя – 1РК
3.	Методы планирования экспериментов. Логические основы.	8	10-18	-	2	-	2	18	-	2/100	12, 18 неделя – 2, 3РК
<b>Всего:</b>		-	-	-	<b>10</b>	-	<b>10</b>	<b>52</b>	-	<b>9/90</b>	<b>Зачёт</b>

#### Содержание разделов дисциплины.

*Раздел (модуль) 1. Эксперимент как предмет исследования. Краткие сведения из теории вероятностей и математической статистики.*

**Работа 1. (2 часа).** Введение. Цель и задачи курса. Понятие эксперимента. Классификация видов экспериментальных исследований. Случайные величины и параметры их распределений. Нормальный закон распределения. Статистические гипотезы.

*Раздел (модуль) 2. Предварительная обработка и анализ экспериментальных данных. Эмпирические зависимости.*

**Работа 2. (2 часа).** Отсев грубых погрешностей. Сравнение двух рядов наблюдений. Критерии согласия. Проверка гипотез о виде функции распределения. Преобразование распределений к нормальному.

**Работа 3. (2 часа).** Основы дисперсионного анализа. Однофакторный дисперсионный анализ. Коэффициент детерминации. Реализация дисперсионного анализа в пакете Excel.

**Работа 4. (2 часа).** Характеристика видов связей между рядами наблюдений. Определение коэффициентов уравнения регрессии. Определение тесноты связи между случайными величинами. Линейная регрессия от одного фактора. Регрессионный анализ.

**Раздел (модуль) 5. Методы планирования экспериментов. Логические основы.**

**Работа 5. (2 часа).** Основные определения и понятия. Пример хорошего и плохого эксперимента. Планирование первого порядка. Планы второго порядка. Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий.

Наименование раздела дисциплины	Темы СРП	Трудоёмкость (з.е./ часы)
<i>Предварительная обработка и анализ экспериментальных данных.</i>	1. Использование методов математической статистики в решении вопросов о соответствии произведенной продукции определенным требованиям, выявление преимущества того или иного технологического процесса или нового материала.	0,11 / 4
	2. Проверка гипотез о виде функции распределения по заданию преподавателя.	0,056 / 2
	3. Дисперсионный анализ и его реализация в пакете Excel по заданию преподавателя.	0,056 / 2
<i>Методы планирования экспериментов. Логические основы.</i>	4. Изучение методики проведения дробного факторного эксперимента (ДФЭ) первого порядка с двухуровневым варьированием факторов.	0,056 / 2

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Более 40% 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 в процессе СРП 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	СРП	СР
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

В процессе изучения дисциплины предусматриваются три вида текущего контроля успеваемости: собеседование (опрос), деловая и/или ролевая игра, тестирование, а также промежуточная аттестация успеваемости – зачёт. Подготовлено: 39 вопросов текущего контроля успеваемости и СР; 30 тестовых заданий и заданий для рейтинг-контроля; 26 вопросов промежуточной аттестации дисциплины. Порядок, формы сдачи, формы контрольно-оценочных средств, критерии оценки компетенций, вопросы для подготовки к текущему контролю, промежуточной аттестации, а также трудоёмкость и методические указания выполнения самостоятельной работы студентов подробно приведены в ФОС дисциплины.

### Карта оценочных средств текущей успеваемости студентов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Контролируемые компетенции	Форма контрольно-оценочного средства
1.	Эксперимент как предмет исследования. Краткие сведения из теории вероятностей и математической статистики.	ОПК-2, 4 ПК-4, 7	Вопросы к зачету: 1 – 9. Вопросы СР: 1 – 13. Задание 1РК.
2.	Предварительная обработка и анализ экспериментальных данных.	ОПК-2, 4 ПК-4, 7	Вопросы к зачету: 10 – 19 Задания СРП: 1 – 3 Вопросы СР: 14 – 33 Банк тестовых заданий: 1 – 13
3.	Методы планирования экспериментов. Логические основы.	ОПК-2, 4 ПК-4, 7	Вопросы к зачету: 20 – 27. Задание СРП: 4. Вопросы СР: 34 – 44. Задания ЗРК.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (зачет) проводится в зачетную неделю в виде собеседования. Студент отчитывается за выполнение семестрового плана самостоятельной работы.

### Оценочный лист (показатели) выполнения и защиты семестрового плана самостоятельной работы студента по осваиваемой дисциплине.

Наименование показателя	Оценка
<b>I. Качество выполнения отчета по практическим занятиям.</b>	
1. Соответствие содержания работы заданию.	4 балла
2. Грамотность изложения и качество оформления работы.	3 балла
3. Самостоятельность выполнения работы, глубина проработки материала, использование рекомендованной и справочной литературы	4 балла
4. Обоснованность и доказательность выводов.	4 балла
Общая оценка за выполнение	<b>15 баллов</b>

<b>II. Качество доклада по работе.</b>	
1. Соответствие содержания доклада содержанию работы	5 балла
2. Выделение основной мысли работы	5 балла
3. Качество изложения материала	5 балла
Общая оценка за доклад	<b>15 баллов</b>
<b>III. Ответы на дополнительные вопросы</b>	
Общая оценка за ответы на вопросы	10 баллов
<b>ИТОГОВАЯ ОЦЕНКА ЗА ЗАЩИТУ</b>	<b>40 баллов</b>
<u>Общий комментарий.</u> Отчёт сдаётся в виде файла Excel, либо на бумажном носителе, с пояснениями расчётных формул, алгоритма решения заданий. Дополнительные вопросы берутся из оценочного фонда вопросов для промежуточной аттестации и самопроверки СР.	

***Распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ:***

Рейтинг-контроль 1	– 10 баллов
Рейтинг-контроль 2	– 30 баллов
Рейтинг-контроль 3	– 20 баллов
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы	– 40 баллов
	<u>100 баллов</u>

**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. Нормальный закон распределения.
6. Математическое ожидание.
7. Генеральная совокупность и выборка.
8. Дискретные и непрерывные случайные величины.
9. Вероятностные характеристики для описания распределений случайных величин.
10. Использование законов распределения при обработке экспериментальных данных.
11. Задачи, решаемые в процессе предварительной обработки экспериментальных данных.
12. Статистические гипотезы.
13. Критерии отсева грубых погрешностей.
14. Критерий Пирсона.
15. Сущность и задачи корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализа.
16. Метод наименьших квадратов.
17. Оценка адекватности статистической модели.
18. Этапы проведения активного эксперимента.
19. Основные задачи планирования эксперимента.

20. Сущность дробного факторного эксперимента.
21. Причины неадекватности математической модели.
22. Принципы ротатабельного планирования эксперимента.
23. Сущность планирования экспериментов при поиске оптимальных условий.
24. Оптимизация методом крутого восхождения.
25. Метод симплексного планирования.
26. Оценка статистических характеристик с помощью пакета Microsoft Excel.

### **Задания к рейтинг-контролю № 1**

Найдите математическое ожидание, моду, медиану, дисперсию и среднее квадратичное отклонение распределения размеров дефектов по заданию преподавателя. Данные наблюдений размера дефектов представлены в виде какого ряда? Что характерно для такого ряда? Как определить вероятность обнаружения дефектов с размером  $X=0,005\text{мм}$  для данной выборки?

### **Тестовые задания к рейтинг-контролю № 2**

1. С какой целью используют законы распределения при обработке данных экспериментальных исследований?
2. Назовите наилучшую (состоятельную, несмещенную и эффективную) оценку математического ожидания случайной величины, подчиняющейся нормальному закону распределения.
3. Назовите наилучшую (состоятельную, несмещенную и эффективную) оценку математического ожидания случайной величины, подчиняющейся логарифмически нормальному закону распределения, т.е. когда закону Гаусса подчиняется не сама случайная величина, а ее логарифм.
4. С помощью каких распределений происходит построение доверительных интервалов для математического ожидания и дисперсии?
5. С помощью каких критериев производится отсев грубых погрешностей.
6. С помощью каких критериев проводится проверка гипотезы о равенстве дисперсий?
7. Получены два нормально распределённых ряда равноточных измерений. Можно ли их сравнить между собой, не сравнивая дисперсии их распределений?
8. Получены два нормально распределённых ряда неравноточных измерений. Можно ли их сравнить между собой, не сравнивая дисперсии их распределений?
9. С помощью каких критериев производится сравнение двух нормально распределённых рядов наблюдений:
  - если получены независимые выборки объёмом  $n_1$  и  $n_2$  с выборочными  $\bar{x}_1$  и  $\bar{x}_2$ ?
  - если получены зависимые выборки объёмом  $n$  с выборочными средними  $\bar{x}_1$  и  $\bar{x}_2$ ?
10. Возможно ли применение функции ТТЕСТ без сравнения дисперсий распределений?



11. Какими показателями определяется величина ошибки первого рода при сравнении двух нормально распределённых рядов наблюдений?

12. С помощью каких критериев проводится проверка гипотез о виде функции распределений?

13. С помощью каких функций Microsoft Excel можно определить вероятность равенства двух нормально распределённых рядов наблюдений?

### **Задания к рейтинг-контролю № 3**

Построить полином по выданным преподавателем результатам ДФЭ  $2^{4-1}$ , если  $X_4 = X_1 X_2 X_3$ ,  $b_{12} \approx b_{34}$ ,  $b_{13} \approx b_{24}$ ,  $b_{14} \approx b_{23}$ . Проверить адекватность полученной модели.

### **Вопросы для самопроверки и контроля СРС**

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. Какие задачи решают в ходе предварительной статистической обработки экспериментальных данных?
14. Что такое генеральная совокупность и выборка?

15. В чем заключается основная идея оценивания с помощью доверительного интервала? С помощью каких распределений происходит построение доверительных интервалов для математического ожидания и дисперсии?
16. В чем заключается сущность статистических гипотез? Что такое нулевая и альтернативная статистические гипотезы?
17. С помощью каких критериев производится отсев грубых погрешностей?
18. Какие задачи возникают при сравнении двух рядов наблюдений экспериментальных данных? С помощью каких критериев они решаются?
19. Что такое критерий согласия? Какова основная идея его использования при проверке гипотез о виде функции распределения?
20. В чем заключается алгоритм использования критерия Пирсона для проверки гипотезы нормального распределения экспериментальных данных?
21. В чем заключаются сущность и основные задачи корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализа?
22. Какие подходы используют при нахождении коэффициентов уравнения регрессии?
23. Сформулируйте исходные положения метода наименьших квадратов.
24. С помощью какого параметра оценивается теснота связи между случайными величинами? Поясните физическую суть этого параметра.
25. Как оценивается адекватность статистической модели?
26. Что называется частным коэффициентом корреляции?
27. Из каких этапов состоит последовательность проведения активного эксперимента?
28. С какой целью используют теорию планирования эксперимента?
29. Из каких соображений выбирают основные факторы, их уровни, а также интервалы варьирования факторов при проведении ПФЭ и ДФЭ?
30. В чем заключается основная идея ДФЭ?
31. В чем заключаются причины неадекватности математической модели? Как производится оценка адекватности?
32. Каковы принципы ротатабельного планирования эксперимента?
33. С какой целью композиционные планы приводят к ортогональному виду?
34. В чем заключается сущность планирования экспериментов при поиске оптимальных условий? Какие методы при этом используют?
35. На чем основан метод покоординатной оптимизации?
36. Из каких этапов состоит алгоритм оптимизации методом крутого восхождения?
37. В чем заключается основная идея метода симплексного планирования?
38. Какие преимущества дает экспериментатору использование средств вычисли-

тельной техники?

39. Каким образом решается задача по оценке статистических характеристик с помощью пакета Microsoft Excel?

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

### а) Основная литература:

1. Статистические методы обработки экспериментальных данных с использованием пакета MathCad: учеб. 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. Моделирование процессов и объектов в металлургии: учебник / **И.О. Леушин**. – М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 208 с. ISBN 978-5-91134-732-1 (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. Теория эксперимента: учебное пособие / **Костин В.Н., Паничев В.В.** – Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2013. – 209 с. (ЭБС IPRbooks).

5. **Рабинович А. М.** Организация и математическое планирование эксперимента: Методические указания по изучению дисциплины, выполнения практических работ для магистров направления 150400.68 «Металлургия» с литейным профилем. 1й семестр. – В.: (ЭБС) ВлГУ, 2012. – 18 с.

### б) дополнительная литература:

1. 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).

2. **Попов А.А.** Оптимальное планирование эксперимента в задачах структурной и параметрической идентификации моделей многофакторных систем: монография. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. – 296 с. (ЭБС IPRbooks).

3. Основы научных исследований : учеб. пособие / **В. М. Кожухар**. – М.: Дашков и К, 2013. – 216 с. – ISBN 978-5-394-01711-7. (ЭБС znanium.com).

4. 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).

*d) интернет-ресурсы:*

1. **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. **http://nickart.spb.ru/software/** - анализ современного статистического программного обеспечения и ссылки на сайты основных производителей статистического программного обеспечения.

4. **https://docviewer.yandex.ru/?url=ya-disk-public%3A%2F%2FPDx5%2F0S6bcNv08tt0MFL55yEi5Y%2BV14qhQQSCqC47UI%3D&name=%D0%9B%D0%B0%D0%B2%D1%80%D0%BE%D0%B2%20%D0%92.%D0%92.%202004%20%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D1%8B.pdf&c=57c0204f1577** - Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента: Конспект лекций (отдельные главы из учебника для вузов) / **Н. А. Спирин, В. В. Лавров.** Под общ. ред. Н. А. Спирина. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004. - 257 с.

5. **HTTP://INSTITUTIONES.COM/INDEX.PHP?OPTION=COM\_DOCMAN&TASK=DOC\_DOWNLOAD&GID=1150&ITEMID=** **ВУКОЛОВ Э. А. ОСНОВЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА. ПРАКТИКУМ ПО СТАТИСТИЧЕСКИМ МЕТОДАМ И ИССЛЕДОВАНИЮ ОПЕРАЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАКЕТОВ STATISTICA И EXCEL: УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ. – 2-е изд., испр. и доп. - М.: ФОРУМ, 2008. – 464 с. – (ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ).**

## **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 программным обеспечением, 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.

Рабочую программу составил:

доцент каф. ТФ и КМ  А. М. Рабинович

Рецензент:

гл. технолог ООО «КЛИО»  Е.В. Серeda

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

Протокол № 1 от 31.08.2018 года

Заведующий кафедрой  В.А. Кечин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии по укрупненной группе направлений 22.00.00 «Технологии материалов».

Протокол № 1 от 3.09.2018 года

Председатель комиссии  В.А. Кечин