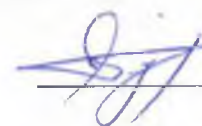


Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
А.В. Бурмистров



« 21 » ноября 2017г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б1.В.ДВ.5.2 «Математическое моделирование»

Направление подготовки	15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
Профиль подготовки	Вакуумная и компрессорная техника физических установок
Квалификация (степень) выпускника	<u>БАКАЛАВР</u>
Форма обучения	очная
Институт, факультет	ИХНМ, механический
Кафедра-разработчик рабочей программы	ВТЭУ
Курс, семестр	2к., 3с.

Наименование	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Лабораторные занятия	36	1
Самостоятельная работа	54	1,5
Форма аттестации - экзамен	36	1
Всего	144	4

Казань, 2017 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (утвержден приказом МИНОБРНАУКИ России от 20 октября 2015 года № 1170) по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» для профиля «Вакуумная и компрессорная техника физических установок», на основании учебного плана набора обучающихся 2015-2017г.г.

Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Разработчик программы:

доцент

Райков А.А. Райков

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ВТЭУ
протокол от 15 ноября 2017г. № 2

Зав. кафедрой, профессор

Аляев В.А. Аляев

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии МФ
от « 20 » ноября 2017г. № 8

Председатель комиссии, доцент

Гаврилов А.В. Гаврилов

Начальник УМЦ, доцент

Китаева Л.А. Китаева

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Математическое моделирование» являются:

- а) Получение знаний и навыков в области теории моделирования процессов, протекающих в объемных вакуумных насосах;
- б) Подготовка к самостоятельному созданию математических моделей рабочих процессов;

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Математическое моделирование» является дисциплиной по выбору, относится к вариативной части ООП.

Для успешного освоения дисциплины «Математическое моделирование» обучающийся по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.Б.5 Математика
- б) Б1.Б.6 Физика
- в) Б1.Б.9 Информационные технологии
- г) Б1.Б.10 Теоретическая механика
- д) Б1.Б.14 Материаловедение

Знания, полученные при изучении дисциплины «Математическое моделирование», могут быть использованы при прохождении преддипломной практики и выполнении выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе изучения данной дисциплины студент должен овладеть **следующими компетенциями:**

- 1. ОПК-1 способностью к приобретению с большой степенью самостоятельности новых знаний с использованием современных образовательных и информационных технологий;
- 2. ПК-2: умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

- а) методы математического моделирования рабочих процессов, их преимущества и недостатки, границы применимости;
- б) этапы математического моделирования объемных ВН;
- в) методы оптимизации рабочего процесса с использованием математической модели.

2) Уметь:

- а) выбрать необходимый вид математической модели для решения конкретной задачи с учетом ее особенностей и границ применимости;
- б) проводить схематизацию этапов рабочего процесса;
- в) провести анализ адекватности результатов моделирования.

3) Владеть:

- а) расчета откачных и энергетических характеристик объемных ВН,
- б) навыками математического моделирования состояния газа в объемных ВН,
- в) приемами оптимизации конструкции насосов на основе результатов моделирования.

4. **Структура и содержание дисциплины «Математическое моделирование»**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины (темы)	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практ. занят	Лаб. рабы	СРС	
1	Тема 1	3	3	-	-	8	Собеседование, тестирование, отчет по лабораторным работам
2	Тема 2	3	4	-	8	12	Собеседование, тестирование, отчет по лабораторным работам
3	Тема 3	3	1	-	4	4	Собеседование, тестирование, отчет по лабораторным работам
4	Тема 4	3	5	-	4	10	Собеседование, тестирование, отчет по лабораторным работам
5	Тема 5	3	2	-	8	10	Собеседование, тестирование, отчет по лабораторным работам
6	Тема 6	3	3	-	12	10	Собеседование, тестирование, отчет по лабораторным работам
	Итого:		18	-	36	54	
	Промежут. аттестация						Экзамен

5. **Содержание лекционных занятий по темам**

№ п/п	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1.	3	Тема 1. Методы математического моделирования рабочих процессов, их преимущества и недостатки, границы применимости	Обзор типов математических моделей: геометрически-подобных, математически-подобных и физически-подобных. Преимущества и недостатки каждого типа и граница их применимости. Вопрос определения адекватности модели.	ОПК-1, ПК-2
2.	4	Тема 2. Метод конечных объемов	Метод конечных объемов применительно к моделированию течения газа в вязкостном и переходном режимах. Основные дифференциальные уравнения газовой динамики, используемые в данном методе и способы их решения. Этапы постановки и решения проблем гидрогазодинамики: выделение расчетной области, создание сетки, задание граничных условий, анализ сходимости решения, обработка результатов расчета. Современные программные комплексы вычислительной гидрогазодинамики: Ansys Fluent, CFX	ОПК-1, ПК-2
3.	1	Тема 3. Этапы математического	Этапы построения математической модели объемного ВН: выбор: постановка задачи исследования, разработка математической	ОПК-1, ПК-2

		моделирования объемных ВН	модели, выбор или разработка числового метода, исследование на математической модели, рассмотрение вопроса о переносе полученных на математической модели данных на реальный объект изучения и об использовании полученной информации в практической деятельности.	
4	5	Тема 4. Расчет перетеканий	Обзор методов расчета перетеканий через каналы ВН: цилиндрические, плоские и радиальные. Формулы расчета проводимости через данные каналы. Вопрос учета влияния движения стенок канала на проводимость.	ОПК-1, ПК-2
5.	2	Тема 5. Моделирование клапанов. Теплообмен	Методика моделирования работы самодельствующих клапанов. Расчет газовых сил, действующих на клапан. Динамика движения запорного элемента и проводимость клапана в различных положениях. Расчет теплообмена со стенками	ОПК-1, ПК-2
6.	3	Тема 6. Методы оптимизации рабочего процесса с использованием математической модели	Методы оптимизации рабочего процесса. Подбор критериев оптимальности применительно к объемным ВН. Расчет оптимальных параметров для поршневого вакуумного насоса	ОПК-1, ПК-2

6. *Содержание практических занятий* учебным планом не предусмотрены

7. *Содержание лабораторных занятий*

Лабораторные занятия проводятся с использованием инновационной образовательной технологии – разбор конкретных ситуаций, которая позволяет вести диалог со студентами по вопросам их будущей специальности.

№ п/п	Тема	Наименование лабораторного занятия	Краткое содержание	Час ы	Форм-ые комп-ции
1	Тема 2. Метод конечных объемов	Лабораторная работа №1. Моделирование геометрии рабочей полости поршневого насоса	Создание модели рабочей полости насоса, расчет зависимости объема от угла поворота ротора, построение графов перетеканий. Расчет геометрической быстроты действия	8	ОПК-1, ПК-2
2	Тема 3. Этапы математического моделирования объемных ВН	Лабораторная работа №2. Моделирование работы самодельствующих клапанов	Разбор последовательности рабочего процесса. Моделирования динамики клапанов, расчет действующих на них сил, вычисление проводимости	4	ОПК-1, ПК-2
3	Тема 4. Расчет перетеканий	Лабораторная работа №3. Создание модели для расчета параметров	Запись системы дифференциальных уравнений (ДУ) состояния газа в полости насоса с	4	ОПК-1, ПК-2

		газа в рабочей полости	учетом перетеканий		
4	Тема 5. Моделирование клапанов. Теплообмен	Лабораторная работа №4. Моделирование теплообменных процессов	Добавление в математическую модель уравнений теплообмена газа со стенками рабочей полости и	8	ОПК-1, ПК-2
5	Тема 6. Методы оптимизации рабочего процесса с использованием математической модели	Лабораторная работа №5. Расчет индикаторных диаграмм и быстроты действия насоса	Решение системы ДУ методом последовательного приближения. Получение индикаторных диаграмм насоса	6	ОПК-1, ПК-2
6	Тема 6. Методы оптимизации рабочего процесса с использованием математической модели	Лабораторная работа №6. Оптимизация параметров поршневого насоса	Определение оптимальных параметров насоса для заданных рабочих условий при помощи математической модели	6	ОПК-1, ПК-2
		Итого		36	

Цель проведения лабораторных занятий – освоение лекционного материала, касающегося теории и практики математического моделирования, а также выработка студентами определенных умений, связанных с созданием и использованием математических моделей физических процессов.

Лабораторные занятия проводятся в помещении учебной лаборатории кафедры «Компьютерный класс», с использованием ПЭВМ.

8. Самостоятельная работа обучающегося в бакалавриате

№ п/п	Темы дисциплины	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Тема № 1.	8	Проработка лекционного и другого теоретического материала	ОПК-1, ПК-2
2	Тема № 2.	12	Проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к лабораторной работе №1, оформление и сдача отчета по лабораторной работе	ОПК-1, ПК-2
3	Тема № 3.	4	Проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к лабораторной работе, оформление и сдача отчета по лабораторной работе №2	ОПК-1, ПК-2
4	Тема № 4	10	Проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к лабораторной работе №3, оформление отчетов по лабораторной работе №3,	ОПК-1, ПК-2
5	Тема № 5.	10	Проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к лабораторной работе №4, оформление отчета по лабораторной работе №4	ОПК-1, ПК-2

6	Тема № 6.	10	Проработка лекционного и другого теоретического материала, подготовка к лабораторным работам №5, №6, оформление отчета по лабораторным работам №5, №6,	ОПК-1, ПК-2
	Итого	54		

9. *Использование рейтинговой системы оценки знаний.*

Значения текущего рейтинга выставляются преподавателем при выполнении всех контрольных точек и заданий (исходя из максимальной оценки 60 баллов).

Система оценки знаний в рамках изучения дисциплины «Математическое моделирование»

Вид работы	Количество работ	Максимальный балл	Минимальная сумма баллов	Максимальная сумма баллов
<i>Текущий контроль</i>				
Лабораторные работы	6	5	18	30
Собеседование	6	2	6	12
Тестирование	1	18	12	18
Итого			36	60
Промежуточный контроль (экзамен)			24	40
Итого			60	100

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины «Математическое моделирование» в качестве источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

10.1 Основная литература

№	Основные источники информации	Количество экземпляров
1	Розанов Л.Н. Вакуумная техника / Л.Н. Розанов. - М., Высш. шк., 2007. - 392 с.	100 экз. в УНИЦ КНИТУ
2	Методы расчета сложных вакуумных систем / С.Б.Нестеров, А.В. Бурмистров и др. - М.: ОМР. ПРИНТ, 2010. - 370 с.	200 экз. в УНИЦ КНИТУ
3	Техника измерения вакуума / Аляев В.А., Кузьмин В.В.; Казан. гос. технол. ун-т. - Казань, 2009. - 374 с.	5 экз. в УНИЦ КНИТУ
4	Левин В.А. Элементы линейной алгебры и аналитической геометрии на базе пакета «Mathematica» / В.А. Левин, В.В. Калинин, Е.В. Рыбалка. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 192 с.	ЭБС КнигаФонд http://www.knigafund.ru/books/174684 Доступ с любой точки Интернет после регистрации по IP-адресам КНИТУ
5	Вакуумная техника. Оборудование, проектирование, технологии, эксплуатация. Ч.1. Инженерно-физические основы: учебное пособие / М.Х. Хабляев, Г.Л. Саксаганский, А.В. Бурмистров; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. - Казань: Изд-во КНИТУ, 2013. - 232 с.	84 экз. в УНИЦ КНИТУ

10.2 Дополнительная литература

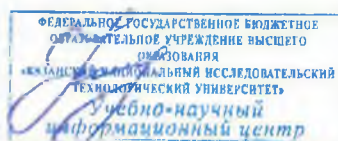
№	Основные источники информации	Количество экземпляров
1	Введение в математическое моделирование: учебное пособие; под ред. П.В. Трусова. - М.: Логос, 2014. - 440 с.	ЭБС КнигаФонд http://www.knigafund.ru/books/173572 Доступ с любой точки Интернет после регистрации по IP-адресам КНИТУ
2	Роторные вакуумные насосы: методические указания к лабораторным работам / сост. А.В. Бурмистров; Казан. гос. технол. ун-т. - Казань, 2007. - 61 с.	50 экз. на кафедре ВТЭУ
3	Видин Ю. В. Инженерные методы расчета задач теплообмена [Электронный ресурс]: монография / Ю. В. Видин, В. В. Иванов, Р. В. Казаков. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. - 168 с.	ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=506059 Доступ с любой точки Интернет после регистрации по IP-адресам КНИТУ
4	Бурмистров А.В. Бесконтактные вакуумные насосы: учеб. пособие / А.В. Бурмистров; Казан. гос. технол. ун-т. - Казань, 2010. - 102 с.	72 экз. в УНИЦ КНИТУ
5	Вакуумная техника: справочник / К.Е. Демихов, Ю.В. Панфилов, Н.К. Никулин и др.; под общ. ред. К.Е. Демихова, Ю.В. Панфилова. 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 2009. - 590 с., ил.	149 экз. в УНИЦ КНИТУ

10.3 Электронные источники информации

1. ЭБС Znanium.com <http://znanium.com/>;
2. Электронно-библиотечная система (ЭБС) «КнигаФонд» (www.knigafund.ru/);
3. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ <http://ruslan.kstu.ru/>.

Согласовано:

Зав. сектором ОКУФ



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

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся разработаны согласно Положению о Фонде оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформлены отдельным документом.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Лекционные занятия:

При чтении лекций по дисциплине «Математическое моделирование» используются комплект электронных презентаций, слайдов, видеофильмов. Аудитория В-322 оснащена презентационной техникой (проектор Оверхед -проектор "MEDIUM Traveller 3" , экран, компьютер/ноутбук).

2. Лабораторные работы

а) Лаборатория «Компьютерный класс», оснащена ПЭВМ в количестве 8 штук, широкоформатным плоттером (формат печати A1), двумя принтерами (формат печати A4), сканером, системой климат-контроля, оверхед- проектором Medium Traveller 3, проектор Toshiba S20, экраном настенным рулонным SlimScreen, ноутбуком Toshiba R ,-проектором BENQ MP611.

б) шаблоны расчетов и отчетов по лабораторным работам представлены в электронном виде,

3. Прочее

Рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет, рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

4. Средства визуализации информации

1. Интерактивная математическая модель поршневого вакуумного насоса

13. Образовательные технологии

Удельный вес занятий, проводимых с использованием интерактивной формы обучения (разбор конкретных ситуаций) составляет 10 часов: лекционных занятий - 2 часа, лабораторных занятий - 8 часов.

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине Б1.В.ДВ.5.2 «Математическое моделирование»
пересмотрена на заседании кафедры ВТЭУ

№п /п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры)	Налич ие измене ний	Наличие изменен ий в списке литерату ры	Разработчик РП (подпись) Доц. А.А. Райков	Заведующий кафедрой (подпись) Проф. В.А. Аляев	Начальник УМЦ/ОМг/ОАиД (подпись) Доц. Л.А. Китаева
1	№1 от 31.08.2018	нет	нет	