

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



ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО
Проректор
по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 22 » 04 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ОРГАНИЗАЦИЯ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА

Направление подготовки **22.04.02 Металлургия**

Профиль/программа подготовки **Прогрессивные технологии плавки и литья специальных сплавов**

Уровень высшего образования **Магистратура**

Форма обучения **Очная**

Семестр	Трудоемкость зач. ед. / час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
I	3 / 108	-	36	-	72	Зачет с оценкой
Итого	3 / 108	-	36	-	72	Зачет с оценкой

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Организация и математическое планирование эксперимента» по ОПОП «Прогрессивные технологии плавки и литья специальных сплавов» направления 22.04.02 «Металлургия» являются:

- 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 ВО

Дисциплина «Организация и математическое планирование эксперимента» входит в базовую часть блока 1 и является обязательной при освоении ОПОП магистратуры по направлению 22.04.02 «Металлургия» (программа «Прогрессивные технологии плавки и литья специальных сплавов»). Базируется на знаниях дисциплин математической, естественнонаучной и профессиональной направленности ранее изучаемых образовательных программ бакалавриата.

Компетенции, приобретённые студентами в курсе «Организация и математическое планирование эксперимента», должны быть использованы во всех последующих дисциплинах, связанных с обработкой экспериментальных данных, планированием и проведением экспериментов, а также в значительной степени облегчить процесс адаптации студента в условиях реального производства литейного цеха. Полученные знания и умения также должны быть использованы при выполнении магистерских 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 приобретать новые знания и умения, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-9);
- способность на основе системного подхода строить модели для описания и прогнозирования явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ с оценкой пределов применимости полученных результатов (ПК-12);
- способность планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования, критически оценивать данные и делать выводы (ПК-13).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

знать:

- основы современных методологических подходов к постановке физико-химических и металлургических экспериментальных исследований и обработке их результатов (ОК-9);
- сущность математических методов, применяемых при планировании и оптимизации экспериментальных исследований (ОК-9, ПК-12);
- приемы статистического моделирования с использованием методов дисперсионного, регрессионного и корреляционного анализа (ПК-13);

УМЕТЬ:

- составлять планы промышленного эксперимента в условиях действующего производства (ПК-13);
- анализировать многомерные массивы данных производственного контроля (ПК-12);
- решать вопросы организации и проведения пассивных и активных экспериментов при исследованиях металлургических процессов (ОК-9);
- правильно ориентироваться в выборе многообразных прикладных компьютерных программ и понимать область применения статистических методов решения того или иного класса задач (ПК-13);
- анализировать и делать выводы по научным и техническим проблемам, возникающим в процессе эксперимента (ОК-9, ПК-13).

ВЛАДЕТЬ:

- навыками формирования и аргументации собственных суждений и научной позиции при интерпретации результатов математического планирования (ОК-9);
- принципами разработки моделей и методик исследования процессов и материалов путём математического планирования эксперимента (ПК-12);
- способностью к планированию и проведению экспериментальных исследований и статистической интерпретации их результатов с применением современного лицензионного программного обеспечения (ПК-13).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 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	Применение методов математической статистики при обработке экспериментальных данных	1	1-3	-	6	-	-	12	-	3 / 50	-
2	Функции распределения	1	4-6	-	6	-	-	12	-	3 / 50	1РК
3	Методы планирования эксперимента	1	7-9	-	6	-	-	12	-	3 / 50	-
4	Дробный факторный эксперимент	1	10-12	-	6	-	-	12	-	3 / 50	2 РК
5	Планы второго	1	13-15	-	6	-	-	12	-	3 / 50	-

	порядка										
6	Решение задач оптимизации методами планирования эксперимента	1	16-17	-	6	-	-	12	-	3 / 50	3 РК
Всего		-	-	-	36	-	-	72	-	18 / 50	Зачет с оценкой

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.

Время выполнения работы – 6 часов.

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, среднееквадратичное отклонение. Для вычислений воспользоваться статистическими функциями из электронной таблицы Microsoft Excel.

Время выполнения работы – 6 часов.

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.

Время выполнения работы – 6 часов.

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.

Время выполнения работы – 6 часов.

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.

Время выполнения работы – 6 часов.

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.

Время выполнения работы – 6 часов.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Не менее 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		+	+

В рамках курса «Организация и математическое планирование эксперимента» предусмотрены встречи студентов с ведущими учеными НОЦ «Функциональные наноматериалы и ресурсосберегающие технологии» и практикующими специалистами предприятий – индустриальных партнеров кафедры ТФиКМ.

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. 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 заключаются 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 ротатабельного 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?

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 Statistica.

СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

№ п/п	Содержание самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма отчетности студента
1	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.	12	ОК-9 ПК-12 ПК-13	Отчет о выполнении индивидуального задания по разделу №1

2	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.	12	ОК-9 ПК-12 ПК-13	Отчет о выполнении индивидуального задания по разделу №2
3	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.	12	ОК-9 ПК-12 ПК-13	Отчет о выполнении индивидуального задания по разделу №3
4	Составление реферативного конспекта и решение индивидуального расчетного задания по разделу №4. Дробный факторный эксперимент. Планы типа 2^{k-1} . Дробная реплика. Выбор полуреplik. Определяющий контраст, генерирующее соотношение. Насыщенные планы.	12	ОК-9 ПК-12 ПК-13	Отчет о выполнении индивидуального задания по разделу №4
5	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.	12	ОК-9 ПК-12 ПК-13	Отчет о выполнении индивидуального задания по разделу №5
6	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.	12	ОК-9 ПК-12 ПК-13	Отчет о выполнении индивидуального задания по разделу №6

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. 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. 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 / Попов А.А. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. – 296 с. (ЭБС IPRbooks).
3. 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).
4. 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».

г) 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. <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 программным обеспечением (MS Excel, Statistica Demo), локальной вычислительной сетью и доступом в Интернет. Практические работы проводятся в форме индивидуально-групповых занятий с использованием электронно-вычислительных средств обучения.

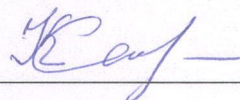
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 22.04.02 – Metallургия (уровень магистратуры), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 марта 2015 г. №300 (зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации под №36858 от 15 апреля 2015 г.).

Рабочую программу составил:
доцент каф. ТФиКМ _____



Е.С. Прусов

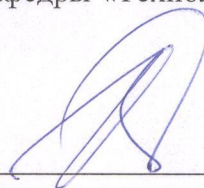
Рецензент:
гл. технолог ООО «КЛИО» _____



Е.В. Серeda

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

Протокол № 7 от 22.04.2015 года

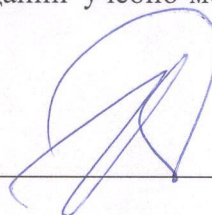


Заведующий кафедрой _____

В.А. Кечин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 22.04.02 «Metallургия»

Протокол № 7 от 22.04.2015 года



Председатель комиссии _____

В.А. Кечин