Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 26.05.2026 14:26:16
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения

_____ /Е.В. Сафонов/

«26» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Организация и планирование металлургического эксперимента

Направление подготовки
22.04.02 Металлургия

Профиль подготовки:
Инновации в металлургии

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
Заочная

Москва – 2026

Разработчик (и):
Доцент кафедры «Металлургия»  Хламкова С.С.

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Металлургия»  Шульгин А.В.

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Структура и содержание дисциплины 5
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость 5
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины 6
   - 3.3. Содержание дисциплины 6
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 7
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 7
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 8
   - 4.1. Нормативные документы и ГОСТы 8
   - 4.2. Основная литература 8
   - 4.3. Дополнительная литература 8
   - 4.4. Электронные образовательные ресурсы 8
   - 4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 9
   - 4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 9
5. Материально-техническое обеспечение 9
6. Методические рекомендации 10
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 10
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 10
7. Фонд оценочных средств 10
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения 10
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения 11
   - 7.3. Оценочные средства 12

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель – сформировать знания, умения, навыки по планированию и методикам проведения металлургических экспериментов, статическим методам обработки результатов и экспериментальным методам обработки оптимальных режимов управления металлургическими объектами, необходимых для понимания и анализа металлургических процессов.

Задачи

- научить применять методы математической статистики для обработки результатов экспериментальной и практической деятельности и методы выделения значимых факторов и оптимального планирования эксперимента;
- сформировать у обучающегося знания, умения и навыки по основным приемам организации технологического эксперимента в лабораторных и промышленных условиях, оптимального планирования эксперимента, оценки и обеспечения надежности его результатов, основным статистическим методам обработки результатов эксперимента и описания статистических зависимостей, построения и проверки моделей явлений по экспериментальным данным.

Планируемые результаты обучения – освоение основных закономерностей планирования и проведения металлургического эксперимента.

Обучение по дисциплине «Организация и планирование металлургического эксперимента» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	ИУК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, осуществляет её декомпозицию и определяет связи между ее составляющими. ИУК-1.2. Определяет противоречивость и пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, а также критически оценивает релевантность используемых информационных источников. ИУК-1.3. Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов с учетом оценки существующих рисков и возможностей их минимизации.
ОПК-5. Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях	ИОПК-5.1. Знает предмет исследования, методы отбора и обработки информации, связанные с численными расчетами, обобщением, систематизацией и классификацией данных ИОПК-5.2. Умеет оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований по совокупности признаков, обосновывать выбор оптимального решения, систематизируя и обобщая

	достижения в отрасли металлургии, металлообработки и смежных областях. ИОПК-5.3. Владеет способами поиска и сбора данных об объекте исследования из библиотечных каталогов, Интернета, иных источников информации, методами сопоставления и сравнения отдельные сторон и характеристик объектов и процессов, классификации их, по определённым значениям и обобщением, систематизацией и классификацией данных систематизации данных по признакам сходства и отличия

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока Б1 «Дисциплины (модули)». «Организация и планирование металлургического эксперимента» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Современные методы неразрушающего контроля металлов и сплавов;
- Технология соединения новых композиционных материалов и сплавов
- Методология научных исследований в металлургии.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(е) единиц(ы) (180 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1. Заочная форма обучения

п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр
1	**Аудиторные занятия**	**20**	1
	В том числе:		
1.1	Лекции	6	1
1.2	Семинарские/практические занятия	14	1
1.3	Лабораторные занятия		
2	**Самостоятельная работа**	**160**	1
	Промежуточная аттестация		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	экзамен	
	Итого	**180**	1

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1. Заочная форма обучения

п/п	Разделы/темы Дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Раздел1.1 Понятие об эксперименте, факторах и параметрах оптимизации, математической модели**	**60**	**2**	**4**			**54**
1.1	Тема 1. Особенности экспериментальных исследований в металлургии		2				26
1.2	Тема 2. Статистическое оценивание экспериментальных результатов			4			28
2	**Раздел 2. Математическое планирование эксперимента. Факторные планы**	**120**	**4**	**10**			**106**
2.1	Тема 1. Задачи математического планирования многофакторных экспериментов		2				26
2.2	Тема 2. Вычисление построчных дисперсий, проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии, проверка адекватности математической модели			4			28
2.3	Тема 3. Определение значимых факторов для ПФЭ		2	2			26
2.5	Тема 4. Методы планирования экспериментов для достижения оптимальных значений показателя качества			4			26
Итого		**180**	**6**	**14**			**160**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. 1 Понятие об эксперименте, факторах и параметрах оптимизации, математической модели

Тема 1**.** Особенности экспериментальных исследований в металлургии. Требования к параметру оптимизации. Требования, предъявляемые к факторам. Выбор математической модели для регрессионного анализа.

Тема 2. Статистическое оценивание экспериментальных результатов. Понятие доверительного интервала и его вычисление. Понятие критерия. Критерий Стьюента. Понятие дисперсии и среднеквадратического отклонения. Статистические гипотезы. Оценка значимости и точности экспериментальных результатов. Сравнение результатов измерений. Проверка гипотез о законе распределения экспериментальных результатов. Воспроизводимость результатов эксперимента.

Раздел 2. Математическое планирование эксперимента. Факторные планы

Тема 1. Задачи математического планирования многофакторных экспериментов. экспериментов. Полный факторный эксперимент для двухуровневых факторов. Построение матрицы планирования. Свойства матрицы планирования. Расчет и оценка значимости коэффициентов математической модели. Проверка адекватности уравнения регрессии.

Анализ математических моделей. Представление факторного пространства и поверхности отклика. Полный и дробный эксперимент для двухуровневых факторов.

Тема 2. Вычисление построчных дисперсий, проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии, проверка адекватности математической модели.

Тема 1**.** Определение значимых факторов для ПФЭ

Тема 2. Методы планирования экспериментов для достижения оптимальных значений показателя качества.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1.Семинарские/практические занятия

Практическое занятие 1. Параметры оптимизации и требования, предъявляемые к ним. Классификация параметров оптимизации. Факторы и требования, предъявляемые к параметрам оптимизации.

Практическое занятие 2. Выбор метода исследования. Последовательность проведения эксперимента. Обработка и анализ результатов, погрешности эксперимента.

Практическое занятие 3. Классификация экспериментов.

Практическое занятие 4. Определение точности и надежности измерений.

Практическое занятие 5. Выбор факторов, уровней их варьирования и нулевой точки. Расчет коэффициентов регрессии.

3.4.2.Лабораторные занятия

Учебным планом не предусмотрены

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Учебным планом не предусмотрены

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

При изучении дисциплины не предусмотрены

4.2 Основная литература

1. Адлер, Ю.П. Введение в планирование эксперимента / Ю.П. Адлер –М.:Металлургия, 1969. –320 с.
2. Адлер, Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский –М.: Наука, 1976.–290 с.
3. Монтгомери, Д.К. Планирование эксперимента и анализ данных /Д.К. Монтгомери –Л.: Судостроение, 1980. –384 с.
4. Дэниел, К. Применение статистики в промышленном эксперименте /К. Дэниел –М.: Мир, 1979. –300 с.
5. Хартман, К. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов / К. Хартман [и др.] –М.: Мир, 1977. –556 с.
6. Джонсон, Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Ч. 1. Методы обработки данных / Н. Джонсон, Ф. Лион –М.: Мир, 1980. –612 с.
7. Джонсон, Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Ч. 2. Планирование эксперимента / Н. Джонсон, Ф. Лион –М.: Мир, 1981. –520 с.
8. Дрейпер, Н. Прикладной регрессионный анализ / Н. Дрейпер, Г. Смит – М.: Диалектика-Вильямс, 2007. –912 с.
9. Шеффе, Г. Дисперсионный анализ / Г. Шеффе –М.: Наука, 1980. –511 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Ершов М.Ю., Солохненко В.В. Методика научных исследований [Элек- тронный ресурс]. М.: МГТУ МАМИ, 2011. 41 с.
2. Математическое моделирование и проведение натурного эксперимента [электронный ресурс] : электрон. учебн.-метод. комплекс дисциплины / А.И. Алиферов [и др.] ; Сиб. федерал. ун-т. – Красноярск: ИПК СФУ, 2007. – on-line. URL : http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/162/ (дата обращения 05.04.2017). – Ре- жим доступа : свободный.
3. Компьютерное моделирование [электронный ресурс] : электрон. учебн.- метод. комплекс дисциплины / Сиб. федерал. ун-т. – Красноярск: ИПК СФУ, 2007. – on-line. URL : http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/4/ (дата обращения 05.04.2017). – Режим доступа : свободный.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. Организация и планирование металлургического эксперимента
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=3114

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)
1.	Мой Офис	ООО "НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301558/?sphrase_id=943375

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Информационно-справочные системы			
1.	Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http:// www.consultant.ru	Доступно
Электронно-библиотечные системы			
1.	Лань	https://e.lanbook.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
2.	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
Профессиональные базы данных			
1.	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
2.	WebofScienceCoreCollection – политематическая реферативно-библиографическая инаукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение

Аудитории кафедры «Металлургия» ав1204, ав1205, ав1206, ав1206а оснащены ноутбуками, проектором, экраном, учебным материалом.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

При организации учебных занятий (лекций, семинаров, практических занятий, лабораторных, самостоятельных и выпускных работ, а также курсового проектирования) следует использовать элементы интерактивного обучения на всех этапах для вовлечения студентов в процесс познания. Для этого целесообразно использовать следующие формы:

– диалоговое обучение, в ходе которого осуществляется взаимодействие преподавателя и студента;

– моделирование, то есть воспроизведение в условиях обучения по данной дисциплине процессов, происходящих в реальности;

– компьютеризация обучения для интенсификации и расширениявозможностей образовательного процесса;

– использование средств наглядности: стенды с комплектом учебно- методической литературы, плакаты по темам, натурные образцы, мультимедийные системы, картотеку учебных видеослайдов и видеофильмов и др.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для максимальной индивидуализации деятельности студента, Учебным планом предусматривается время для самостоятельной работы.

Среди основных видов самостоятельной работы традиционно выделяют: творческую деятельность студента в аудитории, при внеаудиторных контактах с преподавателем на консультациях и домашней подготовке к лекциям, семинарскими практическим занятиям, зачетам и экзаменам, презентациям и докладам; написание рефератов, выполнение лабораторных и контрольных работ; участие в научной работе и пр.

Цель самостоятельной работы студента – осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою профессиональную квалификацию.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам лучше осуществлять на весь семестр и предусматривать регулярное повторение пройденного учебного материала.

Для более углубленного изучения рекомендуется использовать издания, указанные в списке дополнительной литературы.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);

- промежуточная аттестация (зачет).

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено», «не зачтено».

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение студентом всех предусмотренных форм текущего контроля.

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков, предусмотренных при изучении дисциплины, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программойдисциплины. Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний, допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.
Удовлетвори-тельно	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программойдисциплины. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.

Неудовлетво-рительно	Не выполнены обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программойдисциплины, ИЛИ Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков, предусмотренных при изучении дисциплины, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

В процессе обучения используются оценочные средства рубежного контроля успеваемости и промежуточных аттестаций и следующие виды самостоятельной работы:

- чтение рекомендуемой литературы при подготовке к лекционным,практическим и самостоятельным (контрольным) заданиям;
- бланковое и компьютерное тестирование;
- рефераты, доклады на СНК.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам лучше осуществлять на весь семестр и предусматривать регулярное повторение пройденного учебного материала.

Для более углубленного изучения рекомендуется использовать издания, указанные в списке дополнительной литературы.

Для расширения знаний следует использовать также сведения, полученные из Интернет-источников на соответствующих сайтах, а также проводить поиск в различных системах, таких как Yandex, Rambler, и пользоваться специализированными сайтами, такими как www.anticor.ru, http://www.naukaran.ru, http://www.maik.ru и другими, рекомендованными преподавателем на лекционных занятиях.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессеосвоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать**
УК-1	Способностью осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

ОПК-5	Способностью оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в отрасли металлургии и смежных областях

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

8. Вопросы к экзамену

по дисциплине «Организация и планирование металлургического эксперимента»

1) В каком случае построение функции отклика невозможно?
2) Что такое Факторное пространство?
3) Перечислите основные требования к поверхности отклика.
4) Перечислите типы ограничений, учитывающиеся при выборе границ областей определения факторов.
5) Что такое «Априорная информация»?
6) Что такое «Интервал варьирования факторов»?
7) Назовите основную задачу планирования эксперимента.
8) В чём заключается Способ перебора при проведении испытаний?
9) Что такое «Статистический критерий»?
10) Дайте определения «Критической области» и «Критическим точкам».
11) Опишите виды критических областей.
12) Что такое «Уровень значимости»?
13) Опишите формулу вычисления доверительной вероятности.
14) Опишите принцип работы критериев согласия.
15) В каких целях применяется критерий согласия Пирсона?
16) В чём заключается критерий согласия Бартлетта? Каково его условие?
17) В каких случаях можно применять Критерий Колмогорова?
18) Опишите суть Гипотезы об однородности выборок.
19) Опишите задачи дисперсионного анализа.
20) Приведите формулу расчёта среднего значения группы результатов эксперимента при однофакторном дисперсионном анализе с одинаковым числом испытаний на уровнях фактора.
21) В чём особенность проведения двухфакторного дисперсионного анализа?
22) Назовите главное условие для каждой пары факторов при двухфакторном дисперсионном анализе с повторениями?
23) Для чего применяют факторные планы при расчётах результатов эксперимента?
24) Что такое «Полный факторный эксперимент»?
25) Как определяется число опытов, необходимое для проведения факторного эксперимента типа 2^k?
27) Опишите перевод матрицы $2^2 \rightarrow 2^3$ методом перемножения.
28) Опишите трансформацию матрицы $2^2 \rightarrow 2^3$ по методу перевода из низшей размерности в более высокую.
29) Перечислите свойства матрицы типа 2^k согласно методу чередования знаков.
30) Опишите линейную математическую модель эксперимента типа 2^k.
31) Какие преимущества дробного факторного эксперимента по сравнению с полным факторным экспериментом?
32) Что такое «Главная реплика матрицы планирования»?

33) Какое число опытов необходимо для проведения полного факторного эксперимента, по сравнению с дробным факторным экспериментом типа 2^{k-p} с использованием полуреплик?