|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ | |
|  |
|  |  |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  «Магнитогорский государственный технический университет  им. Г.И. Носова» | |
|  |
|  |  |  |
| УТВЕРЖДАЮ  Директор ИММиМ  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.С. Савинов  20.02.2020 г. | | |
|  |  |  |
| **РАБОЧАЯ** **ПРОГРАММА** **ДИСЦИПЛИНЫ** **(МОДУЛЯ)** | | |
|  |  |  |
| ***ПЛАНИРОВАНИЕ*** ***ЭКСПЕРИМЕНТА*** | | |
|  |  |  |
| Направление подготовки (специальность)  22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ | | |
| Направленность (профиль/специализация) программы  Ювелирные и промышленные литейные технологии | | |
|  |  |  |
| Уровень высшего образования - бакалавриат | | |
| Программа подготовки - академический бакалавриат | | |
|  |  |  |
| Форма обучения  очная | | |
|  |  |  |
| Институт/ факультет | | Институт металлургии, машиностроения и материалообработки |
|  |  |  |
| Кафедра | | Литейных процессов и материаловедения |
|  |  |  |
| Курс | | 3 |
|  |  |  |
| Семестр | | 6 |
|  |  |  |
| Магнитогорск  2019 год | | |

|  |
| --- |
| Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 04.12.2015 г. № 1427) |
|  |
| Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения  19.02.2020, протокол № 8 |
| Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Н.А. Феоктистов |
|  |
| Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ  20.02.2020 г. протокол № 5 |
| Председатель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.С. Савинов |
|  |
| Рабочая программа составлена: |
| профессор кафедры ЛПиМ, д-р техн. наук \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_А.Б. Сычков |
|  |
| Рецензент: |
| Зав. кафедры МиХТ, канд. техн. наук \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_А.С. Харченко |

|  |  |
| --- | --- |
| **Лист** **актуализации** **рабочей** **программы** | |
|  |  |
|  | |
|  |  |
|  | |
|  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения | |
|  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Н.А. Феоктистов |
|  |  |
|  | |
|  |  |
|  | |
|  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения | |
|  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Н.А. Феоктистов |
|  |  |
|  | |
|  |  |
|  | |
|  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения | |
|  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Н.А. Феоктистов |
|  |  |
|  | |
|  |  |
|  | |
|  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения | |
|  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_  Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Н.А. Феоктистов |

|  |  |
| --- | --- |
| **1** **Цели** **освоения** **дисциплины** **(модуля)** | |
| Целью освоения модуля дисциплины «Планирование эксперимента» является подготовка бакалавров по направлению 22.03.02 «Металлургия» и профилю подготовки «Ювелирные и промышленные литейные технологии» к профессиональной деятельности в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта.  Задачей изучения дисциплины является подготовка студентов к творческому применению полученных знаний при создании новых и совершенствованию действующих технологических процессов, формированию у студентов системы знаний по планированию экспериментов во всех сферах учебной и производственной деятельности. Эта задача решается следующими способами:  - дать понятия об оценке экспериментальных данных, генеральной совокупности и выборки из нее случайных величин;  - сформировать у студента представления о корреляционном и регрессионном анализах, методике оценки и отсеивании различных факторов выборок случайных величин;  - научить обучающихся методам планированного эксперимента и поиска оптимальных значений функции отклика в определенной области существования факторов технологического процесса;  - применять методы планированного эксперимента для облегчения расчетов при применении дробного факторного эксперимента. | |
|  |  |
| **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: | |
| Математика | |
| Физика | |
| Анализ числовой информации | |
| Информатика и информационные технологии | |
| Математическая статистика в металлургии | |
| Химия | |
| Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик: | |
| Компьютерное моделирование литейных процессов | |
| Компьютерный анализ технологии литья | |
| Курсовая научно-исследовательская работа | |
| Методы исследований материалов и процессов | |
| Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы | |
|  |  |
| **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 |
| ОПК-4 готовностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач | |

|  |  |
| --- | --- |
| Знать | - основные определения планирования эксперимента;  - классификацию способов выбора плана эксперимента, теоретические основы расчета коэффициентов эмпирических уравнений регрессии;  - основы составления матриц полного и дробного факторного эксперимента;  - методику расчета коэффициента конкордации |
| Уметь | - эффективно применять методы планирования эксперимента;  - использовать методику математического планирования эксперимента;  - составлять матрицу полного и дробного факторного эксперимента;  - применять в работе экспертную оценку значимости факторов, определяющих функцию отклика |
| Владеть | - практическими навыками по применению метода планирования эксперимента;  - методами физического и геометрического подобия;  - профессиональным языком предметной области знания |
| ПК-2 способностью выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы | |
| Знать | - методы планирования экспериментов разного уровня;  - способы составления планов математического эксперимента;  - процедуры поиска оптимальных решений |
| Уметь | - применять методы планирования экспериментов разного уровня ;  - составлять планы математического эксперимента;  - находить оптимальные решения известными методами |
| Владеть | - методами планирования экспериментами разного уровня;  - методикой полного и дробного математического эксперимента;  - методами определения экстремальных значений при поиске оптимальных значений |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **4.** **Структура,** **объём** **и** **содержание** **дисциплины** **(модуля)** | | | | | | | | |
| Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:  – контактная работа – 72 акад. часов:  – аудиторная – 68 акад. часов;  – внеаудиторная – 4 акад. часов  – самостоятельная работа – 36,3 акад. часов;  – подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа  Форма аттестации - экзамен | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Раздел/ тема  дисциплины | | Семестр | 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. | | |  | | | | | | |
| 1.1 Введение. Сведения из теории вероятности и математической статистики (генеральная совокупность, выборка случайных величин, характеристики выборки). Понятие о видах планирования математического и физического экспериментов, принципах геометрического и физического подобия объектов управления. | | 6 | 4 |  | 4 | 4 | Проработка теоретического (лекционного) материала. Изучение дополнительного материала. | Текущий контроль успеваемости. Проведение расчетных работ с применением ПК. | ПК-2, ОПК-4 |
| 1.2 Статистические методы в управлении качеством продукции. Текущий контроль продукции. Принципы выбора контролируемых параметров и их уровня в стандартах на металлургическую продукцию. Статистическое обоснование объема выборки при контроле у поставщика и потребителя. Контрольные карты. Общая схема управления технологическим объектом с адаптивным блоком | | 4 |  | 4/2И | 4 | Проработка теоретического (лекционного) материала. Изучение дополнительного материала. | Текущий контроль успеваемости.  Проведение расчетных работ с применением ПК. - АКР № 5 | ПК-2, ОПК-4 |
| 1.3 Характеристики видов экспериментов (теоретический подход, математическое симулирование условий эксперимента, физический эксперимент), условия по-добия физического объекта и материальной копии. Выбор наиболее эффективной схемы эксперимента. Составление плана проведения экспериментов разных уровней (опытный, лабораторный, полупро-мышленный, промышленный, изготовление опытно-промышленной партии) | | 5 |  | 5/2И | 5 | Проработка методических указаний к практическим занятиям, составление конспекта, подготовка ответов по контрольным вопросам. | Текущий контроль успеваемости.  Проведение расчетных работ с применением ПК. - АКР № 4 | ПК-2, ОПК-4 |
| 1.4 Введение в методику планирования эксперимента (общие понятия, принципы). Виды параметров оптимизации, обобщенный параметр оптимизации, функция желательности. Выбор типа математической полиномиальной или иной модели. | | 4 |  | 4/2И | 5 | Проработка теоретического (лекционного) материала. Изучение дополнительного материала. | Текущий контроль успеваемости. Проведение расчетных работ с применением ПК. - АКР № 6 | ПК-2, ОПК-4 |
| 1.5 5. Полный и дробный факторный эксперимент. Правила построения планов – дробных реплик. Риски при использовании планов с дробными репликами – влияние на точность прогнозирования функции отклика. Типы планов эксперимента – дву- и трех факторные планы типа N = mn (N – необходимое количество опытов, m – количество уровней варьирования случайных факторов, n – количество факторов) | | 4 |  | 4/2И | 5 | Проработка теоретического (лекционного) материала. Изучение дополнительного материала. | Текущий контроль успеваемости.  Проведение расчетных работ с применением ПК. - АКР № 6, 7 | ПК-2, ОПК-4 |
| 1.6 Коэффициент конкордации (коэффициент согласия) при экспертной оценке влияния факторов на функцию отклика (параметр оптимизации). Основные свойства матрицы математически планируемого эксперимента (орто-гональность, рототабельность, симметричность, нормировка экс-периментальной матрицы). | | 4 |  | 4/2И | 5 | Проработка теоретического (лекционного) материала. Изучение дополнительного материала. | Текущий контроль успеваемости.  Проведение расчетных работ с применением ПК. - АКР № 8 | ПК-2, ОПК-4 |
| 1.7 Методика расчета коэффициентов эмпирического уравнения по данным проведенного планируемого эксперимента. Связь эффекта фактора с коэффициентами уравнения. Критерии оптимальности планов эксперимента. | | 4 |  | 4/2И | 4 | Проработка теоретического (лекционного) материала. Изучение дополнительного материала. | Текущий контроль успеваемости.  Проведение расчетных работ с применением ПК. - АКР № 9 | ПК-2, ОПК-4 |
| 1.8 Введение в решение по поиску оптимального экстремального значения параметра оптимизации в области определения функции двух и многофакторных уравнений (метод крутого восхождения Бокса-Уилсона и др.) | | 5 |  | 5/2И | 4,3 | Проработка теоретического (лекционного) материала. Изучение дополнительного материала. | Текущий контроль успеваемости.  Проведение расчетных работ с применением ПК. - АКР № 9 | ПК-2, ОПК-4 |
| Итого по разделу | | | 34 |  | 34/14И | 36,3 |  |  |  |
| Итого за семестр | | | 34 |  | 34/14И | 36,3 |  | экзамен |  |
| Итого по дисциплине | | | 34 |  | 34/14И | 36,3 |  | экзамен | ПК-2,ОПК-4 |

|  |
| --- |
| **5** **Образовательные** **технологии** |
|  |
| В процессе преподавания дисциплины «Планирование эксперимента» применяются традиционная и модульно-компетентностная технологии.  Лекции проходят как в традиционной форме, так и в форме лекций-консультаций, где теоретический материал заранее выдается студентам для самостоятельного изучения, для подготовки вопросов лектору, таким образом, лекция проходит по типу вопросы-ответы-дискуссия. Лекции читаются с использованием мультимедийного оборудования, презентационных материалов.  Лекционный материал закрепляется в ходе практических занятий, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. При проведении практических занятий используется метод контекстного обучения, который позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.  При выполнении практических занятий используется технология коллективного взаимодействия. Занятия проводятся в виде обсуждения полученного задания, при этом студенты работают совместно с последующим групповым анализом полученных результатов.  В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий (компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.  Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к индивидуальной проработке тем в процессе написания рефератов, выполнения индивидуальных заданий, в процессе подготовки к контрольным работам и 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. Мельниченко, А.С. Анализ данных в материаловедении : учебное пособие / А.С. Мельниченко. — Москва : МИСИС, [б. г.]. — Часть 1 — 2013. — 72 с. — ISBN 978-5-87623-666-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/117168> (дата обращения: 18.12.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.  2. Андреев, С. М. Моделирование объектов и систем управления : учебное пособие / С. М. Андреев ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. – URL: https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3337. pdf&show=dcatalogues/1/1138496/3337.pdf&view=true (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-1028-7. - Сведения доступны также на CD-ROM. |
|  |
| **б)** **Дополнительная** **литература:** |
| 1. Адлер, Ю.П. Методология и практика планирования эксперимента в России : монография / Ю.П. Адлер, Ю.В. Грановский. — Москва : МИСИС, 2016. — 182 с. — ISBN 978-5-87623-990-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93686> (дата обращения: 17.12.2019). —    Режим доступа: для авториз. пользователей.  2. Мельниченко, А.С. Математическая статистика и анализ данных : учебное пособие / А.С. Мельниченко. — Москва : МИСИС, 2018. — 45 с. — ISBN 978-5-906953-62-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108035> (дата обращения: 18.12.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.  3. Степанов, П.Е. Планирование эксперимента : учебно-методическое пособие / П.Е. Степанов. — Москва : МИСИС, 2017. — 22 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108113> — Режим доступа: для авториз. пользователей. | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **в)** **Методические** **указания:** | | | | |
| 1. Статистические методы обработки и анализа числовой информации, контроля и упрвыления качеством проката/М.И. Румянцев, С.А. Левандовский, Н.А. Ручинская, К.Е. Черкасов, А.В. Логинов. – Учебное пособие. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. 257 с.  2. Молочкова О.С. Варианты заданий по анализу числовой информации для бакалавров. – Методические указания. - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2017. 15 с. | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **г)** **Программное** **обеспечение** **и** **Интернет-ресурсы:** | | | | |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Программное** **обеспечение** | | | | |
|  | Наименование ПО | № договора | Срок действия лицензии |  |
|  | MS Windows 7 Professional(для классов) | Д-1227-18 от 08.10.2018 | 11.10.2021 |  |
|  | MS Windows 7 Professional (для классов) | Д-757-17 от 27.06.2017 | 27.07.2018 |  |
|  | MS Office 2007 Professional | № 135 от 17.09.2007 | бессрочно |  |
|  | FAR Manager | свободно распространяемое ПО | бессрочно |  |
|  | 7Zip | свободно распространяемое ПО | бессрочно |  |
|  | Adobe Reader | свободно распространяемое ПО | 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: | | | |
| 1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:  - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средства хранения, передачи и представления учебной информации;  - специализированной мебелью.  2. Учебная аудитория для проведения практических занятий оснащена:  - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средства хранения, передачи и представления учебной информации;  - специализированной мебелью.  3. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;  - специализированной мебелью.  4. Помещение для самостоятельной работы оснащено:  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;  - специализированной мебелью.  5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:  - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;  -инструментами для ремонта учебного оборудования;  - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов. | | | |
|

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

*Оценочные средства для проведения текущего контроля в виде аудиторной контрольной работы (АКР)*

*Перечень тем для подготовки к семинарским занятиям:*

Исходные данные для проведения практических занятий представлены в 16 вариантах случайных выборок (объем выборки – n = 59), один из которых приведена ниже.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| % С | % Cr | %Mn | Ni | Ti | HRC | Ки | ᵠ |
| 2,49 | 15,21 | 5,75 | 2,87 | 1,52 | 61,04 | 5,01 | 16,58 |
| 2,15 | 17,83 | 4,58 | 2,4 | 1,16 | 62,17 | 7,76 | 9,22 |
| 2,01 | 17,15 | 3,26 | 2,98 | 1,24 | 61,49 | 6,06 | 17,97 |
| 2,62 | 19,33 | 5,46 | 2,6 | 1,18 | 60,08 | 11 | 5 |
| 2,54 | 15,57 | 3,34 | 1,85 | 1,39 | 62,65 | 8,5 | 16,17 |
| 2,11 | 16,55 | 5,78 | 1,76 | 1 | 59,34 | 10,42 | 4,66 |
| 3 | 16,99 | 5,59 | 2,9 | 1,66 | 60 | 11,96 | 5,9 |
| 2,99 | 20,92 | 4,9 | 1,02 | 1,93 | 59,32 | 6,35 | 10,71 |
| 2,82 | 17,85 | 3,46 | 2,97 | 1,06 | 61,95 | 5,13 | 10,15 |
| 2,06 | 19,69 | 4,52 | 1,87 | 1,69 | 60,51 | 8,47 | 8,38 |
| 2,56 | 17,95 | 4,02 | 1,47 | 1,43 | 62,01 | 6,46 | 5,26 |
| 2,67 | 16,49 | 5,78 | 1,95 | 1,96 | 61,68 | 11,19 | 7,29 |
| 2,09 | 18,27 | 5,88 | 2,34 | 1,69 | 62,68 | 10,8 | 17,5 |
| 2,64 | 17,52 | 3,11 | 1,13 | 1,96 | 59,4 | 6,56 | 4,99 |
| 2,95 | 16,23 | 3,48 | 1,61 | 1,09 | 62,48 | 6,79 | 5,04 |
| 2,62 | 15,15 | 4,82 | 1,39 | 1,15 | 59,62 | 6,04 | 6,84 |
| 2,55 | 16,53 | 3,19 | 1,08 | 1,24 | 59,99 | 5,23 | 2,06 |
| 2,04 | 18 | 5,16 | 2,13 | 1,49 | 62 | 10,66 | 2,46 |
| 2,17 | 19,45 | 3,46 | 1,04 | 1,43 | 59,92 | 5,96 | 12,79 |
| 2,97 | 17,4 | 3,42 | 1,88 | 1,29 | 60,73 | 9,94 | 10,58 |
| 2,65 | 19,8 | 5,1 | 1,56 | 1,77 | 62,36 | 5,22 | 11,2 |
| 2,2 | 15,84 | 5,66 | 2,17 | 1,94 | 61,97 | 9,63 | 9,45 |
| 2,39 | 18,17 | 4,03 | 2,03 | 1,2 | 62,4 | 9,84 | 13,73 |
| 2,53 | 17,61 | 3,1 | 2,77 | 1,97 | 62,16 | 8,67 | 13,62 |
| 2,06 | 17,45 | 5,56 | 1,09 | 1,82 | 61,26 | 5,51 | 10,6 |
| 2,16 | 15,93 | 5,5 | 1,22 | 1,43 | 62,73 | 11,34 | 16,51 |
| 2,96 | 20,44 | 5,82 | 2,58 | 1,03 | 60,91 | 9,57 | 4,07 |
| 2,75 | 19,64 | 4,54 | 2,76 | 1,86 | 62,55 | 9,22 | 7,25 |
| 2,7 | 19,55 | 5,13 | 1,15 | 1,93 | 62,06 | 10,19 | 13,86 |
| 2,72 | 20,36 | 3,26 | 1,63 | 1,5 | 59,98 | 10,16 | 17,61 |
| 2,54 | 19,63 | 4,03 | 2,61 | 1,01 | 62,49 | 7,2 | 11,12 |
| 2,67 | 15,9 | 5,08 | 2,44 | 1,43 | 59,56 | 9,21 | 10,51 |
| 2,85 | 20,82 | 3,21 | 2,92 | 1,93 | 61,28 | 8,15 | 2,35 |
| 2,28 | 19,5 | 5,39 | 2,29 | 1,38 | 60,25 | 7,9 | 7,79 |
| 2,73 | 17,63 | 5,03 | 1,31 | 1,56 | 60,38 | 10 | 14,66 |
| 2,73 | 16,78 | 3,05 | 1,13 | 1,38 | 62,92 | 7,02 | 5,39 |
| 2,77 | 16,23 | 5,87 | 1,22 | 1,88 | 59,66 | 11,33 | 3,18 |
| 2,11 | 19,11 | 5,28 | 2,52 | 1,37 | 60,23 | 6,79 | 9,08 |
| 2,87 | 18,35 | 5,52 | 1,65 | 1,26 | 60,02 | 11,69 | 9,92 |
| 2,2 | 16,21 | 3,07 | 2,57 | 1,64 | 62,35 | 11,1 | 6,04 |
| 2,2 | 16,07 | 4,01 | 2,58 | 1,64 | 61,63 | 9,74 | 3,58 |
| 2,38 | 16,97 | 3,53 | 1 | 1 | 59,39 | 7,37 | 10,42 |
| 2,56 | 15,85 | 3,87 | 1,36 | 1,3 | 59,55 | 10,14 | 6,77 |
| 2,44 | 17,19 | 3,61 | 2,07 | 1,84 | 62,96 | 11,7 | 2,96 |
| 2,75 | 17,7 | 3,2 | 2,93 | 1,89 | 59,7 | 10,86 | 6,12 |
| 2,26 | 17,16 | 5,12 | 1,99 | 1,52 | 60,1 | 7,63 | 12,65 |
| 2,21 | 17,94 | 4,89 | 1,93 | 1,58 | 60,13 | 10,45 | 17,72 |
| 2,06 | 15,72 | 5,72 | 1,09 | 1,9 | 62,42 | 6,82 | 12,56 |
| 2,71 | 19,44 | 4,91 | 1,6 | 1,05 | 61,63 | 6,52 | 9,57 |
| 2,79 | 18,06 | 5,16 | 2,37 | 1,45 | 60,02 | 7,98 | 9,93 |
| 2,83 | 15,86 | 4,37 | 2,94 | 1,15 | 59,92 | 5,85 | 16,12 |
| 2,66 | 18,85 | 3,1 | 2,76 | 1,38 | 62,88 | 5 | 14,91 |
| 2,74 | 19,49 | 3,93 | 2,95 | 1,69 | 59,3 | 7,98 | 10,96 |
| 2,62 | 15,67 | 5,91 | 2,51 | 1,97 | 59,61 | 7,81 | 7,1 |
| 2,56 | 20,09 | 3,81 | 2,74 | 1,35 | 62,55 | 11,44 | 2,91 |
| 2,27 | 15,81 | 3,76 | 1,28 | 1,87 | 60,11 | 11,95 | 7,01 |
| 2,79 | 19,99 | 5,7 | 1,23 | 1,73 | 61,97 | 5,84 | 2,74 |
| 2,7 | 16,43 | 4,8 | 1,84 | 1,52 | 60,07 | 5,93 | 4,41 |
| 2,71 | 18,82 | 4,15 | 2,89 | 1,46 | 62,62 | 10,68 | 13,85 |

АКР 1. Практическая первичная обработка выборки случайной величины

Вычислить c применением программного продукта Exel статистические характеристики (минимальные, максимальные, размах значений, средние значения, среднеквадратическое отклонение-стандартное отклонение, коэффициент вариации, медиана, мода) расчетной выборки. То есть вычислить по независимым (Хi) и зависимым (Yi) случайным величинам следующие характеристики:

- минимальные значения случайных величин - (Xi, Yi)min;

- максимальные значения случайных величин - (Xi, Yi)max;

- размах – R = (Xi, Yi)max - (Xi, Yi)min;

- среднее значение (Xiср, Yiср) = Σ(Xiср, Yiср)/n, где n – объем выборки;

- среднеквадратическое отклонение=стандартное отклонение Sхi = [Σ (Xi – Xср)2/n]0,5; Syi = [Σ (Yi – Yср)2/n]0,5;

- коэффициент вариации, % – Vxi = (Sхi/Xсрi)100 % и Vyi = (Syi/Yсрi)100%;

- медиана выборки (med) – срединное значение случайной величины между минимальным и максимальным ее значениями – med (Xi, Yi) = [(Xi, Yi)max - (Xi, Yi)min]/2; медиана в большистве случаев не совпадает со средним значением выборки;

- мода выборки (mod) – наиболее часто встречающееся значение случайной величины (определяется анализом случайной выборки или по гистограмме).

Построить гистограммы случайных величин (графическое распределение

случайной величины) и сравнить их с теоретическими распределениями.

Для конкретной случайной величины (Xi, Yi) ее распределение в выборке определяется построением гистограммы. Алгоритм этого построения заключается в следующем:

- на оси ординат откладывается частота (ni) или частость (ni/n) – количество значений случайной величины, попадающих в определенный интервал значений; на оси абцисс откладывается несколько интервалов внутри размаха случайной величины, число этих интервалов определяется статистически, в большинстве случаев это число составляет 10 интервалов;

- при этом проверочными критериями правильности построения гистограммы являетя выполнения условий Σni = n или Σ(ni/n) = 1.

АКР 2. Корреляционный анализ выборки

Расчитать при помощи программого продукта Exel (нажать на клавишу fx, выбрать в позиции «статистика» функцию «коррел», указать координаты соответствующих пар случайных величин, получить значения парных коэффициентов корреляции) попарные коэффициенты корреляции между независмыми случайными величинами – rxi,xi+1 и между зависимыми (Yi) и независимыми (Xi) переменными -ryi,xi; определить их значимость путем сравнения с табличными, критическими значениями коэффициента корреляции.

Ниже представлена таблица с критическими значенями коэффициента корреляции в зависимости от объема выборки (n) и уровня значимости (α); α = 1 – p, где p – вероятность события.

Критические значения коэффициента корреляции

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Объем выборки, n | Уровень значимости, α | | | | |
| 0,10 | 0,05 | 0,02 | 0,01 | 0,001 |
| 1 | 0,98769 | 0,99692 | 0,999507 | 0,999877 | 0,999988 |
| 2 | 0,90000 | 0,95000 | 0,98000 | 0,99000 | 0,99900 |
| 3 | 0,8054 | 0,8783 | 0,93433 | 0,95873 | 0,99116 |
| 4 | 0,7293 | 0,8114 | 0,8822 | 0,9172 | 0,97406 |
| 5 | 0,6694 | 0,7545 | 0,8329 | 0,8745 | 0,95074 |
| 6 | 0,6215 | 0,7067 | 0,7887 | 0,8343 | 0,92493 |
| 7 | 0,5822 | 0,6664 | 0,7498 | 0,7977 | 0,8982 |
| 8 | 0,5494 | 0,6319 | 0,7155 | 0,7646 | 0,8721 |
| 9 | 0,4973 | 0,5760 | 0,6581 | 0,7348 | 0,8233 |
| 10 | 0,4973 | 0,5760 | 0,6581 | 0,7079 | 0,8233 |
| 11 | 0,4762 | 0,5529 | 0,6339 | 0,6835 | 0,8010 |
| 12 | 0,4575 | 0,5324 | 0,6120 | 0,6614 | 0,7800 |
| 13 | 0,4409 | 0,5139 | 0,5923 | 0,6411 | 0,7603 |
| 14 | 0,4259 | 0,4973 | 0,5742 | 0,6226 | 0,7420 |
| 15 | 0,4124 | 0,4821 | 0,5577 | 0,6055 | 0,7246 |
| 16 | 0,4000 | 0,4683 | 0,5425 | 0,5897 | 0,7084 |
| 17 | 0,3887 | 0,4555 | 0,5285 | 0,5751 | 0,6932 |
| 18 | 0,3783 | 0,4483 | 0,5155 | 0,5614 | 0,6787 |
| 19 | 0,3687 | 0,4329 | 0,5034 | 0,5487 | 0,6652 |
| 20 | 0,3598 | 0,4227 | 0,4921 | 0,5368 | 0,6524 |
| 25 | 0,3233 | 0,3809 | 0,4451 | 0,4869 | 0,5974 |
| 30 | 0,2960 | 0,3494 | 0,4093 | 0,4487 | 0,5541 |
| 35 | 0,2746 | 0,3246 | 0,3810 | 0,4182 | 0,5189 |
| 40 | 0,2573 | 0,3044 | 0,3578 | 0,3932 | 0,4896 |
| 45 | 0,2428 | 0,2875 | 0,3384 | 0,3721 | 0,4648 |
| 50 | 0,2306 | 0,2732 | 0,3218 | 0,3541 | 0,4433 |
| 60 | 0,2108 | 0,2500 | 0,2948 | 0,3248 | 0,4078 |
| 70 | 0,1954 | 0,2319 | 0,2737 | 0,3017 | 0,3799 |
| 80 | 0,1829 | 0,2172 | 0,2565 | 0,2830 | 0,3568 |
| 90 | 0,1726 | 0,2050 | 0,2422 | 0,2673 | 0,3375 |
| 100 | 0,1638 | 0,1946 | 0,2301 | 0,2540 | 0,3211 |

В Exel заложены формулы для расчета попарного коэффициента корреляции:

- rxi,xi+1 = Σ(xi – xiср)( xi+1 – x(i+1)ср)xixi+1/nSxiSx i+1

- ryi,xi = Σ(xi – xiср)( Yi – Yср)Yixi/ nSxiSyi.

Значимость коэффициента парной корреляции определяется сравнением фактического значения коэффициента корреляции с табличном значением: если фактическое значение больше табличного, то существует между неизвестными значимая статистическая связь, в противном случае таковая связь отсутствует.

АКР 3. Отсеить незначимые фактор анализируемой выборки. Определить статистически значимые связи между зависимыми и независимыми переменными и вида регрессионной зависимости, а также между независимыми переменными.

В первую очередь строится корреляционная матрица – симметричная относительно диагонали (аналогично таблице спортивного соревновательного командного или личностного чемпионата) – образец приводится ниже.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | Y1 | Y2 | Y3 | Y4 |
| X1 | 1 | rx1,x2 | rx1,x3 | rx1,x4 | rx1,x5 | ry1,x1 | ry2,x1 | ry3,x1 | ry4,x1 |
| X2 |  | 1 | rx2x3 | rx2,x4 | rx2,x5 | ry1,x2 | ry2,x2 | ry3,x2 | ry4,x2 |
| X3 |  |  | 1 | rx3,x4 | rx3,x5 | ry1,x3 | ry2,x3 | ry3,x3 | ry4,x3 |
| X4 |  |  |  | 1 | rx4,x5 | ry1,x4 | ry2,x4 | ry3,x4 | ry4,x4 |
| X5 |  |  |  |  | 1 | ry1,x5 | ry2,x5 | ry3,x5 | ry4,x5 |
| Y1 |  |  |  |  |  | 1 | ry1,y2 | ry1,y3 | ry1,y4 |
| Y2 |  |  |  |  |  |  | 1 | ry2,y3 | ry2,y4 |
| Y3 |  |  |  |  |  |  |  | 1 | ry3,y4 |
| Y4 |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 |

Затем значения коэффициетов парных корреляций отмечаются знаком (+), если этот коэффициент корреляции статистически зачим, и знаком (-), если коэффициент корреляции незначим. Для отсеивания независимых переменных (Х-ов) проводится (один из методов) следующая процедура: из общей корреляционой матрицы выделяется участок с Xi и в ячейках проставляется соответственно (+) или (-).

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | Кол-во значимых  корреляций |
| X1 | 1 | + | - | + | - | 2-1-0 |
| X2 | + | 1 | - | - | + | 2 |
| X3 | - | - | 1 | + | - | 1-0 |
| X4 | + | - | + | 1 | + | 3 |
| X5 | - | + | - | + | 1 | 2-1-0 |

Таким образом, после двух иттераций остались 3 X-а - X1,X3, иX5.

Для выбора значимых зависимостей (по коэффициенту корреляции) между Y-ми и Х-ми, чтобы построить регрессионные уравнения связи, необходимо проанализировать еще одну часть корреляционной матрицы:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Y1 | Y2 | Y3 | Y4 | Значимые корреляции Xi  с Yi |
| X1 | ry1,x1/+ | ry2,x1/- | ry3,x1/+ | ry4,x1/- | X1 с Y1 и Y3 |
| X2 | rx1,x2/- | rx1,x2/- | rx1,x2/- | rx1,x2/- | X2 – нет корреляций с Yi |
| X3 | rx1,x3/- | rx1,x3/- | rx1,x3/- | rx1,x3/+ | X3 с Y4 |
| X4 | rx1,x4/+ | rx1,x4/+ | rx1,x4/+ | rx1,x4/- | X4 с Y1, Y2, Y3 |
| X5 | rx1,x5/- | rx1,x5/- | rx1,x5/- | rx1,x5/+ | X5 с Y4 |
| Знач. коррел. Yi с Xi | Y1 с X1, X4 | Y2 с X4 | Y3 с X1, X4 | Y4 с X3, X5 |  |

На основании значимых коэффициентов корреляции между Yi и Xi определяется, что необходимо получить регрессионные уравнения следующих видов и с учетом отсеивания Х-ов:

Y1 = a0 + a1X1+ a4X4;

Y2 = a0 + a4X4;

Y3 = a0 + a1X1 + a4X4;

Y4 = a0 + a3X3 + a5X5;

АКР 4. При помощи применения регрессионного анализа рассчитать коэффициенты регрессионного уравнения.

В АКР 3 определены виды регрессионых зависимостей, которые необходимо получить для оценивания, прогноза и управления технологическими процессами. Для расчета коэффициентов уравнений a0, ai применяется расчетный метод наименьших квадратов (МНК) с использованием исходной выборки случайных величин. МНК предполагает поиск экстремального (минимального) значения функционала суммы разности в квадрате между фактическими и расчетными зачениями функции отклика:

F = Σ(yфакт. – yрасч.)2 → min (0). В уравнение подставляются построчно фактические значения yфакт. и yрасч. в виде уравнения, полученного в АКР 3. Для решения указанного функционала необходимо получить систему уравнений в частных производных и каждое из уравнений приравнять к нулю. Таким образом, получатся значения свободного члена уравнения a0 и коэффициенты при независимых переменных ai = axi. Для оперативного решения МНК применяется программное обеспечение Exel (fx → линейн). В подпрограмме «линейн» указываются координаты yi и xi, затем набираются позиции «ИСТИНА» и затем Shift+Ctrl+Enter. В предварительно выделенное поле программно помещаются результаты расчета – коэффициенты a0, ai = axi (первая строка), коэффициент детерминации R2 (3-я строка, 1-й столбец), критерий Фишера F (4-ая строка, 1-ый столбец).

АКР 5. Провести корректировку точности уравнения регрессии в течении времени.

Согласно требованиям ОСТ 14-34-90 «Статистический приемочный контроль качества металлопродукции по корреляционной связи между параметрами» возможно использование регрессионных зависимостей параметров качества (временное сопротивления разрыву, относительное сужение и т.п.) от факторов (химический состав стали, технологические параметры процесса) для прогнозирования свойств без осуществления разрушающих испытаний. Для проверки точности модели при этом набирается контрольный массив данных, состоящих из результатов разрушающих испытаний одной десятой плавок/партий такой продукции. При наборе не менее 50 плавок или один раз в квартал проводится проверка точности применяемой математической регрессии. Методика проверки заключается в следующем. Набирается массив разностей между фактическими данными контрольной выборки и расчетными значениями по регрессионному уравнению (yфакт. – yрасч.), расчитывается среднее значение этих отклонений и сравнивается со статистическим критерием (стандартным отклонением параметра качества - Syi). Если среднее отклонение менее статистического параметра, то уравнение признаётся адекватным реальным условиям. В противном случае проводится корректировка уравнения путем изменения значения его свободного члена: a01 = a0 -/+ Σ(yфакт. – yрасч.)/n, где n – объем контрольной выборки, знак -/+ показывет, что, если среднее отклонения Δyi имеет знак +/- , то корректировка значения a0 будет соответственно -/+Δyi.

АКР 6. Построить матрицу полного факторного эксперимента типа 2n →22 и 23.

В основании степенной зависимости представлено количество уровней варьирования факторов. Имеется два варианта уровней: 2 - минимальное и максимальное значения и 3 – минимальное, максимальное и среднее значения факторов. В показателе степенной зависимости представлено количество факторов. При составлении матрицы планирования эксперимента необходимо учитывать четыре свойства существования уровней факторов: симметричность, ортогональность, ротатабельность, условие нормировки.

Определить коэффициенты уравнения по известному алгоритму: ai = (Σxiyi)/n, a0 = Σyi/n.

АКР 7. Построить все возможные варианты матрицы дробного эксперимента типа 23-1, 25-2. Определить коэффициенты уравнения по известному алгоритму: ai = (Σxiyi)/n, a0 = Σyi/n.

АКР 8. Расчитать коэффициент конкордации (коэффициент согласия) при экспертной оценке влияния факторов на функцию отклика (параметр оптимизации) по cледующей зависимости: W = 12S/[m2(n3-n)], где S – сумма квадратов отклонений от среднего значения оценки экспертов, m – число экспертов, n – число факторов.

АКР 9. Найти экстремальное значение параметра оптимизации в области определения функции двух и многофакторных уравнений (метод крутого восхождения Бокса-Уилсона) с применением иттерационного пошагового метода в направлении градиента.

*Методические рекомендации для подготовки к семинару - практическим занятиям*

Семинар - вид групповых занятий по какой-либо научной, учебной и другой проблематике, активное обсуждение участниками заранее подготовленных сообщений, докладов и т.п. С тематикой семинаров студенты знакомятся заранее. Алгоритм подго-товки к семинару следующий: выбрав тему, студент составляет свой план-график под-готовки к семинару. Для приобретения широкого видения проблемы студент старается осмыс­лить ее в общем объеме; познакомиться с темой по базовому учебному пособию или другой основной рекомендуемой литературе; выявить ос­новные идеи, раскрывающие данную проблему; сверить их определе­ния со справочниками, энциклопедией; под-готовить план-конспект раскрытия данной проблемы; выявить неясные вопросы и подо-брать дополнительную литературу для их освещения; составить тезисы вы­ступления на отдельных листах для последующего внесения дополне­ний и подготовить доклад или ре-ферат для сообщения на семинаре; проанализировать собранный материал для дополни-тельной информа­ции по темам семинара; готовясь к выступлению на семинаре, по воз­можности проконсультироваться с преподавателем; относиться к соб­ранному материалу, как к источнику будущих исследований.

Семинарские занятия расширяют и закрепляют знания, заложенные в теории предмета. На них выносятся вопросы, особенно необходимые для практики, или проб-лемные вопросы, которые возможно решить только в процессе сотрудничества. Среди обязательных требований к семинару - предварительное ознакомление с темой, вопросами и лите­ратурой по данной теме.

Современная практика предлагает широкий круг типов семинарских занятий. Среди них особое место занимает семинар-дискуссия, где в диалоге хорошо усваивается новая информация, видны убеждения сту­дента; обсуждаются противоречия (явные и скрытые) и недостатки; для обсуждения берутся конкретные актуальные вопросы, с которыми сту­денты предварительно ознакомлены. Также в семинар включаются во­просы для ин-теллектуальной разминки (иногда это дискуссионная статья, по которой ставятся проб-лемные вопросы); дискуссия может развертываться заочно как круговой семинар. Далее подводятся итоги дискуссии, заслушиваются и защищаются проектные задания. После этого проходит "мозговой штурм" по нерешенным проблемам дискуссии, а также выяв-ляются прикладные аспекты, которые можно рекомендовать для включения в курсовые и дипломные работы или в апробацию на практике. На сессии преподаватель обобщает ре­зультаты проделанной студентом работы.

Семинары-дискуссии проводятся с целью выявления мнения сту­дентов по актуальным вопросам изучаемого предмета.

Семинар-исследование предполагает предварительную работу - на­писание рефе-рата, доклада по итогам опытной работы. Участие в нем - это, прежде всего, диалог сту-дента с преподавателем. Ре­зультаты обсуждаются на семинаре с наглядным по­казом ис-следовательского материала (схемы, таблицы, графики, диаг­ностические методики). Частично материал может быть включен в ВКР. При подготовке к семинару-исследованию студент изучает результаты теоретических исследований, составляет библио­графию по теме, учится писать обзоры по технической задаче-проблеме.

Проблемный семинар готовится преподавателем достаточно основа­тельно: под-бираются проблемные и контрольно-проверочные вопросы. Такой семинар возможен только после прохождения темы. К нему сту­денты готовятся по литературным источни-кам: монографии, справочники, словари, журналы. К проблемному семинару просмат-ривается литература в рамках различных исследовательских школ (например "Традиционные и не­традиционные подходы к проблеме").

Наибольшую эффектив­ность приносят семинары, проводимые в форме коллек-тивной познава­тельной деятельности, имеющей определенные особенности, а именно:

- разделение студентов на группы по их желанию (с обязательным участием сту-дента с устойчивым интересом к данному предмету);

- постановка общих целей и задач для группы;

- работа в последовательности - индивидуальная, парная (чаще всего перекрест-ный опрос), работа в группе, коллективная;

- обязательное предварительное ограничение по времени каждого этапа занятий;

- экспертный анализ с расчетом коэффициента конкордации;

- оценка работы группы преподавателем;

- проведение самооценки.

*Примерный перечень тем рефератов в виде индивидуальных* *домашних задач (ИДЗ)*

ИДЗ № 1. Понятия математической статистики. Виды экспериментов. Контрольные карты. Планы экспериментов

1. Основные понятия из теории вероятности и математической статистики (генеральная совокупность, выборка случайных величин, характеристики выборки).

2. Понятие о видах планирования математического и физического экспериментов, принципах геометрического и физического подобия объектов управления.

3. Текущий контроль 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. Контрольные карты.

7. Общая схема управления технологическим объектом с адаптивным блоком

8. Теоретический подход, математическое симулирование условий эксперимента, физический эксперимент.

9. Условия подобия физического объекта и материальной копии.

10. Выбор наиболее эффективной схемы эксперимента.

11. Составление плана проведения экспериментов разных уровней (опытный, лабораторный, полупромышленный, промышленный, изготовление опытно-промышленной партии).

ИДЗ № 2. Коэффициент конкордации. Правила планируемого эксперимента

1. Виды параметров оптимизации, обобщенный параметр оптимизации, функция желательности.

2. Выбор типа математической полиномиальной или иной модели.

3. Правила построения планов – дробных реплик.

4. Риски при использовании планов с дробными репликами – влияние на точность прогнозирования функции отклика.

5. Типы планов эксперимента – дву- и трех факторные планы типа N = mn (N – необходимое количество опытов, m – количество уровней варьирования случайных фак-торов, n – количество факторов).

6. Коэффициент конкордации (коэффициент согласия) при экспертной оценке влияния факторов на функцию отклика (параметр оптимизации).

7. Основные свойства матрицы математически планируемого эксперимента (ортого-нальность, рототабельность, симметричность, нормировка экспериментальной матрицы).

8. Методика расчета коэффициентов эмпирического уравнения по данным проведенного планируемого эксперимента.

9. Связь эффекта фактора с коэффициентами уравнения.

10. Критерии оптимальности планов эксперимента.

11. Введение в решение по поиску оптимального экстремального значения параметра оптимизации в области определения функции двух и многофакторных уравнений (метод крутого восхождения Бокса-Уилсона и др.).

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

**7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине (модулю) за семестр и проводится в форме экзамена.

Данный раздел состоит их двух пунктов:

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

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

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

| Структурный элемент  компетенции | Планирумые результаты обучения | Оценочные средства |
| --- | --- | --- |
| **Код и содержание компетенции:** ОПК-4 – готовностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач | | |
| Знать | - основные определения планирования экспери-мента;  - классификацию спосо-бов выбора плана экспе-римента, теоретические основы расчета коэффи-циентов эмпирических уравнений регрессии;  - основы составления матриц полного и дроб-ного факторного экспе-римента;  - методику расчета коэ-ффициента конкорда-ции | **Перечень теоретических вопросов к экзамену**  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 симулирование 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 | - эффективно приме-нять методы планиро**-**вания эксперимента;  - использовать методи-ку математического планирования экспери-мента;  - составлять матрицу полного и дробного факторного экспери-мента;  - применять в работе экспертную оценку зна-чимости факторов, оп-ределяющих функцию отклика | **Примерные практические задания для экзамена**  1. Находить экстремальное значение параметра оптимизации в области определения функции с применением иттерационного пошагового метода в направлении градиента.  2. Строить варианты матрицы дробного эксперимента типа 23-1, 25-2; определять коэффициенты уравнения по известному алгоритму: ai = (Σxiyi)/n, a0 = Σyi/n.  3. Строить матрицу полного факторного эксперимента типа 2n →22 и 23; определять коэффициенты уравнения по известному алгоритму: ai = (Σxiyi)/n, a0 = Σyi/n.  4. Проводить корректировку точности уравнения регрессии в течении времени по массиву разностей между фактическими данными контрольной выборки и расчетными значениями по регрессионному уравнению (yфакт. – yрасч.). 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: a01 = a0 -/+ Σ(yфакт. – yрасч.)/n, где n – объем контрольной выборки, знак -/+ показывет, что, если среднее отклонения Δyi имеет знак +/-, то корректировка значения a0 будет соответственно -/+Δyi.  5. Рассчитывать коэффициенты регрессионного уравнения (по выборке, предложенной преподавателем) после проведения корреляционного анализа, отсеивания незначимых факторов и определения связи зависимых и независимых переменных. |
| Владеть | - практическими навы-ками по применению метода планирования эксперимента;  - методами физического и геометрического по-добия;  - профессиональным языком предметной области знания | **Задание на решение задач из професиональной области, комплексные задания**  1. Методами расчета коэфициентов регрессионного уравнения с применением МНК и определением параметров качества полученного уравнения по показателям R2, R, F, t, Sост (соответственно коэффициента детерминации, коэффициента множественой корреляции, критерия Фишера, коэффициента Стьюдента, остаточного стандартного отклонения).  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.  3. Навыками исследования и построения физических моделей процессов с учетом принципов подобия.  4. Комплексным подходом к решению задач планирования эксперимента с выборочным и/или суммарным использованием вышепредставленных приемов, практик, технологий для получения эффективного конечного результата.  5. Приемами крутого восхождения при поиске экстремальных значений функции отклика, параметра оптимизации. |
| **Код и содержание компетенции:** ПК-2 - способностью выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы | | |
| Знать | - методы планирования экспериментов разного уровня;  - способы составления планов математическо-го эксперимента;  - процедуры поиска оп-тимальных решений | **Перечень теоретических вопросов к экзамену**  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 = mn (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 | - применять методы планирования экспери-ментов разного уровня ;  - составлять планы ма-тематического экспери-мента;  - находить оптимальные решения известными методами | **Примерные практические задания для экзамена**  1. Расчитывать 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. Расчитывать 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. |
| Владеть | - методами планирова-ния экспериментами разного уровня;  - методикой полного и дробного математичес-кого эксперимента;  - методами определения экстремальных значе-ний при поиске опти-мальных значений | **Задание на решение задач из професиональной области, комплексные задания**  1. Методами выбора эффективных правил проведения исследований для достижения поставленных целей.  2. Навыками построения гистограмм и интепретации 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 23, 25, 23-1, 25-2 с оп-  ределением коэффициентов уравнения по известному алгоритму: ai = (Σxiyi)/n, a0 = Σyi/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. |

*Методические рекомендации для подготовки к экзамену*

Экзамен является неотъемлемой частью учебного процесса и призван закрепить и упорядочить знания студента, полученные на занятиях и самостоятельно. Кроме того, подготовка к экзамену направлена на применение полученных знаний для решения практических задач по специальности, профилю подготовки. На проведение экзамена отводятся часы занятий по расписанию.

Сдаче экзамена предшествует работа студента на лекционных, семинарских занятиях и самостоятельная работа по изучению предмета и подготовки рефератов и курсовых работ. Отсутствие студента на занятиях без уважительной причины и невыполнение заданий самостоятельной работы является основанием для недопущения студента к экзамену.

Подготовка к экзамену осуществляется на основании методических рекомендаций по дисциплине и списка вопросов изучаемой дисциплины, конспектов лекций, учебников и учебных пособий, научных статей, информации среды интернет.

За 3-4 дня подготовки обучаемый должен систематизировать знания, полученные в течение семестра. Вначале следует просмотреть весь материал дисциплины (модуля) и отметить трудные для себя вопросы. Обязательно в них разобраться. В случае неудачного результата такого разбора, следует задать эти вопросы преподавателю на консультации перед экзаменом, посещение которой в этом случае является полезной и желательной. В итоге перед экзаменом целесообразно повторить основные положения дисциплины с отметкой степени усвоения материала.

Основные правила подготовки к экзамену.

1. Лучше сразу сориентироваться во всем материале и обосновано расположить весь материал согласно экзаменационным вопросам или вопросам, обсуждаемых на семинарах. Эта работа может занять много времени, но главное – это ориентирование в изучаемой дисциплине.

2. Сама подготовка не должно быть связана с «запоминанием», а в первую очередь – с переосмыслением материала, и даже рассмотрением альтернативных идей.

3. Студент должен продемонстрировать на экзамене, что он усвоил «все», что требуется по программе обучения или по программе конкретного преподавателя. Далее он может высказать иные, но аргументированные точки зрения.

**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 экзамена.

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

*Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):*

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл)– обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач;

- на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла)–обучающийся демонстрирует знания не более 20 % теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) **–** обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций, в ходе контрольных мериприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании зннаниями и умениями при их переносе на новые ситуации;

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) **–** обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации;

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) **–** обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.