

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

(подпись)

« 1 июля 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ОД.6 «Математическое моделирование физических процессов»

Направление подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»

Профиль подготовки Техника и физика низких температур

Квалификация выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения ОЧНАЯ

Институт, факультет ИХНМ, ФЭМТО

Кафедра-разработчик рабочей программы «Холодильной техники и технологии»

Курс – 3, 4, семестр – 6, 7

	Часы			Зачетные единицы
	6 семестр	7 семестр	всего	
Лекции	9	9	18	0,5
Практические занятия	18	-	18	0,5
Лабораторные занятия	9	27	36	1
Самостоятельная работа	36	36	72	2
Форма аттестации	зачет	36 экзамен	36	1
Всего	180			5

Казань, 2017 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования №1034 от 11.08.2016г. по направлению 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» для профиля подготовки «Техника и физика низких температур», на основании учебного плана набора обучающихся 2015, 2016, 2017 г.

Разработчик программы:

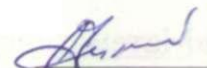
доцент каф.ХТиТ
(должность)


(подпись)

Мустафин Т.Н.
(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТТ, протокол №2 от 25.10.2017 г.

Зав. кафедрой, проф.

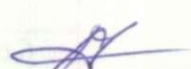

(подпись)

Хисамеев И.Г.
(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии факультета ЭмТО
от 30.10.2017 г. № 2

Председатель комиссии, доцент


(подпись)

Хамидуллин М.С.
(Ф.И.О.)

Начальник УМЦ, доцент


(подпись)

Китаева Л.А.
(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Б1.В.ОД.6 «Математическое моделирование физических процессов» являются:

- а) формирование понимания стационарные, нестационарные и квазистационарные процессы;
- б) обучение технологии моделирования процессов;
- в) обучение способам применения моделирования для описания термодинамических процессов в рабочей полости компрессоров объемного принципа действия;
- г) раскрытие сущности происходящих процессов в рабочей полости компрессоров объемного принципа действия.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ОД.6 «Математическое моделирование физических процессов» относится к вариативной части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины Б1.В.ОД.6 «Математическое моделирование физических процессов» бакалавр по направлению подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.Б.5. Высшая математика/математика;
- б) Б1.Б.6. Физика (общая)/физика;
- в) Б1.Б.15 Термодинамика;
- г) Б1.В.ОД.12 Объемные компрессоры холодильных машин.

Знания, полученные при изучении дисциплины Б1.В.ОД.6 «Математическое моделирование физических процессов» могут быть использованы при выполнении выпускных квалификационных работ, могут быть использованы в научно-исследовательской деятельности по направлению подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК-1 Способностью к участию в разработке методов прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик.

ПК-2 Готовностью к участию в проведении физического и численного эксперимента, к подготовке соответствующих экспериментальных стендов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
ПК-1,2

1) Знать:

- а) Основные понятия и определения стационарных, нестационарных и квазистационарных процессов;
- б) виды математической модели компрессорных и расширительных машин объемного вытеснения, способы их построения;
- в) понятие о допущениях математической моделии какие ограничения они накладывают;
- г) способы метаматематического моделирования теплообменных аппаратов;
- д) способы оценки времени захолаживания.

2) Уметь:

- а) пользоваться учебной, справочной, специальной и периодической литературой;
- б) производить построение математических моделей;
- в) выполнять реализацию математических моделей с применение ЭВМ.

3) Владеть:

- а) современными прикладными программами по расчету термодинамических циклов работы низкотемпературных установок, теплофизических параметров хладагентов в зависимости от температурного режима;
- б) навыками построения и реализации математических моделей;
- в) навыками интерпретации получаемых в ходе математического моделирования результатов.

4. Структура и содержание дисциплины Б1.В.ОД.6 «Математическое моделирование физических процессов»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетные единицы, 180 часов.

№ п/ п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
		Лек- ции	Семинар (Практиче- ские занятия, лаборатор- ные практи- кумы)	Лабора- торные ра- боты	СРС	
6 семестр						
1	Численные методы ли- нейной алгебры	4	4	5	9	Защита практи- ческих и лабора- торных работ
2	Математическая модель объемных компрессор- ных и расширительных машин	2	4	4	9	Защита практи- ческих и лабора- торных работ
3	Математическая модель самодействующих кла- панов компрессорных и расширительных машин	2	4	-	9	Защита практи- ческих работ
4	Реализация математиче- ской модели объемных компрессорных и рас- ширительных машин и расчет на ее основе инте- гральных характеристик машин	1	6	-	9	Защита практи- ческих работ
Итого в 6 семестре		9	18	9	36	
Форма аттестации						Зачет
7 семестр						
5	Реализация математиче- ской модели объемных компрессорных и рас- ширительных машин и расчет на ее основе инте- гральных характеристик машин	3	-	6	9	Защита практи- ческих работ
6	Математическая модель совместной работы теп- лообменника и компрес- сорного агрегата в соста- ве холодильной машины	2	-	6	9	Защита практи- ческих работ
7	Расчет времени захола-	2	-	6	9	Защита практи-

	живания холодильной системы					ческих работ
8	Основы расчета температурных полей в элементах аппаратов холодильных машин	2	-	9	9	Защита практических работ
Итого в 7 семестре		9	-	27	36	
Форма аттестации						Экзамен

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций

№п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
6 семестр					
1	Численные методы линейной алгебры	2	Метод Гаусса	Особенности применения и построения метода наименьших квадратов по алгоритму программы Mahcat и стандартными процедурами программы	ПК-1, ПК-2
		2	Метод простых итераций и метод Зейделя	Особенности применения и построения метода простых итераций и метода Зейделя по алгоритму программы Mahcat и стандартными процедурами программы	ПК-1, ПК-2
2	Математическая модель объемных компрессорных и расширительных машин	1	Вывод дифференциальных уравнений	Вывод дифференциальных уравнений, описывающих процессы компрессорных и расширительных машин	ПК-1
		1	Расчет перетечек	Алгоритм расчета перетечек через окна объемных компрессоров.	ПК-1

				Особенности под- хода и реализации	
3	Математическая мо- дель самодействующих клапанов ком- прессорных и расширительных машин	2	Математическая мо- дель самодействующих клапанов ком- прессорных и расширительных ма- шин	Алгоритм расчета самодействующих клапанов объём- ных компрессо- ров. Особенности подхода и реали- зации	ПК-1, ПК-2
4	Реализация матема- тической модели объемных компрес- сорных и расшири- тельных машин и расчет на ее основе интегральных харак- теристик машин	1	Особенности инте- грирования диффе- ренциальных уравне- ний для поршневых компрессоров	Алгоритм и осо- бенности инте- грирования диф- ференциальных уравнений для поршневых ком- прессоров	ПК-1, ПК-2
7 семестр					
5	Реализация матема- тической модели объемных компрес- сорных и расшири- тельных машин и расчет на ее основе интегральных харак- теристик машин	2	Особенности инте- грирования диффе- ренциальных уравне- ний для ротационных компрессоров	Алгоритм и осо- бенности инте- грирования диф- ференциальных уравнений для ро- тационных ком- прессоров	ПК-1, ПК-2
		1	Расчет интегральных характеристик	Алгоритм расчета интегральных ха- рактеристик ма- тематической мо- дели объемных компрессорных и расширительных машин	ПК-1
6	Математическая мо- дель совместной ра- боты теплообменни- ка и компрессорного агрегата в составе холодильной маши- ны	2	Математическая мо- дель совместной ра- боты теплообменника и компрессорного аг- регата в составе холо- дильной машины	Алгоритм расчета математической модели совмест- ной работы теп- лообменника и компрессорного агрегата в составе холодильной ма- шины	ПК-1, ПК-2
7	Расчет времени за- холаживания холо- дильной системы	2	Расчет времени захо- лаживания холодиль- ной системы	Алгоритм расчета времени захола- живания холо- дильной системы, его применение.	ПК-1
8	Основы расчета тем- пературных полей в	2	Основы расчета тем- пературных полей в	Алгоритм расчета температурных	ПК-1

	элементах аппаратов холодильных машин		элементах аппаратов холодильных машин	полей в элементах аппаратов холо- дильных машин	
--	--	--	--	---	--

6. Содержание практических занятий

Цель проведения практических занятий – закрепление теоретического (лекционного) материала, ознакомление с макетами аппаратов, проведение расчетов режимных параметров, коллективное обсуждение и оценка результатов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование практи- ческой работы	Формируемые ком- петенции
6 семестр				
1	Численные методы ли- нейной алгебры	4	Метод простых итераций и метод Зейделя	ПК-1
2	Математическая мо- дель объемных ком- прессорных и расшири- тельных машин	4	Особенности интегриро- вания дифференциаль- ных уравнений для рота- ционных компрессоров	ПК-1, ПК-2
3	Математическая мо- дель самодействующих клапанов компрессор- ных и расширительных машин	4	Расчет времени захола- живания холодильной системы	ПК-1, ПК-2
4	Реализация математи- ческой модели объем- ных компрессорных и расширительных ма- шин и расчет на ее ос- нове интегральных ха- рактеристик машин	6	Основы расчета темпе- ратурных полей в эле- ментах аппаратов холо- дильных машин	ПК-1, ПК-2

7. Содержание лабораторных занятий

Цель проведения лабораторных занятий – закрепление теоретического (лекционного) материала и выработка умений.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Формируемые компетенции
6 семестр				
1	Численные методы линейной алгебры	1	Метод Гаусса	ПК-1
		4	Метод простых итераций и метод Зейделя	ПК-1
2	Математическая модель объемных компрессорных и расширительных машин	4	Расчет перетечек	ПК-1, ПК-2
7 семестр				
5	Реализация математической модели объемных компрессорных и расширительных машин и расчет на ее основе интегральных характеристик машин	6	Особенности интегрирования дифференциальных уравнений для ротационных компрессоров	ПК-1, ПК-2
6	Математическая модель совместной работы теплообменника и компрессорного агрегата в составе холодильной машины	6	Математическая модель совместной работы теплообменника и компрессорного агрегата в составе холодильной машины	ПК-1, ПК-2
7	Расчет времени захлаживания холодильной системы	6	Расчет времени захлаживания холодильной системы	ПК-1, ПК-2
8	Основы расчета температурных полей в элементах аппаратов холодильных машин	9	Основы расчета температурных полей в элементах аппаратов холодильных машин	ПК-1, ПК-2

Лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории кафедры «Холодильной техники и технологии» с использованием компьютерного класса и графических проекторов.

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
6 семестр				
1	Основы численных методов.	9	Проработка теоретического материала.	ПК-1
2	Математическая модель объемных компрессорных и расширительных машин	9	Проработка теоретического материала, оформление расчетной и лабораторной работ,	ПК-1, ПК-2
3	Математическая модель самодействующих клапанов компрессорных и расширительных машин	9	Проработка теоретического материала, оформление расчетной работы,	ПК-1, ПК-2
4	Реализация математической модели объемных компрессорных и расширительных машин и расчет на ее основе интегральных характеристик машин	9	Проработка теоретического материала.	ПК-1, ПК-2
7 семестр				
5	Реализация математической модели объемных компрессорных и расширительных машин и расчет на ее основе интегральных характеристик машин	9	Проработка теоретического материала.	ПК-1, ПК-2
6	Математическая модель совместной работы теплообменника и компрессорного агрегата в составе холодильной машины	9	Проработка теоретического материала, оформление расчетной работы,	ПК-1, ПК-2
7	Расчет времени захлаживания холодильной системы	9	Проработка теоретического материала, оформление расчетной работы,	ПК-1
8	Основы расчета температурных полей в элементах аппаратов холодильных машин	9	Проработка теоретического материала, оформление расчетной работы,	ПК-1

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины Б1.В.ОД.6 «Математическое моделирование физических процессов» 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 дисциплины предусматривается зачет и экзамен, выполнение трех лабораторных работ в 6 семестре и четырех лабораторных работ в 7 семестре, выполнение четырех практических работ в 6 семестре. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

За экзамен студент может получить минимум 24 балла и максимум – 40 баллов.

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
6 семестр			
Лабораторная работа	3	24	36
Практическая работа	4	36	64
Итого:		60	100
7 семестр			
Лабораторная работа	4	36	60
Экзамен		24	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 разработаны согласно положению о Фондах оценочных средств, рассмотрены, как составная часть рабочей программы и оформлены отдельным документом.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1. Основная литература

При изучении дисциплины Б1.В.ОД.6 «Математическое моделирование физических процессов» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Соболева О. Н. Введение в численные методы: учебное пособие / О. Н. Соболева – НГТУ. – 2011. – 64 с.	ЭБС knigafund.ru http://www.knigafund.ru/books/185553 Доступ из любой точки интернет после регистрации по IP-адресам КНИТУ.
2. Гулин А. В. Введение в численные методы в задачах и упражнениях: Учебное пособие / А.В. Гулин и др. - М.: АРГАМАК-МЕДИА: ИНФРА-М, 2014. - 368 с.	ЭБС Znanium.com http://znanium.com/bookread2.php?book=454592 Доступ из любой точки интернет после регистрации по IP-адресам КНИТУ.
3. Хисамеев, И. Г. Двухроторные винтовые и прямозубые компрессоры: Теория, расчет и проектирование/ И.Г. Хисамеев, В.А. Максимов; АН Республики Татарстан.— Казань: Фэн, 2000.—638 с.	201 экз. в УНИЦ КНИТУ
4. Поршневые компрессоры. Том 1. Теория и расчет [Электронный ресурс] / Пластинин П.И. - 3-е изд., доп. - М.: КолосС, 2013. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений)- 711 с.	ЭБС «Консультант студента» http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5953204280.html Доступ из любой точки интернета после регистрации по IP адресу КНИТУ
5. Ибраев А. М. Теоретические основы холодильной техники: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 16.03.03 "Холодильная, криогенная техника и сист. жизнеобеспечения" / А.М. Ибраев, М.С. Хамидуллин, И.Г. Хисамеев; Казанский нац. исслед. техн. ун-т, Казанский завод точного машиностроения.— Казань : Слово, 2016 .— 220, [2] с.	176 экз. в УНИЦ КНИТУ

11.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Костомаров Д. П. Вводные лекции по численным методам: учебное пособие. / Д. П. Костомаров, А. П. Фаворский – Логос. – 2006. – 184 с.	ЭБС knigafund.ru http://www.knigafund.ru/books/177455 Доступ из любой точки интернет после регистрации по IP-адресам КНИТУ.
2. Маничев В. Б. Численные методы. Достоверное и точное численное решение дифференц и алгебр. уравнений в САЕ-системах САПР: Уч.пос. / Маничев В.Б., Глазкова В.В., Кузьмина И.А. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 152 с.	ЭБС Znanium.com http://znanium.com/bookread2.php?book=423817 Доступ из любой точки интернет после регистрации по IP-адресам КНИТУ.
Ибраев, А. М. Теоретические основы холодильной техники [Монографии] [Электронный ресурс] : монография / А.М. Ибраев, А.А. Сагдеев; Нижнекамск. хим.-технол. ин-т (фил.) Казан. нац. исслед. технол. ун-та.- Нижнекамск, 2012.- 124 с.	В ЭБ УНИЦ http://ft.kstu.ru/ft/Ibraev-teoreticheskie_osnovy_kholodilnoi_tekhniki.pdf Доступ с IP адресов КНИТУ

11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины Б1.В.ОД.6 «Математическое моделирование физических процессов» использование электронных источников информации:

1. Прикладной пакет для построения и расчёта циклов холодильных машин Refrigeration Utilities.

2. Электронная газета www.holodilshik.ru, форум интернет-журнала Холод-консультант.

3. Веб-сайты ведущих мировых производителей холодильного оборудования, в частности www.bitzer.ru, www.copeland.ru, www.york.ru, www.krioprom.ru

Согласовано:

Зав.сектором ОКУФ



12. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины Б1.В.ОД.6 «Математическое моделирование физических процессов» используются следующие средства для проведения занятий.

1. Лекционные занятия:

- а) раздаточные материалы в виде рисунков, схем и т.д. по теме лекции;
- б) аудитория, оснащенная презентационной техникой: проектор, экран, ноутбук.

2. Практические занятия:

- а) презентационная техника: проектор, экран, ноутбук;
- б) специализированное ПО *RefrigerationUtilities*.

3. Прочее:

- а) рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

13. Образовательные технологии

Количество часов в интерактивной форме составляет 23 часов от общего количества аудиторных часов.

Основные интерактивные формы проведения учебных занятий:

- дискуссия;
- изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции (лекция-беседа, лекция – дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция с заранее запланированными ошибками);
- использование общественных ресурсов, социальные проекты и другие внеаудиторные методы обучения, например просмотр и обсуждение видеофильмов, экскурсии, приглашение специалиста.

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине Б1.В.ОД.6 «Математическое моделирование физических процессов» пересмотрена на заседании кафедры «Холодильной техники и технологии» *для направления 14.03.01 профиля подготовки «Техника и физика низких температур»*

№ п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы*	Подпись разработчика РП	Подпись зав. кафедрой	Подпись начальника УМЦ/ОМГ/ОАиД
1	№ <u>1</u> от <u>7.03</u> 2018	нет	нет			
	№ ____ от ____ 20__					
	№ ____ от ____ 20__					
	№ ____ от ____ 20__					

 *Если в списке литературы есть изменения, обновленный список необходимо утвердить у заведующей сектором комплектования УНИЦ и один экземпляр представить в УМЦ/ОМГ/ОАиД.