

Рабочая программа

утверждена

решением Учёного

совета

ВФ НИТУ МИСиС

от «28» июня 2021г.

протокол № 9-21

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Экспериментальные методы исследования машин

Закреплена за кафедрой

Технологии и оборудования обработки металлов давлением

Направление подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль

Машины и агрегаты трубного производства

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 5 семестр

аудиторные занятия 72

самостоятельная работа 41

часов на контроль 27

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)			
	Неделя 18			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	36	36	36	36
Практические	36	36	36	36
КСР	4	4	4	4
Итого ауд.	72	72	72	72
Контактная работа	76	76	76	76
Сам. работа	41	41	41	41
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

Доц., Fortunatov A.N.

Рабочая программа

Экспериментальные методы исследования машин

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования <укажите наименование ВУЗа в настройках программы> по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование (уровень бакалавриата) (приказ от 02.12.2015 г. № 602 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

15.03.02 Технологические машины и оборудование, МО-21.plx Машины и агрегаты трубного производства, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСиС" 28.06.2021, протокол № 9-21

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Технологии и оборудования обработки металлов давлением

Протокол от 26.06.2021 г., №10

Зав. кафедрой Самусев С.В.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ	
1.1	Ознакомить с теоретическими основами экспериментальных методов исследования металлургических машин и оборудования; научить методике проведения эксперимента и определению оптимальных условий его проведения, применению методов математической статистики для обработки и оценки экспериментальных результатов, построению математических моделей технических объектов по опытным данным и проведению их анализа.
1.2	Подготавливать и проводить экспериментальные исследования металлургических машин и оборудования, оценивать надёжность и значимость экспериментальных результатов; описывать результаты эксперимента функциональными зависимостями; планировать эксперименты, строить по экспериментальным данным модели, проверять адекватность эмпирических моделей, принимать обоснованные решения в выборе модели.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.02
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Детали машин и основы компьютерного конструирования
2.1.2	Математика
2.1.3	Сопротивление материалов
2.1.4	Теория механизмов и машин
2.1.5	Материаловедение
2.1.6	Теоретическая механика
2.1.7	Физика
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Научная-исследовательская работа
2.2.2	Производственная практика
2.2.3	Компьютерное моделирование и проектирование машин и агрегатов трубного производства
2.2.4	Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР
2.2.5	Преддипломная практика

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ	
УК-7.2: способность ставить и решать задачи в области, соответствующей профилю подготовки, с помощью соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов	
Знать:	
УК-7.2-33 постановку и решение задач в области, соответствующей профилю подготовки, с помощью соответствующих вычислительных методов	
ПК-1.1: способность к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки	
Знать:	
ПК-1.1-31 научно-техническую информацию, отечественного и зарубежного опыта экспериментальных методов исследования по профилю подготовки Машины и агрегаты трубного производства	
УК-7.2: способность ставить и решать задачи в области, соответствующей профилю подготовки, с помощью соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов	
Знать:	
УК-7.2-31 постановку и решение задач в области, соответствующей профилю подготовки, с помощью соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов	
УК-7.2-32 постановку и решение задач в области, соответствующей профилю подготовки, с помощью соответствующих аналитических и вычислительных методов	
УК-9.1: способность осуществлять поиск литературы, используя научные базы данных, профессиональные стандарты и регламенты, нормы безопасности и другие источники информации	
Знать:	
УК-9.1-31 литературу, научные базы данных, профессиональные стандарты и регламенты и другие источники информации о экспериментальных методах исследования по профилю подготовки Машины и агрегаты трубного производства	
ПК-1.1: способность к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки	
Знать:	

ПК-1.1-33 научно-техническую информацию о экспериментальных методах исследования по профилю подготовки Машины и агрегаты трубного производства
ПК-1.1-32 научно-техническую информацию, отечественного опыта экспериментальных методов исследования по профилю подготовки Машины и агрегаты трубного производства
УК-9.1: способность осуществлять поиск литературы, используя научные базы данных, профессиональные стандарты и регламенты, нормы безопасности и другие источники информации
Знать:
УК-9.1-32 литературу, научные базы данных, профессиональные стандарты и регламенты о экспериментальных методах исследования по профилю подготовки Машины и агрегаты трубного производства
УК-9.1-33 литературу, научные базы данных о экспериментальных методах исследования по профилю подготовки Машины и агрегаты трубного производства
УК-7.1: способность анализировать продукцию, процессы и системы
Знать:
УК-7.1-33 основы анализа продукции с применением экспериментальных методов исследования
УК-7.1-32 основы анализа продукции и процессов с применением экспериментальных методов исследования
УК-7.1-31 основы анализа продукции, процессов и систем с применением экспериментальных методов исследования
Уметь:
УК-7.1-У2 анализировать продукцию и процессы с применением экспериментальных методов исследования
УК-7.1-У1 анализировать продукцию, процессы и системы с применением экспериментальных методов исследования
УК-9.1: способность осуществлять поиск литературы, используя научные базы данных, профессиональные стандарты и регламенты, нормы безопасности и другие источники информации
Уметь:
УК-9.1-У3 осуществлять поиск литературы, используя научные базы данных о экспериментальных методах исследования по профилю подготовки Машины и агрегаты трубного производства
УК-9.1-У2 осуществлять поиск литературы, используя научные базы данных, профессиональные стандарты и регламенты о экспериментальных методах исследования по профилю подготовки Машины и агрегаты трубного производства
УК-9.1-У1 осуществлять поиск литературы, используя научные базы данных, профессиональные стандарты и регламенты и другие источники информации о экспериментальных методах исследования по профилю подготовки Машины и агрегаты трубного производства
УК-7.2: способность ставить и решать задачи в области, соответствующей профилю подготовки, с помощью соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов
Уметь:
УК-7.2-У2 ставить и решать задачи в области, соответствующей профилю подготовки, с помощью соответствующих аналитических и вычислительных методов
УК-7.1: способность анализировать продукцию, процессы и системы
Уметь:
УК-7.1-У3 анализировать продукцию с применением экспериментальных методов исследования
УК-7.2: способность ставить и решать задачи в области, соответствующей профилю подготовки, с помощью соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов
Уметь:
УК-7.2-У1 ставить и решать задачи в области, соответствующей профилю подготовки, с помощью соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов
ПК-1.1: способность к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки
Уметь:
ПК-1.1-У1 систематически изучать научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыт о экспериментальных методах исследования по профилю подготовки Машины и агрегаты трубного производства
ПК-1.1-У2 систематически изучать научно-технической информации, отечественного опыт о экспериментальных методах исследования по профилю подготовки Машины и агрегаты трубного производства
ПК-1.1-У3 систематически изучать научно-технической информации о экспериментальных методах исследования по профилю подготовки Машины и агрегаты трубного производства
УК-7.2: способность ставить и решать задачи в области, соответствующей профилю подготовки, с помощью соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов
Уметь:

УК-7.2-У3 ставить и решать задачи в области, соответствующей профилю подготовки, с помощью соответствующих вычислительных методов						
ПК-1.1: способность к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки						
Владеть:						
ПК-1.1-В1 способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта о экспериментальных методах исследования по профилю подготовки Машины и агрегаты трубного производства						
ПК-1.1-В3 способностью к систематическому изучению научно-технической информации о экспериментальных методах исследования по профилю подготовки Машины и агрегаты трубного производства						
ПК-1.1-В2 способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного опыта о экспериментальных методах исследования по профилю подготовки Машины и агрегаты трубного производства						
УК-7.1: способность анализировать продукцию, процессы и системы						
Владеть:						
УК-7.1-В3 способностью анализировать продукцию с применением экспериментальных методов исследования						
УК-7.2: способность ставить и решать задачи в области, соответствующей профилю подготовки, с помощью соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов						
Владеть:						
УК-7.2-В1 способностью ставить и решать задачи в области, соответствующей профилю подготовки, с помощью соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов						
УК-7.1: способность анализировать продукцию, процессы и системы						
Владеть:						
УК-7.1-В1 способностью анализировать продукцию, процессы и системы с применением экспериментальных методов исследования						
УК-7.1-В2 способностью анализировать продукцию и процессы с применением экспериментальных методов исследования						
УК-7.2: способность ставить и решать задачи в области, соответствующей профилю подготовки, с помощью соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов						
Владеть:						
УК-7.2-В2 способностью ставить и решать задачи в области, соответствующей профилю подготовки, с помощью соответствующих аналитических и вычислительных методов						
УК-9.1: способность осуществлять поиск литературы, используя научные базы данных, профессиональные стандарты и регламенты, нормы безопасности и другие источники информации						
Владеть:						
УК-9.1-В2 способностью осуществлять поиск литературы, используя научные базы данных, профессиональные стандарты и регламенты о экспериментальных методах исследования по профилю подготовки Машины и агрегаты трубного производства						
УК-9.1-В3 способностью осуществлять поиск литературы, используя научные базы данных о экспериментальных методах исследования по профилю подготовки Машины и агрегаты трубного производства						
УК-7.2: способность ставить и решать задачи в области, соответствующей профилю подготовки, с помощью соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов						
Владеть:						
УК-7.2-В3 способностью ставить и решать задачи в области, соответствующей профилю подготовки, с помощью соответствующих вычислительных методов						
УК-9.1: способность осуществлять поиск литературы, используя научные базы данных, профессиональные стандарты и регламенты, нормы безопасности и другие источники информации						
Владеть:						
УК-9.1-В1 способностью осуществлять поиск литературы, используя научные базы данных, профессиональные стандарты и регламенты и другие источники информации о экспериментальных методах исследования по профилю подготовки Машины и агрегаты трубного производства						
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература и эл. ресурсы	Примечание
	Раздел 1. Цели, задачи и теоретические основы экспериментальных методов исследования металлургических машин и оборудования					

1.1	Цели и задачи исследования металлургических машин и оборудования. Понятие объекта исследования. Основные подходы к исследованию объекта. Классификация методов исследований. /Лек/	5	4	УК-9.1 ПК-1.1	Л1.3 Э1	
1.2	Изучение материалов лекционных занятий. Подготовка к экзамену. /Ср/	5	5	УК-9.1 ПК-1.1	Л1.3 Э1	
1.3	Часы на контроль. Подготовка к экзамену. /Экзамен/	5	6	УК-9.1 ПК-1.1	Л1.3 Э1	
	Раздел 2. Статистические методы при подготовке, проведении и обработке результатов исследований машин					
2.1	Сбор информации об объекте исследования. Априорное ранжирование переменных объекта исследований. Метод ранговой корреляции. Задача дисперсионного анализа. Однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ. Алгоритм дисперсионного анализа. Отбор значимых факторов при исследовании машин с помощью метода случайного баланса. Корреляционный анализ. Статистическая обработка результатов эксперимента. Метод наименьших квадратов. /Лек/	5	8	УК-7.1 УК-7.2	Л1.3Л2.1	
2.2	Метод экспертных оценок при отборе факторов для исследования металлургических машин. Исследование значимости факторов методом дисперсионного анализа. Исследование наличие связи между фактором и откликом объекта (корреляционный анализ). Метод случайного баланса при отборе факторов на этапе предварительного эксперимента. /Пр/	5	12	УК-7.1 УК-7.2	Л1.3Л2.1	
2.3	Изучение материалов лекционных и практических занятий. Работа над домашними заданиями. Подготовка к экзамену. /Ср/	5	11	УК-7.1 УК-7.2	Л1.3Л2.1	
2.4	Подготовка к экзамену. /Экзамен/	5	7	УК-7.1 УК-7.2	Л1.3Л2.1	
	Раздел 3. Методы планирования экспериментов по исследованию машин и оборудования, подготовка и проведение эксперимента					
3.1	Задачи планирования активного эксперимента. Кодирование переменных. Полный факторный эксперимент; уровни и интервал варьирования факторов. Построение матрицы планирования и её свойства. Реализации матрицы планирования. Расчёт коэффициентов уравнения регрессии, оценка их значимости. Проверка адекватности регрессионной модели. Оптимизация параметров металлургических машин на основе математических моделей, методы оптимизации, алгоритмы их реализации. /Лек/	5	8	УК-7.1 ПК-1.1 УК-7.2	Л1.2 Л1.3 Л1.1Л2.1	
3.2	Выбор уровней факторов и интервалов варьирования. Составление матрицы плана проведения полного факторного эксперимента, рабочей матрицы. Расчёт коэффициентов уравнения матмодели. Проверка значимости коэффициентов и адекватности уравнения математической модели исследуемого объекта. Определение оптимальных параметров объекта. /Пр/	5	18	УК-7.1 ПК-1.1 УК-7.2	Л1.2 Л1.1 Л1.3Л2.1	

3.3	Изучение материалов лекционных и практических занятий. Работа над домашними заданиями. Подготовка к экзамену. /Ср/	5	13	УК-7.1 ПК-1.1 УК-7.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	
3.4	Часы на контроль. Подготовка к экзамену. /Экзамен/	5	8	УК-7.1 ПК-1.1 УК-7.2	Л1.2 Л1.3 Л1.1Л2.1	
	Раздел 4. Методы исследования напряженного и деформированного состояния элементов конструкций металлургических машин и оборудования. Экспериментальные методы и технические средства исследования напряжений и деформаций.					
4.1	<p>Основные допущения о свойствах материала. Напряженное состояние в точке. Условия равновесия. Главные и экстремальные касательные напряжения. Инварианты напряженного состояния. Классификация напряженных состояний. Плоское напряженное состояние. Начальные и текущие координаты. Перемещения. Линейные и сдвиговые деформации. Главные деформации. Относительное изменение объема. Условия неразрывности деформаций.</p> <p>Обобщенный закон упругости для изотропного тела. Объемный закон Гука. Потенциальная энергия упругой деформации. Назначение теорий предельного состояния. Классические теории прочности и их применение для оценки надежности элементов металлургического оборудования.</p> <p>Струнные тензометры, принцип действия и конструкция. Тензорезисторы сопротивления: схема и принцип действия проволочных, фольговых и полупроводниковых тензорезисторов, метрологические характеристики тензорезисторов. Тарировка тензорезисторов. Температурная компенсация в электротензометрии. Методы определения напряжений и деформаций в деталях металлургического оборудования с помощью тензорезисторов. Применение розеток датчиков для анализа плоского напряженно-деформированного состояния.</p> <p>Классификация, характеристика и область применения оптических методов измерения напряжения и деформаций. Физические основы поляризационно-оптического метода, устройство плоского и кругового полярископа, пьезооптический эффект, закон Вертгейма.</p> <p>Нагруженная модель в поле плоского полярископа, картины изохром и изоклин. Получение картин изохром с помощью кругового полярископа. Метод оптически чувствительных покрытий. Основы метода, работа покрытия и его подкрепляющее действие, погрешность определения порядков полос. Техника эксперимента: материалы покрытий и их нанесение, тарировочные испытания. Разделение напряжений и деформаций.</p> <p>/Лек/</p>	5	16	УК-7.1 УК-9.1 ПК-1.1 УК-7.2	Л1.4	

4.2	14 Анализ электрических схем включения тензорезисторов для определения напряжений и деформаций с помощью тензорезисторов в деталях металлургического оборудования, работающих на растяжение (сжатие), изгиб, кручение. Применение розеток датчиков для анализа плоского напряженно-	5	6	УК-7.1 УК- 7.2	Л1.4	
4.3	Изучение материалов лекционных и практических занятий. Работа над домашними заданиями. Подготовка к	5	12	УК-7.1 УК- 9.1 ПК-1.1 УК-7.2	Л1.4	
4.4	Часы на контроль. Подготовка к экзамену. /Экзамен/	5	6	УК-7.1 УК- 9.1 ПК-1.1 УК-7.2	Л1.4	
	КСР (Контроль самостоятельной работы)	5	4	УК-7.1 УК- 9.1 ПК-1.1 УК-7.2	Л1.4	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ (Приложение)

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Лопатин В.Ю., Шуменко В.Н.	Организация эксперимента. Симплексное планирование: Учебное пособие	Методические пособия http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=7637	Москва, 2010
Л1.2	Прокошкин С.Д.	Организация эксперимента. Планирование эксперимента в процессах ОМД.: Методические указания к выполнению курсовых работ	Методические пособия http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=2802	Москва, 2003
Л1.3	Соловьев В.П., Богагов Е.М.	Организация эксперимента: учебное пособие	Электронный каталог	Старый Оскол ТНТ, 2012
Л1.4	Чиченев Н.А., Кудрин А.Б., Полухин П.И.	Методы исследования процессов обработки металлов давлением: учебное пособие	Электронный каталог https://ru.b-ok.com/book/3190711/4ae500	Москва Металлургия, 1977

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Лопатин В.Ю., Шуменко В.Н.	Организация и планирование экспериментов: Практикум	Методические пособия http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=7638	Москва, 2010

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Рузавин Г.И. Р83 Методология научного познания: Учеб. пособие для вузов / Г. И. Рузавин. — М.: ЮНИТИ- ДАНА, 2012. — 287 с.	https://platona.net/load/knigi_po_filosofii/uchebnye_posobija_uchebniki/ruzavin_g_i_metodologija_nauchnogo_poznaniya_uchebnoe_posobie_dlja_vuzov/27-1-0-3679
----	---	---

6.3 Перечень лицензионного программного обеспечения

П.1	- MS Office
П.2	- LMS Canvas
П.3	- MS Teams
П.4	- Windows 7 Professional

П.5	антивирусное ПО Dr.Web	
П.6	Visual Studio	
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных		
И.1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru – URL: https://elibrary.ru/	
И.2	Научная электронная библиотека МИСиС - URL: http://elibrary.misis.ru/login.php	
И.3	Электронная библиотечная система (ЭБС) – «Университетская библиотека онлайн» открытый круглосуточный доступ через интернет с регистрацией в библиотеке и вводом пароля.- URL: http://biblioclub.ru/	
7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ		
Ауд.	Назначение	Оснащение
2	Экспериментальные методы исследования машин	доска классическая, доска интерактивная, компьютер с доступом к сети "Интернет" (1 шт.), проектор, рабочее место преподавателя, стол (10 шт.), стул (20 шт.) ПО: Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007, антивирусное ПО Dr.Web, MS Teams, Visual Studio, комплект тематических презентаций
5	Организация и планирование эксперимента	доска классическая, доска интерактивная, компьютер с доступом к сети "Интернет" (16 шт.), проектор (1 шт.), экран (1 шт.), рабочее место преподавателя, стол (16 шт.), стул (16 шт.) ПО: Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007, Компас, антивирусное ПО Dr.Web, MS Teams, Visual Studio, комплект тематических презентаций
29	Организация и планирование эксперимента	помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования
46	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся	Аудитория № 46 помещение для самостоятельной работы обучающихся, имеется подключение к сети "Интернет" и доступ в электронную информационно-образовательную среду: доска классическая, компьютер с доступом к сети "Интернет" (16 шт.), проектор (1 шт.), экран (1 шт.), рабочее место преподавателя, стол (16 шт.), стул (32 шт.) ПО: Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007, Компас, антивирусное ПО Dr.Web, MS Teams, Visual Studio
8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ		
<p>1. Посещать все виды занятий.</p> <p>2. Своевременно зарегистрироваться на рекомендованные электронные ресурсы -LMS Canvas и MS Teams.</p> <p>3. При возникновении любых вопросов по содержанию курса и организации работы своевременно обращаться к преподавателю (в часы очных консультаций, через MS Teams или LMS Canvas).</p> <p>4. Активно работать с базами сайтов, находящимся в открытом доступе в сети Интернет.</p> <p>5. Иметь доступ к компьютеру, подключенному к сети Интернет.</p> <p>Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей аттестации на LMS Canvas.</p> <p>Дополнительная литература (с литературой можно работать на кафедре в часы консультации и СР)</p>		