

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП

В.В. Смирнов

«4» апреля 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой ТМиПИ

Е.Ю. Степанович

«4» апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Планирование эксперимента
наименование

Составитель(и)

Смирнов Владимир Вячеславович,
д.п.н., к.ф.-м.н., доцент,
профессор кафедры ТМПИ

Согласовано с работодателями:

Тиненков В.П., руководитель сварочных работ
«Р ООО ШИППИНГ»

Направление подготовки /
специальность

15.03.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ

Направленность (профиль) ОПОП

**ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ
СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

заочная

Год приёма

2024

Курс

3 (по заочной форме обучения)

Семестр(ы)

6 (по заочной форме обучения)

Астрахань - 2024

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целями освоения дисциплины (модуля) "Планирование эксперимента" является формирование у студентов знаний методических основ планирования натурных и вычислительных экспериментов и обработки их результатов для получения научно обоснованных и достоверных выводов.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):— иметь представление о методах статистического анализа, об основах статистического контроля качества, о принципах и методах планирования эксперимента, о принципе динамического программирования, что необходимо для решения производственных, эксплуатационных и исследовательских задач машиностроения;

- знать основные понятия математической статистики, теории эксперимента;
- уметь определять необходимый объем эксперимента, составлять простейшие планы эксперимента для дисперсионного и регрессионного анализа, делать выводы по результатам статистического анализа экспериментальных данных;
- иметь опыт определения необходимого объема эксперимента, составления простейших планов эксперимента для дисперсионного и регрессионного анализа, разработки выводов по результатам статистического анализа экспериментальных данных.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина (модуль) «Планирование эксперимента» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Б1.В.Д 06.02.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами (модулями):

– «Математика», «Информационные технологии», «Физика», «Химия», «Теория сварочных процессов», «Электротехника и электроника», «Расчет и проектирование сварных конструкций», «Сопротивление материалов», «Детали машин», «Материаловедение», «Технология конструкционных материалов» и рядом других специальных дисциплин.

Знания: основных естественнонаучных законов; теории вероятностей и математической статистики, методов математического моделирования и проектирования машиностроительных конструкций, технологии работы на персональном компьютере в современных операционных средах; специальные знания из области машиностроения, в частности, обозначений, используемых в технической документации; особенностей поведения металлов и их сплавов при сварке; особенностей расчета и проектирования сварных конструкций; особенности выполнения сварных соединений различными видами сварки.

Умения: на основе естественнонаучных законов осуществлять инженерные расчеты с использованием при необходимости стандартных прикладных программ; ориентироваться в маркировке сталей и сплавов; чтения механических и электрических схем.

Навыки: расчета типовых узлов металлоконструкций; выбора оборудования для различных видов сварки; проведения технико-экономических расчетов; использования различных электроизмерительных приборов.

2.3. Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем):

- дисциплина «Планирование эксперимента» реализуется в 6 семестре 3 курса

бакалавриата (дисциплины и курсы по выбору), являясь, таким образом, заключительной. Поэтому знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной, могут оказаться востребованными при изучении дисциплин и курсов по выбору, таких как «Специальные главы технологии и обработки сварки плавлением», «Специальные главы технологии и обработки сварки давлением», «Материаловедение и термическая обработка сварных соединений», «Металлоконструкции трубопроводных систем», «Проектирование цехов и участков сварочного производства», «Оснастка и оборудование для производства сварных конструкций», «Строительство магистральных нефтегазопроводов», «Технология монтажных работ при изготовлении металлоконструкций», а также при написании бакалаврской работы.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс освоения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующей(их) компетенции(ий) в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки / специальности:

в) профессиональных (ПК): ПК-7, ПК-12

ПК-7. Методическое обеспечение САРР-систем, PDM-систем, MDM-систем в организации;

ПК-12. Организация информации в базах данных САРР-систем, PDM-систем, MDM-систем

Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции ¹	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ПК-7	ПК-7.1 Обеспечивает методическое обеспечение САРР-систем, PDM-систем, MDM-систем в организации	нормативно-технические и руководящие документы по выбору средств технологического оснащения, контрольноизмерительных приборов и инструментов; расчету режимов резания, технологических норм; Функциональные возможности и особенности работы в САРР-систем, PDM-системе, MDM-системе, используемых в организации	Осуществлять контроль за ведением баз знаний и баз данных САРР-системы, PDM-системы, MDM-системы организации, выполняемым специалистами более низкой квалификации; Анализ процесса технологической подготовки и составление технического задания	Навыками оценки записи в базах данных и базах знаний САРР-системы, PDM-системы, MDM-системы, сделанные специалистами более низкой квалификации, а также возможный экономический эффект от внедрения систем автоматизации. Определять этапы

¹ Указываются в соответствии с утвержденными в ОПОП ВО

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции ¹	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
				технологической подготовки производства изделий
ПК-12	ПК-12.1 Обеспечивает организацию информации в базах данных САРР-систем, PDM-систем, MDM-систем	принципы унификации конструкторско-технологических решений Возможности и порядок работы в САРР-, PDM-, MDM-системах организации по созданию формализованных алгоритмов выбора средств технологического оснащения, контрольно-измерительных приборов и инструментов; расчета режимов резания, технологических норм	ведение баз знаний выбора средств технологического оснащения, контрольно-измерительных приборов и инструментов; расчета режимов резания, технологических норм	использовать возможности САРР-системы, PDM-системы, MDM-системы организации для формирования баз технологических знаний организации с целью их унификации и типизации, также оценивать записи в базах данных систем, созданных специалистами более низкой квалификации

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) **Знать:**

- теоретические основы теории погрешностей;
- методы записи и обработки результатов эксперимента;
- типовые статистические методы обработки экспериментальных данных и их современное прикладное алгоритмическое и программное обеспечение;
- основы планирования эксперимента.

2) **Уметь:**

- формулировать цели и выбирать план экспериментальных исследований;
- составлять измерительные схемы в соответствии с задачами исследований и выбирать средства измерений, исходя из анализа требований к точности результатов эксперимента;
- осуществлять поиск оптимальных условий проведения экспериментов и определять количество и условия проведения экспериментов, необходимых для достижения поставленной цели;
- составлять математические модели исследуемых объектов, определять и уточнять коэффициенты и константы теоретических моделей;
- использовать аппарат математической статистики и пользоваться типовыми статистическими методами обработки опытных данных, позволяющими принимать обоснованные решения;

[illegible]

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.						СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости и, форма промежуточ ной аттестации [по семестрам]
	Л	в т. ч. П П	П З	в т.ч. ПП	Л Р	в т. ч. П П	К Р / К П		
Введение	6		8				10	11	Устный опрос. Решение кейс - задач. Контрольная работа.
1. Общие сведения о методологии научного познания, характере и особенностях научных исследований							10	11	
2. Метрологическое обеспечение эксперимента							10	11	
3. Основы теории погрешностей							10	11	
4. Статистическая обработка эмпирических данных							10	12	
5. Планирование эксперимента при исследовании технологического процесса							10	12	
6. Матричный подход к регрессионному анализу							11	13	
7. Факторный эксперимент второго порядка							11	13	
8. Метод анализа размерностей							10, 75	12, 75	
9. Применение планирования экспериментов при исследовании сварочных процессов									
Консультации	1								
Контроль промежуточной аттестации	0,25								Экзамен
ИТОГО за семестр:	6		8				92, 75	108	

Примечание: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; ПП – практическая подготовка; КР / КП – курсовая работа / курсовой проект; СР – самостоятельная работа

Таблица 3 – Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций

Темы, разделы дисциплины	Кол-во часов	Код компетенции		Общее количество компетенций
		ПК-7	ПК-12	
Введение	20			2
1. Общие сведения о методологии научного познания, характере и особенностях научных исследований		+	+	
2. Метрологическое обеспечение эксперимента		+	+	
3. Основы теории погрешностей		+	+	
4. Статистическая обработка эмпирических данных		+	+	
5. Планирование эксперимента при исследовании технологического процесса		+	+	
6. Матричный подход к регрессионному анализу		+	+	
7. Факторный эксперимент второго порядка		+	+	
8. Метод анализа размерностей		+	+	
9. Применение планирования экспериментов при исследовании сварочных процессов	20,75	+	+	2
Итого	180			5

Краткое содержание каждой темы дисциплины (модуля)

Введение

1. Общие сведения о методологии научного познания, характере и особенностях научных исследований. Методология научного познания. Методы эмпирического уровня исследования. Методы теоретического уровня исследования. Методы комплексного исследования. Этапы и составные части научно-исследовательской работы. Источники научной информации. Разработка методики теоретических и экспериментальных исследований.

2. Метрологическое обеспечение эксперимента. Понятие об измерении. Обеспечение единства измерений. Погрешности и точность измерений. Систематические и случайные погрешности. Средства измерений.

3. Основы теории погрешностей. Введение в теорию погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности. Основные источники погрешностей. Значащие цифры приближенных чисел и правила округления. Погрешность суммы, разности, произведения, степени и корня. Общая формула для погрешности. Обратная задача теории погрешностей. Понятие о вероятностной оценке погрешности

4. Статистическая обработка эмпирических данных. Статистическая обработка экспериментальных данных. Основные понятия и определения теории вероятностей и математической статистики. Плотность и интегральная функция распределения случайных величин. Основные параметры теоретического и эмпирического распределения. Техника вычисления параметров эмпирического распределения. Нормальное распределение. Нормированная функция Лапласа. Некоторые выборочные распределения, применяемые при статистических исследованиях. Статистические функции в пакете Mathcad. Статистическая обработка осциллограмм сварочного тока.

5. Планирование эксперимента при исследовании технологического процесса. Регрессионный анализ при обработке результатов пассивного эксперимента. Основные понятия и определения при планировании эксперимента. Полный факторный эксперимент. Матрицы планирования при большом числе факторов. Дробный факторный эксперимент. Свойства матриц полного и дробного факторных экспериментов. Пример применения метода Бокса–Уилсона. Обработка результатов эксперимента при отсутствии дублирования опытов. Крутое восхождение по поверхности отклика. Установление вида зависимости между двумя переменными величинами. Обобщенный параметр оптимизации. Принятие решений в экстремальном эксперименте. Функции для проведения регрессии в пакете Mathcad.

6. Матричный подход к регрессионному анализу. Метод наименьших квадратов для одного фактора. Некоторые операции над матрицами. Матричный метод и регрессионный анализ.

7. Факторный эксперимент второго порядка. Общие положения. Ортогональное планирование второго порядка. Ротатабельное планирование второго порядка. Принятие решений по планам второго порядка. Техника канонического преобразования.

8. Метод анализа размерностей. Единицы физических величин. Размерности физических величин. Метод размерности. Практическое применение метода размерностей и его эффективность. Векторные единицы длины. Безразмерные критерии и метод подобия.

9. Применение планирования экспериментов при исследовании сварочных процессов. Исследование технологии сварки в узкую разделку. Оптимизация процесса вибродуговой наплавки в углекислом газе. Оптимизация состава электродного покрытия. Оптимизация состава по стабильности горения сварочной дуги.

Оптимизация состава покрытия по критической температуре хрупкости металла шва.
Оптимизация состава покрытия по обобщенной функции желательности

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине (модулю)

При разработке учебных программ по ФГОС-3+ поколения предполагается использование кроме традиционных форм проведения занятий также активные и интерактивные формы. При этом студенты глубже понимают учебный материал, память также акцентируется на проблемных ситуациях, что способствует запоминанию учебного материала.

В процессе обучения необходимо обращать внимание в первую очередь на те методы, при которых слушатели идентифицируют себя с учебным материалом, включаются в изучаемую ситуацию, побуждаются к активным действиям, переживают состояние успеха и соответственно мотивируют свое поведение. Всем этим требованиям в наибольшей степени отвечают интерактивные методы обучения.

Учебный процесс, опирающийся на использование интерактивных методов обучения, организуется с учетом включенности в процесс познания всех студентов группы без исключения. Совместная деятельность означает, что каждый вносит свой особый индивидуальный вклад, в ходе работы идет обмен знаниями, идеями, способами деятельности. Организуются индивидуальная, парная и групповая работа, используется проектная работа, ролевые игры, осуществляется работа с документами и различными источниками информации. Интерактивные методы основаны на принципах взаимодействия, активности обучаемых, опоре на групповой опыт, обязательной обратной связи. Создается среда образовательного общения, которая характеризуется открытостью, взаимодействием участников, равенством их аргументов, накоплением совместного знания, возможностью взаимной оценки и контроля.

Ведущий преподаватель вместе с новыми знаниями ведет участников обучения к самостоятельному поиску. Активность преподавателя уступает место активности студентов, его задачей становится создание условий для их инициативы. Преподаватель отказывается от роли своеобразного фильтра, пропускающего через себя учебную информацию, и выполняет функцию помощника в работе, одного из источников информации.

На кафедре отработана специальная методика чтения лекций, соответствующая современным требованиям компетентностного подхода. При разработке таких лекций для разных дисциплин закладываются общие подходы, которые включают:

- выявление проблем и противоречий, которые диктуются условиями производства;
- системный подход, предполагающий декомпозицию сложной проблемы на самостоятельные более простые блоки;
- оценка возможности моделирования производственных ситуаций и оптимизация решений на модели.

Организационно такая форма изучения материала реализуется в следующей последовательности:

- на первом занятии все учебные материалы (включая лекции) выдаются студентам в электронном виде;
- весь учебный материал разделяется на блоки (темы);

- студенты изучают материалы по темам самостоятельно (самостоятельная работа по подготовке к занятиям);

- на занятиях по расписанию преподаватель обучает студентов группы в активной или интерактивной формах, используя подробную презентацию с примерами и проблемными ситуациями;

- в активной форме студенты под руководством преподавателя обосновывают оптимальное решение поставленной задачи. Материал в теоретической постановке преподаватель разобрал в первой части занятия, пример задания такого вида могут быть

1) **сравнить достоинства и недостатки эмпирического и теоретического методов исследования** – из этого сравнения будет вытекать необходимость комплексного исследования;

2) **назвать этапы и составные части научно-исследовательской работы;**

3) **разработать конкретную методику теоретического или экспериментального исследования.**

- **часть занятий в группе по итогам самостоятельного освоения нескольких тем** проводится в интерактивной форме, при этом формируется проблемная творческая задача, которая не имеет однозначного решения. Студенты делятся на 3...4 группы, выдается общее задание, но задаются различные варианты решения задачи, каждая группа анализирует предложенное решение, корректирует его и защищает перед студентами других подгрупп. Преподаватель выполняет роль рецензента. Задание желательно формировать на основе ситуаций, которые рассматривались при проведении нескольких занятий в активной форме. Задания такого типа могут носить вид

1. Прочитайте текст, описывающий рабочую ситуацию:

Обучение навыкам ручной дуговой сварки (РДС) является трудоёмкой задачей. На этапе начального обучения, совместно с обучением на реальном процессе, целесообразно применение тренажерных систем. Чтобы обучение на тренажёре было эффективным, необходимо адекватное математическое моделирование процесса РДС. Для моделирования сварочного процесса координат торца электрода получаются с помощью устройства координатного слежения (УКС) NaturalPointTrackIR. Метрологические характеристики данного УКС были оценены и погрешности измерений оказались достаточно малы: не более 3%.

Измерение координат торца имитатора электрода с помощью оптического УКС подвержено помехам. Например, появление в поле зрения камеры источника света или отражающего объекта приведёт к сильным искажениям или невозможности определения координат отражателей. Это может привести к сильным отклонениям моделируемых величин – тока сварки и напряжения на дуге – от тех, которые наблюдаются при измерениях характеристик реального процесса РДС. В таких условиях необходимо проверять достоверность выходных данных модели. Поставим задачу определить нормативные интервалы, за пределами которых величины будут считаться недостоверными. Для этого спланируем соответствующий эксперимент.

Ход работы

Опишем уровни варьирования независимых факторов. Рекомендуемая средняя длина дуги составляет $L_d \approx 0,8d_{эл}$, где $d_{эл}$ – диаметр электрода, поэтому примем $minL_d = 2,1$ мм, $maxL_d = 2,7$ мм исходя из диаметра электрода 3 мм. Значение среднего тока сварки варьируется в следующих пределах: $minI_{нп} = 60$ А, $maxI_{нп} = 65$ А. Матрица планирования эксперимента представлена в таблице 1.

Таблица 1
Матрица планирования эксперимента.

№ опыта	Фиктивный фактор x_0	Длина дуги x_1	Ток на источнике питания x_2
1	+1	-1	-1
2	+1	-1	+1
3	+1	+1	-1
4	+1	+1	+1

Здесь +1 - нормированное максимальное значение фактора, а -1 - нормированное минимальное. Для проверки адекватности модели необходимо провести дополнительные опыты. Повысим количество уровней у фактора "Длина дуги" до трёх, введя в него среднее значение $L_d = 0,8d_{эл} =$

2,4 мм, ему соответствует нулевое нормированное значение в матрице планирования. В результате получим план эксперимента, состоящий из шести опытов, показанный в таблице 2.

Таблица 2

План эксперимента с дополнительными опытами.

№ опыта	Фиктивный фактор x_0	Длина дуги x_1	Ток на источнике питания x_2	Взаимодействие x_1x_2
1	+1	-1	-1	+1
2	+1	-1	+1	-1
3	+1	0	-1	0
4	+1	0	+1	0
5	+1	+1	-1	-1
6	+1	+1	+1	+1

В рамках работы необходимо:

- определить необходимый для проведения эксперимента набор измерительных устройств;
- определить последовательность опытов (может отличаться от плана эксперимента);
- определить виды возмущающих воздействий, которым подвержено выполнение опыта;
- предложить пути устранения возмущающих воздействий.

При проведении лекционных занятий преподаватель должен объяснить студентам значение компетентностного подхода для формирования современного специалиста, сформировать основные компетенции по специальности и показать пути их освоения на лабораторных, практических занятиях, а также при курсовом и дипломном проектировании.

Интерактивные лекционные занятия проводятся в следующей форме.

1. Лекция-беседа

В названном виде занятий планируется диалог с аудиторией, это наиболее простой способ индивидуального общения, построенный на непосредственном контакте преподавателя и студента, который позволяет:

- *привлекать к двухстороннему обмену мнениями по наиболее важным вопросам темы занятия;*
- *менять темп изложения с учетом особенности аудитории.*

Участие (внимание) слушателей в данной лекции обеспечивается путем вопросно-ответной беседы с аудиторией (постановка проблемного задания).

Вначале лекции и по ходу ее преподаватель задает слушателям вопросы не для контроля усвоения знаний, а для выяснения уровня осведомленности по рассматриваемой проблеме.

Вопросы могут быть элементарными: для того, чтобы сосредоточить внимание, как на отдельных нюансах темы, так и на проблемах.

Продумывая ответ, студенты получают возможность самостоятельно прийти к выводам и обобщениям, которые хочет сообщить преподаватель в качестве новых знаний.

Необходимо следить, чтобы вопросы не оставались без ответа, иначе лекция будет носить риторический характер.

В форме лекции-беседы рекомендуется проводить занятия, в которых необходимо связать уже имеющиеся знания, например, по физике (постоянный ток, принцип работы трансформатора, закономерности последовательного и параллельного соединения проводников, принцип работы полупроводниковых приборов и т.д.) с излагаемым материалом.

В лекции с эвристическими элементами также присутствуют элементы лекции-беседы.

2. Лекция с эвристическими элементами.

В переводе с греческого «эврика» означает «нашел», «открыл». Исходя из этого, в процессе изложения учебного материала перед студентами ставится задача и они, опираясь на имеющиеся знания, должны:

- найти собственное (индивидуальное, коллективное) решение;
- сделать самостоятельное открытие;
- принять самостоятельное, логически обоснованное решение.

Планирование данного типа лекции требует от преподавателя заранее подобранных задач с учетом знаний аудитории.

Таким заданием в рамках изучаемой дисциплины является разработка какого-либо конкретного эксперимента. Информацию, необходимую для этого, студенту предлагается найти в рекомендованной литературе:

3. Лекция с элементами обратной связи.

В данном случае подразумевается изложение учебного материала и использование знаний по смежным предметам (межпредметные связи) или по изученному ранее учебному материалу. Обратная связь устанавливается посредством ответов студентов на вопросы преподавателя по ходу лекции. Чтобы определить осведомленность студентов по излагаемой проблеме, в начале какого-либо раздела лекции задаются необходимые вопросы.

Если студенты правильно отвечают на вводный вопрос, преподаватель может ограничиться кратким тезисом или выводом и перейти к следующему вопросу.

Если же ответы не удовлетворяют уровню желаемых знаний, преподаватель сам излагает подробный ответ, и в конце объяснения снова задает вопрос, определяя степень усвоения учебного материала.

Если ответы вновь демонстрируют низкий уровень знаний студентов – следует изменить методику подачи учебного материала.

В форме лекции с элементами обратной связи рекомендуется проводить занятия, в которых необходимо связать уже имеющиеся знания, например, по теории сварочных процессов, источникам питания для сварки и т.д.) с излагаемым материалом. Примерами таких рассматриваемых вопросов являются следующие:

Исследование технологии сварки в узкую разделку

Оптимизация процесса вибродуговой наплавки в углекислом газе

Оптимизация состава электродного покрытия

Оптимизация состава по стабильности горения сварочной дуги

Оптимизация состава покрытия по критической температуре хрупкости металла шва

4. Лекция с решением производственных и конструктивных задач.

Такая лекция представляет собой разновидность проблемной системы обучения.

Производственная задача – это ситуация, которая кроме материала для анализа (изучения) должна содержать проблему, решение которой предполагает значительный объем знаний, полученных на предыдущих занятиях по данному и по другим предметам.

Такой метод способствует совершенствованию навыков работы с полученной информацией и развитию логического мышления, а также самостоятельному поиску необходимой информации.

Решаемые вопросы:

1. Прочитайте текст, описывающий рабочую ситуацию:

Предлагается конкретный отчет, например, по 2 этапу Государственного контракта № П63 "Решение обратной задачи по обеспечению необходимого распределения энергии для получения требуемых свойств сварного соединения

трубной стали 09Г2ФБЮ при гибридной лазерно-дуговой сварке плавящимся электродом" (шифр "НК-468П") от 02 апреля 2010 по направлению "Оптика. Лазерная физика и лазерные технологии" в рамках мероприятия 1.3.2 "Проведение научных исследований целевыми аспирантами.", мероприятия 1.3 "Проведение научных исследований молодыми учеными - кандидатами наук и целевыми аспирантами в научно-образовательных центрах", направления 1 "Стимулирование закрепления молодежи в сфере науки, образования и высоких технологий." федеральной целевой программы "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2009-2013 годы.

После его изучения, в частности, предлагается:

6. Описать план проведения экспериментальных исследований.
7. Описать используемое оборудование и материалы.
8. Привести методику проведения испытаний сварного соединения на статическое растяжение.
9. Описать полученные результаты эксперимента.
10. Описать решение прямой задачи эксперимента.
11. Описать решение прямой обратной задачи эксперимента

5. Лекция с элементами самостоятельной работы студентов.

Представляет собой разновидность занятий, когда после теоретического изложения материала требуется практическое закрепление знаний (именно по данной теме занятий) путем самостоятельной работы над определенным заданием. Оптимально для применения на лекциях по спецпредметам.

Очень важно при объяснении выделять основные, опорные моменты, опираясь на которые, студенты справятся с самостоятельным выполнением задания. Следует обратить внимание и на часто встречающиеся (возможные) ошибки при выполнении данной самостоятельной работы.

6. Лекция с решением конкретных ситуаций.

Организация активной учебно-познавательной деятельности построена на анализе конкретных ситуаций (микроситуации и ситуации-проблемы).

Микроситуация выражает суть конфликта, или проблемы с весьма схематичным обозначением обстоятельств. Требуется от студентов новых самостоятельных выводов, обобщений, заостряет внимание на изучаемом материале (примерами могут служить примерами микроситуации, происходящие в процессе лекционного материала).

Ситуации-проблемы, или ситуации, в которых студентам предлагается не только дать анализ сложившейся обстановки, но и принять логически обоснованное решение, т.е. решить ситуационную задачу.

Преподаватель должен продумать, что дано, что требуется сделать в данной ситуации? Характер вопросов может быть следующим:

1. В чем заключается проблема?
2. Можно ли ее решить?
3. Каков путь решения, т.е. каково решение исследовательской задачи.

Важно понимать! Ситуационная задача является источником творческого мышления: от простого словесного рассуждения - к практическому решению задачи.

7. Лекция с коллективным исследованием

По ходу излагаемого материала студентам предлагается совместно вывести то или иное правило, комплекс требований, определить закономерность на основе имеющихся знаний.

Подводя итог рассуждениям, предложениям студентов, преподаватель дает правильное решение путем постановки необходимого вопроса, например: отчего зависит качество изделия, отчего зависит прочность, отчего зависит экономичность?

Разъяснение является основным содержанием данной формы занятий, наиболее сложных вопросов изучаемого программного материала. Цель – максимальное приближение обучения к практическим интересам с учетом имеющейся информации и является результативным материалом закрепления знаний.

Групповая консультация проводится в следующих случаях:

- когда необходимо подробно рассмотреть практические вопросы, которые были недостаточно освещены или совсем не освещены в процессе лекции;
- с целью оказания помощи в самостоятельной работе (написание рефератов, выполнение курсовых работ, сдача экзаменов, подготовка технических конференций);
- если студенты самостоятельно изучают нормативный, справочный материал, инструкции, положения;
- при заочной форме обучения – обзорные занятия, индивидуальные консультации.

После лекции другими не менее важными формами учебной работы в высшем учебном заведении являются групповые практические, семинарские, лабораторные занятия. Эти виды учебных занятий служат для дальнейшего уяснения и углубления сведений, полученных на лекциях, а так же для приобретения навыков применения теоретических знаний на практике. А контроль полученных студентом в течение учебного года знаний и навыков осуществляется посредством промежуточной аттестации, которая проводится в соответствии с учебным планом и учебными программами в форме сдачи курсовых работ или проектов, экзаменов и зачетов.

Промежуточная аттестация студентов подразделяется на зачетную, именуемую зачетной неделей, и экзаменационную сессию. Зачеты сдаются в течение одной недели перед экзаменационной сессией. Продолжительность экзаменационных сессий (а их две: зимняя и летняя) в учебном году устанавливается Госстандартом.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Самостоятельная работа студентов-заочников – это основной метод самоподготовки по освоению учебных дисциплин и овладению навыками профессиональной и научно-исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов-заочников занимает до 90% бюджета времени, отводимого на освоение образовательной программы, и требует постоянного контроля и корректировки.

Главная задача самостоятельной работы студентов – развитие умения приобретать научные знания путем личных поисков, формирование активного интереса и вкуса к творческому, самостоятельному подходу в учебной и практической работе. В процессе самостоятельной работы студент должен научиться понимать сущность предмета изучаемой дисциплины, уметь анализировать и приходить к собственным обоснованным выводам и заключениям. Все виды учебных занятий основываются на активной самостоятельной работе студентов. Планирование самостоятельной работы студентов-заочников должно начинаться сразу после установочных лекций (от лат. *lectio* – «чтение» – это одна из основных форм организации учебного процесса, представляющая собой устное, монологическое, систематическое, последовательное изложение преподавателем учебного материала).

Цель лекции – создание основы для последующего детального освоения студентами учебного материала. Для студентов-заочников лекции читаются по наиболее сложным темам курса.

В силу специфики заочной формой обучения, в основном используются лекции: установочная и обзорная, проводимая в форме групповой консультации.

Поэтому у студентов-заочников практически весь материал выносится на самостоятельное изучение.

Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся

для заочной формы обучения

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол- во часов	Формы работы
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТОДОЛОГИИ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ, ХАРАКТЕРЕ И ОСОБЕННОСТЯХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ 1.1. Методология научного познания 1.2. Методы эмпирического уровня исследования 1.3. Методы теоретического уровня исследования 1.4. Методы комплексного исследования 1.5. Этапы и составные части научно-исследовательской работы 1.6. Источники научной информации 1.7. Разработка методики теоретических и экспериментальных исследований	10	Самостояте льная работа студентов
2. МЕТОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА 2.1. Понятие об измерении 2.2. Обеспечение единства измерений 2.3. Погрешности и точность измерений 2.4. Систематические и случайные погрешности 2.5. Средства измерений	10	Самостояте льная работа студентов
3. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПОГРЕШНОСТЕЙ 3.1. Введение в теорию погрешностей 3.2. Абсолютная и относительная погрешности 3.3. Основные источники погрешностей 3.4. Значащие цифры приближенных чисел и правила округления 3.5. Погрешность суммы, разности, произведения, степени и корня 3.6. Общая формула для погрешности 3.7. Обратная задача теории погрешностей 3.8. Понятие о вероятностной оценке погрешности	10	Самостояте льная работа студентов
4. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ЭМПИРИЧЕСКИХ ДАННЫХ 4.1. Статистическая обработка экспериментальных данных 4.2. Основные понятия и определения теории вероятностей и математической статистики 4.3. Плотность и интегральная функция распределения случайных величин 4.4. Основные параметры теоретического и эмпирического распределения 4.5. Техника вычисления параметров эмпирического распределения 4.6. Нормальное распределение 4.7. Нормированная функция Лапласа 4.8. Некоторые выборочные распределения, применяемые при статистических исследованиях 4.9. Статистические функции в пакете Mathcad 4.10. Статистическая обработка осциллограмм сварочного тока	10	Самостояте льная работа студентов
5. ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА 5.1. Регрессионный анализ при обработке результатов пассивного эксперимента 5.2. Основные понятия и определения при планировании эксперимента 5.3. Полный факторный эксперимент 5.4. Матрицы планирования при большом числе факторов 5.5. Дробный факторный эксперимент 5.6. Свойства матриц полного и дробного факторных экспериментов 5.7. Пример применения метода Бокса–Уилсона 5.8. Обработка результатов эксперимента при отсутствии дублирования опытов 5.9. Крутое восхождение по поверхности отклика 5.10. Установление вида зависимости между двумя переменными величинами 5.11. Обобщенный параметр оптимизации 5.12. Принятие решений в экстремальном эксперименте 5.13. Функции для проведения регрессии в пакете Mathcad	10	Самостояте льная работа студентов

6. МАТРИЧНЫЙ ПОДХОД К РЕГРЕССИОННОМУ АНАЛИЗУ 6.1. Метод наименьших квадратов для одного фактора 6.2. Некоторые операции над матрицами 6.3. Матричный метод и регрессионный анализ	10	Самостоятельная работа студентов
7. ФАКТОРНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ВТОРОГО ПОРЯДКА 7.1. Общие положения 7.2. Ортогональное планирование второго порядка 7.3. Ротatable планирование второго порядка 7.4. Принятие решений по планам второго порядка 7.5. Техника канонического преобразования	11	Самостоятельная работа студентов
8. МЕТОД АНАЛИЗА РАЗМЕРНОСТЕЙ 8.1. Единицы физических величин 8.2. Размерности физических величин 8.3. Метод размерности 8.4. Практическое применение метода размерностей и его эффективность 8.5. Векторные единицы длины 8.6. Безразмерные критерии и метод подобия	11	Самостоятельная работа студентов
9. ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ 9.1. Исследование технологии сварки в узкую разделку 9.2. Оптимизация процесса вибродуговой наплавки в углекислом газе 9.3. Оптимизация состава электродного покрытия 9.3.1. Оптимизация состава по стабильности горения сварочной дуги 9.3.2. Оптимизация состава покрытия по критической температуре хрупкости металла шва 9.3.3. Оптимизация состава покрытия по обобщенной функции желательности	10,7 5	Самостоятельная работа студентов

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины (модуля), выполняемые обучающимися самостоятельно

Программой не предусматривается выполнение курсовых или контрольных работ по дисциплине. Однако, по усмотрению преподавателя или по просьбе студента, студент для повышения своей оценки имеет право взять дополнительную письменную работу, выполняемую внеаудиторно. Работа может носить характер теста, доклада, реферата и т.д.

Критерии выставления оценок за названные работы сформулированы в ФОСах. Здесь приводятся требования к оформлению работы.

Общие требования оформления доклада/реферата/контрольной работы

Доклад/реферат выполняется на листах писчей бумаги формата А-4 в Microsoft Word; объем: 5-10 страниц текста для доклада, 10-15 страниц текста для реферата (приложения к работе не входят в ее объем). Размер шрифта – 14; интервал – 1,5; с нумерацией страниц сверху страницы посередине, абзацный отступ на расстоянии 2,25 см от левой границы поля. В тексте обязательны ссылки на первоисточники. Количество источников: не менее 5-8 различных источников для доклада, не менее 8-10 для реферата.

Все формулы, единицы измерений, расчеты приводятся и ведутся в системе СИ.

При оформлении работы соблюдаются поля:

- левое – 25 мм;
- правое – 10 мм;
- нижнее – 20 мм;
- верхнее – 20 мм

· Оформление таблиц:

· Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире.

- При переносе части таблицы название помещают только над первой частью таблицы, нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую таблицу, не проводят.

- Таблицу следует располагать в отчете непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

- На все таблицы должны быть ссылки в реферате. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

- **Оформление иллюстраций:**

- Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице.

- Иллюстрации могут быть в компьютерном исполнении, в том числе и цветные.

- На все иллюстрации должны быть даны ссылки в реферате.

- Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

- Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1». Слово «рисунок» и его наименование располагают посередине строки.

- Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например, Рисунок 1.1.

- Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисовочный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: Рисунок 1 — Схема карты сайта.

- Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например, Рисунок А.3.

- При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рисунком 1.2» при нумерации в пределах раздела.

- **Приложения**

- Приложение оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах или выпускают в виде самостоятельного документа.

- В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте документа, за исключением справочного приложения «Библиография», которое располагают последним.

- Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение», его обозначения и степени.

- Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

- Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность.

- Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O.

- В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

- Если в документе одно приложение, оно обозначается «Приложение А».

- Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.

- Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

Представление.

Реферат должен быть представлен в **двух видах**: печатном и электронном.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

6.1. Образовательные технологии

Изучение дисциплины «Планирование эксперимента» осуществляется в лаборатории сварки или другой аудитории, приспособленной для этого. **Практико-ориентированные занятия** (ПОЗ) проходят с участием представителей производства. В этом случае на изложение теоретического материала (лектор д.п.н., к.ф.-м.н., доцент Смирнов В.В.) – 30% от времени занятия; привязка данного материала к конкретным условиям завода - 30% от времени занятия; занятия в лаборатории сварки – 40% от времени занятия.

Занятия – **разбор конкретных ситуаций** составляют основу промежуточного и итогового контроля. На этих занятиях студентам предлагается осуществить подбор источника питания для осуществления того или иного вида сварки.

При проведении **лекционных занятий** предусматривается использование ресурсов сети Интернет для демонстрации интерактивных моделей сварочных процессов, описаний и характеристик современных источников питания для сварки. Доля лекционных занятий составляет 30% от всего времени, отводимого на освоение дисциплины.

Используются формы **бинарных уроков**, во время которых для проведения инженерных расчетов интегрируются физика, математический анализ и изучаемая дисциплина.

При проведении семинаров используются элементы **деловой игры**: например, разбившись на команды, студенты проводят сравнительный анализ достоинств и недостатков источников питания различных типов и фирм-изготовителей. Получение заданий для деловой игры возможно в виде **кейса**.

При реализации дисциплины также используются практические занятия и лабораторные работы.

На заключительном этапе при подготовке к экзамену (зачету), используются **контрольные работы**, в которых предлагается рассчитать и выбрать оптимальную модель эксперимента.

Текущий контроль осуществляется с помощью **тестовых вопросов**.

Таблица 5. Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
<i>Введение</i> 1. Общие сведения о методологии научного познания, характере и особенностях научных исследований	<i>Обзорная лекция</i>	<i>Фронтальный опрос, выполнение практических заданий, тематические дискуссии</i>	<i>Не предусмотрено</i>
2. Метрологическое обеспечение эксперимента	<i>Лекция-диалог</i>	<i>Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций</i>	<i>Не предусмотрено</i>
3. Основы теории погрешностей	<i>Обзорная лекция</i>	<i>Фронтальный опрос, выполнение практических</i>	<i>Не предусмотрено</i>

		<i>заданий, тематические дискуссии</i>	
<i>4. Статистическая обработка эмпирических данных</i>	<i>Лекция-диалог</i>	<i>Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций</i>	<i>Не предусмотрено</i>
<i>5. Планирование эксперимента при исследовании технологического процесса</i>	<i>Обзорная лекция</i>	<i>Фронтальный опрос, выполнение практических заданий, тематические дискуссии</i>	<i>Не предусмотрено</i>
<i>6. Матричный подход к регрессионному анализу</i>	<i>Лекция-диалог</i>	<i>Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций</i>	<i>Не предусмотрено</i>
<i>7. Факторный эксперимент второго порядка</i>	<i>Обзорная лекция</i>	<i>Фронтальный опрос, выполнение практических заданий, тематические дискуссии</i>	<i>Не предусмотрено</i>
<i>8. Метод анализа размерностей</i>	<i>Лекция-диалог</i>	<i>Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций</i>	<i>Не предусмотрено</i>
<i>9. Применение планирования экспериментов при исследовании сварочных процессов</i>	<i>Обзорная лекция</i>	<i>Фронтальный опрос, выполнение практических заданий, тематические дискуссии</i>	<i>Не предусмотрено</i>

6.2. Информационные технологии

При изучении дисциплины «Технология конструкционных материалов» используется система управления обучением на платформе Moodle, созданная в Астраханском государственном университете (АГУ) с 2012 года. Она предоставляет возможность круглосуточного доступа к ресурсам (учебным материалам) курса, на которые подписан студент, его интерактивным действиям (независимо от местонахождения), а преподавателям – платформу для оперативного обнародования выставляемых оценок, важных событий и идей, для информирования студентов об изменениях в учебном процессе. По изучаемой дисциплине на выбранной платформе размещены задания для практических занятий, контрольные и тестовые задания, кейс-задачи. Платформа позволяет реализовывать как обучающий, так и контрольный режим выполнения заданий.

Также как источник информации широко используются электронные учебники и различные сайты как на договорной основе (смотри п. 6.3), так и находящиеся в свободном доступе.

Для оперативного обмена информацией, получения заданий и выставления оценок широко используется электронная почта преподавателя smirnov.v.aspu@mail.ru.

Интернет и IT технологии широко используются при подготовке лекций, презентаций, кейс-заданий и пр.

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

Приведены перечни используемых при реализации дисциплины (модуля) программного обеспечения, современных профессиональных баз данных

и информационных справочных систем, **состав которых подлежит ежегодному обновлению**

Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
OpenOffice	Пакет офисных программ
WinDjView	Программа для просмотра файлов в формате DJV и DjVu

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

<i>Наименование современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем</i>	
<u>Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИБИС»</u> http://dlib.eastview.com Имя пользователя: AstrGU Пароль: AstrGU	
Электронные версии периодических изданий, размещённые на сайте информационных ресурсов www.polpred.com	
Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARKSQL НПО «Информ-систем» https://library.asu.edu.ru/catalog/	
Электронный каталог «Научные журналы АГУ» https://journal.asu.edu.ru/	
Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) – сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек. http://mars.arbicon.ru	
Справочная правовая система КонсультантПлюс. Содержится огромный массив справочной правовой информации, российское и региональное законодательство, судебную практику, финансовые и кадровые консультации, консультации для бюджетных организаций, комментарии законодательства, формы документов, проекты нормативных правовых актов, международные правовые акты, правовые акты, технические нормы и правила. http://www.consultant.ru	
<i>Наименование ЭБС</i>	
Электронная библиотечная система IPRbooks www.iprbookshop.ru	
Электронно-библиотечная система BOOK.ru https://book.ru	
Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ, раздел «Легендарные книги». www.biblio-online.ru , https://urait.ru/	
Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех» https://biblio.asu.edu.ru <i>Учётная запись образовательного портала АГУ</i>	
Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента» Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретённым на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог содержит более 15 000 наименований изданий.	

Наименование ЭБС
www.studentlibrary.ru Регистрация с компьютеров АГУ

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Планирование эксперимента» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин (модулей) и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины (модуля) – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6. Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции и (или ее части)	Наименование оценочного средства
Введение	ПК-7, ПК-12	1. Вопросы для собеседования
1. Общие сведения о методологии научного познания, характере и особенностях научных исследований	ПК-7, ПК-12	1. Вопросы для собеседования
2. Метрологическое обеспечение эксперимента	ПК-7, ПК-12	1. Вопросы для собеседования
3. Основы теории погрешностей	ПК-7, ПК-12	1. Вопросы для собеседования 2. Практическое задание для групповой работы
4. Статистическая обработка эмпирических данных	ПК-7, ПК-12	1. Вопросы для собеседования 2. Задания по практической работе
5. Планирование эксперимента при исследовании технологического процесса	ПК-7, ПК-12	1. Вопросы для собеседования 2. Практическое задание для индивидуальной работы 3. Кейс-задача
6. Матричный подход к регрессионному анализу	ПК-7, ПК-12	1. Вопросы для собеседования
7. Факторный эксперимент второго порядка	ПК-7, ПК-12	1. Вопросы для собеседования 2. Практическое задание для групповой работы
8. Метод анализа размерностей	ПК-7, ПК-12	1. Вопросы для собеседования 2. Практическое задание для индивидуальной работы

9. Применение планирования экспериментов при исследовании сварочных процессов	ПК-7, ПК-12	1. Вопросы для экзамена 2. Практическое задание для индивидуальной работы 3. Практическое задание для групповой работы
---	-------------	--

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 7 – Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 8 – Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание по подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задания

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Вопросы для собеседования, коллоквиума, опроса, по дисциплине «Планирование эксперимента»

ТЕМА 5. ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

1. Регрессионный анализ при обработке результатов пассивного эксперимента
2. Основные понятия и определения при планировании эксперимента
3. Полный факторный эксперимент
4. Матрицы планирования при большом числе факторов
5. Дробный факторный эксперимент
6. Свойства матриц полного и дробного факторных экспериментов
7. Пример применения метода Бокса–Уилсона
8. Обработка результатов эксперимента при отсутствии дублирования опытов
9. Крутое восхождение по поверхности отклика
10. Установление вида зависимости между двумя переменными величинами
11. Обобщенный параметр оптимизации
12. Принятие решений в экстремальном эксперименте
13. Функции для проведения регрессии в пакете Mathcad

ТЕМА 9. ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ

1. Описать последовательность исследования технологии сварки в узкую разделку
2. Описать особенности оптимизация процесса вибродуговой наплавки в углекислом газе
3. Описать особенности оптимизации состава электродного покрытия
4. Описать особенности оптимизации состава по стабильности горения сварочной дуги
5. Описать особенности оптимизации состава покрытия по критической температуре хрупкости металла шва
6. Описать особенности оптимизации состава покрытия по обобщенной функции желательности

Практико-ориентированные задания

Задание: разработать математическую модель зависимости функции отклика σ_B , от трех заданных управляемых факторов.

Дана таблица значений трех управляемых факторов и значений функции отклика (σ_B) наблюдаемых при проведении трех параллельных опытов. Для получения исходных данных в соответствии с номером своего варианта (соответствует номеру в списке группы) необходимо выполнить следующие действия:

Вариант	Действие
1 – 5	отнять от значений таблицы номер своего варианта
6 -10	прибавить к значениям таблицы номер своего варианта
11 – 20	прибавить к значениям 1 и 2 строки таблицы номер своего варианта
21 - 30	прибавить к значениям 2 и 4 строки таблицы номер своего варианта

Наименование	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	Y_7	Y_8
1. Временное сопротивление разрыву σ_B , МПа	690	745	725	736	750	721	698	750

	700	750	737	721	744	730	706	770
	705	745	740	725	740	733	700	778
		<i>min</i>	<i>max</i>					
2. Сила тока I, А	X_1	180	240					
3. Скорость сварки V, м/ч	X_2	11	18					
4. Температура подогрева, °C	X_3	160	240					

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЗАДАНИЮ

1. Что называют полным факторными экспериментами?
2. Как выбираются факторы планирования, их основные (базовые) уровни и интервалы варьирования?
3. Указать порядок проведения эксперимента методом ПФЭ.
4. Как составляется матрица планирования ПФЭ?
5. Как проверить воспроизводимость вариантов варьирования ПФЭ?
6. При каких условиях не соблюдается требование воспроизводимости эксперимента и как следует поступить в этом случае?

Варианты тестовых заданий для текущего и итогового контроля по дисциплине «Планирование эксперимента»

1. Что называют математической моделью?

- а) приближенное описание технологического процесса;
- б) математическую зависимость между параметрами сварочного процесса;
- в) математический расчет взаимодействий объектов реального мира;
- г) приближенное описание какого-либо класса явлений или объектов реального мира на языке математики.

2. Моделирование как эффективный метод исследования:

- а) построение и изучение специальных объектов (моделей), свойства которых подобны наиболее важным, с точки зрения исследователя, свойствам исследуемых объектов (оригиналов);
- б) построение математических зависимостей объектов с окружающим миром;
- в) графическое представление взаимодействий изучаемых объектов с окружающим миром.

3. Что называют «черным ящиком»?

- а) кибернетический подход к изучению свойств объекта;
- б) объект исследования, когда известны входные и выходные параметры, но не известны зависимости между ними;
- в) это управляемые и неуправляемые параметры изучаемого объекта.

4. Что обозначают понятия «фактор» и «отклик»:

- а) известные математические величины, характеризующие объект;
- б) входные величины называют *факторами*, а зависимость выходной величины от входной – *откликом*;
- в) зависимость выходной величины от входной называют фактором, а ее графическое изображение – откликом.

5. Объект моделирования:

- а) ограниченная область реальной действительности или область идеальных представлений, подлежащая описанию (моделированию) и исследованию;

б) нечто реально существующее, или возникающее в нашем сознании и обладающее свойствами, значения которого позволяют нам однозначно распознавать это нечто;

в) нечто существующее реально, значения и свойства, которого могут быть описаны математическим образом.

6. Этапы математического моделирования:

а) построение модели, проверка адекватности модели, модификация модели;

б) математический расчет результатов исследований, графическое представление полученного результата, модификация модели;

в) построение модели, решение математической задачи, к которой приводит модель, интерпретация полученных следствий из математической модели, проверка адекватности модели, модификация модели.

7. Различие между функциональными и структурными моделями:

а) функциональные модели – величины, характеризующие явление или объект, выражаются количественно; структурные – модель характеризует структуру сложного объекта, состоящего из отдельных частей, между которыми существуют связи, не поддающиеся количественному измерению;

б) функциональные модели – математическое описание не только объектов, но и структурных связей внутри объектов;

в) функциональные модели – не поддаются количественному измерению, их можно описать с помощью теории графов.

8. Структура модели статической оптимизации:

а) входные и выходные векторные переменные не зависят от времени;

б) входные и выходные векторные переменные связаны математическими зависимостями;

в) входные и выходные векторные переменные связаны функциональными зависимостями.

9. Системный подход к моделированию:

а) статистическая обработка результатов моделирования, натурные испытания, выявление альтернативных вариантов, выводы и предложения по решению проблемы;

б) построение модели, решение модели, выявление альтернативных вариантов, выводы и предложения по решению проблемы;

в) изучение предметной области, выявление и формулирование проблемы, математическая постановка проблемы, натурное или математическое моделирование исследуемых объектов и процессов, статистическая обработка результатов моделирования, формулирование и оценка альтернативных решений, выводы и предложения по решению проблемы.

10. Основные задачи, решаемые экспериментом:

а) поисковые, оптимальные;

б) оптимизация процесса, изучение всех возможных состояний объекта;

в) экстремальные, интерполяционные.

11. Графическое изображение поверхности отклика:

а) поверхность отклика можно изобразить в системе координат исследуемых факторов (двухмерная система координат);

- б) поверхность отклика расположена в $k + 1$ -мерном пространстве, которое называют факторным;
- в) поверхность отклика расположена в многомерном пространстве.

12. Наиболее простая математическая модель:

- а) наиболее простой математической моделью является полином;
- б) наиболее простой математической моделью является график зависимости отклика от исследуемых факторов;
- в) наиболее простой математической моделью является поверхность отклика в дифференциальном виде.

13. Что включает в себя проектирование технологии сварки?

- а) разработка технического задания на проектирование приспособлений сборки-сварки, определение режимов сварки, выбор способа сварки;
- б) выбор способа сварки, сварочных материалов, определение параметров режима и условий сварки, а также дополнительные технологические мероприятия, обеспечивающие требуемое качество сварного изделия и необходимые технико-экономические производственные показатели;
- в) разработка технологических мероприятий, обеспечивающих требуемое качество сварного изделия и необходимые технико-экономические производственные показатели.

14. Входные параметры математической модели:

- а) геометрические размеры сварного соединения;
- б) стойкость сварного соединения против холодных трещин;
- в) основной металл, геометрия изделия, режим сварки, сварочные материалы.

15. Выходные параметры математической модели:

- а) геометрические параметры сварного соединения;
- б) стойкость сварного соединения против холодных трещин;
- в) сварочные материалы;
- г) геометрические параметры сварного соединения, стойкость сварного соединения против холодных трещин, комплекс свойств сварного соединения.

16. Что такое интервал варьирования фактора?

- а) максимальные и минимальные границы допустимых значений фактора из области вещественных числовых значений;
- б) число (свое для каждого фактора), прибавление которого к основному уровню дает верхний уровень фактора, а вычитание – нижний;
- в) область допустимых значений действительных чисел факторного пространства.

17. Что такое рандомизация?

- а) случайный порядок реализации опытов, т. е. случайный порядок реализации строк матрицы плана исследований;
- б) выбор случайных числовых значений для определения действительных чисел факторного пространства;
- в) строгий порядок проведения опытов в соответствии с рангом убывания параметров фактора.

18. Что такое ортогональность плана?

а) если скалярное произведение двух векторов $\mathbf{x}_i \mathbf{x}_j$ равняется нулю, значит, что векторы ортогональны, а так как любое скалярное произведение двух различных столбцов матрицы должно быть равно нулю то в таком случае планирование эксперимента называется ортогональным;

б) это значит, что план-матрица позволяет оценить все коэффициенты уравнения регрессии независимо друг от друга, т. е. величина любого коэффициента не зависит от того, какие величины имеют другие коэффициенты;

в) если все точки плана лежат на окружности (сфере, гиперсфере) с радиусом $2^{1/2}$ относительно центра плана.

19. Как проверить значимость воспроизведения результатов наблюдения каждого опыта?

а) по критерию Стьюдента;

б) по критерию Кохрена;

в) в соответствии с дисперсией коэффициентов регрессии.

Кейс-задача **по дисциплине «Планирование эксперимента»**

Планирование эксперимента по выявлению зависимости качества сварного шва от психофизиологических характеристик оператора-сварщика

Цель работы: получить навыки по составлению плана эксперимента по оценке характеристик сложного технологического процесса.

Общие сведения

Обучение навыкам ручной дуговой сварки (РДС) является трудоёмкой задачей. На этапе начального обучения, совместно с обучением на реальном процессе, целесообразно применение тренажерных систем. Чтобы обучение на тренажёре было эффективным, необходимо адекватное математическое моделирование процесса РДС. Для моделирования сварочного процесса координат торца электрода получают с помощью устройства координатного слежения (УКС) NaturalPointTrackIR. Метрологические характеристики данного УКС были оценены и погрешности измерений оказались достаточно малы: не более 3%.

Измерение координат торца имитатора электрода с помощью оптического УКС подвержено помехам. Например, появление в поле зрения камеры источника света или отражающего объекта приведёт к сильным искажениям или невозможности определения координат отражателей. Это может привести к сильным отклонениям моделируемых величин – тока сварки и напряжения на дуге – от тех, которые наблюдаются при измерениях характеристик реального процесса РДС. В таких условиях необходимо проверять достоверность выходных данных модели. Поставим задачу определить нормативные интервалы, за пределами которых величины будут считаться недостоверными. Для этого спланируем соответствующий эксперимент.

Ход работы

Опишем уровни варьирования независимых факторов. Рекомендуемая средняя длина дуги составляет $L_d \approx 0,8d_{эл}$, где $d_{эл}$ – диаметр электрода, поэтому примем $\min L_d = 2,1$ мм, $\max L_d = 2,7$ мм исходя из диаметра электрода 3 мм. Значение среднего тока сварки варьируется в следующих пределах: $\min I_{ип} = 60$ А, $\max I_{ип} = 65$ А. Матрица планирования эксперимента представлена в таблице 5.1.

Таблица 5.1

Матрица планирования эксперимента.

№ опыта	Фиктивный фактор x_0	Длина дуги x_1	Ток на источнике питания x_2
1	+1	-1	-1
2	+1	-1	+1

3	+1	+1	-1
4	+1	+1	+1

Здесь +1 - нормированное максимальное значение фактора, а -1 - нормированное минимальное.

Для проверки адекватности модели необходимо провести дополнительные опыты. Повысим количество уровней у фактора "Длина дуги" до трёх, введя в него среднее значение $L_d = 0,8d_{эл} = 2,4$ мм, ему соответствует нулевое нормированное значение в матрице планирования. В результате получим план эксперимента, состоящий из шести опытов, показанный в таблице 5.2.

Таблица 5.2

План эксперимента с дополнительными опытами.

№ опыта	Фиктивный фактор x_0	Длина дуги x_1	Ток на источнике питания x_2	Взаимодействие x_1x_2
1	+1	-1	-1	+1
2	+1	-1	+1	-1
3	+1	0	-1	0
4	+1	0	+1	0
5	+1	+1	-1	-1
6	+1	+1	+1	+1

В рамках работы необходимо:

- определить необходимый для проведения эксперимента набор измерительных устройств;
- определить последовательность опытов (может отличаться от плана эксперимента);
- определить виды возмущающих воздействий, которым подвержено выполнение опыта;
- предложить пути устранения возмущающих воздействий.

Практическое задание

по дисциплине «Планирование эксперимента»

Цель практической работы: научиться строить однофакторные регрессионные модели, выбирать среди них оптимальную, оценивать адекватность модели, рассчитывать прогноз (с использованием программы Statistica).

Задания к практической работе

Исследовать математическую зависимость отклика от фактора при наличии данных эксперимента;

- научиться вычислять среднее значение переменной величины, среднееквадратическое отклонение переменной, размах выборки;
- строить однофакторные регрессионные модели;
- оценивать адекватность модели и выбирать среди них оптимальную;
- построить график и уравнение линейной модели;
- рассчитать прогноз отклика Y по линейной модели;
- построить график и уравнение экспоненциальной модели $y = a * e^{bx}$;
- рассчитать прогноз отклика Y по экспоненциальной модели;
- построить график и уравнение полиномиальной модели;
- рассчитать прогноз отклика Y по полиномиальной модели;
- рассчитать квадраты отклонений выборочных значений от прогнозируемых;
- вычислить сумму квадратов отклонений.

Проанализировать созданные математические модели и выбрать модель, которая наиболее точно характеризует экспериментальную зависимость коэффициента потерь порошковой проволоки от напряжения на дуге.

Вариант 1

Создать математическую модель влияния относительной толщины мягкой прослойки АД1 h на предел прочности сварного соединения разнородных сталей 12X18H10T + АД1 + АМгб σ_B .

Полученные в результате эксперимента сочетания уровней факторов приведены в таблице Б.1.

Таблица Б1

Условия и результаты эксперимента

№ опыта	Фактор	Отклик
	X(h)	Y(σ_B), МПа
1	0,1	185
2	0,2	140
3	0,3	116
4	0,4	112
5	0,5	89
6	0,6	76
7	0,7	41
8	0,8	34
9	0,9	22
10	1,0	19

Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
Код и наименование проверяемой компетенции: ПК-7. Методическое обеспечение САРР-систем, PDM-систем, MDM-систем в организации; ПК-12. Организация информации в базах данных САРР-систем, PDM-систем, MDM-систем				
1.	Задание закрытого типа	Что называют математической моделью? а) приближенное описание технологического процесса; б) математическую зависимость между параметрами сварочного процесса; в) математический расчет взаимодействий объектов реального мира; г) приближенное описание какого-либо класса явлений или объектов реального мира на языке математики	г	1
2.		Моделирование как эффективный метод исследования: а) построение и изучение специальных объектов (моделей), свойства которых подобны наиболее важным, с точки зрения исследователя, свойствам исследуемых объектов	а	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		(оригиналов); б) построение математических зависимостей объектов с окружающим миром; в) графическое представление взаимодействий изучаемых объектов с окружающим миром		
3.		Что называют «черным ящиком»? а) кибернетический подход к изучению свойств объекта; б) объект исследования, когда известны входные и выходные параметры, но не известны зависимости между ними; в) это управляемые и неуправляемые параметры изучаемого объекта	в	1
4.		Что обозначают понятия «фактор» и «отклик»: а) известные математические величины, характеризующие объект; б) входные величины называют факторами, а зависимость выходной величины от входной – откликом; в) зависимость выходной величины от входной называют фактором, а ее графическое изображение – отклик	б	1
5.		Объект моделирования: а) ограниченная область реальной действительности или область идеальных представлений, подлежащая описанию (моделированию) и исследованию; б) нечто реально существующее, или возникающее в нашем сознании и обладающее свойствами, значения которого позволяют нам однозначно распознавать это нечто; в) нечто существующее реально, значения и свойства, которого могут быть описаны математическим образом.	в	1
6.		Этапы математического моделирования: а) построение модели, проверка адекватности модели, модификация модели; б) математический расчет результатов исследований, графическое представление	в	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		полученного результата, модификация модели; в) построение модели, решение математической задачи, к которой приводит модель, интерпретация полученных следствий из математической модели, проверка адекватности модели, модификация модели.		
7.	Задание открытого типа	Что называют структурой модели статической оптимизации:	входные и выходные векторные переменные связаны математическими зависимостями	1
8.		Что подразумевает системный подход к моделированию:	методологическая концепция, основанная на стремлении построить целостную картину изучаемого объекта с учетом важных для решаемой задачи элементов объекта, связей между ними и внешних связей с другими объектами и окружающей средой.	1
9.		Перечислите основные задачи, решаемые экспериментом:	Целенаправленное наблюдение за функционированием объекта для углубленного изучения его свойств Проверка справедливости рабочих гипотез для разработки на этой основе теории явлений Установление зависимости различных факторов, характеризующих явление, для последующего использования найденных зависимостей в проектировании или управлении исследуемыми объектами	1
10.		Что такое рандомизация?	тип научного эксперимента, целью которого является уменьшение определённых источников систематической ошибки	1
11.		Что такое ортогональность плана?	Свойство плана, при котором в матрице сумма	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			построчных произведений любых двух столбцов равна нулю.	

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (модулю) (фонд оценочных средств) хранится в электронном виде на кафедре, утверждающей рабочую программу дисциплины (модуля), и в Центре мониторинга и аудита качества обучения.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Оценка достижений студентов строится на основе системы БАРС (Приказ ректора от 13.01.2014 г. № 08-01-01/08) ознакомиться с которой можно по ссылке http://asu.edu.ru/images/File/Ilil_5/ATT00072.pdf.

Таблица 10. Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий/баллы	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
Основной блок				
1.	Коллоквиум	2/2	20	
2.	Тетрадь с лекциями	1/1	4	
3.	Контрольная работа	2/2	30	
4.	Тетрадь по практике	1/1	6	
	Всего		60	
Блок бонусов				
5.	Отсутствие пропусков (лекций, практических занятий)		4	
6.	Активная работа на занятиях		4	
7.	Своевременное выполнение заданий		2	
	Всего		10	
Дополнительный блок				
8.	Экзамен			
Итого			100	

Таблица 11. Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Баллы
Опоздание (два и более)	-2
Не готов к практическому занятию	-2
Нарушение дисциплины	-2
Пропуски лекций без уважительных причин (за одну лекцию)	-2
Пропуски практических занятий без уважительных причин (за одно занятие)	-2
Не своевременное выполнение задания	-2
Нарушение техники безопасности	-1

При пересдаче экзамена (зачета) из рейтингового балла студента вычитается:

- первая пересдача – 5 баллов
- вторая пересдача – 10 баллов

Формирование итоговой оценки по дисциплине с использованием балльно-рейтинговой системы основывается на следующих критериях

Таблица 12. Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)

по десятибалльной шкале (по 2 баллам)		
Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
90–100	5 (отлично)	Зачтено
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		
65–69		
60–64	3 (удовлетворительно)	
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено

[Примечание: если в семестре итоговой формой контроля по дисциплине (модулю) является экзамен, графа со словами «Зачтено», «Не зачтено» не приводится]

При пересдаче экзамена (зачета) из рейтингового балла студента вычитается:

- первая пересдача – 5 баллов
- вторая пересдача – 10 баллов

Формирование итоговой оценки по дисциплине с использованием балльно-рейтинговой системы основывается на следующих критериях

Характеристика ответа	Оцен ка	Рейтинговые баллы
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента.	5+	96 - 100
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком в терминах науки. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.	5	91 - 95
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Ответ изложен литературным языком в терминах науки. В ответе допущены недочеты, исправленные студентом с помощью преподавателя.	5-	86 - 90
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение	4+	81 - 85

выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком в терминах науки. Могут быть допущены недочеты или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.		
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки. Однако допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов	4	76 - 80
Дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Могут быть допущены 1-2 ошибки в определении основных понятий, которые студент затрудняется исправить самостоятельно.	4-	71 - 75
Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	3+	65 - 70
Дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания студентом их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	3	60 - 64
Дан неполный ответ. Присутствует нелогичность изложения. Студент затрудняется с доказательностью. Масса существенных ошибок в определениях терминов, понятий, характеристике фактов, явлений. В ответе отсутствуют выводы. Речь неграмотна. При ответе на дополнительные вопросы студент начинает осознавать существование связи между знаниями только после подсказки преподавателя.	3-	51 - 59
Дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.	2+	31 - 50

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1. Основная литература

1. Мейстер, А.Р. Сварка и методология научных исследований [Электронный ресурс] / Р.А. Мейстер, А.Р. Мейстер - Красноярск : СФУ, 2016. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763834239.html>

2. Адлер, Ю.П. Методология и практика планирования эксперимента в России [Электронный ресурс] / Адлер Ю.П. - М. :МИСиС, 2016. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876239907.html>

3. Коленко, Е.А. Технология лабораторного эксперимента: измерения, конструкционные материалы и их обработка, технология и экспрессное материаловедение, микротехнология [Электронный ресурс] : справочник / Е.А. Коленко. - СПб. : Политехника, 2011. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785732509540.html>

4. Летягин, И.Ю. Методология научных исследований в сварке : учеб. пособие / М.Ю. Летягин, Е.М. Федосеева. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2015. – 142 с. <http://www.docme.ru/doc/1362050/2475.metodologiya-nauchnyh-issledovaniy-v-svarke>.

5. Летягин, И.Ю. Математическое моделирование и основы научных исследований в сварке : учеб. пособие. Ч. 1. Статистическая обработка и планирование эксперимента / И.Ю. Летягин. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 140 с. <http://www.docme.ru/doc/1361839/2270.matematicheskoe-modelirovanie-i-osnovy-nauchnyh-issled...>

8.2. Дополнительная литература

1. Аверченков, В.И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс] / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец - М. : ФЛИНТА, 2016. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976512788.html>

2. Рожнов, А.Б. Патентные исследования. Анализ патентной ситуации [Электронный ресурс] / Рожнов А.Б. - М. :МИСиС, 2015. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876239778.html>

3. Демченко, З.А. Методология научно-исследовательской деятельности (направление подготовки 15.03.02 и 15.04.02 "Технологические машины и оборудование") [Электронный ресурс] / Демченко З.А. - Архангельск : ИД САФУ, 2015. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785261010593.html>

4. Чинахов, Д.А. Изучение методики полного факторного эксперимента при сварке плавлением: Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Математическое моделирование процессов сварки, пайки и наплавки» для студентов, обучающихся по специальности 150202 «Оборудование и технология сварочного производства» и направлению 150700 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства» очной и очно-заочной форм обучения. – Юрга: Изд. ЮТИ ТПУ, 2014. – 16 с. Составитель: канд. техн. наук, доцент Д.А. Чинахов <http://portal.tpu.ru/portal/page/portal/www>

5. Гавриш П.А., Васильева Л.В. Математическое моделирование систем и процессов: Учебное пособие для студентов специальности 7.092301 «Технология и оборудование сварки». – Краматорск: ДГМА, 2007. – 100 с. <http://www.dgma.donetsk.ua/docs/kafedry/kit/methods>

6. Серафинович Л.П. Планирование эксперимента: Учебное пособие. — Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2006. — 128 с. http://reshimna5.ru/tasks/task_18662.pdf

7. Научно-технический отчет о выполнении 2 этапа Государственного контракта № П63 от 02 апреля 2010 г. http://www.spbstu.ru/upload/fp/%D0%9F63_an.pdf

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARKSQL НПО «Информ-систем»: <https://library.asu.edu.ru>.
2. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на электронной платформе ООО «БИБЛИОТЕХ»: <https://biblio.asu.edu.ru>.
3. Электронный каталог «Научные журналы АГУ»: <http://journal.asu.edu.ru/>.
4. Государственная информационная система «Национальная электронная библиотека (НЭБ)» – Федеральная государственная информационная система, обеспечивающая создание единого российского электронного пространства знаний: <http://нэб.пф>.
5. Электронная библиотека диссертаций (ЭБД) РГБ - Российская государственная библиотека (РГБ): <http://dvs.rsl.ru>.
6. Электронная библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента»: www.studentlibrary.ru.
7. Электронная библиотечная система (ЭБС) ООО «Центр цифровой дистрибуции» «КНИГАФОНД»: www.knigafund.ru/.
8. Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ раздел «Легендарные книги».
9. Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС»: <http://dlib.eastview.com/>.
10. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru ООО «РУНЭБ» - крупнейший российский информационный портал: <http://elibrary.ru>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Лекционные (интерактивные) занятия проходят в аудиториях главного корпуса, лаборатории сварки, либо в других аудиториях, оснащенных необходимым мультимедийным оборудованием.

Дисциплина обеспечена необходимыми графическими иллюстрациями, презентациями, фрагментами фильмов, комплекты плакатов, наглядных пособий и демонстрационных программ (приложены в электронном виде).

10. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента,

а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т. д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т. д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочесть задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).