

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
профессор Е.И. Пряхин

Проректор по образовательной
деятельности
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ»

Уровень высшего образования:	<i>Магистратура</i>
Направление подготовки:	<i>29.04.04 Технология художественной обработки материалов</i>
Направленность (профиль):	<i>Художественное проектирование изделий и компьютерное моделирование технологических процессов их производства</i>
Квалификация выпускника:	<i>Магистр</i>
Форма обучения:	<i>очная</i>
Составители:	<i>Доцент Сивенков А.В.</i>

Рабочая программа дисциплины «Математические методы обработки экспериментальных данных» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 29.04.04 «Технология художественной обработки материалов», утвержденного приказом Минобрнауки России № 969 от 22.09.2017;

- на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки 29.04.04 «Технология художественной обработки материалов» направленность (профиль) «Художественное проектирование изделий и компьютерное моделирование технологических процессов их производства».

Составитель _____ доцент А.В. Сивенков

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Материаловедения и технологии художественных изделий» от 09.02.2022 г., протокол № 7.

Заведующий кафедрой _____ д.т.н., профессор Пряхин Е.И.

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса _____ к.т.н. Иванова П.В.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ.

Цель преподавания дисциплины – выработка у студентов навыков организации и проведения научных исследований, выявления информации, необходимой для построения факторного эксперимента при оптимизации различных процессов. Получив эту информацию, он сможет выбрать нужный план опытов, построить математическое описание процесса в области экспериментирования, провести статистический анализ результатов эксперимента и правильно интерпретировать полученные результаты.

Задачи изучения дисциплины – получить представление о подготовке и проведении эксперимента, обработке и обобщению его результатов, знать требования, предъявляемые к оформлению результатов исследования в виде научно-технического отчета, публикации диссертации. Полученные знания могут быть использованы как при проведении исследований в области материаловедения (подбор состава нового материала, оптимизация свойств материала, и т.п.), так и в практической деятельности (определение режима термической обработки для достижения заданных свойств материала, определение минимальных производственных затрат, и т.п.).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО.

Дисциплина «Математические методы обработки экспериментальных данных» относится к дисциплинам обязательной части основной профессиональной образовательной программы по направлению 29.04.04 Технология художественной обработки (уровень магистратуры) и изучается во 2 семестре.

Предшествующим курсом, на котором непосредственно базируется дисциплина «Математические методы обработки экспериментальных данных» является «Компьютерные технологии в разработке художественных изделий».

Дисциплина «Математические методы обработки экспериментальных данных» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Физико-химические методы исследования материалов», «Методика научных исследований», а также практики: «Учебная практика - научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) - Учебная научно-исследовательская работа».

Особенностью дисциплины является развитие у студентов – магистрантов способности моделировать, обрабатывать и анализировать экспериментальные исследования в профессиональной деятельности.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ:

Процесс изучения дисциплины «Математические методы обработки экспериментальных данных» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен анализировать и генерировать новые знания, методы анализа и моделирования технологических процессов производства художественных материалов и художественно-промышленных объектов	ОПК-1	ОПК-1.1. Знать: - естественнонаучные и инженерные способы генерации новых знаний
		ОПК-1.2. Уметь: - выявлять новые знания на основе обобщения полученных результатов
		ОПК-1.3. Владеть: - методами анализа и моделирования технологических процессов производства художественных материалов и

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
		художественно-промышленных объектов
Способен анализировать, обобщать и устанавливать закономерности изменения свойств художественных материалов и художественно-промышленных объектов при изменении технологических параметров их изготовления	ОПК-3	ОПК-3.1. Знать: - методы научного мышления и проведения экспериментальных исследований; - методы математической обработки экспериментальных данных
Способен использовать экспериментально- статистические методы оптимизации технологических процессов производства художественных материалов и художественно-промышленных объектов на базе системного подхода к анализу качества сырья, технологического процесса и требований к конечной продукции	ОПК-7	ОПК-7.1. Знать: - современный уровень развития технологий в сфере профессиональной деятельности; - требования к качеству сырья, продукции и технологическому процессу ее производства; - экспериментально-статистические методы оптимизации
		ОПК-7.2. Уметь: - использовать результаты экспериментальных исследований для совершенствования технологических процессов производства художественных материалов и художественно-промышленных объектов
		ОПК-7.3. Владеть: - навыками системного мышления

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Объём дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы, 108 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак часы по семестрам
		2
Аудиторные занятия (всего)	51	51
В том числе:		
Лекции	17	17
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Семинары (С)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	21	21
Выполнение курсовой работы (проекта)	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат	12	12
Подготовка к практическим занятиям	9	9
Подготовка к лабораторным занятиям	-	-
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	Э (36)	Э (36)
Общая трудоёмкость дисциплины		
	ак. час	108
	зач. ед.	3

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

4.2.1 Разделы дисциплин и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)
Раздел 1 «Параметр оптимизации»	12	1	8	-	3
Раздел 2 «Факторы»	12	3	6	-	3
Раздел 3 «Выбор модели»	15	5	6	-	4
Раздел 4 «Полный факторный эксперимент»	15	3	8	-	4
Раздел 5 «Дробный факторный эксперимент»	8	4	-	-	4
Раздел 6 «Проведение и обработка результатов эксперимента. Заключение»	10	1	6	-	3
Итого:	72	17	34	-	21

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость в ак. часах
1	Параметр оптимизации	Общие принципы проведения экспериментальных исследований. Понятие планирования эксперимента, цели и задачи оптимизации. Основные определения и понятия. Виды параметров оптимизации. Требования, предъявляемые к параметру оптимизации. Понятие эффективности параметра оптимизации в статистическом и физическом смысле.	1
2	Факторы	Виды факторов. Состав и количество факторов. Условие необходимости и достаточности при определении факторов. Зависимость числа опытов от числа факторов. Опасность пропуска значимого фактора. Принципы учета качественных факторов. Требования к факторам. Требования к совокупности факторов. Управляемость, однозначность, совместимость и отсутствие корреляции, точность фиксации факторов.	3
3	Выбор модели	Виды моделей. Функция отклика. Поверхность отклика. Назначение модели. Шаговый принцип. Свойства поверхности отклика. Принципы выбора модели. Способы описания моделей. Полиномиальные модели	5
4	Полный факторный эксперимент	Принципы выбора области эксперимента. Априорная информация – «за и против». Выбор основного уровня. Определение интервалов варьирования. Точность фиксирования факторов. Полный факторный эксперимент.	3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость в ак. часах
		Принципы построения плана 2^k . Свойства полного факторного эксперимента 2^k . Математическая модель. Определение коэффициентов линейной модели	
5	Дробный факторный эксперимент	Минимизация числа опытов. Дробная реплика. Обобщающий определяющий контраст. Реплики большой дробности.	4
6	Проведение и обработка результатов эксперимента. Заключение	Реализация плана эксперимента. Ошибки параллельных опытов. Дисперсия параметра оптимизации. Проверка однородности дисперсий. Рандомизация. Разбиение матрицы на блоки. Метод наименьших квадратов. Регрессионный анализ. Проверка адекватности модели. Проверка значимости коэффициентов. Интерпретация полученных результатов.	1
		Итого	17

4.2.3. Практические занятия:

№ п/п	Разделы	Наименование практических работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Оптимизация процессов технологии металлов полным факторным экспериментом 2^3 .	8
2	Раздел 2	Оптимизация процессов технологии металлов факторным экспериментом с равномерным дублированием.	6
3	Раздел 3	Оптимизация процессов технологии металлов факторным экспериментом с дублирование одного опыта.	6
4	Раздел 4	Оптимизация процессов технологии металлов факторным экспериментом с равномерным дублированием и с крутым восхождением.	8
5	Раздел 6	Оптимизация процессов технологии металлов факторным экспериментом 2^3 с дублированием в центре плана.	6
		Итого	34

4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Параметр оптимизации

1. Что понимается под математической моделью?
2. Какие виды параметров существуют?
3. Что понимают под экстремальной задачей?
4. Что понимают под интерполяционной задачей?
5. Что понимают под функцией отклика?
6. Что такое фактор?
7. Что включает в себя понятие «черный ящик»?

Раздел 2. Факторы

1. Что понимается под областью определения фактора?
2. Что понимается под управляемостью фактора?
3. Дайте определение операциональности фактора.
4. С чем связано определение точности измерения фактора?
5. Что значит однозначность фактора?

Раздел 3. Выбор модели

1. Что такое «кривые равных откликов»?
2. Что такое «факторное пространство»?
3. Для чего необходима математическая модель?
4. В чем суть шагового принципа?
5. Что включает понятие адекватности модели?

Раздел 4. Полный факторный эксперимент

1. Как вычисляются коэффициенты линейной модели?
2. Что такое основной уровень?
3. Что понимается под адекватностью модели?
4. Что называется интервалом варьирования?
5. Что такое ортогональность плана полного факторного эксперимента 2^k ?
6. Что такое ротатабельность плана полного факторного эксперимента 2^k ?

Раздел 5. Дробный факторный эксперимент

1. Для чего необходимо минимизировать число опытов?
2. Каким образом осуществляется минимизация числа опытов?
3. Что такое дробная реплика полного факторного эксперимента?
4. Как обозначается дробная реплика?
5. Что такое определяющий контраст?

Раздел 6. Проведение и обработка результатов эксперимента

1. Чем определяются условия проведения опыта?
2. Чем определяется условия проведения серии опытов?

3. Для чего необходимо проводить повторные опыты?
4. Как определить ошибочное значение результата опыта?
5. Какие параметры характеризуют качество проведения опыта?
6. Что понимается под ошибкой опыта?
7. Как определяется дисперсия параметра оптимизации?
8. Что такое дисперсия воспроизводимости эксперимента?

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий для подготовки к экзамену (по дисциплине):

1. Какие виды параметров существуют?
2. Что понимается под универсальностью параметра?
3. Что значит статистически эффективный параметр?
4. Что понимается под параметром оптимизации?
5. Что такое ранговый подход к параметру оптимизации?
6. Какие параметры выступают в качестве ограничений?
7. Какие требования выдвигаются к параметрам оптимизации?
8. Что понимается под областью определения фактора?
9. Что понимается под управляемостью фактора?
10. Дайте определение операциональности фактора.
11. С чем связано определение точности измерения фактора?
12. Что значит однозначность фактора?
13. Что понимается под совместимостью факторов?
14. Что понимается под независимостью факторов?
15. Чем определяется количество факторов?
16. Требования, предъявляемые к факторам при планировании эксперимента
17. Требования к совокупности факторов.
18. Что такое кривые равных откликов?
19. Что такое факторное пространство?
20. Для чего необходима математическая модель?
21. В чем суть шагового принципа?
22. Что включает понятие адекватности модели?
23. Как выбрать область, чтобы линейная модель оказалась адекватной?
24. Какова методика поиска полиномиальной модели, чтобы она оказалась адекватной?
25. Как выбрать модель?
26. Перечислите полиномы для случая двух факторов.
27. Предположения о свойствах поверхности отклика мы делаем?
28. Какие принципиальные ограничения накладываются на границы областей определения факторов?
29. Что такое основной уровень?
30. Что называется интервалом варьирования?

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Что относится к элементам моделирования?	1. исследователь, экспериментатор. 2. объект исследования. 3. субъект исследования. 4. объект и субъект исследования, модель отношения познающего субъекта и познаваемого объекта

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
2.	Что такое интерполяция?	<ol style="list-style-type: none"> 1. приближенное вычисление функции. 2. определение непрерывной функции. 3. нахождение значения функции в точке, которая находится внутри интервала. 4. примерное вычисление приближенной функции.
3.	Что такое экстраполяция?	<ol style="list-style-type: none"> 1. вычисление функции в заданных параметрах. 2. определение изменения характера функции. 3. определение закономерности процесса. 4. вычисление функции для значений аргумента, лежащих вне границ интервала
4.	Каковы факторы, влияющие на измеряемые результаты?	<ol style="list-style-type: none"> 1. факторы, изменяющиеся периодически во время эксперимента. 2. факторы предварительно устанавливаемые. 3. случайные факторы. 4. 3 типа факторов управляющие контролируемые и возмущающие – неконтролируемые.
5.	От чего зависит систематическая ошибка измерений?	<ol style="list-style-type: none"> 1. от факторов, влияющие на проведение эксперимента в слабой мере. 2. от факторов предварительно устанавливаемых. 3. от факторов неуправляемых. 4. от факторов постоянных или закономерно появляющихся
6.	От чего зависит случайная ошибка измерений?	<ol style="list-style-type: none"> 1. от факторов, зависящих от техники эксперимента. 2. от факторов, мало влияющих на результаты эксперимента. 3. от регулярных факторов. 4. от факторов, проявляющихся нерегулярно.
7.	Погрешности измерений – это ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. ошибки измерений в допустимых пределах. 2. количественная оценка ошибок измерений. 3. качественная оценка вероятности ошибок. 4. разница между результатами измерений и истинными значениями измеряемой величины.
8.	Пассивный эксперимент – это ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. пассивный эксперимент позволяет менять параметры исследуемого процесса. 2. исходные параметры могут устанавливаться в начале эксперимента. 3. условия эксперимента устанавливаются экспериментатором. 4. эксперимент сводится к сбору и обработке данных, полученных в результате пассивного наблюдения.
9.	Какой эксперимент называется полным факторным экспериментом?	<ol style="list-style-type: none"> 1. эксперимент, который реализует возможные комбинации уровней независимых переменных. 2. план, учитывающий все факторы, влияющие на эксперимент. 3. эксперимент, реализующий все возможные комбинации переменных. 4. эксперимент, реализующий все возможные, повторяющиеся комбинации независимых переменных, каждая из которых принудительно варьируется на 2-х

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		уровнях.
10.	Ступенчатое планирование эксперимента – это ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. разбивка исследуемых факторов на ряд ступеней. 2. независимое рассмотрение отдельных факторов. 3. оценка дисперсии процесса. 4. локализация источников возмущений
11.	В чем суть постановки экстремальной задачи исследования?	<ol style="list-style-type: none"> 1. определение наилучшего значения целевой функции. 2. постановка нескольких целей эксперимента. 3. решение задачи без привлечения математической модели. 4. решение задачи с привлечением математической модели.
12.	В чем заключается планирование эксперимента?	<ol style="list-style-type: none"> 1. случайное построения эксперимента. 2. планирование эксперимента, в котором управление экспериментом не зависит от управляющих факторов. 3. планирование любого независимого явления. 4. распространяется на планирование процессов и явлений, зависящих от управляющих факторов.
13.	Какой эксперимент является дробным факторным экспериментом?	<ol style="list-style-type: none"> 1. полный факторный эксперимент. 2. число опытов превышает число параметров модели. 3. часть полного факторного эксперимента. 4. содержит дробные реплики в виде $1/2$, $1/4$ и т.д. опытов полного факторного эксперимента
14.	Чему равна вероятность случайного события?	<ol style="list-style-type: none"> 1. вероятность случайного события равно отношению числа исходов, благоприятствующих событию к числу всех вероятных исходов. 2. событие, которое может произойти, а может и не произойти характеризуется вероятностью случайного события. 3. вероятность события, которое при заданных факторах может обязательно произойти. 4. вероятность случайного события называется событие являющееся частным случаем достоверного события.
15.	Что такое интерполяция?	<ol style="list-style-type: none"> 1. нахождение функции в пределах заданного интервала. 2. значение функции без ограничений значений аргумента. 3. приближенное значение аргумента. 4. нахождение функции по параболическому закону
16.	В чем суть случайного события?	<ol style="list-style-type: none"> 1. случайное событие называют такие события о появлении которых не может быть сделано точного предсказания и оно является частным случаем достоверного события. 2. неблагоприятное событие возможно только предположить его появление, и оно может сказываться на вероятность другого события. 3. событие – случайное, если его можно оценить вероятностью появления. Событие, появление которого можно вычислить. 4. появление незапланированного события, оказывающего влияние на исследуемый процесс.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
17.	Как определить необходимое число измерений?	1. определяется влиянием методики измерений. 2. определяется влиянием появления случайных ошибок измерений. 3. определяется соотношением, что средняя квадратичная погрешность должна в несколько раз превосходить систематическую ошибку. 4. зависит от измерительной аппаратуры.
18.	От чего зависит точность измерений?	1. от ошибок, получающихся в результате вычислений. И она должна быть на порядок меньше суммарной ошибки. 2. выбирается экспериментатором. 3. точность вычислений должна соответствовать точности самих измерений. 4. чем больше число десятичных знаков, тем лучше точность измерений.
19.	Каким законом описывается распределение погрешностей?	1. экспоненциальным. 2. нормальным. 3. квадратичным. 4. параболическим.
20.	Какие математические модели применяются при моделировании исследуемых процессов?	1. модели с сосредоточенными параметрами. 2. математические модели с распределенными и сосредоточенными параметрами. 3. с использованием систем линейных и нелинейных уравнений. 4. модели, основанные на экстремальных условиях.

Вариант 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Какой ортогональный латинский квадрат невозможно построить?	1. 2×2 . 2. 3×3 . 3. 6×6 . 4. 4×4 .
2.	Что такое гиперповерхность отклика?	1. геометрическая интерпретация выхода двухфакторного эксперимента. 2. геометрическое место точек при числе переменных равных двум. 3. геометрическое место точек при числе переменных больше двух. 4. графическое изображение двухфакторной модели, при наличии смешанных взаимодействий.
3.	Что такое матрица планирования эксперимента?	1. таблица, обеспечивающая рандомизацию экспериментальных исследований. 2. таблица, задающая общее число экспериментов. 3. таблица, задающая последовательность проведения отдельных экспериментов.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		4. таблица, включающая условия проведения отдельных экспериментов.
4.	Каков результат многофакторных экспериментов, реализованных для решения интерполяционной задачи в диапазоне варьирования факторов?	1. оптимизация выхода. 2. регистрационная модель. 3. нахождение максимума поверхности отклика. 4. нахождение оптимума поверхности отклика.
5.	Что такое совместимость факторов при многократном эксперименте?	1. функциональная зависимость факторов от величин других факторов. 2. наличие линейной корреляции между факторами. 3. осуществимость и безопасность при взаимодействии факторов. 4. значительные колебания факторов, носящих случайный характер.
6.	Что такое интервал варьирования факторов?	1. интервал от 0 до наименьшего значения фактора. 2. полуразность наибольшего и наименьшего значения фактора. 3. интервал от 0 до наибольшего значения фактора. 4. разность наибольшего и наименьшего значения фактора.
7.	Что такое полный факторный эксперимент?	1. эксперимент, имеющий два уровня варьирования факторов. 2. эксперимент, имеющий три уровня варьирования факторов. 3. эксперимент, когда выполняются все возможные сочетания уровней факторов. 4. эксперимент, в модели которого имеются смешанные взаимодействия.
8.	Сколько серий параллельных экспериментов включает двухуровневый полнофакторный эксперимент при трех факторах?	1. 12. 2. 8. 3. 9. 4. 16.
9.	Каким методом находятся коэффициенты регрессивной модели при многофакторном эксперименте?	1. ковариационным анализом. 2. дисперсионным анализом. 3. методом корреляционного анализа. 4. наименьших квадратов.
10.	В чем состоит процедура приведения уравнения выхода второй степени при ПФЭ к каноническому виду?	1. в перемещении и повороте координатных осей факторного пространства. 2. в оценке значимости коэффициентов уравнения регрессии. 3. в переходе от кодовых переменных к натуральным. 4. в использовании статистических критериев.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
11.	В чем состоит основа метода крутого восхождения?	<ol style="list-style-type: none"> 1. в построении линейного уравнения регрессии. 2. в разложении функции отклика в ряд Тейлора. 3. в выборе пробной точки и шага по факторным осям. 4. частные производные отклика по факторам равны по величине и знаку соответствующим коэффициентам регрессии.
12.	Какой критерий используется для оценки адекватности регрессионной модели?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Пирсона. 2. Стьюдента. 3. Фишера. 4. Кохрена.
13.	Что послужило математической основой разработки дробного факторного эксперимента?	<ol style="list-style-type: none"> 1. наличие избыточной информации в ПФЭ для построения линейной модели. 2. не значимость коэффициентов при смешанных взаимодействиях. 3. сокращение количества опытов. 4. увеличение скорости роста числа опытов по сравнению с ростом количества исследуемых факторов.
14.	Сколько серий параллельных экспериментов включает дробный двухуровневый факторный эксперимент в виде полуреплики трех факторов?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 4. 2. 6. 3. 8. 4. 9.
15.	Каким образом повышают точность выхода при эволюционном планировании промышленного эксперимента?	<ol style="list-style-type: none"> 1. оперируют не коэффициентами регрессии, а эффектами. 2. вычислением среднего квадратического отклонения через размах. 3. увеличением числа параллельных опытов, 4. значимость эффектов оценивают 2σ доверительным интервалом.
16.	Что представляет собой n-мерный симплекс?	<ol style="list-style-type: none"> 1. отрезок прямой на плоскости. 2. треугольник в трехмерном пространстве. 3. фигуру с $n+3$ вершинами. 4. выпуклую фигуру, образованную $n+1$ вершинами.
17.	Как преобразовать нерегулярный симплекс в регулярный?	<ol style="list-style-type: none"> 1. изменением интервала варьирования. 2. изменением базы. 3. кодированием факторов. 4. изменением координат исходного симплекса.
18.	Какой критерий служит для оценки статистической однородности дисперсии выхода?	<ol style="list-style-type: none"> 1. критерий Колмогорова. 2. критерий Кохрена. 3. критерий Пирсона. 4. критерий Стьюдента.
19.	Как называется величина, показывающая с	<ol style="list-style-type: none"> 1. целевой функцией.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
	каким из эффектов смешан основной эффект фактора при ДФЭ?	2. репликой. 3. генерирующее соотношение. 4. определяющий контраст.
20.	При помощи какого критерия осуществляется значимость коэффициентов уравнения регрессии?	1. критерий Смирнова. 2. критерий Бартлера. 3. критерий Стьюдента. 4. критерий Ирвина.

Вариант 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Как называется систематическое и целенаправленное изучение объектов, в котором используются средства и методы науки, и которое завершается формулировкой знаний об изучаемом объекте?	1. обзор информации. 2. наука. 3. научные исследования. 4. априорное ранжирование.
2.	Функциями какой области деятельности человека является приобретение информации, её преобразование, хранение и объяснение?	1. экспериментальных исследований. 2. теоретических исследований. 3. конструкторской деятельности. 4. науки.
3.	Основными этапами какого типа научной деятельности являются кустарные, частно-производственные и государственные исследования?	1. производственной. 2. теоретической. 3. экспериментальной. 4. технологической.
4.	Как называется процедура выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью?	1. методика. 2. методология. 3. планирование эксперимента. 4. программа.
5.	Какая информация называется априорной?	1. опубликованная в литературе. 2. соответствующая теоретическим законам. 3. имеющаяся до опытов. 4. полученная экспериментально.
6.	В примере классификации: «Человек состоит из головы, туловища, ногтей, волос», какой уровень признаков нарушен?	1. дифференциальный. 2. обобщающий. 3. иерархический. 4. логический.
7.	Как называется чисто экспериментальная процедура, проводимая с целью выявления из априорного множества факторов тех, которые оказывают наибольшее влияние на выходной параметр объекта исследований?	1. метод априорного ранжирования. 2. отсеивающий последовательный эксперимент. 3. метод случайного баланса. 4. метод эволюционного планирования.
8.	Назовите область информации, в которой не применимо априорное ранжирование имеющейся информации?	1. мнение. 2. предположение. 3. знание. 4. гипотеза.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
9.	Какова должна быть численность экспертов для проведения аппаратного ранжирования исследуемых факторов?	<ol style="list-style-type: none"> 1. не зависит от числа факторов. 2. меньше числа факторов. 3. равна числу факторов. 4. больше числа факторов.
10.	Что такое связанные ранги факторов при их априорном ранжировании?	<ol style="list-style-type: none"> 1. факторы, связанные логически. 2. факторы, имеющие один и тот же ранг. 3. факторы, связанные статистически. 4. факторы, связанные математически.
11.	Что характеризует коэффициент конкордации близкий к единице?	<ol style="list-style-type: none"> 1. отсутствие связи между мнениями экспертов. 2. мнение экспертов разное. 3. мнение экспертов одинаковое. 4. значимость коэффициента конкордации.
12.	Что предусматривает пассивное использование метода случайного баланса?	<ol style="list-style-type: none"> 1. постановку серии экспериментов. 2. теоретические исследования. 3. работа с априорной информацией. 4. модельный эксперимент.
13.	Какой кривой описывается ранжированный ряд факторов, расположенный в порядке возрастания влияния на суммарную дисперсию выхода в методе случайного баланса?	<ol style="list-style-type: none"> 1. дисперсионное распределение Бернштейна. 2. падающей гиперболой. 3. ветвью кривой нормального распределения. 4. затухающей экспонентой.
14.	Что такое сверхнасыщенные экспериментальные планы?	<ol style="list-style-type: none"> 1. когда число опытов равно числу факторов. 2. когда число опытов меньше числа факторов. 3. когда число опытов больше числа факторов. 4. число степеней свободы положительно.
15.	Что такое разрешающая способность экспериментального плана?	<ol style="list-style-type: none"> 1. способность видеть отличные от нуля коэффициенты регрессии. 2. возможность выделять главные эффекты. 3. возможность выделять смешанные взаимодействия. 4. способность минимизировать дисперсию выхода.
16.	По какой причине в методе случайного баланса используют методику, а не среднее арифметическое?	<ol style="list-style-type: none"> 1. в случае оценки вклада большого числа факторов. 2. для упрощения расчетов. 3. методика более эффективна

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		при законах распределения отличных от нормального. 4. для повышения значимости коэффициентов регрессии.
17.	Какая величина откладывается на абсциссе диаграммы рассеивания в методе случайного баланса?	1. среднее арифметическое выхода, 2. значение выхода, 3. дисперсия выхода, 4. номер фактора с указанием 2-х его уровней.
18.	Каково основное методическое прибавление в классическом однофакторном эксперименте?	1. многократное повторение каждого эксперимента. 2. фиксирование на определенном уровне всех факторов, кроме исследуемого. 3. использование метода наименьших квадратов. 4. линеаризация нелинейной зависимости.
19.	В чем состоит назначение рандомизации перемешивания всех опытов по закону случайных чисел?	1. получение независимой оценки выхода. 2. возможность воспроизводимости эксперимента. 3. перевод систематической в случайную. 4. смешение дисперсии выхода.
20.	Что такое ортогональность латинских квадратов?	1. элементы столбцов не повторяются. 2. элементы квадрата обозначены латинскими буквами. 3. элементы в строках не повторяются. 4. при наложении двух латинских квадратов каждая пара элементов встречается единожды.

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Шкала оценивания знаний по выполнению заданий экзамена

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Адлер, Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. - М.: изд-во «Наука», 1971. – 288 с.

2. Планирование эксперимента [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.В. Сивенков – СПб.: Горн. ун-т, 2013. – 111 с. – Б.ц.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<>I=%2D923359<>

3. Планирование эксперимента [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.В. Васильева – СПб.: Горн. ун-т, 2013. – 70 с. – Б.ц.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<>I=%2D260286<>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Белай Г.Е. Организация металлургического эксперимента: учеб. пособие для вузов / Г.Е. Белай, В.В. Дембовский, О.В. Соценко; М-во образования и науки РФ, СЗТУ. - 2-е изд., доп. и перераб. - СПб. : Изд-во СЗТУ, 2010. - 227 с.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<>I=34%2F%D0%91%20430%2D149126<>

2. Новик Ф.С. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов: научное издание / Ф.С. Новик, Я.Б. Арсов. - М.: Машиностроение; София: Техника, 1980. - 303 с.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=34%2E1%2F%D0%9D%20730%2D558347<.>

4. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов: научное издание / К. Хартман [и др.] ; пер. с нем. Г.А. Фомина, Н.С. Лецкой ; под ред. Э.К. Лецкого. - М.: Мир, 1977. - 552 с

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=65%289%292%2F%D0%9F372%2D715217<.>

5. Тарасенко В.В. Вычислительная математика. Прикладной пакет MAPLE. Применения в линейной алгебре, теории графов и сетях, теории вероятностей и математической статистике: учеб. пособие / В.В. Тарасенко. - СПб. : Изд-во СЗТУ, 2004. - 62 с.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=22%2E1%D1%8F73%2F%D0%A2%20191%2D684914<.>

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Планирование эксперимента и оптимизация свойств материалов: Методические указания для самостоятельной работы [Электронный ресурс] / Горный университет. Сост.: А.В. Сивенков. СПб, 2018, - 9 с. ior.spmi.ru/sites/default/files/srs/srs_1530514584.pdf

3. Планирование эксперимента: учеб.-метод. комплекс, информ. о дисциплине, рабочие учеб. материалы, информ. ресурсы дисциплины, блок контроля освоения дисциплины / сост. М.Г. Афонькин. - СПб. : Изд-во СЗТУ, 2009.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=09%D1%8D%D0%9F%D0%BA%D0%BB%D1%81%D0%B0%D0%BF%D0%BD%D0%B5%D0%B8%D1%80%D1%80%D0%B8%D0%BE44%2D429639<.>

7.2. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>

2. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

3. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

4. Свободная энциклопедия Википедия: <https://ru.wikipedia.org>

5. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Материально-техническое оснащение аудиторий

Аудитории для проведения лекционных занятий (Учебный центр № 1).

23 посадочных места Металлографический комплекс-1шт, микроскоп Метам РВ-22 (5) – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 бинокляр – 1 шт., ноутбук HP Compaq 615 VC288EA – 1 шт., проектор изображения 1928 T2G – 1 шт., проектор NEC M363W – 1 шт., твердомер по Рюквеллу 210HR-150 – 1 шт., экран настенный 178×178 - 1 шт., компьютер HP 6200 Pro – 3 шт., ПЭВМ Р11 – 1 шт., ПЭВМ Кей Р911 – 1 шт., стол аудиторный - 10 шт., стол компьютерный 1100×600×750 - 6 шт., стул черный кожзаменитель - 23 шт.

Аудитории для проведения практических занятий (Учебный центр № 1).

23 посадочных места Металлографический комплекс-1шт, микроскоп Метам РВ-22 (5) – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 бинокляр – 1 шт., ноутбук HP Compaq 615 VC288EA – 1 шт., проектор изображения 1928 T2G – 1 шт., проектор NEC M363W – 1 шт., твердомер по Рюквеллу 210HR-150 – 1 шт., экран

настенный 178×178 - 1 шт., компьютер HP 6200 Pro – 3 шт., ПЭВМ P11 – 1 шт., ПЭВМ Кей P911 – 1 шт., стол аудиторный - 10 шт., стол компьютерный 1100×600×750 - 6 шт., стул черный кожзаменитель - 23 шт.

Аудитории для проведения лабораторных работ (Учебный центр № 1).

13 посадочных мест Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт.

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

23 посадочных места Металлографический комплекс-1шт, микроскоп Метам РВ-22 (5) – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 бинокляр – 1 шт., ноутбук HP Compaq 615 VC288EA – 1 шт., проектор изображения 1928 T2G – 1 шт., проектор NEC M363W – 1 шт., твердомер по Рюквеллу 210HR-150 – 1 шт., экран настенный 178×178 - 1 шт., компьютер HP 6200 Pro – 3 шт., ПЭВМ P11 – 1 шт., ПЭВМ Кей P911 – 1 шт., стол аудиторный - 10 шт., стол компьютерный 1100×600×750 - 6 шт., стул черный кожзаменитель - 23 шт.

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

Центр новых информационных технологий и средств обучения:

- персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»);
- монитор – 4 шт.;
- сетевой накопитель – 1 шт.;
- источник бесперебойного питания – 2 шт.;
- телевизор плазменный Panasonic – 1 шт.;
- точка Wi-Fi – 1 шт.;
- паяльная станция – 2 шт.;
- дрель – 5 шт.;
- перфоратор – 3 шт.;
- набор инструмента – 4 шт.;
- тестер компьютерной сети – 3 шт.;
- баллон со сжатым газом – 1 шт.;
- паста теплопроводная – 1 шт.;
- пылесос – 1 шт.;
- радиостанция – 2 шт.;
- стол – 4 шт.;
- тумба на колесиках – 1 шт.;
- подставка на колесиках – 1 шт.;
- шкаф – 5 шт.;
- кресло – 2 шт.;
- лестница Alve - 1 шт.

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

- Microsoft Windows 7 Professional
- ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» (обслуживание до 2025 года)
- Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012
- Microsoft Office 2007 Professional Plus Microsoft Open License 46431107
- от 22.01.2010 (обслуживание до 2025 года)
- ГК № 1246-12/08 от 18.12.08 «На поставку компьютерного оборудования и программного обеспечения»
- Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959
- от 20.08.2007 (обслуживание до 2025 года)
- Autodesk
- product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1
- с возможностью доступа к сети «Интернет»
- Microsoft Windows 7 Professional: ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку

компьютерной техники» (обслуживание до 2025 года) ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2025 года) ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования" (обслуживание до 2025 года)

- Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)
- Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)