

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 **заочная**
 Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**
 Часов по учебному плану **144** **Формы контроля в семестрах:**
 в том числе: **экзамен 7 семестр**
 аудиторные занятия **20**
 самостоятельная работа **115**
 часов на контроль **9**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)			
Неделя	18			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	8	8	8	8
Лабораторные	6	6	6	6
Практические	6	6	6	6
Итого ауд.	20	20	20	20
Контактная работа	20	20	20	20
Сам. работа	115	115	115	115
Часы на контроль	9	9	9	9
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 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» 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 ЗО.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 Проф. 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	Соппротивление 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/	7	1	УК-9.1 ПК-1.1	Л1.3 Э1	
1.2	Изучение материалов лекционных занятий. Подготовка к экзамену. /Ср/	7	16	УК-9.1 ПК-1.1	Л1.3 Э1	
1.3	Часы на контроль . Подготовка к экзамену. /Экзамен/	7	2	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/	7	1	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/	7	4	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/	7	30	УК-7.1 УК-7.2	Л1.3Л2.1	
2.4	Часы на контроль. Подготовка к экзамену. /Экзамен/	7	3	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/	7	2	УК-7.1 УК-7.2 ПК-1.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	
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. /Лаб/	7	6	УК-7.1 УК-7.2 ПК-1.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	

3.3	Изучение материалов лекционных и практических занятий. Работа над домашними заданиями. Подготовка к экзамену. /Ср/	7	40	УК-7.1 УК-7.2 ПК-1.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	
3.4	Часы на контроль. Подготовка к экзамену. /Экзамен/	7	2	УК-7.1 УК-7.2 ПК-1.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	
	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. 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>	7	4	УК-7.1 УК-7.2 УК-9.1 ПК-1.1	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-деформированного состояния. /Пр/	7	2	УК-7.1 УК-7.2	Л1.4	
4.3	Изучение материалов лекционных и практических занятий. Работа над домашними заданиями. Подготовка к экзамену. /Ср/	7	29	УК-7.1 УК-7.2 УК-9.1 ПК-1.1	Л1.4	
4.4	Часы на контроль. Подготовка к экзамену. /Экзамен/	7	2	УК-7.1 УК-7.2 УК-9.1	Л1.4	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ (Приложение)

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	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., Богатов 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, составители	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	Аудитория № 2 для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, текущего контроля, индивидуальных консультаций, промежуточной аттестации, групповых консультаций: 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,
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
6	Организация и планирование эксперимента	Компьютеры, доступ к интернету
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>		