

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.04.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Производство энергетического оборудования

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ИНЖЕНЕРНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.05
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 2;
Часов (всего) по учебному плану:	72 часа
Лекции	1 семестр - 16 часов;
Практические занятия	1 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	1 семестр - 39,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Расчетно-графическая работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	1 семестр - 0,3 часа;

Москва 2021

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Свириденко О.В.
	Идентификатор	R9097b88f-SviridenkoOV-16830d5

(подпись)

О.В. Свириденко

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Волков П.В.
	Идентификатор	Rae5921e8-VolkovPV-971cc7f4

(подпись)

П.В. Волков

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Драгунов В.К.
	Идентификатор	R75d71719-DragunovVK-00c02b9f

(подпись)

В.К. Драгунов

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: заключается в формировании компетенций, необходимых для организации и проведения научно-исследовательских работ на основе достижений в области математической теории инженерного эксперимента, научных наблюдений, поиска, накопления и обработки информации.

Задачи дисциплины

- – изучение методологических основ научного исследования;
- приобретение навыков планирования и организации научного исследования;
- освоение способов обработки экспериментальных данных и представления результатов научных исследований..

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-1 способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	ИД-1 _{опк-1} Формулирует цели и задачи исследования	уметь: - – формулировать цель, задачи научного исследования;.
ОПК-1 способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	ИД-2 _{опк-1} Определяет последовательность решения задач	знать: - – основные приемы, этапы организации и проведения научных исследований;. уметь: - – планировать последовательность решения задач научного исследования;.
ОПК-2 способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ИД-1 _{опк-2} Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи	знать: - – методы обработки результатов эксперимента;; - – роль, значение, сущность, классификацию методов проведения научных исследований;. уметь: - – проводить научные исследования, оценивать результаты выполненной работы;; - – выбирать методы исследования для решения поставленной задачи;.
ОПК-2 способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ИД-2 _{опк-2} Проводит анализ полученных результатов	уметь: - – проводить научные исследования, оценивать результаты выполненной работы;.
ОПК-2 способен	ИД-3 _{опк-2} Представляет	уметь: - – интерпретировать и представлять

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	результаты выполненной работы	результаты научных исследований..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Производство энергетического оборудования (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Характеристики научной деятельности. Методологические основы научного исследования.	12	1	4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Подготовка к тестированию, повторение изученного материала.</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Анализ и представление результатов выполнения заданий для самостоятельного освоения и закрепления практической части материала дисциплины.</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> В рамках данного раздела студенту необходимо ответить на контрольные вопросы лекций.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 36-56, стр. 142-196 [2], стр. 7-10 [3], стр. 37-70</p>	
1.1	Характеристики научной деятельности. Методологические основы научного исследования.	12		4	-	4	-	-	-	-	-	4	-		
2	Инженерное исследование. Постановка задачи и планирование инженерного исследования.	20		6	-	6	-	-	-	-	-	8	-		<p><u>Подготовка домашнего задания:</u> По результатам выбора направления, постановки и формулирования научно-технической проблемы, гипотезы, темы исследования, целей и задач разработать план процесса проведения инженерного исследования.</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Анализ и представление результатов выполнения заданий для самостоятельного освоения и закрепления практической части</p>
2.1	Инженерное исследование. Постановка задачи и планирование инженерного	20		6	-	6	-	-	-	-	-	8	-		

	исследования.													<p>материала дисциплины. <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> В рамках данного раздела студенту необходимо ответить на контрольные вопросы лекций. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], стр. 55-78 [5], стр. 75-120 [6], стр. 38-41, стр. 50-55 [7], стр. 19-30 [8], стр. 72-86</p>
3	Проведение инженерного эксперимента. Обработка результатов эксперимента.	22	6	-	6	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Подготовка домашнего задания:</u> Выполнить корреляционный анализ экспериментальных данных. <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Проведение инженерного эксперимента. Обработка результатов эксперимента." Подготовка к выполнению заданий на практических занятиях. Анализ и представление результатов выполнения заданий для самостоятельного освоения и закрепления практической части материала дисциплины.</p>	
3.1	Проведение инженерного эксперимента. Обработка результатов эксперимента.	22	6	-	6	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> В рамках данного раздела студенту необходимо ответить на контрольные вопросы лекций, изучить дополнительные материалы по разделу "Проведение инженерного эксперимента. Обработка результатов эксперимента." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 45-171 [3], стр. 93-106 [4], стр. 26-55, стр. 78-101 [5], стр. 25-74 [6], стр. 30-38</p>	

														[7], стр. 53-79 [8], стр. 46-72, стр. 86-98
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7		
	Всего за семестр	72.0	16	-	16	-	-	-	-	0.3	22	17.7		
	Итого за семестр	72.0	16	-	16	-	-	-	-	0.3	39.7			

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Характеристики научной деятельности. Методологические основы научного исследования.

1.1. Характеристики научной деятельности. Методологические основы научного исследования.

Наука и ее роль в современном обществе. Структура науки как системы знаний. Характеристики и принципы научной деятельности. Научное исследование как основная форма существования и развития науки. Содержание и классификация научных исследований. Эмпирический и теоретический уровни научного исследования. Научное исследование как творческий процесс. Субъекты научного исследования. Этапы научного исследования. Подготовительный этап. Выбор направления научного исследования. Поиск, накопление и обработка научной информации по теме исследования. Электронные формы информационных ресурсов. Постановка научно-технической проблемы. Определение объекта, предмета, целей и задач исследования. Выдвижение рабочей гипотезы. Планирование процесса научного исследования. Основной (исследовательский или поисковый) этап. Средства и методы научного исследования. Выбор методов и разработка методики исследования. Обоснование гипотезы. Обобщение и анализ полученных данных. Формулирование предварительных выводов. Обоснование заключительных выводов и практических рекомендаций. Заключительный этап. Внедрение полученных результатов. Оформление, структурирование и представление результатов исследовательской работы.

2. Инженерное исследование. Постановка задачи и планирование инженерного исследования.

2.1. Инженерное исследование. Постановка задачи и планирование инженерного исследования.

Понятие и характеристики инженерного исследования. Отличительные черты научно-технических (инженерных) исследований. Классификация экспериментальных научно-технических исследований. Классификация, типы и задачи эксперимента. Вычислительный эксперимент. Компьютерное моделирование в вычислительном эксперименте. Особенности проведения экспериментов различных типов. Последовательность проведения эксперимента. Постановка задачи эксперимента. Выбор отклика объекта исследования. Требования к отклику объекта исследования. Способы формирования обобщенного отклика. Выбор факторов эксперимента. Требования к факторам. Определение экспериментальной области факторного пространства. Уровни и интервалы варьирования факторов. Выбор вида уравнения регрессии. Требования к уравнению регрессии. Планирование эксперимента. Воспроизводимость эксперимента. Рандомизация эксперимента. Планирование полного факторного эксперимента. Планирование дробного факторного эксперимента. Метод ортогонального центрального композиционного планирования. Ротатабельный центральный композиционный план эксперимента. Некомпозиционные планы. Экспертные оценки в инженерных исследованиях.

3. Проведение инженерного эксперимента. Обработка результатов эксперимента.

3.1. Проведение инженерного эксперимента. Обработка результатов эксперимента.

Предварительная подготовка и проведение эксперимента. Сбор, анализ, обработка исходных данных. Ошибки и точность наблюдений в эксперименте. Предварительная обработка данных эксперимента. Методика предварительной обработки данных эксперимента. Проверка адекватности уравнения регрессии. Отсев грубых погрешностей. Анализ результатов эксперимента. Дисперсионный однофакторный и двухфакторный анализ.

Корреляционный анализ. Коэффициент корреляции и его значения. Линейная и нелинейная корреляция. Регрессионный анализ. Проверка адекватности модели. Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии..

3.3. Темы практических занятий

1. Электронно-библиотечные системы, полнотекстовые и реферативные базы данных, используемые для поиска информации по теме научного исследования.;
2. Выбор направления, постановка и формулирование научно-технической проблемы, гипотезы, темы исследования, целей и задач.;
3. Применение метода компьютерного моделирования в вычислительных экспериментах. Компьютерное моделирование твердотельных деталей и сборочных узлов.;
4. Проведение инженерного анализа моделей деталей, узлов с использованием современных САПР.;
5. Корреляционный анализ данных. Коэффициент корреляции. Линейная и нелинейная корреляция.;
6. Регрессионный анализ данных..

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Характеристики научной деятельности. Методологические основы научного исследования."
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Инженерное исследование. Постановка задачи и планирование инженерного исследования."
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Проведение инженерного эксперимента. Обработка результатов эксперимента."

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Характеристики научной деятельности. Методологические основы научного исследования."
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Инженерное исследование. Постановка задачи и планирование инженерного исследования."
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Проведение инженерного эксперимента. Обработка результатов эксперимента."

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)			Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	
Знать:					
– основные приемы, этапы организации и проведения научных исследований;	ИД-2 _{ОПК-1}	+			Тестирование/Тест «Методологические основы научного исследования», Тест «Методы проведения научных исследований»
– роль, значение, сущность, классификацию методов проведения научных исследований;	ИД-1 _{ОПК-2}	+			Тестирование/Тест «Методологические основы научного исследования», Тест «Методы проведения научных исследований»
– методы обработки результатов эксперимента;	ИД-1 _{ОПК-2}			+	Расчетно-графическая работа/ИДЗ №2 «Анализ результатов эксперимента»
Уметь:					
– формулировать цель, задачи научного исследования;	ИД-1 _{ОПК-1}		+		Расчетно-графическая работа/ИДЗ №1 «Планирование процесса проведения инженерного исследования»
– планировать последовательность решения задач научного исследования;	ИД-2 _{ОПК-1}		+		Расчетно-графическая работа/ИДЗ №1 «Планирование процесса проведения инженерного исследования»
– выбирать методы исследования для решения поставленной задачи;	ИД-1 _{ОПК-2}		+		Расчетно-графическая работа/ИДЗ №1 «Планирование процесса проведения инженерного исследования»
– проводить научные исследования, оценивать результаты выполненной работы;	ИД-1 _{ОПК-2}			+	Расчетно-графическая работа/ИДЗ №1 «Планирование процесса проведения инженерного исследования» Расчетно-графическая работа/ИДЗ №2 «Анализ результатов эксперимента»
– проводить научные исследования, оценивать результаты выполненной работы;	ИД-2 _{ОПК-2}			+	Расчетно-графическая работа/ИДЗ №2 «Анализ результатов эксперимента»
– интерпретировать и представлять результаты научных исследований.	ИД-3 _{ОПК-2}			+	Расчетно-графическая работа/ИДЗ №2 «Анализ результатов эксперимента»

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. ИДЗ №1 «Планирование процесса проведения инженерного исследования» (Расчетно-графическая работа)
2. ИДЗ №2 «Анализ результатов эксперимента» (Расчетно-графическая работа)
3. Тест «Методологические основы научного исследования», Тест «Методы проведения научных исследований» (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №1)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и зачетной составляющих.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Плахотникова Е. В., Протасьев В. Б., Ямников А. С.- "Организация и методология научных исследований в машиностроении", Издательство: "Инфра-Инженерия", Вологда, 2019 - (316 с.)

<https://e.lanbook.com/book/124657>;

2. Рыжков И. Б.- "Основы научных исследований и изобретательства", (3-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2019 - (224 с.)

<https://e.lanbook.com/book/116011>;

3. И. Л. Егошина- "Методология научных исследований", Издательство: "Поволжский государственный технологический университет", Йошкар-Ола, 2018 - (148 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494307>;

4. О. Н. Мусина- "Основы научных исследований", Издательство: "Директ-Медиа", Москва, Берлин, 2015 - (150 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278882>;

5. Н. Г. Моисеев, Ю. В. Захаров- "Теория планирования и обработки эксперимента", Издательство: "Поволжский государственный технологический университет", Йошкар-Ола, 2018 - (124 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494313>;

6. Т. А. Кулагина, О. П. Стебелева- "Планирование и техника эксперимента", Издательство: "Сибирский федеральный университет (СФУ)", Красноярск, 2017 - (56 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497277>;

7. М. В. Боярский, Э. А. Анисимов- "Планирование и организация эксперимента", Издательство: "Поволжский государственный технологический университет", Йошкар-Ола, 2015 - (168 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437056>;

8. Г. Ф. Прокофьев, Н. Ю. Микловцик- "Основы прикладных научных исследований при создании новой техники", Издательство: "Северный (Арктический) федеральный университет (САФУ)", Архангельск, 2014 - (171 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=312308>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office;
2. Windows.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
7. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
8. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
9. Патентная база Orbit Intelligence компании Questel - <https://www.orbit.com/>
10. База данных диссертаций ProQuest Dissertations and Theses Global - <https://search.proquest.com/pqdtglobal/index>
11. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Н-203, Лекционная учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, трибуна, мультимедийный проектор
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Б-413, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Б-402, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая, доска маркерная
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	С-216, Кабинет сотрудников	стол, стул, компьютер персональный, принтер
	Б-109/1, Рабинет сотрудников каф.	стол, стул, шкаф, компьютер персональный

	"РМДиПМ"	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Б-400/1, Помещение дирекции ЭнМИ	стеллаж, стол, шкаф

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория и практика инженерного исследования

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тест «Методологические основы научного исследования», Тест «Методы проведения научных исследований» (Тестирование)
 КМ-2 ИДЗ №1 «Планирование процесса проведения инженерного исследования» (Расчетно-графическая работа)
 КМ-3 ИДЗ №2 «Анализ результатов эксперимента» (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	4	10	16
1	Характеристики научной деятельности. Методологические основы научного исследования.				
1.1	Характеристики научной деятельности. Методологические основы научного исследования.		+		
2	Инженерное исследование. Постановка задачи и планирование инженерного исследования.				
2.1	Инженерное исследование. Постановка задачи и планирование инженерного исследования.			+	
3	Проведение инженерного эксперимента. Обработка результатов эксперимента.				
3.1	Проведение инженерного эксперимента. Обработка результатов эксперимента.			+	+
Вес КМ, %:			20	40	40