



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ

Директор Филиал в г. Белорецк
Д.Р. Хамзина

10.09.2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА

Направление подготовки (специальность)
22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Уровень высшего образования - бакалавриат
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения
заочная

Институт/ факультет	Филиал в г. Белорецк
Кафедра	Металлургии и стандартизации
Курс	3

Магнитогорск
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 04.12.2015 г. № 1427)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallurgy and Standardization

03.09.2019, протокол № 1

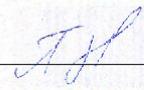
Зав. кафедрой  С.М. Головизнин

Рабочая программа одобрена методической комиссией Филиал в г. Белорезк

10.09.2019 г. протокол № 1

Председатель  Д.Р. Хамзина

Рабочая программа составлена:

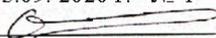
Ст. преподаватель кафедры МиС  И.М. Петров

Рецензент:

Начальник ЦЗЛ АО БМК,  Л.Э. Пыхов

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от 03.09.2020 г. № 1
Зав. кафедрой  С.М. Головизнин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Головизнин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Головизнин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Головизнин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Головизнин

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Планирование эксперимента» являются развитие у студентов личностных качеств, а также формирование общекультурных и профессиональных компетенций

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Планирование эксперимента входит в базовую часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Анализ числовой информации

Математика

Метрология, стандартизация и сертификация

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Методы оптимизации

Методы исследований материалов и процессов

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Планирование эксперимента» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-2 способностью выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы	
Знать	- основные методы исследований, используемых при планировании эксперимента; - основные правила проведения эксперимента; - виды планов эксперимента.
Уметь	- достраивать план эксперимента до плана более высокого порядка, в случае неудовлетворительной точности математической модели; - решать оптимизационные задачи; - анализировать результаты обработки планов эксперимента.
Владеть	- основными методами решения задач в области планирования эксперимента; - способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов; - возможностью междисциплинарного применения полученных знаний.
ОПК-4 готовностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач	
Знать	- основные определения и понятия в области планирования эксперимента; - методы сбора и обработки первичных экспериментальных данных; - виды моделей процессов и объектов.

Уметь	<ul style="list-style-type: none">- выбирать тип плана эксперимента в зависимости от исследовательской задачи;- строить математическую модель в соответствии с выбранным планом;- оценивать точность и адекватность полученной модели, а также значимость ее коэффициентов.
Владеть	<ul style="list-style-type: none">- практическими навыками использования элементов планирования эксперимента на других дисциплинах, на занятиях в аудитории, а также на практике;- навыками и методиками обобщения результатов решения, экспериментальной деятельности;- профессиональным языком предметной области знания.

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 10,9 акад. часов;
- аудиторная – 8 акад. часов;
- внеаудиторная – 2,9 акад. часов
- самостоятельная работа – 124,4 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. часа

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Планирование эксперимента								
1.1 Эксперимент, как предмет исследования	3	0,5			17	Самостоятельное изучение учебной литературы, конспектов лекций	Устный опрос	ОПК-4, з
1.2 Основные понятия теории вероятности и математической статистики применительно к обработке результатов экспериментов		0,5		0,5	17	Самостоятельное изучение учебной литературы, конспектов лекций, подготовка к практическим занятиям	Защита практических работ, устный опрос	ПК 2, з,у
1.3 Обработка и анализ результатов пассивного эксперимента. Эмпирические зависимости		0,5		0,5	18	Самостоятельное изучение учебной литературы, конспектов лекций, подготовка к практическим занятиям	Защита практических работ, устный опрос	ОПК-4 з,у
1.4 Полный факторный эксперимент		0,5		0,5	18	Самостоятельное изучение учебной литературы, конспектов лекций, подготовка к практическим занятиям, контрольным	Защита практических работ, устный опрос	ПК-2 з,у,в

1.5 Дробный факторный эксперимент	0,5		0,5	18	Самостоятельное изучение учебной литературы, конспектов лекций, подготовка к практическим занятиям. Самостоятельное знакомство с некоторой нормативной документацией	Защита практических работ, контрольная работа	ОПК-4 з,у,в
1.6 Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий	0,5		1	18	Самостоятельное изучение учебной литературы, конспектов лекций, подготовка к практическим занятиям	Защита практических работ, устный опрос	ПК-2 у,в
1.7 Практическое применение современных методов планирования эксперимента при проектировании и исследовании технологических процессов получения и	1		1	18,4	Самостоятельное изучение учебной литературы, конспектов лекций, подготовка к практическим занятиям	Защита практических работ, устный опрос, контрольная работа	ОПК-2 з,у,в
Итого по разделу							
Итого за семестр	4	4	0	124,4			
Итого по дисциплине						экзамен	

5 Образовательные технологии

Лекции проходят в традиционной форме, на таких лекциях дается первое целостное представление об учебном предмете, и с применением информационно-коммуникационных образовательных технологий с применением иллюстративных, графических и видеоматериалов

Лекционный материал закрепляется в ходе практических работ с использованием традиционного метода обучения, на которых выполняется экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов, позволяющая усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.

Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе выполнения практических работ, подготовке к итоговой аттестации.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Кальченко, А. А. Планирование эксперимента и обработка результатов с использованием ЭВМ [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Кальченко, К. Г. Пашенко ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3044.pdf&show=dcatalogues/1/1135031/3044.pdf&view=true>. - Макрообъект.

2. Методология научных исследований. Постановка и проведение эксперимента [Электронный ресурс] : учебное пособие / [Р. Р. Дема, Р. Н. Амиров, М. В. Харченко, Е. А. Слепова] ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2943.pdf&show=dcatalogues/1/1134720/2943.pdf&view=true>. - Макрообъект.

б) Дополнительная литература:

1. Оншин, Н. В. Основы теории планирования инженерного эксперимента [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. В. Оншин ; МГТУ. - Магнитогорск, 2009. - 146 с. : ил., табл. - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=279.pdf&show=dcatalogues/1/1061152/279.pdf&view=true>. - Макрообъект.

2. Парсункин, Б. Н. Использование экспериментально-статистических методов моделирования для управления технологическими процессами [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б. Н. Парсункин, С. М. Андреев, Е. С. Рябчикова ; МГТУ. - Магнитогорск, 2012. - 177 с. : ил., граф., схемы, табл. - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=597.pdf&show=dcatalogues/1/1103150/597.pdf&view=true>. - Макрообъект. - ISBN 978-5-9967-0292-3.

3. Рубин, Г. Ш. Планирование эксперимента [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г. Ш. Рубин, Е. Г. Касаткина, И. А. Михайловский ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3040.pdf&show=dcatalogues/1/1135025/3040.pdf&view=true>. - Макрообъект.

4 Рябчиков, М. Ю. Теория и техника инженерного эксперимента: курс лекций

[Элек-тронный ресурс] : учебное пособие / М. Ю. Рябчиков, Е. С. Рябчикова. - Магнитогорск : МГТУ, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1012.pdf&show=dcatalogues/1/1119225/1012.pdf&view=true>. - Макрообъект.

5. Акманова, З. С. Статические методы обработки экспериментальных данных [Элек-тронный ресурс] : электронное учебное пособие / З. С. Акманова, Н. И. Кимайкина. - Б. м. : Б. и., Б. г. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=971.pdf&show=dcatalogues/1/1119068/971.pdf&view=true>. - Макрообъект.

в) Методические указания:

1. Рябчиков, М. Ю. Планирование эксперимента и обработка результатов измерений [Электронный ресурс] : практикум / М. Ю. Рябчиков, Е. С. Рябчикова ; МГТУ. - Магнито-горск, 2013. - 141 с. : ил., гистогр., граф., схемы, табл. - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=619.pdf&show=dcatalogues/1/1107849/619.pdf&view=true>. - Макрообъект. - ISBN 978-5-9967-0379-1.

2. Степанов, П.Е. Планирование эксперимента [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / П.Е. Степанов. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2017. — 22 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/108113>. — Загл. с экрана.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
STATISTICA v.6(Белорецк)	К-169-09 от 16.11.2009	бессрочно
MS Office 2007(Белорецк)	К-171-09 от 18.10.2009	бессрочно
MS Windows 7(Белорецк)	К-171-09 от 18.10.2009	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории Оснащение аудитории

Учебные занятия для проведения занятий лекционного типа Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ Лаборатория БЖД с комплектом оборудования, наглядные пособия по дисциплине

Учебная аудитория для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Персональные компьютеры с пакетом MSOffice, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду

Помещение для самостоятельной работы обучающихся Персональные компьютеры с пакетом MSOffice, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования, учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

По дисциплине «Планирование эксперимента» предусмотрена внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся, которая осуществляется в виде чтения с проработкой материала лекций и учебно-методической литературы для подготовки к защите лабораторных работ и рубежному контролю.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-2 способностью выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы		
Знать	- основные методы исследований, используемых при планировании эксперимента; - основные правила проведения эксперимента; - виды планов эксперимента.	Перечень теоретических вопросов к экзамену (ИДЗ № 1) 1. Сведения из теории вероятности и математической статистики (генеральная совокупность, выборка случайных величин, характеристики выборки). 2. Виды планирования математического и физического экспериментов, принципы геометрическо-го и физического подобия объектов управления. 3. Порядок проведения текущего контроля продукции. 4. Принципы выбора контролируемых параметров и их уровня в стандартах на металлургическую продукцию. 5. Статистическое обоснование объема выборки при контроле у поставщика и потребителя. 6. Методы построения контрольных карт. 7. Общую схему управления технологическим объектом с адаптивным блоком. 8. Теоретический подход, математическое моделирование условий эксперимента, физический эксперимент. 9. Условия подобия физического объекта и материальной копии. 10. Методы выбора наиболее эффективной схемы эксперимента. 11. Условия составления плана проведения экспериментов разных уровней (опытный, лабораторный, полупромышленный, промышленный, изготовление опытно-промышленной партии).
Уметь	- достраивать план эксперимента до плана более высокого порядка, в случае	Примерные практические задания для экзамена (АКР № 1-4, 6-7) 1. Находить экстремальное значение параметра оптимизации в области определения функции с применением итерационного пошагового метода в направлении градиента. 2. Строить варианты матрицы дробного эксперимента типа 2^{3-1} , 2^{5-2} ; определять коэффициенты

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>неудовлетворительной точности математической модели;</p> <p>- решать оптимизационные задачи;</p> <p>- анализировать результаты обработки планов эксперимента.</p>	<p>уравнения по известному алгоритму: $a_i = (\sum x_i y_i) / n$, $a_0 = \sum y_i / n$.</p> <p>3. Строить матрицу полного факторного эксперимента типа $2^n \rightarrow 2^2$ и 2^3; определять коэффициенты уравнения по известному алгоритму: $a_i = (\sum x_i y_i) / n$, $a_0 = \sum y_i / n$.</p> <p>4. Проводить корректировку точности уравнения регрессии в течении времени по массиву разностей между фактическими данными контрольной выборки и расчетными значениями по регрессионному уравнению ($u_{\text{факт.}} - u_{\text{расч.}}$). Если среднее отклонение менее статистического параметра - стандартного отклонения S, то уравнение признаётся адекватным. В противном случае проводится корректировка уравнения путем изменения значения его свободного члена: $a_{01} = a_0 -/+ \sum (u_{\text{факт.}} - u_{\text{расч.}}) / n$, где n – объем контрольной выборки, знак $-/+$ показывает, что, если среднее отклонения Δu_i имеет знак $+/-$, то корректировка значения a_0 будет соответственно $-/+ \Delta u_i$.</p> <p>5. Рассчитывать коэффициенты регрессионного уравнения (по выборке, предложенной преподавателем) после проведения корреляционного анализа, отсеивания незначимых факторов и определения связи зависимых и независимых переменных.</p>
Владеть	<p>- основными методами решения задач в области планирования эксперимента;</p> <p>- способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов;</p> <p>- возможностью междисциплинарного применения полученных знаний.</p>	<p>Задание на решение задач из профессиональной области, комплексные задания (АКР № 1-4, 6-7)</p> <p>1. Методами расчета коэффициентов регрессионного уравнения с применением МНК и определением параметров качества полученного уравнения по показателям R^2, R, F, t, $S_{\text{ост}}$ (соответственно коэффициента детерминации, коэффициента множественной корреляции, критерия Фишера, коэффициента Стьюдента, остаточного стандартного отклонения).</p> <p>2. Правилами доказательства адекватности уравнения реальному процессу путем сравнения вышеуказанных в п. 1 параметров с их табличными значениями в зависимости от объема выборки, значимости показателей.</p> <p>3. Навыками исследования и построения физических моделей процессов с учетом принципов подобия.</p> <p>4. Комплексным подходом к решению задач планирования эксперимента с выборочным и/или суммарным использованием вышепредставленных приемов, практик, технологий для получения эффективного конечного результата.</p> <p>5. Приемами крутого восхождения при поиске экстремальных значений функции отклика, параметра оптимизации.</p>
ОПК-4 готовностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач		
Знать	- основные определения	Перечень теоретических вопросов к экзамену ИДЗ № 2)

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>и понятия в области планирования эксперимента;</p> <p>- методы сбора и обработки первичных экспериментальных данных;</p> <p>- виды моделей процессов и объектов.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Правила построения планов – дробных реплик. 2. Риски при использовании планов с дробными репликами – влияние на точность прогнозирования функции отклика. 3. Типы планов эксперимента – дву- и трех факторные планы типа $N = m^n$ (N – необходимое количество опытов, m – количество уровней варьирования случайных факторов, n – количество факторов). 4. Методы расчета коэффициента конкордации (коэффициента согласия) при экспертной оценке влияния факторов на функцию отклика (параметр оптимизации). 5. Основные свойства матрицы математически планируемого эксперимента (ортогональность, рототабельность, симметричность, нормировка экспериментальной матрицы). 6. Методику расчета коэффициентов эмпирического уравнения по данным проведенного планируемого эксперимента. 7. Связь эффекта фактора с коэффициентами уравнения. 8. Критерии оптимальности планов эксперимента. 9. Методы решения по поиску оптимального экстремального значения параметра оптимизации в области определения функции двух и многофакторных уравнений (метод крутого восхождения Бокса-Уилсона и др. 10. Критерии оптимальности планов эксперимента.
Уметь	<p>- выбирать тип плана эксперимента в зависимости от исследовательской задачи;</p> <p>- строить математическую модель в соответствии с выбранным планом;</p> <p>- оценивать точность и адекватность полученной модели, а</p>	<p>Примерные практические задания для экзамена (АКР № 1, 3, 8)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Рассчитывать коэффициент конкордации (коэффициент согласия) при экспертной оценке влияния факторов на функцию отклика (параметр оптимизации). 2. Отсеивать незначимые фактор анализируемой выборки, заданной преподавателем. Определять статистически значимые связи между зависимыми и независимыми переменными и вида регрессионной зависимости, а также между независимыми переменными. 3. Строить гистограмму случайной величины по выборке, заданной преподавателем. 4. Рассчитывать статистические параметры случайной величины в выборке, заданной преподавателем. 5. Составлять план промышленного эксперимента по направлению, заданному преподавателем. 6. Представлять схему управления объектом исследования, регулирования с адаптивным блоком.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	также значимость ее коэффициентов.	
Владеть	<p>- практическими навыками использования элементов планирования эксперимента на других дисциплинах, на занятиях в аудитории, а также на практике;</p> <p>- навыками и методиками обобщения результатов решения, экспериментальной деятельности;</p> <p>- профессиональным языком предметной области знания.</p>	<p>Задание на решение задач из профессиональной области, комплексные задания (АКР № 1, 3, 8)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Методами выбора эффективных правил проведения исследований для достижения поставленных целей. 2. Навыками построения гистограмм и интерпретации их результатов. 3. Правилами построения планов полного и дробного математического эксперимента (отсеивание незначимых факторов и выбор количества уровней варьирования факторов, использование принципов симметрии, ортогональности, ротатабельности, нормировки) типа $2^3, 2^5, 2^{3-1}, 2^{5-2}$ с определением коэффициентов уравнения по известному алгоритму: $a_i = (\sum x_i y_i)/n, a_0 = \sum y_i/n$. 4. Приемами точного выполнения плана эксперимента в разных условиях лабораторных, полупромышленных, промышленных) с обеспечением четырех принципов плана. 5. Владеть априорной информацией об объекте исследования, регулирования для выбора наиболее рационального плана эксперимента.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Планирование эксперимента» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета и экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.