

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)

Институт машиностроения и автомобильного транспорта
(Наименование института)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

(наименование дисциплины)

направление подготовки / специальность

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

(код и наименование направления подготовки (специальности))

направленность (профиль) подготовки

**«Прогрессивные технологии изготовления изделий
из металлических и неметаллических материалов»**

(направленность (профиль) подготовки)

г. Владимир
2021 год

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины является обеспечение овладения обучающимися фундаментальными основами логических и методологических знаний, необходимых для проведения научных исследований на уровне магистерской подготовки.

В результате освоения данной дисциплины у студентов формируются профессиональные компетенции, отвечающие требованиям ФГОС ВО к результатам освоения ОПОП ВО по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Задачи:

- выработка способностей практического применения методов статистической обработки данных и планирования экспериментов для достижения поставленных задач при выполнении многих процедур технологического, проектного, экономического, исследовательского характера в условиях литейного производства;
- изучение компьютерных методов статистической обработки результатов инженерного эксперимента на примере использования статистических функций программного пакета Microsoft Excel;
- освоение приёмов организации технологического эксперимента с учётом специфики литейных и металлургических процессов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Материаловедение металломатричных композитов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	<p>УК- 1.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач.</p> <p>УК- 1 .2. Умеет анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности.</p> <p>УК- 1.3. Владеет методологией системного и критического анализа про-</p>	<p>Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач.</p> <p>Умеет анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности.</p> <p>Владеет методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, опреде-</p>	Тестовые вопросы

	блемных ситуаций; методами постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий.	ления способов ее достижения, разработки стратегий действий.	
УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1. Знает основы планирования профессиональной траектории с учетом особенностей профессиональной деятельности и требований рынка труда. УК-6.2. Умеет планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач, подвергать критическому анализу проделанную работу, находить и использовать имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития. УК-6.3. Владеет способами управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки и принципов образования в течение всей жизни.	Знает основы планирования профессиональной траектории с учетом особенностей профессиональной деятельности и требований рынка труда. Умеет планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач, подвергать критическому анализу проделанную работу, находить и использовать имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития Владеет способами управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки и принципов образования в течение всей жизни.	Тестовые вопросы
ОПК-1. Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов	ОПК-1.1. Знает основы фундаментальных наук и математический аппарат для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических и химических систем, явлений и процессов создания и обработки материалов ОПК-1.2. Умеет организовывать и выполнять экспериментальные исследования на современном уровне и анализирует их результаты, моделирует технологические процессы создания и обработки материалов с учетом экономических факторов и в соответствии с требованиями экологической и промышленной безопасности. ОПК-1.3. Владеет навыками моделирования и внедрения в производство технологических процессов создания и обработки мате-	Знает основы фундаментальных наук и математический аппарат для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических и химических систем, явлений и процессов создания и обработки материалов Умеет организовывать и выполнять экспериментальные исследования на современном уровне и анализирует их результаты, моделирует технологические процессы создания и обработки материалов с учетом экономических факторов и в соответствии с требованиями экологической и промышленной безопасности. Владеет навыками моделирования и внедрения в производство технологических процессов создания и обработки мате-	Тестовые вопросы

	риалов.	лов.	
ОПК-4. Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности	<p>ОПК-4.1. Знает основные правила поиска и отбора информации, методы использования информации для подготовки и принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности</p> <p>ОПК-4.2. Умеет самостоятельно разрабатывать, использовать, систематизировать и анализировать методическую, научно-техническую и технологическую литературу, для принятия решений в научных исследованиях и в профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-4.3. Владеет навыками поиска и переработки информации, требуемой для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности.</p>	<p>Знает основные правила поиска и отбора информации, методы использования информации для подготовки и принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности</p> <p>Умеет самостоятельно разрабатывать, использовать, систематизировать и анализировать методическую, научно-техническую и технологическую литературу, для принятия решений в научных исследованиях и в профессиональной деятельности.</p> <p>Владеет навыками поиска и переработки информации, требуемой для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности.</p>	Тестовые вопросы
ОПК-5. Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях	<p>ОПК-5.1. Знает порядок составления отчетов по учебно-исследовательской деятельности</p> <p>ОПК-5.2. Умеет проектировать технологические процессы получения и обработки современных материалов, включая инновационные, для достижения требуемого комплекса свойств с учетом экологических, экономических, и других факторов.</p> <p>ОПК-5.3. Владеет способностью оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях.</p>	<p>Знает порядок составления отчетов по учебно-исследовательской деятельности</p> <p>Умеет проектировать технологические процессы получения и обработки современных материалов, включая инновационные, для достижения требуемого комплекса свойств с учетом экологических, экономических, и других факторов.</p> <p>Владеет способностью оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях.</p>	Тестовые вопросы

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 час.

Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Применение методов математической статистики при обработке экспериментальных данных	1	1-3	2	2	-	2	20	
2	Функции распределения	1	4-5	-	2	-	2	20	Рейтинг-контроль №1
3.	Методы планирования эксперимента	1	6-8	2	4	-	2	20	
4.	Дробный факторный эксперимент	1	9-11	-	2	-	2	20	Рейтинг-контроль №2
5.	Планы второго порядка	1	12-14	2	4	-	2	20	
6.	Решение задач оптимизации методами планирования эксперимента	1	15-17	2	4	-	2	18	Рейтинг-контроль №3
Всего за семестр				8	18	-	-	118	Зачет
Наличие в дисциплине КП/КР					-				
Итого по дисциплине				8	18			118	Зачет

Содержание разделов дисциплины

Раздел №1. Применение методов математической статистики при обработке экспериментальных данных.

Практическая работа №1. Использование методов математической статистики в решении вопросов о соответствии произведенной продукции заданным требованиям, выявлении преимуществ технологического процесса или нового материала.

Цель. Освоить процедуру проверки гипотез о числовых значениях математических ожиданий.

Исполнение. По предложенным преподавателем выборочным значениям исследуемых случайных величин сделать вывод о соответствующих им генеральных значениях математических ожиданий. Используя статистические функции и возможности пакета Microsoft Excel, составить алгоритмы решения и представить расчёт следующих задач:

- оценка соответствия произведенной продукции определенным требованиям (например, требованиям ГОСТ или ТУ);
- выявление преимущества того или иного технологического процесса или нового материала в случае зависимых и независимых выборок.

Раздел №2. Функции распределения.

Практическая работа №2. Проверка гипотез о виде функции распределения.

Цель. Изучить критерии согласия и освоить процедуры вычисления критериев Колмогорова – Смирнова, χ^2 Пирсона для обоснования правомерности применения тех или других методов статистической обработки результатов эксперимента.

Исполнение. По предложенной преподавателем выборке оценить, подчиняется ли она нормальному закону распределения. Если да, определить медиану, моду, среднее, выборочную дисперсию, доверительный интервал для математического ожидания, среднеквадратичное отклонение. Для вычислений воспользоваться статистическими функциями из электронной таблицы Microsoft Excel.

Раздел №3. Методы планирования эксперимента

Практическая работа №3. Изучение методики проведения полного факторного эксперимента (ПФЭ).

Цель. Освоить основные принципы математического планирования полного факторного эксперимента и построения регрессионных моделей.

Исполнение. По предложенному варианту составить таблицу уровней эксперимента и матрицу планирования ПФЭ в натуральных и кодированных значениях факторов, определить погрешность эксперимента, вычислить коэффициенты регрессии математической модели и определить их значимость, провести проверку адекватности полученной модели.

Раздел №4. Дробный факторный эксперимент.

Практическая работа №4. Изучение методики проведения дробного факторного эксперимента (ДФЭ) первого порядка с двухуровневым варьированием факторов.

Цель. Получить опыт построения линейных математических моделей инженерного эксперимента.

Исполнение. По предложенным преподавателем пяти факторам инженерного эксперимента построить матрицу планирования ДФЭ типа 2^{5-2} с генерирующими соотношениями $x_4=x_1x_2$, $x_5=x_1x_2x_3$. Определить уровни планирования факторов. Используя статистические функции и возможности пакета Microsoft Excel с указанием расчётных формул, выполнить следующие вычисления:

- рассчитать среднее выборочное значение, выборочную дисперсию результатов эксперимента;
- определить однородность дисперсий по критерию Кохрена;
- рассчитать коэффициенты в уравнении регрессии;

- проверить значимость коэффициентов регрессии и построить математическую модель инженерного эксперимента;
- проверить адекватность полученной модели;
- провести анализ полученных результатов.

Раздел №5. Планы второго порядка.

Практическая работа №5. Планирование эксперимента второго порядка.

Цель. Получить опыт построения моделей второго порядка при обработке инженерного эксперимента.

Исполнение. По предложенному преподавателем технологическому процессу построить ортогональный план второго порядка для двух факторов и с тремя опытами в центре плана. Определить уровни планирования факторов. Выбрать звёздное плечо. Рассчитать коэффициенты в уравнении регрессии. Используя статистические функции и возможности пакета Microsoft Excel с указанием расчётных формул, проверить значимость коэффициентов регрессии по критерию Стьюдента. Построить математическую модель инженерного эксперимента. Проверить адекватность модели по критерию Фишера. Проанализировать полученную модель на экстремум относительно выбранных факторов.

Раздел №6. Решение задач оптимизации методами планирования эксперимента.

Работа №6. Нахождение экстремума функции симплекс-методом.

Цель. Изучить симплексный метод движения к оптимальной области.

Исполнение. По предложенной преподавателем модели технологического процесса предложить алгоритм симплексного метода, рассчитав координаты вершин всех симплексов. Построить схему движения к оптимальной области симплексным методом. Проанализировать область экстремума.

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

5.1. Текущий контроль успеваемости проводится в форме рейтинг-контроля. Предусмотрено проведение трех рейтинг-контролей. Ниже приведены контрольные вопросы для проведения 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. Что такое точечное оценивание? Перечислите точечные оценки основных параметров нормального распределения для непрерывной случайной величины.
2. В чем заключается основная идея оценивания с помощью доверительного интервала? С помощью каких распределений происходит построение доверительных интервалов для математического ожидания и дисперсии?
3. В чем заключается сущность статистических гипотез? Что такое нулевая и альтернативная статистические гипотезы?
4. С помощью каких критериев производится отсев грубых погрешностей?
5. Какие задачи возникают при сравнении двух рядов наблюдений экспериментальных данных? С помощью каких критериев они решаются?

6. Что такое критерий согласия? Какова основная идея его использования при проверке гипотез о виде функции распределения?
7. В чем заключается алгоритм использования критерия Пирсона для проверки гипотезы нормального распределения экспериментальных данных?
8. Какова процедура использования критерия Колмогорова-Смирнова для проверки гипотезы нормального распределения?
9. В чем заключается сущность и основные задачи корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализа?
10. Какие подходы используют при нахождении коэффициентов уравнения регрессии?
11. Сформулируйте исходные положения метода наименьших квадратов.
12. С помощью какого параметра оценивается теснота связи между случайными величинами? Поясните физическую суть этого параметра.
13. Как оценивается адекватность статистической модели?
14. Что называется частным коэффициентом корреляции?
15. Что такое погрешность определения величин функций?

Рейтинг-контроль №3

1. С какой целью рассчитывают погрешность?
2. Какие виды погрешностей вы знаете? Как они определяются?
3. В чем заключается цель решения обратной задачи теории экспериментальных погрешностей?
4. Из каких этапов состоит последовательность проведения активного эксперимента?
5. С какой целью используют теорию планирования эксперимента?
6. Из каких соображений выбирают основные факторы, их уровни, а также интервалы варьирования факторов при проведении ПФЭ и ДФЭ?
7. В чем заключается основная идея ДФЭ?
8. В чем заключаются причины неадекватности математической модели? Как производится оценка адекватности?
9. Каковы принципы ротатбельного планирования эксперимента?
10. С какой целью композиционные планы приводят к ортогональному виду?
11. В чем заключается сущность планирования экспериментов при поиске оптимальных условий? Какие методы при этом используют?
12. На чем основан метод покоординатной оптимизации?
13. Из каких этапов состоит алгоритм оптимизации методом крутого восхождения?
14. В чем заключаются основная идея метода симплексного планирования?
15. Каковы возможности современных программ по обработке экспериментальных данных?

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме зачета. Ниже приведены контрольные вопросы.

Вопросы к зачету

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 ротатбельного 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 Statistica.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Основной формой самостоятельной работы студента является изучение рекомендованной литературы, активное участие на практических занятиях, то есть используется два вида самостоятельной работы – аудиторная, под руководством преподавателя, и вне-аудиторная.

Основными видами самостоятельной работы студентов без участия преподавателей являются: формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной преподавателем учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.); написание реферата; подготовка к семинарам.

Основными видами самостоятельной работы студентов с участием преподавателей являются: текущие консультации.

Ниже приводятся вопросы для самостоятельной подготовки к зачету и темы рефератов.

Вопросы для самостоятельной работы студентов

Составление реферативного конспекта и решение индивидуального расчетного задания по разделу №1.

Классификация видов экспериментальных исследований. Случайные величины и параметры их распределений. Примеры перевода эксперимента из разряда "качественный" в "количественный". Расчеты вероятности случайных событий. Варианты перевода пассивного эксперимента в активный, в поисковый.

Составление реферативного конспекта и решение индивидуального расчетного задания по разделу №2.

Нормальный закон распределения. «Правило трех сигм». Вычисление параметров эмпирических распределений (математических ожиданий случайных величин, дисперсий, стандартных отклонений). Проверка гипотез о виде функции распределения. Преобразование распределений к нормальному.

Составление реферативного конспекта и решение индивидуального расчетного задания по разделу №3.

Планирование первого порядка. Выбор основных факторов и их уровней. Полный факторный эксперимент. Расчёт коэффициентов уравнения регрессии. Статистический анализ результатов эксперимента.

Составление реферативного конспекта и решение индивидуального расчетного задания по разделу №4.

Дробный факторный эксперимент. Планы типа $2k-1$. Дробная реплика. Выбор полуреплик. Определяющий контраст, генерирующее соотношение. Насыщенные планы.

Составление реферативного конспекта и решение индивидуального расчетного задания по разделу №5.

Планы второго порядка. Композиционные планы Бокса-Уилсона. Построение ротатабельных планов второго порядка. Критерии оптимальности планов.

Составление реферативного конспекта и решение индивидуального расчетного задания по разделу №6.

Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий. Метод покоординатной оптимизации. Метод крутого восхождения. Симплексный метод планирования. Метод деформируемого симплекса.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература*		
1. Технологические основы производства порошковых и композиционных материалов: лабораторный практикум / Е.С. Прусов, А.А. Панфилов. – Владимир: Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ), 2015. – 73 с. – ISBN 978-5-9984-0630-0.	2015	http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/4472
2. Металлические порошки. Изделия из металлических порошков : справочник / М. И. Алымов, Ю. В. Левинский, Е. В. Вершинина [и др.] ; под ред. д. т. н., проф. М. И. Алымова, проф. Ю. В. Левинского. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 560 с. - ISBN 978-5-9729-0736-6	2021	https://znanium.com/catalog/product/1833130
3. Костиков, В. И. Технология композиционных материалов : учебное пособие / В. И. Костиков, Ж. В. Еремеева. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 484 с. - ISBN 978-5-9729-0520-1.	2021	https://znanium.com/catalog/product/1833239
Дополнительная литература		
1. Капитонов А.М. Физико-механические свойства композиционных материалов. Упругие свойства / А.М. Капитонов, В.Е. Редькин. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. – 532 с. – ISBN 978-5-7638-2750-7. (ЭБС znanium.com)	2013	https://znanium.com/catalog/product/492077
2. Баурова, Н. И. Применение полимерных композиционных материалов в машиностроении : учебное пособие / Н.И. Баурова, В.А. Зорин. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 301 с. – ISBN 978-5-16-012938-9.	2021	https://znanium.com/catalog/product/1171045
3. Адашкин, А. М. Материаловедение и технология металлических, неметаллических и композиционных материалов : учебник : в 2 книгах. Книга 1. Строение материалов и технология их производства / А.М. Адашкин, А.Н. Красновский, Т.В. Тарасова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2021. – 250 с. – ISBN 978-5-16-016429-8	2021	https://znanium.com/catalog/product/1143245

*не более 5 источников

6.2. Периодические издания

Научные журналы:

- «Заводская лаборатория. Диагностика материалов»,
- «Приборы и техника эксперимента»,
- «Журнал вычислительной математики и математической физики».

6.3. Интернет-ресурсы

- www.de.vlsu.ru:81/umk
- <https://onlinecourses.science.psu.edu/stat503>
- <https://www.edx.org/course>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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 и лабораторные работы проводятся в форме индивидуально-групповых занятий с использованием электронно-вычислительных средств обучения и современной экспериментально-исследовательской базы.

В распоряжении кафедры имеется весь спектр необходимого оборудования для получения порошковых и композиционных материалов различного состава (установки для получения композитов жидкофазными и твердофазными методами, кузнечно-прессовое оборудование, плавильные и термические печи), проведения рентгенофазового анализа (Bruker AXS D8 Advance), определения состава металлов и сплавов (ARL Advant'X), количественного металлографического анализа (Nikon Epiphot TME200), электронно-микроскопических исследований (Quanta 200 3D), изучения физико-механических и специальных свойств материалов.

Рабочую программу составил
доцент кафедры ТФ и КМ, к.т.н. Д.В. Сухоруков



Рецензент
Заместитель генерального директора по производству
ООО «НПО «ИнЛитТех»



А.А. Крещик

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТФ и КМ
Протокол № _____ от _____ 2021 года

Заведующий кафедрой ТФ и КМ



В.А. Кечин

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

Протокол № _____ от _____ 2021 года

Председатель комиссии



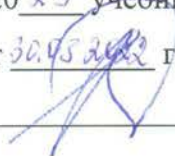
В.А. Кечин

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2022 / 2023 учебный года

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.05.2022 года

Заведующий кафедрой Т.Р.КМ

 В. А. Кевкер

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины

*Методология научных исследований*образовательной программы направления подготовки 22.04.01 «*Материаловедение и технологии материалов*»

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Заведующий кафедрой ТФиКМ _____ / _____

*Подпись**ФИО*