

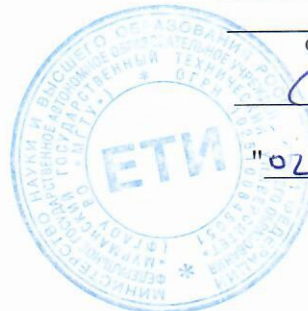
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор Естественно-  
-технологического института

Петрова Л. А.

фамилия, имя, отчество



подпись

"02" ноября 2020 год

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине: Б1.В.ДВ.02.02 Математическое моделирование холодильных производств  
код и наименование дисциплины

Направление подготовки/специальность 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения  
код направления/специальности

Направленность/специализация Холодильная техника и технология  
наименование направленности (профиля) /специализации образовательной программы

Квалификация выпускника академический бакалавр  
указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО

Кафедра-разработчик: кафедра технологического и холодильного оборудования  
название кафедры-разработчика рабочей программы

Мурманск

2020

**Лист согласования**

1 Разработчик(и)

Старший преподаватель

ТХО



Дьяков А.В.

Часть 1

должность

кафедра

подпись

Ф.И.О.

Часть 2

должность

кафедра

подпись

Ф.И.О.

Часть 3

должность

кафедра

подпись

Ф.И.О.

2. Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика рабочей программы

кафедры технологического и холодильного оборудования «23» июня 2020 г.

наименование кафедры

дата

протокол № 8



подпись

Похольченко В.А.

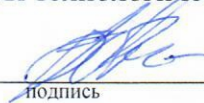
Ф.И.О. заведующего кафедры – разработчика

3 \*. Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с выпускающей кафедрой по направлению подготовки /специальности.

Заведующий выпускающей кафедры технологического и холодильного оборудования

23.06.2020

дата



подпись

Похольченко В.А.

Ф.И.О.

**Лист актуализации и изменений, вносимых в РП**

к рабочей программе по дисциплине (модулю) Б1.В.ДВ.02.02 Математическое моделирование холодильных производств входящей в состав ОПОП по направлению подготовки/специальности 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения, направленности (профилю)/специализации Холодильная техника и технология, 2020 года начала подготовки.

Таблица 1 - Изменения и дополнения

№ п/п	Дополнение или изменение, вносимое в рабочую программу в части	Содержание дополнения или изменения	Основание для внесения дополнения или изменения	Дата внесения дополнения или изменения
1	Титульного листа, по тексту документа	Переименование типа образовательной организации ФГБОУ ВО «МГТУ» в ФГАОУ ВО «МГТУ»	1.Приказ Министерства науки и высшего образования №854 от 31.07.2020г. 2. Внесение изменений в компоненты ОПОП решением Ученого совета (протокол №3 от 30.10.2020)	30.10.2020
2	Методического обеспечения дисциплины			
3	Структуры и содержания ФОС			
4	Перечня лицензионного программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем	Обновление перечня ИСС	Обновление перечня баз данных и ИСС на сайте МГТУ	30.10.2020
5	Рекомендуемой литературы	Обновление списка	Обновление библиографического каталога Университета	30.10.2020

Дополнения и изменения внесены « 30 » октября 2020 г

### Аннотация рабочей программы дисциплины

Коды циклов дисциплин, модулей, практик	Название циклов, разделов, дисциплин, модулей, практик	Краткое содержание (Цель, задачи, содержание разделов дисциплины, реализуемые компетенции, формы промежуточного контроля, формы отчетности)
1	2	3
Б.1.В.ДВ.02.02	Математическое моделирование холодильных производств	<p><b>Цель дисциплины</b> - является подготовка обучающегося в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра и рабочим учебным планом направления 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения», что предполагает освоение обучающимися основ математического моделирования процессов и аппаратов.</p> <p><b>Задачи дисциплины:</b> дать необходимые знания по основам моделирования процессов и аппаратов, основам методологии инженерных расчетов; методов и средств разработки параметризованных моделей технологических процессов и оборудования.</p> <p><b><u>В результате изучения дисциплины академический бакалавр должен:</u></b></p> <p><b>Знать:</b> методы математического моделирования при исследовании процессов и аппаратов; основные положения математического моделирования процессов и аппаратов; способы получения математических моделей процессов и аппаратов, проведения экспериментов, обработки результатов экспериментов и представления их в виде математических моделей.</p> <p><b>Уметь:</b> составлять математические модели процессов и аппаратов пищевых производств; выбирать наиболее прогрессивные способы осуществления процесса.</p> <p><b>Владеть:</b> методами математического моделирования процессов и аппаратов, экспериментального исследования процессов в пищевой промышленности; обработки результатов математической обработки экспериментальных исследований.</p> <p><b><u>Содержание разделов дисциплины:</u></b> Математические модели и их классификация. Машинное моделирование. Математические модели динамических объектов. Типовые динамические звенья. Структурное моделирование. Моделирование динамических процессов.</p> <p><b><i>Реализуемые компетенции</i></b> ОПК-1; ПК-2; ПК-4</p> <p><b><i>Формы отчетности</i></b> Семестр 5 – зачет (очная форма обучения) Курс 4 – зачет (заочная форма обучения)</p>

## Пояснительная записка

1. Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения»,  
(код и наименование направления подготовки /специальности)

утвержденного 12.03.2015 г., приказ Минобрнауки № 198 \_\_\_\_\_, учебного плана  
дата, номер приказа Минобрнауки РФ

в составе ОПОП по направлению подготовки/специальности 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения», направленности (профилю)/специализации «Холодильная техника и технология», 2020 года начала подготовки.

## 2. Цели и задачи учебной дисциплины (модуля)

**Целью дисциплины** (модуля) «Математическое моделирование холодильных и криогенных процессов» является подготовка обучающегося в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра и рабочим учебным планом направления 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения», что предполагает освоение обучающимися знаний, умений и навыков в области расчета, проектирования и компоновки технологического оборудования предприятий пищевой промышленности.

**Задачи дисциплины** (модуля): дать необходимые знания для освоения основ методологии компьютеризации инженерных расчетов; методов и средств разработки концептуальных конструкторско-технологических моделей данных; методов и средств разработки параметризованных моделей технологических процессов и оборудования; методик выполнения проектных работ на основе компьютерных технологий, их характера и специфики

## 3. Планируемые результаты обучения в рамках данной дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения»:

Таблица 2 – Результаты обучения

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции
1	ОПК-1 - способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется полностью	<b>Знать:</b> основные требования информационной безопасности и способы поиска информации; <b>Уметь:</b> применять информационно-коммуникационные технологии для решения профессиональных задач <b>Владеть:</b> навыками использования современных образовательных и информационных технологий
2	ПК-2 – готовность применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моде-	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется полностью	<b>Знать:</b> - теоретические основы протекания процессов в холодильной технике; - методы исследований холодильных и криогенных процессов <b>Уметь:</b> - применять полученные теоретические знания в практической деятельности;

	лирования в процессе профессиональной деятельности		<b>Владеть:</b> - навыками сбора и анализа информации об исследуемом объекте и сопоставлении его с математической моделью.
3	ПК-4 - готовность выполнять расчетно-экспериментальные работы в области холодильной и криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий, и экспериментального оборудования для проведения испытаний	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется полностью	<b>Знать:</b> методы исследования, применяемые в области холодильной и криогенной техники и систем жизнеобеспечения; <b>Уметь:</b> выполнять расчеты с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий; <b>Владеть:</b> навыками работы с современными вычислительными системами и компьютерными технологиями

#### 4. Структура и содержание учебной дисциплины (модуля)

**Таблица 3 - Распределение учебного времени дисциплины**

**Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.**

Вид учебной нагрузки	Распределение трудоемкости дисциплины по формам обучения											
	Очная				Очно-заочная				Заочная			
	Семестр			Всего часов	Семестр			Всего часов	Семестр/Курс			Всего часов
	5								-/4			
<b>Аудиторные часы</b>												
Лекции	20	-	-	20	-	-	-	-	2	-	-	2
Практические работы	23	-	-	23	-	-	-	-	4	-	-	4
Лабораторные работы	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Часы на самостоятельную и контактную работу</b>												
Выполнение, консультирование, защита курсовой работы (проекта)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Прочая самостоятельная и контактная работа	65	-	-	65	-	-	-	-	98	-	-	98
Подготовка к промежуточной аттестации	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	4
<b>Всего часов по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>108</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>108</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>108</b>

Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

Экзамен	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Зачет/зачет с оценкой	+/-	-	-	+/-	-	-	-	-	-	+/-	-	-	+/-
Курсовая работа (проект)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Количество расчетно-графических работ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Количество контрольных работ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Количество рефератов	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Таблица 4 – Содержание разделов дисциплины (модуля), виды работы

Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной подготовки по формам обучения											
	Очная				Очно-заочная				Заочная			
	Л	ЛР	ПР	СР	Л	ЛР	ПР	СР	Л	ЛР	ПР	СР
Тема 1. Введение. Моделирование, как метод исследования динамических систем. Математические модели и их классификация	2	-	2	5	-	-	-	-	-	-	-	10
Тема 2. Машинное моделирование. Цели и задачи, решаемые при машинном моделировании. Выбор методов и средств моделирования динамических систем. Сравнительный анализ методов машинного моделирования.	4	-	4	10	-	-	-	-	-	-	-	10
Тема 3. Математические модели динамических объектов. Составление дифференциальных уравнений объектов. Операторная форма записи дифференциальных уравнений. Оператор Лапласа. Оригинал и изображение функции. Понятие передаточной функции	4	-	4	10	-	-	-	-	1	-	1	10
Тема 4. Типовые динамические звенья. Понятие типового элементарного динамического звена. Математические модели типовых динамических звеньев. Их передаточные функции. Соединения звеньев. Типовые законы регулирования и управления	4	-	4	10	-	-	-	-	-	-	1	12
Тема 5. Структурное моделирование. Основные принципы структурного моделирования. Структурные схемы моделирования динамических систем. Моделирование в реальном и масштабном времени.	4	-	4	10	-	-	-	-	1	-	1	10

Оценка достоверности и точности моделирования динамических процессов, протекающих в системах													
Тема 6. Моделирование динамических процессов. Структурные модели типовых динамических звеньев. Структурные модели изменения уровня жидкости в емкостях различной конфигурации. Модели термодинамических процессов	2	-	5	20	-	-	-	-	-	-	-	1	12
Итого:	20	-	23	65	-	-	-	-	-	2	-	4	98

**Таблица 5 - Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины (модуля), и видов занятий с учетом форм текущего контроля**

Перечень компетенций	Виды занятий и оценочные средства			Формы текущего контроля
	Л	ПР	СР	
ОПК-1		+		Защита практической работы
ПК-2		+		Защита практической работы
ПК-4		+		Защита практической работы

Примечание: Л – лекции, ПР – практические работы, СР – самостоятельная работа.

**Таблица 6 – Перечень лабораторных работ**

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Количество часов по формам обучения		
		Очная	Очно-заочная	Заочная
	Лабораторные работы не предусмотрены	-	-	-

**Таблица 7 – Перечень практических работ**

№ п/п	Наименование практических работ	Количество часов по формам обучения		
		Очная	Очно-заочная	Заочная
1	Изучение структуры и принципов работы аналого-вычислительного комплекса АВК-6	2	-	-
2	Разработка структурных схем математического моделирования динамических процессов. Моделирование в реальном и масштабном времени. Составление уравнений в машинных переменных	2	-	-
3	Составление структурных схем моделирования типовых динамических звеньев	4	-	2
4	Исследование типовых элементарных динамических звеньев на аналого-вычислительном комплексе (АВК-6)	4	-	2
5	Моделирование процессов автоматического регулирования температуры в одноемкостных объектах с использованием П- и ПИ-регуляторов	4	-	-



6	Разработка математической модели и исследование на ПЭВМ частотных характеристик автоматической системы регулирования температуры бланширователя	4	-	-
7	Математическое моделирование динамических систем, описываемых дифференциальными уравнениями с частными производными	3	-	-
<b>Всего:</b>		23	-	4

## 5. Перечень примерных тем расчетно-графических работ

Расчетно-графических работ не предусмотрено

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)

1. Презентационные материалы по дисциплине «Основы математического моделирования».
2. Методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Основы математического моделирования».
3. Методические указания для самостоятельной работы, обучающихся по дисциплине «Основы математического моделирования».

**7. Фонд оценочных средств является компонентом ОП, разрабатывается в форме отдельного документа и включает в себя:**

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- задания для защиты практических работ;

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 8

№ п/п	Библиографическое описание* (название литературного источника)	Наличие		
		Электронно-библиотечная система (ЭБС)	Библиотека МГТУ (печатное издание)	Количество экземпляров печатного издания
1	2	3	4	5
<b>Основная литература</b>				
1	Бродский, Ю.И. Лекции по математическому и имитационному моделированию / Ю.И. Бродский. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. – 240 с. : ил., схем., табл.	+	-	-
2	Комаров, Г. А. Функциональные элементы АСР непрерывного и дискретного действия. Ч. 1. Функциональные элементы АСР непрерывного действия : учеб. пособие для специальности 271000 "Технология рыбы и рыбных продуктов" направления 552400 "Технология продуктов питания" / Г. А. Комаров; Ком. Рос. Федерации по рыболовству ; МГАРФ. - Мурманск, 1996. - 124 с.	-	+	31

3	Аверченков, В.И. Основы математического моделирования технических систем : учебное пособие / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец. — 2-е изд. — Москва : ФЛИНТА, 2011. — 271 с. — ISBN 978-5-9765-1278-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/44652">https://e.lanbook.com/book/44652</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	+	-	-
<b>Дополнительная литература</b>				
4	Сердобинцев, С. П. Автоматика и автоматизация производственных процессов в рыбной промышленности : учебник для вузов по специальности 2709 "Технология рыбных продуктов" / С. П. Сердобинцев. - Москва : Колос, 1994. - 335 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов вузов).	-	+	56
5	Автоматизированные системы управления в пищевой промышленности / В. Г. Воронин, В. В. Князев, М. М. Рожин, С. М. Сирота ; под ред. В. Г. Воронина. - Москва : Агропромиздат, 1991. - 144 с. : ил.	-	+	5
6	Костюкова, Н.И. Основы математического моделирования : учебное пособие / Н.И. Костюкова. — 2-е изд. — Москва : ИНТУИТ, 2016. — 219 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/100304">https://e.lanbook.com/book/100304</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	+	-	-

### 9. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронная библиотека МГТУ <http://lib.mstu.edu.ru>
2. ЭБС «Издательство Лань» . <http://e.lanbook.com/>

### 10. Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем, реквизиты подтверждающего документа.

1. Операционная система MicrosoftWindowsVistaBusinessRussianAcademicOPEN, лицензия № 44335756 от 29.07.2008 (договор №32/379 от 14.07.08г.)
2. Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.2009 (договор 32/224 от 14.07.2009г.)
3. Офисный пакет Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN, лицензия № 47233444 от 30.07.2010 (договор 32/285 от 27 июля 2010г.)
4. Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader Corporate 9.0 (сетевая версия), 2009 год (договор ЛЦ-080000510 от 28 апреля 2009г.)

5. Антивирусная программа (договор № 8630 от 03.06.2019 на программу Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite)

### 11. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Таблица 8. – Материально-техническое обеспечение

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2	3
1	Лаборатория управления технологическими процессами. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов(семинаров, лабораторных и практических занятий, коллоквиумов, практикумов), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации и итоговой аттестации (4 П) Мурманск, ул. Советская, д. 10 (Корпус «П»)	Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории: мультимедиа-проектором Toshiba TLP-XC2000 с документ-камерой, ноутбуком MSI CX623-283RU, проекционным экраном.
2	Учебная аудитория. Тренажер холодильных установок и систем кондиционирования воздуха для проведения лабораторных и практических занятий (27 П)  Мурманск, ул. Советская, д. 10 (Корпус «П») Мурманск, ул. Советская, д. 10 (Корпус «П»)	Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации аудитории: - учебные столы – 6 шт.; - доска аудиторная – 1 шт.; - компьютер (с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду университета) – 8 шт.; -прикладное ПО (виртуальные лабораторные практикумы: 1. по курс «Механика жидкости и газа», моделирование ПАПП) – 1 шт.; 2. тренажер LABWORKS 1.2 «Термодинамика, теплопередача, тепло- и массообмен» - на 6 посадочных мест; 3. тренажер RPS 4000 «ПРОВИЗИОННЫЕ КЛАДОВЫЕ», «КОНДИЦИОНЕР», «МОРОЗИЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС» ) Посадочных мест – 18
2.	Специальное помещение для самостоятельной работы (205С) г. Мурманск, ул. Советская, д. 14 (корпус «С»)	Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения: – доска аудиторная – 1 шт. – персональные компьютеры (Intel(R) Pentium(R) 4CPU 3,01 ГГц, 1,5 Гб ОЗУ) – 7 шт. с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.  Посадочных мест – 15

3.	Помещение для хранения и профилактического обслуживания оборудования (12Па) Мурманск, ул. Советская, д. 10 (Корпус «П»)	Помещение оснащено специализированной мебелью
----	--	---

**Таблица 9 - Технологическая карта текущего контроля и промежуточной аттестации (промежуточная аттестация – зачет) – очная форма обучения**

№	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения
		min	max	
1	Посещение лекций (10 лекций)	12,5	20	По расписанию
	Нет посещений – 0 баллов, посещение одной лекции 2,5 балла			
2	Выполнение и защита практических работ (7 практических работ)	47,5	80	По расписанию сессии
	Выполнение и защита одной практической работы в срок – 11,4 балла, не в срок – 6,8 балла			
3	ИТОГО за работу в семестре	60	100	По расписанию сессии
	Если обучающийся не набрал минимальное зачетное количество баллов, то он не допускается к промежуточной аттестации. В этом случае, ему предоставляется возможность повысить рейтинг до минимального зачетного путем ликвидации задолженностей по отдельным точкам текущего контроля.			
<b>Промежуточная аттестация «зачет»</b>				
<p><b>Если обучающийся набрал зачетное количество баллов согласно установленному диапазону по дисциплине с зачетом, то он считается аттестованным.</b>  <b>Итоговый результат</b> проставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку обучающегося</p>				

**Таблица 10 - Ведомость для фиксирования результатов текущего контроля (промежуточная аттестация – зачет) очной формы обучения**  
(заполняется преподавателем в последний рабочий день месяца)

ФИО	Количество баллов		
	Посещение лекций - 8 (12,5 -20 баллов)	Выполнение и защита п/р - 7 (47,5 -80 баллов)	Итого (60-100 баллов)