

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Вятский государственный университет»
(ВятГУ)
г. Киров

Утверждаю
Директор/Декан Фоминых А. А.



Номер регистрации
РПД_3-13.04.01.01_2020_109118
Актуализировано: 16.03.2021

Рабочая программа дисциплины
Основы инженерного эксперимента в энергетике

	наименование дисциплины
Квалификация выпускника	Магистр
Направление подготовки	13.04.01 шифр
	Теплоэнергетика и теплотехника наименование
Направленность (профиль)	3-13.04.01.01 шифр Технология производства тепловой и электрической энергии на электростанциях наименование
Формы обучения	Очная наименование
Кафедра-разработчик	Кафедра теплотехники и гидравлики (ОРУ) наименование
Выпускающая кафедра	Кафедра теплотехники и гидравлики (ОРУ) наименование

Киров, 2020 г.

Сведения о разработчиках рабочей программы дисциплины

Шемпелев Александр Георгиевич

ФИО

Крупин Дмитрий Федорович

ФИО

Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины	Формирование у студентов основ знаний по организации экспериментов и испытаний, овладение методами и практическими навыками планирования, проведения и обработки результатов экспериментов
Задачи дисциплины	<ul style="list-style-type: none"> - изучить основные понятия теории инженерного эксперимента; - научиться проводить метрологический анализ результатов; - научиться практически использовать теорию эксперимента при решении различных инженерных задач; - научиться делать выводы по результатам статистического анализа экспериментальных данных. - освоить методики практического применения методов статистического анализа и планирования эксперимента - освоить методики планирования и обработки результатов активных многофакторных экспериментов; - освоить методы необходимых для решения производственных и эксплуатационных задач в теплоэнергетике

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенция ПК-1

Способен разрабатывать мероприятия по совершенствованию технологии производства		
Знает	Умеет	Владеет
принципы построения и закономерности развития технических систем; методы планирования экспериментов в сфере основных направлений совершенствования технологии производства в энергетике	рассчитывать энергетический эффект от мероприятий по совершенствованию технологии производства; составлять программу исследований для подтверждения эффективности мероприятий по совершенствованию технологии производства	способностью к генерации идей, позволяющих совершенствовать существующие технологии или создавать новые

Компетенция ПК-2

Способен планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях		
Знает	Умеет	Владеет
способы планирования эксперимента и постановки задач анализа	интерпретировать результаты экспериментальных и	навыками планирования и постановки задач исследования; навыками

экспериментальных данных; основы оформления и представления результатов научной работы	расчетных исследований и представлять их в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях	интерпретации и представления результатов экспериментальных и расчетных исследований
---	---	---

Структура дисциплины
Тематический план

№ п/п	Наименование разделов дисциплины	Шифр формируемых компетенций
1	Общие вопросы организации и планирования эксперимента	ПК-1, ПК-2
2	Планирование и обработка результатов при измерении постоянных и случайных величин	ПК-2
3	Планирование и обработка результатов при исследовании однофакторных зависимостей	ПК-2
4	Пассивные многофакторные эксперименты	ПК-2
5	Планирование и обработка результатов активных многофакторных экспериментов	ПК-2
6	Экспертные оценки в инженерных исследованиях	ПК-2
7	Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	ПК-1, ПК-2

Формы промежуточной аттестации

Зачет	3 семестр (Очная форма обучения)
Экзамен	Не предусмотрен (Очная форма обучения)
Курсовая работа	Не предусмотрена (Очная форма обучения)
Курсовой проект	Не предусмотрена (Очная форма обучения)

Трудоемкость дисциплины

Форма обучения	Курсы	Семестры	Общий объем (трудоемкость)		Контактная работа, час	в том числе аудиторная контактная работа обучающихся с преподавателем, час				Самостоятельная работа, час	Курсовая работа (проект), семестр	Зачет, семестр	Экзамен, семестр
			Часов	ЗЕТ		Всего	Лекции	Семинарские, практические занятия	Лабораторные занятия				
Очная форма обучения	2	3	144	4	82	36	0	36	0	62		3	

Содержание дисциплины

Очная форма обучения

Код занятия	Наименование тем занятий	Трудоемкость, академических часов
Раздел 1 «Общие вопросы организации и планирования эксперимента»		17.50
Семинары, практические занятия		
П1.1	Задачи планирования эксперимента.	2.00
Самостоятельная работа		
С1.1	Задачи планирования экспериментов. Исследовательские и контрольные испытания. Понятие о планировании эксперимента. Эффективность эксперимента. Содержание основных этапов планирования эксперимента. Активные и пассивные эксперименты. Факторы. Функция отклика. Выбор модели экспериментальной зависимости. Многофакторные эксперименты. Рациональный выбор числа факторов. Определение объема экспериментальных данных. Последовательность проведения эксперимента. Рандомизация. Ограничения на рандомизацию.	8.00
Контактная внеаудиторная работа		
КВР1.1	Контактная внеаудиторная работа	7.50
Раздел 2 «Планирование и обработка результатов при измерении постоянных и случайных величин»		26.00
Семинары, практические занятия		
П2.1	Обработка результатов измерения постоянной величины: - построение функции распределения и гистограммы; - выбор числа интервалов группирования; - оценка центра распределения; - оценка вида закона распределения; - определение границ промахов.	4.00
П2.2	Оценка и учет погрешностей при точных измерениях. Оценка точности результата наблюдения. Оценка точности результата измерения. Основы планирования точности измерений при подготовке эксперимента.	4.00
Самостоятельная работа		
С2.1	Представление экспериментальных данных. Упорядоченная выборка результатов измерений. Вариационный ряд. Гистограмма. Различные методы оценки истинного значения постоянной величины по не сгруппированным и сгруппированным данным.	4.00
С2.2	Сравнительная эффективность различных оценок центра распределения. Промахи и методы их исключения. Виды оценок рассеивания опытных данных. Методы установления вида закона распределения. Способы	5.00

	группирования данных. Выбор числа интервалов группирования. Применение критериев согласия для установления соответствия моделей закона распределения экспериментальным данным. Определение точности оценки истинного значения постоянной величины. Зависимость погрешности усредненного результата от числа усредняемых значений. Доверительный интервал; использование распределения Стьюдента. Погрешности косвенных измерений.	
Контактная внеаудиторная работа		
КВР2.1	Контактная внеаудиторная работа	9.00
Раздел 3 «Планирование и обработка результатов при исследовании однофакторных зависимостей»		27.00
Семинары, практические занятия		
ПЗ.1	Подбор параметров модели однофакторной зависимости: - приближенная оценка непосредственно по графику расположения экспериментальных точек, - оценка методом наименьших квадратов, - сравнение результатов.	4.00
Самостоятельная работа		
СЗ.1	Задачи планирования эксперимента при определении функциональной зависимости. Графическое представление полей рассеивания. Преобразование координат. Методы установления характера зависимости. Выбор вида модели однофакторной зависимости. Оценка параметров модели. Метод наименьших квадратов. Анализ погрешностей при исследовании однофакторных зависимостей. Решение задачи регрессии в матричной форме. Ортогональная регрессия.	12.00
Контактная внеаудиторная работа		
КВР3.1	Контактная внеаудиторная работа	11.00
Раздел 4 «Пассивные многофакторные эксперименты»		32.00
Семинары, практические занятия		
П4.1	Обработка результатов пассивного однофакторного и двухфакторного эксперимента	4.00
П4.2	Выбор математических моделей для аппроксимации многомерной поверхности отклика и ее оценки.	4.00
П4.3	Выбор математических моделей для аппроксимации многомерной поверхности отклика и ее оценки.	4.00
Самостоятельная работа		
С4.1	Задачи многофакторного пассивного эксперимента. Пространство факторов. Выбор математических моделей для аппроксимации многомерной поверхности отклика. Оценка параметров многофакторных моделей. Погрешности определения многофакторных зависимостей.	4.00
С4.2	Понятие адекватности модели. Интервальные	8.00

	оценки коэффициентов регрессии. Коэффициент множественной корреляции. Методы оценки частного воздействия отдельных факторов. Шаговый регрессионный анализ. Коэффициент частной корреляции. Метод бета - коэффициентов.	
Контактная внеаудиторная работа		
КВР4.1	Контактная внеаудиторная работа	8.00
Раздел 5 «Планирование и обработка результатов активных многофакторных экспериментов»		26.00
Семинары, практические занятия		
П5.1	Планирование и обработка результатов активного двухфакторного эксперимента	4.00
П5.2	Планирование и обработка результатов дробного факторного эксперимента	4.00
Самостоятельная работа		
С5.1	Разновидности активных многофакторных экспериментов. Параметры процесса измерения, подлежащие планированию. Кодированные значения факторов. Полный и дробный факторные эксперименты. Насыщенные и ненасыщенные планы. Оптимальные в широком смысле планы.	8.00
С5.2	Выбор дробных реплик. Генерирующие соотношения. Геометрический образ оптимальных симплекс - планов. Оценка параметров линейных моделей. Оптимальное использование пространства факторов. Примеры построения планов активных экспериментов. Построение планов для оценки параметров моделей второго порядка. Геометрическое представление поверхностей отклика. Центральные композиционные ротатабельные планы. Примеры. Построение эвристических планов для поверхностей отклика высоких порядков. Планирование экстремальных экспериментов.	5.00
Контактная внеаудиторная работа		
КВР5.1	Контактная внеаудиторная работа	5.00
Раздел 6 «Экспертные оценки в инженерных исследованиях»		11.50
Семинары, практические занятия		
П6.1	Методы экспертных оценок в инженерных исследованиях	2.00
Самостоятельная работа		
С6.1	Методы экспертных оценок для принятия решений. Анкетирование и опрос экспертов. Методы упорядочения альтернатив	4.50
Контактная внеаудиторная работа		
КВР6.1	Контактная внеаудиторная работа	5.00
Раздел 7 «Подготовка и прохождение промежуточной аттестации»		4.00
37.1	Подготовка к сдаче зачета	3.50
КВР7.1	Сдача зачета	0.50

ИТОГО	144.00
--------------	---------------

Содержание дисциплины данной рабочей программы используется при обучении по индивидуальному учебному плану, при ускоренном обучении, при применении дистанционных образовательных технологий и электронном обучении (при наличии).

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие обучающегося на всех этапах ее освоения путем планомерной, повседневной работы. Обучающийся обязан посещать лекции, семинарские, практические и лабораторные занятия (при их наличии), получать консультации преподавателя и выполнять самостоятельную работу.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, методических указаний и разработок, указанных в программе, особое внимание уделить целям, задачам, структуре и содержанию дисциплины.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее основных положений. Тематика лекций определяется настоящей рабочей программой дисциплины.

Лекции – это систематическое устное изложение учебного материала. На них обучающийся получает основной объем информации по каждой конкретной теме. Лекции обычно носят проблемный характер и нацелены на освещение наиболее трудных и дискуссионных вопросов.

Предполагается, что обучающиеся приходят на лекции, предварительно проработав соответствующий учебный материал по источникам, рекомендованным программой. Часто обучающимся трудно разобраться с дискуссионными вопросами, дать однозначный ответ. Преподаватель, сравнивая различные точки зрения, излагает свой взгляд и нацеливает их на дальнейшие исследования и поиск научных решений. После лекции желательно вечером перечитать и закрепить полученную информацию, тогда эффективность ее усвоения значительно возрастает. При работе с конспектом лекции необходимо отметить материал, который вызывает затруднения для понимания, попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю.

Целью семинарских занятий является проверка уровня понимания обучающимися вопросов, рассмотренных на лекциях и в учебной литературе.

Целью практических и лабораторных занятий является формирование у обучающихся умений и навыков применения теоретических знаний в реальной практике решения задач; восполнение пробелов в пройденной теоретической части курса.

Семинарские, практические и лабораторные занятия в равной мере направлены на совершенствование индивидуальных навыков решения теоретических и прикладных задач, выработку навыков интеллектуальной работы, а также ведения дискуссий. Для успешного участия в семинарских, практических и лабораторных занятиях обучающемуся следует тщательно подготовиться.

Основной формой подготовки обучающихся к практическим (лабораторным) занятиям является самостоятельная работа с учебно-методическими материалами, научной литературой, статистическими данными и т.п.

Изучив конкретную тему, обучающийся может определить, насколько хорошо он в ней разобрался. Если какие-то моменты остались непонятными, целесообразно составить список вопросов и на занятии задать их преподавателю. Практические (лабораторные) занятия предоставляют обучающемуся возможность творчески раскрыться, проявить инициативу и развить навыки публичного ведения дискуссий и общения.

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя выполнение различного рода заданий (изучение учебной и научной литературы, материалов лекций, систематизацию прочитанного материала, подготовку контрольной работы, решение

задач, подготовка докладов, написание рефератов, публикация тезисов, научных статей, подготовка и защита курсовой работы / проекта и другие), которые ориентированы на глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины.

Обучающимся рекомендуется систематически отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки.

Внутренняя система оценки качества освоения дисциплины включает входной контроль уровня подготовленности обучающихся, текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию, направленную на оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (в том числе результатов курсового проектирования (выполнения курсовых работ) при наличии).

При проведении промежуточной аттестации обучающегося учитываются результаты текущего контроля, проводимого в течение освоения дисциплины.

Процедура оценивания результатов освоения дисциплины осуществляется на основе действующих локальных нормативных актов ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», с которыми обучающиеся знакомятся на официальном сайте университета www.vyatsu.ru.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины, в том числе учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающегося по дисциплине

Учебная литература (основная)

- 1) Семенов, Б. А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях / Б. А. Семенов. - 2-е изд., доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 400 с. - ISBN 978-5-8114-1392-8 : Б. ц. - URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5107 (дата обращения: 15.05.2020). - Режим доступа: ЭБС Лань. - Текст : электронный.
- 2) Порсев, Е. Г. Организация и планирование экспериментов : учебное пособие / Е.Г. Порсев. - Новосибирск : НГТУ, 2010. - 155 с. - ISBN 978-5-7782-1461-3 : Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228880/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.
- 3) Рогов, Владимир Александрович. Методика и практика технических экспериментов : учеб. пособие / В. А. Рогов, Г. Г. Позняк. - М. : Академия, 2005. - 288 с. - (Высшее профессиональное образование. Машиностроение). - Библиогр.: с. 279-280. - ISBN 5-7695-1951-7 : 166.50 р. - Текст : непосредственный.

Учебная литература (дополнительная)

- 1) Пиаже, Ж. В. Теория, эксперименты, дискуссии / Ж.В.Ф. Пиаже. - Москва : Директ-Медиа, 2008. - 1423 с. - ISBN 9785998915734 : Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=39216/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.
- 2) Ахутин, А. В. История принципов физического эксперимента: От Античности до XVII в. / А.В. Ахутин. - Москва : Директ-Медиа, 2014. - 293 с. - ISBN 978-5-4458-3807-4 : Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228428/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.
- 3) Шемпелев, А. Г. Планирование эксперимента и организация промышленных испытаний : Курс лекций: Учеб. пособие. Специальность 100700 / А. Г. Шемпелев ; ВятГУ, ЭТФ. каф. ТиГ. - Киров : ВятГУ, 2006. - Б. ц. - Текст : электронный.

Учебно-методические издания

- 1) Шемпелев, Александр Георгиевич. Планирование эксперимента и организация промышленных испытаний : учебно-метод. пособие для студентов направления 13.03.01 всех профилей подготовки, заочной формы обучения / А. Г. Шемпелев, А. А. Мицкевич ; ВятГУ, ЭТФ. каф. ТиГ. - Киров : ВятГУ, 2015. - 22 с. - Б. ц. - URL: <https://lib.vyatsu.ru> (дата обращения: 04.06.2014). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

2) Шемпелев, Александр Георгиевич. Обработка результатов испытаний котельного агрегата : учебно-метод. пособие для студентов направления 140100.62 всех профилей подготовки, всех форм обучения / А. Г. Шемпелев ; ВятГУ, ЭТФ. каф. ТиГ. - Киров : ВятГУ, 2014. - 23 с. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц. - URL: <https://lib.vyatsu.ru> (дата обращения: 18.04.2013). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

Периодические издания

1) Приборы и техника эксперимента. - М. : Академиздатцентр Наука. - Загл. с экрана. - Электрон. версия печ. публикации. - Выходит раз в два месяца. - ISSN 0032-8162 - URL: http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7954. - Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.. - Текст : электронный.

Электронные образовательные ресурсы

- 1) Портал дистанционного обучения ВятГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://mooc.do-kirov.ru/>
- 2) Раздел официального сайта ВятГУ, содержащий описание образовательной программы [электронный ресурс] / - Режим доступа: https://www.vyatsu.ru/php/programms/eduPrograms.php?Program_ID=3-13.04.01.01
- 3) Личный кабинет студента на официальном сайте ВятГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <https://new.vyatsu.ru/account/>
- 4) Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы (ЭБС)

- ЭБС «Научная электронная библиотека eLIBRARY» (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>)
- ЭБС «Издательства Лань» (<http://e.lanbook.com/>)
- ЭБС «Университетская библиотека online» (www.biblioclub.ru)
- Внутренняя электронно-библиотечная система ВятГУ (<http://lib.vyatsu.ru/>)
- ЭБС «ЮРАЙТ» (<https://urait.ru>)

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- ГАРАНТ
- КонсультантПлюс
- Техэксперт: Нормы, правила, стандарты
- Роспатент (<https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema>)
- Web of Science® (<http://webofscience.com>)

Материально-техническое обеспечение дисциплины

Демонстрационное оборудование

Перечень используемого оборудования
МУЛЬТИМЕДИА ПРОЕКТОР CASIO XJ-F210WN С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ КАБЕЛЕМ HDMI
ПРОЕКТОР CASIO XJ-F210WN
ПРОЕКТОР МУЛЬТИМЕД. Tohiba
ЭКРАН настенный Manual 240 x240см

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, в том числе лицензионное и свободно распространяемое ПО (включая ПО отечественного производства)

№ п.п	Наименование ПО	Краткая характеристика назначения ПО
1	Программная система с модулями для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»	Программный комплекс для проверки текстов на предмет заимствования из Интернет-источников, в коллекции диссертация и авторефератов Российской государственной библиотеки (РГБ) и коллекции нормативно-правовой документации LEXPRO
2	Microsoft Office 365 ProPlusEdu ALNG SubsVL MVL AddOn toOPP	Набор веб-сервисов, предоставляющий доступ к различным программам и услугам на основе платформы Microsoft Office, электронной почте бизнес-класса, функционалу для общения и управления документами
3	Office Professional Plus 2016	Пакет приложений для работы с различными типами документов: текстами, электронными таблицами, базами данных, презентациями
4	Windows Professional	Операционная система
5	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса	Антивирусное программное обеспечение
6	Справочная правовая система «Консультант Плюс»	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации
7	Электронный периодический справочник ГАРАНТ Аналитик	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации
8	Security Essentials (Защитник Windows)	Защита в режиме реального времени от шпионского программного обеспечения, вирусов.
9	МойОфис Стандартный	Набор приложений для работы с документами, почтой, календарями и контактами на компьютерах и веб браузерах

Обновленный список программного обеспечения данной рабочей программы находится по адресу:
https://www.vyatsu.ru/php/list_it/index.php?op_id=109118