Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____А.В. Бурмистров
«__4__» ____09.____2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б.1.В.ДВ.4.1 «Методы обработки экспериментальных данных»

Направление подготовки 13.03.01. Теплоэнергетика и теплотехника
Профиль подготовки Энергетика теплотехнологий
Квалификация (степень) выпускника бакалавр
Форма обучения очная
Институт, факультет Институт химического и нефтяного машиностроения, факультет механический
Кафедра-разработчик рабочей программы Теоретические основы теплотехники
Курс, семестр 1курс, 2 семестр; 2 курс, 3 семестр

	2 семестр		3 семестр	
	Часы	Зачетные единицы	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5		
Практические занятия				
Семинарские занятия				
Лабораторные занятия	36	1	18	0,5
Самостоятельная работа	63	1,75	18	0,5
Форма аттестации: экзамен (2 семестр) зачет (3 семестр)	27	0,75		
			зачет	
Всего	144	4	36	1
Всего за курс	180	5	180	5

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 1081 от 01.10.2015г. по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» для профиля «Энергетика теплотехнологий», на основании учебного плана набора обучающихся 2015,2016,2017,2018 г.

Разработчик программы:

ассистент каф. ТОТ	_____	Мазанов С.В.
(должность)	(подпись)	(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Теоретические основы теплотехники, протокол № 1 от 28.08.2018г.

Зав. кафедрой, проф. _____ Ф.М. Гумеров
(подпись)

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета, реализующего подготовку образовательной программы
от 03.09.18. № 7

Председатель комиссии, доцент _____ А.В. Гаврилов
(подпись)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета
от 03.09.18 г. № 7.

Председатель комиссии, доцент _____ А.В. Гаврилов
(подпись)

Начальник УМЦ, доцент _____ Л.А. Китаева
(подпись)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Методы обработки экспериментальных данных» являются:

а) изучение теоретических положений и основ теории обработки результатов экспериментальных исследований на базе полученных ранее знаний;

б) освоение методов анализа результатов реализации математических моделей, проектируемых с помощью вычислительной техники;

в) Изучение основ планирования физического эксперимента.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Б.1.В.ДВ.4.1 «Методы обработки экспериментальных данных» относится к дисциплинам по выбору вариативной части ОП.

Для успешного освоения дисциплины «Методы обработки экспериментальных данных» *бакалавр* по направлению подготовки 13.03.01. Теплоэнергетика и теплотехника должен освоить материал предшествующих дисциплин:

а) Математика

б) Физика

Дисциплина «Методы обработки экспериментальных данных» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

а) Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов,

б) Анализ химико-технологических систем.

Знания, полученные при изучении дисциплины Б.1.В.ДВ.4.1 «Методы обработки экспериментальных данных» могут быть использованы при прохождении практик, в написании дипломного проекта/работы по направлению подготовки 13.03.01. - Теплоэнергетика и теплотехника.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ОПК-1 способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;

ПК-4 способность к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата;

ПК-8 готовность к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

а) основные понятия и принципы планирования и организации эксперимента;

б) теоретические основы теории погрешностей, методы записи, обработки результатов эксперимента;

в) основы корреляционного, дисперсионного и регрессионного анализа;

г) методы оптимизации многофакторных объектов.

2) Уметь:

а) проводить оптимизацию объекта исследования;

б) грамотно формулировать цель и задачи, решаемые в процессе проведения эксперимента;

в) применять различные критерии согласия для проверки гипотез;

г) уметь правильно принимать решения и делать выводы относительно экспериментальных данных и условий их получения.

3) Владеть:

а) навыками построения моделей объектов.

4. Структура и содержание дисциплины «Методы обработки экспериментальных данных».

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекция	Семинар (Практическое занятие)	Лабораторные работы	СРС	
1	Тема1. Общие сведения о науке и научных исследования. Методология теоретических исследований	2	2	-	-	7	Тестирование
2	Тема 2. Модели исследований. Аналитические методы исследования	2	2	-	4	7	Защита лабораторных работ, тестирование
3	Тема 3. Аналитические методы исследования с использованием эксперимента	2	2	-	4	7	Защита лабораторных работ, тестирование
4	Тема 4. Вероятностно-статистические методы.	2	2	-	4	7	Защита лабораторных работ, тестирование
5	Тема 5. Методы системного анализа	2	2	-	4	7	Защита лабораторных работ, тестирование
6	Тема 6. Методы графического отображения результатов измерения	2	2	-	4	7	Защита лабораторных работ, тестирование
7	Тема 7. Методы подбора эмпирических формул.	2	2	-	4	7	Защита лабораторных работ, тестирование
8	Тема 8. Корреляционны	2	2	-	4	7	Защита лабораторных

	й анализ						работ, реферат, тестирование
9	Тема 9. Регрессионный анализ. Дисперсионный анализ.	2	2	-	8	7	Защита лабораторных работ, тестирование по темам 1-9
	ИТОГО ЗА 2 СЕМЕСТР:		18	-	36	63	Экзамен 27
10	Тема 10. Метод наименьших квадратов.	3	-	-	2	2	Защита лабораторных работ
11	Тема 11. Линейный регрессионный анализ	3	-	-	2	2	Защита лабораторных работ
12	Тема 12. Нелинейный регрессионный анализ	3	-	-	4	4	Защита лабораторных работ
13	Тема 13. Линейный корреляционный анализ	3	-	-	2	2	Защита лабораторных работ
14	Тема 14. Нелинейный корреляционный анализ	3	-	-	2	2	Защита лабораторных работ
15	Тема 15. Линейный дисперсионный анализ	3	-	-	2	2	Защита лабораторных работ
16	Тема 16. Нелинейный дисперсионный анализ	3	-	-	2	2	Защита лабораторных работ
17	Тема 17. Построение вариационных рядов	3	-	-	2	2	Защита лабораторных работ, контрольный опрос по темам 10-17
	ИТОГО ЗА 3 СЕМЕСТР:		-	-	18	18	Зачет
	ИТОГО:		18	-	54	81	27

5. Содержание лекционных занятий по темам *с указанием используемых инновационных образовательных технологий.*

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема1. Общие сведения о науке и научных исследования. Методология теоретических исследований	2	Основные понятия курса «Методы обработки экспериментальных данных»	Методология и методы исследований Методы выбора и оценки тем научных исследований	*ОПК-1*
2	Тема 2. Модели исследований. Аналитические методы исследования	2	Физическое и математическое моделирование	Физические, математические и натурные модели. Интегрирование и дифференцирование.	*ОПК-1,* *ПК-4*
3	Тема 3. Аналитические методы исследования с использованием эксперимента	2	Экспериментальные методы исследования, касающиеся тепло-массообмена	Теория подобия Метод аналогии	*ОПК-1,* *ПК-4*
4	Тема 4. Вероятностно-статистические методы.	2	Теория вероятности	Основные понятия. Дисперсия Эмпирическое распределение	*ОПК-1,* *ПК-4*
5	Тема 5. Методы системного анализа	2	Системный анализ в науке и производстве	Основные этапы системного анализа. Этапы теоретических разработок научного исследования	*ПК-4,* *ПК-8*
6	Тема 6. Методы графического отображения результатов измерения	2	Способы представления информации графическим путем. Погрешности измерений, приборов.	Многофакторные функции. Графическое представление. Оценка погрешности средств измерений и отклонение от нормального распределения	*ПК-4,* *ПК-8*
7	Тема 7. Методы подбора эмпирических формул.	2	Основные методы выбора эмпирических формул в	Метод средних Аппроксимация Примеры задач	*ПК-4*

			зависимости от проведенного эксперимента		
8	Тема 8. Корреляционный анализ	2	Корреляционный анализ как метод обобщения экспериментальных данных	Корреляционное поле. Основные факторы оценки тесноты связи	*ОПК-1, ПК-4, ПК-8*
9	Тема 9. Регрессионный анализ. Дисперсионный анализ.	2	Регрессионный и дисперсионный анализ.	Степенные, показательные, гиперболические модели. F-критерий Фишера.	*ОПК-1, ПК-4*

6. Содержание семинарских, практических занятий с указанием используемых инновационных образовательных технологий.

Учебным планом программы практических занятий по дисциплине «Методы обработки экспериментальных данных» не предусмотрено.

7. Содержание лабораторных занятий (если предусмотрено учебным планом)

Цель проведения лабораторных занятий – усвоение лекционного материала, а также выработка студентами умений, связанных с обработкой экспериментальных данных.

№ п/п	**Раздел дисциплины**	**Часы**	**Наименование лабораторной работы**	**Краткое содержание**	**Формируемые компетенции**
2 СЕМЕСТР					
1	Тема 2. Модели исследований. Аналитические методы исследования	4	Применение аналитических методов исследования на практике	Построение экспоненциальных, параболических и др. видов функций	*ОПК-1*
2	Тема 3. Аналитические методы исследования с использованием эксперимента	4	Применение аналитических методов исследования с использованием эксперимента на практике	Построение экспоненциальных, параболических и др. видов функций в зависимости от данных эксперимента	*ОПК-1, ПК-4*
3	Тема 4. Вероятностно-	4	Выборка, среднее, мода, медиана, дисперсия.	Способы нахождения моды, медианы, дисперсии. Критерии	*ОПК-1, ПК-4*

	статистические методы.		Статистические гипотезы	проверки гипотез	
4	Тема 5. Методы системного анализа	4	Планирование эксперимента. Математическая модель	Планирование эксперимента при поиске оптимума поверхности. Математическая модель однофакторного эксперимента.	*ПК-4, ПК-8*
5	Тема 6. Методы графического отображения результатов измерения	4	Анализ процессов по принципу «цепного» механизма	Отображение процессов фазового перехода, охлаждения и т.д. графическим путем	*ОПК-1, ПК-4*
6	Тема 7. Методы подбора эмпирических формул.	4	Основные методы обобщения экспериментальных данных по методу формализации	Метод средних, метод конечных разностей	*ОПК-1, ПК-4*
7	Тема 8. Корреляционный анализ	4	Корреляционный анализ как метод обобщения экспериментальных данных	Оценка тесноты связи корреляционных данных	*ОПК-1, ПК-4*
8	Тема 9. Регрессионный анализ. Дисперсионный анализ.	8	Регрессионный и дисперсионный анализ.	Одномерная регрессия, полиномиальная регрессия. Остаточный средний квадрат как оценка качества аппроксимации.	*ОПК-1, ПК-4*
3 СЕМЕСТР					
9	Тема 10. Метод наименьших квадратов.	2	Метод наименьших квадратов (МНК) как частный случай метода максимального правдоподобия.	Обобщение данных по методу МНК	*ОПК-1, ПК-4*
10	Тема 11. Линейный регрессионный анализ	2	Одномерная линейная регрессия	Разбор линейной функции по регрессионному методу	*ОПК-1, ПК-4*
11	Тема 12. Нелинейный регрессионный анализ	4	Степенная, показательная и гиперболическая регрессия	Разбор степенной, показательной и гиперболической функции по регрессионному методу	*ОПК-1, ПК-4*
12	Тема 13. Линейный	2	Линейный корреляционный анализ	Теснота связи и коэффициент	*ПК-4*

	корреляционный анализ			эластичности	
13	Тема 14. Нелинейный корреляционный анализ	2	Нелинейный корреляционный анализ	Остаточный средний квадрат как оценка качества аппроксимации	*ПК-4*
14	Тема 15. Линейный дисперсионный анализ	2	Линейный дисперсионный анализ	Дисперсия многофакторного эксперимента. Факторная сумма квадратов отклонения	*ПК-4, ПК-8*
15	Тема 16. Нелинейный дисперсионный анализ	2	Нелинейный дисперсионный анализ	Факторная и остаточная дисперсия нелинейной функции	*ПК-4, ПК-8*
16	Тема 17. Построение вариационных рядов	2	Построение вариационных рядов	Гистограмма, полигон, подтверждение экспериментальных данных теоретическими	*ПК-4, ПК-8*

Лабораторные занятия проводятся в помещениях учебных и научных лабораторий кафедры «Теоретические основы теплотехники» с использованием лабораторных и исследовательских экспериментальных установок, и стендов**.**

8. Самостоятельная работа бакалавра

Темы, выносимые на самостоятельную работу	**Часы**	**Форма СРС**	**Формируемые компетенции**
Статистический контроль производственного процесса	7	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы, оформление отчета в виде реферата	*ПК-8*
Использование 7 простых методов в статистическом контроле качества	7	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы, оформление отчета	*ПК-8*
Проверка статистических гипотез для целей статистического контроля качества процессов	7	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы, оформление отчета	*ПК-4*
Разрешение экспериментальной установки. Методы оценки экспериментального разрешения по известным процессам.	7	Изучение рекомендуемой литературы, оформление отчета	*ПК-4, ПК-8*
Понятие о методе моделирования Монте-Карло.	7	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; выполнение заданий, оформление отчета	*ОПК-1, ПК-4*

Результаты измерения как случайные величины.	7	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы, оформление отчета	*ПК-8*
Статистические и систематические ошибки измерений.	7	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы, оформление отчета в виде реферата	*ПК-8*
Функции распределения случайной величины. Свойства основных функций распределения.	7	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы, оформление отчета	*ПК-4, ПК-8*
Проверка статистических гипотез. Критерии $\chi 2$, Колмогорова	7	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы, оформление отчета	*ПК-4*
Ошибки измерений	2	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы, оформление отчета в виде реферата	*ПК-8*
Свойства случайных величин	2	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы, оформление отчета	*ПК-8*
Методы организации эксперимента	2	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы	*ПК-4, ПК-8*
Требования к факторам при планировании эксперимента	4	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы, оформление отчета	*ПК-8*
Проверка адекватности полученной математической модели	4	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы, оформление отчета	*ОПК-1, ПК-4*
Проверка значимости коэффициентов регрессии.	4	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы, оформление отчета	*ПК-4*

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Методы обработки экспериментальных данных» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в Положении о рейтинговой системе.

При изучении указанной дисциплины предусматривается:

- 2 семестр: проведение тестирования, сдача лабораторных работ и реферата с презентациями. За эти виды работ студент может получить количество баллов – от 36 до 60

(см. таблицу). В результате максимальный текущий рейтинг составит 60 баллов. За экзамен студент может получить максимальное количество баллов – 40. В итоге максимальный рейтинг за изучение дисциплины составляет 100 баллов.

- 3 семестр: сдача лабораторных работ и контрольный опрос остаточных знаний. За эти виды работ студент может получить количество баллов – от 60 до 100 (см. таблицу). В результате максимальный текущий рейтинг составит 100 баллов.

Оценочные средства	**Кол-во**	**Min, баллов**	**Max, баллов**
2 семестр			
Лабораторная работа	**4**	**28**	**44**
Тестирование	**1**	**3**	**5**
Реферат	**1**	**5**	**11**
Экзамен		**24**	**40**
Итого:		**60**	**100**
3 семестр			
Лабораторная работа	**4**	**40**	**60**
Контрольный опрос	**1**	**20**	**40**
Итого:		**60**	**100**

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины «Методы обработки экспериментальных данных»

11.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Методы обработки экспериментальных данных» в качестве основных источников информации, рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	**Кол-во экз.**
1. Федоткин, М.А. Модели в теории вероятностей / Федоткин М.А. — Moscow : Физматлит, 2012 .	ЭБС «Консультант студента» http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922113847.html Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
2. Косарев, Е.Л. Методы обработки экспериментальных данных / Косарев Е.Л. — Moscow : Физматлит, 2008 .— Методы обработки экспериментальных	ЭБС «Консультант студента» http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922106085.html Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ

данных [Электронный ресурс] / Косарев Е.Л. - 2-е изд., перераб. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.	
3. Острейковский, Владислав Алексеевич. Статистические методы обработки экспериментальных данных с использованием пакета MathCad : Учебное пособие .— Москва ; Москва : ООО "КУРС" : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2015 .— 208 с.	ЭБС «znanium.com» http://znanium.com/go.php?id=508241 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации, рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Трусов, П.В. Введение в математическое моделирование / Трусов П.В. — Moscow : Логос, 2004 .	ЭБС «Консультант студента» http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5940102727.html Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
2. Карманов, Ф.И. Статистические методы обработки экспериментальных данных. Лабораторный практикум с использованием пакета MathCad: / Карманов Ф.И. ; Острейковский В.А. — Moscow : Абрис, 2012 .— Статистические методы обработки экспериментальных данных. Лабораторный практикум с использованием пакета MathCad [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / Ф.И. Карманов, В.А. Острейковский. - М. : Абрис, 2012.	ЭБС «Консультант студента» http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200599.html Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
3. Афанасьева, Н.Ю. Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Ю. Афанасьева .— Москва : КноРус, 2010 .— 330 с.	ЭБС «book.ru» http://www.book.ru/book/900398 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ

11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Методы обработки экспериментальных данных» в качестве электронных источников информации, рекомендуется использовать следующие источники:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: http://ruslan.kstu.ru/
2. Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: http://ft.kstu.ru/ft/
3. ЭБС «Консультант студента» - Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru
4. ЭБС «znanium.com» - Режим доступа: www.znanium.com
5. ЭБС «book.ru» - Режим доступа: www.book.ru

Согласовано:
Зав. сектором ОКУФ

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

На кафедре теоретических основ теплотехники в учебном процессе при выполнении лабораторных работ и практических занятий используется современная вычислительная техника. Компьютерный класс укомплектован необходимым количеством персональных компьютеров PC AT и программным обеспечением. В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства; наборы слайдов и кинофильмов; демонстрационные приборы; при необходимости – средства мониторинга и т.д.

13. Образовательные технологии

Удельный вес занятий, проводимых с использованием интерактивных форм обучения составляет 18 часов. Лекционные занятия проводятся при помощи проектора в виде презентаций и слайдов.

При защите лабораторных работ интерактивной формой является дискуссия.