

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

Кафедра технологического и холодильного оборудования  
название кафедры

**Методические указания  
по самостоятельной работе**

<b>Дисциплина</b>	<u>Б1.В.ДВ.02.01</u>	<u>Основы математического моделирования</u> код и наименование дисциплины
<b>Направление подготовки/специальность</b>	<u>15.03.02</u>	<u>Технологические машины и оборудование</u> код и наименование направления подготовки /специальности
<b>Направленность/специализация</b>	<u>профиль «Инжиниринг технологического оборудования»</u> наименование направленности (профиля) /специализации образовательной программы	
<b>Квалификация выпускника</b>	<u>бакалавр</u> указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО	
<b>Кафедра-разработчик</b>	<u>Технологического и холодильного оборудования</u> наименование кафедры-разработчика рабочей программы	

Мурманск  
2021

Составитель - Похольченко В.А., канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой технологического и холодильного оборудования,

МУ к СР рассмотрены и одобрены на заседании кафедры - разработчика технологического и холодильного оборудования, «22» июня 2021 г., протокол № 10

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

1. ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....	4
2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН.....	5
3. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ.....	8
4. СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ».....	10

## ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Методические указания для самостоятельной работы составлены в соответствии с рабочей программой по дисциплине «Основы математического моделирования», разработанной на основе ФГОС ВО для направления 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», утвержденного приказом № 1492 Министерства образования и науки РФ 21.11.2014 г.

Методические указания для самостоятельной работы предназначены для организации и контроля внеаудиторной самостоятельной работы бакалавров.

Процесс изучения дисциплины «Основы математического моделирования» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО:

**Таблица 1 – Планируемые результаты обучения**

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции
1	ПК-1 - способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется полностью	<b>Знать:</b> основные методы, способы и средства получения, хранения и переработки информации <b>Уметь:</b> применять передовые достижения науки техники при разработке современных решений в области технологических машин и оборудования <b>Владеть:</b> навыками постановки и решения научно-исследовательских и производственных задач; навыками использования информационных технологий, баз знаний и информации в глобальных компьютерных сетях при решении научно-технических задач
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	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется полностью	<b>Знать:</b> методы моделирования технических объектов и технологических процессов <b>Уметь:</b> моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, <b>Владеть:</b> использовать стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов оборудования
3	ПК-5 – способность принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и исполь-	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется полностью	<b>Знать:</b> методики инженерных расчетов при проектировании и моделировании технических объектов; организацию и стадии проектирования; состав и содержание проектно-сметной документации; - состав и порядок разработки конструктивной части проекта предприятия;

	зованием стандартных средств автоматизации проектирования		<p><b>Уметь:</b> составлять техническое задание на проектирование объекта; разрабатывать конструктивную часть проекта предприятия использованием стандартных средств автоматизации проектирования</p> <p><b>Владеть:</b> навыками разработки проектной документации при создании и реорганизации производственных участков и цехов; навыками применения стандартных средств автоматизации проектирования при реализации проекта</p>
--	---	--	---

**Целью дисциплины** (модуля) «Основы математического моделирования» является подготовка обучающегося в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра и рабочим учебным планом направления 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», что предполагает освоение обучающимися знаний, умений и навыков в области математического моделирования процессов пищевых производств.

**Задачи дисциплины** (модуля): дать необходимые знания по основам моделирования процессов и аппаратов, основам методологии инженерных расчетов; методов и средств разработки параметризованных моделей технологических процессов и оборудования.

**По окончании обучения бакалавр должен:**

**Знать:** основные правила работы с текстовыми и графическими редакторами, основные методы, способы и средства получения, хранения и переработки информации, требования к разработке и научному обоснованию технических решений при проектировании объектов, организацию и этапы проектирования; состав и содержание проектно-сметной документации; состав и порядок разработки конструктивной части проекта предприятия, методики инженерных расчетов при проектировании и моделировании технических объектов

- **Уметь:** применять системы автоматизированного проектирования при выполнении проектных решений, использовать для решения инженерных задач современные технические средства, применять передовые достижения науки техники при разработке современных разработок в области технологических машин и оборудования, обосновывать техническую возможность и экономическую целесообразность внедрения проектов нового строительства, реконструкции, расширения и технического перевооружения производственных цехов; производить технологические и конструктивные расчеты в проектах нового строительства, реконструкции, расширениями технического перевооружения производственных участков (цехов).

**Владеть:**

- навыками работы с текстовыми, графическими редакторами и системы автоматизированного проектирования, навыками использования информационных технологий, баз знаний и информации в глобальных компьютерных сетях при решении технических задач, навыками постановки и решения научно-исследовательских и производственных задач, навыками применения новых и типовых технических приемов в проведении изысканий при реализации проекта, навыками разработки технического задания на проектирование объектов по результатам научно-технической деятельности, навыками разработки и обоснования трудо- и энергосберегающих технологических схем производства пищевой продукции; навыками оформ-

ления текстовой и графической частей технических документов, навыками разработки проектной документации при создании и реорганизации производственных участков и цехов, навыками применения новых и типовых технических приемов в проведении инженерных изысканий при реализации проекта

### ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Содержание разделов(модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на сам. подготовку по формам обучения	
	очная	заочная
Введение. Моделирование, как метод исследования динамических систем. Математические модели и их классификация	6	22
Машинное моделирование. Цели и задачи, решаемые при машинном моделировании. Выбор методов и средств моделирования динамических систем. Сравнительный анализ методов машинного моделирования.	16	22
Математические модели динамических объектов. Составление дифференциальных уравнений объектов. Операторная форма записи дифференциальных уравнений. Оператор Лапласа. Оригинал и изображение функции. Понятие передаточной функции	16	20
Типовые динамические звенья. Понятие типового элементарного динамического звена. Математические модели типовых динамических звеньев. Их передаточные функции. Соединения звеньев. Типовые законы регулирования и управления	16	20
Структурное моделирование. Основные принципы структурного моделирования. Структурные схемы моделирования динамических систем. Моделирование в реальном и масштабном времени. Оценка достоверности и точности моделирования динамических процессов, протекающих в системах	16	20
Моделирование динамических процессов. Структурные модели типовых динамических звеньев. Структурные модели изменения уровня жидкости в емкостях различной конфигурации. Модели термодинамических процессов	18	24
<b>Итого:</b>	<b>98</b>	<b>128</b>

### СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

1. Драница Ю. П. Обработка экспериментальных данных : учеб. пособие для вузов. [В 2 ч.] Ч. 1 / Ю. П. Драница; Федер. агентство по рыболовству, ФГОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т". - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2011. - 115 с.
2. Практикум по холодильным установкам / А. В. Бараненко, В. С. Калюнов, Ю. Д. Румянцев. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Профессия, 2012. - 303 с.
3. Сластихин, Ю. Н. Техническая эксплуатация судовых холодильных установок : учеб. для вузов по специальности "Эксплуатация судовых энергетических установок" и по направлениям уровня бакалавриата и магистратуры "Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения" / Ю. Н. Сластихин, А. И. Ейдеюс, Э. Е. Елисеев; под общ. ред. Ю. Н. Сластихин. - Москва : МОРКНИГА, 2014. - 508.
4. Проектирование, конструирование и расчет техники пищевых технологий / Под ред. акад. РАСХН В.А. Панфилова В.А. - СПб.: Лань 2013.— 730 с.
5. Болдин А. П. Основы научных исследований : учебник для вузов / А. П. Болдин, В. А. Максимов. - Москва : Академия, 2012. - 333, [1] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Транспорт) (Учебник). - Библиогр.: с. 330.
6. Машины и аппараты пищевых производств : учебник для вузов ; в 3 кн.: Кн. 2. Т.1 /

- С.Т. Антипов [и др.]; под ред. акад. РАСХН В.А. Панфилова, проф. В.Я. Груданова. — Минск: БГАТУ, 2008. — 580 с. ISBN 978-985-6770-89-3 (Кн.2,т.1) ISBN 978-985-6770-49-7.
7. Прохоренков, А. М. Автоматизация судовых холодильных установок : учеб. пособие для высш. проф. учеб. заведений / А. М. Прохоренков. - Москва : Моркнига, 2012.
  8. Качала В. В. Теория систем и системный анализ : учеб. для вузов / В. В. Качала. - Москва : Академия, 2013. - 263, [1] с.
  9. Бредихин С. А. Технологическое оборудование рыбоперерабатывающих производств : учеб. пособие [для бакалавров] / С. А. Бредихин, И. Н. Ким, Т. И. Ткаченко. - Москва : МОРКНИГА, 2013. - 736, [12] с.
  10. Громов П. Б. Процессы и аппараты химической технологии [Электронный ресурс] : крат. курс : учеб. пособие для вузов / П. Б. Громов; Федер. агентство по рыболовству, ФГБОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т" [и др.]. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 2.8 Мб). - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2012. - Доступ из локальной сети Мурман. гос. техн. ун-та.
  11. Гулак Л. И. Проектирование производственных зданий пищевых предприятий : учеб. пособие для вузов / Л. И. Гулак, И. Н. Матющенко, А. М. Гавриленков. - Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2009. - 399 с. Инженерная 3D-компьютерная графика : учеб. пособие для бакалавров / А. Л. Хейфец [и др.]; под ред. А. Л. Хейфеца ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Юж.-Урал. гос. ун-т. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2015. - 464 с.
  12. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы : учебник для вузов / Т. М. Башта [и др.]. - 2-е изд., перераб., репр. воспр. 1982 г. - Москва : Альянс, 2013. - 422, [1] с. : ил. - Авт. указаны на обороте тит. л. - Библиогр.: с. 418.
  13. Шамрина О.П. Художественное конструирование машин и аппаратов пищевых производств [Электронный ресурс] : учеб. пособие по дисциплине "Художественное конструирование машин и аппаратов пищевых производств" для студентов специальности 260601.65 "Машины и аппараты пищевых производств" и направлений подгот. 141200.62 "Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения", 151000.62 "Технологические машины и оборудование", 180100.62 "Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры" / О. П. Шамрина; Федер. агентство по рыболовству, ФГБОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 3,8 Мб). - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2015.
  14. Судовые холодильные установки [Электронный ресурс] : метод. указания для студентов ст. курсов специальности 180405.65 "Эксплуатация судовых энергетических установок" заоч. формы обучения / Федер. агентство по рыболовству, ФГБОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т", Каф. иностр. яз. ; сост. В. С. Борунова. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 277 Кб). - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2013.

#### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Электронно-библиотечная система «IPRbooks». Лицензионный договор № 4979/19 от 01.04.2019 г. на оказание услуг по предоставлению доступа. Исполнитель ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». Срок действия документа: с 20.04.2019 г. по 20.04.2020 г. <http://www.iprbookshop.ru>
2. ЭБС «Консультант студента». Договор № 19/37 от 11.03.2019 г. на оказание услуг по предоставлению доступа к базе данных «Электронная библиотека технического ВУЗа» Исполнитель ООО «Политехресурс». Срок действия документа: с 21.04.2019 г. по 20.04.2020 г. : <http://www.studentlibrary.ru>

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

##### **Программное обеспечение**

1. Операционная система Microsoft Windows Vista Business Russian Academic OPEN, 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 14.0.2009г.)
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 №7689 от 23.07.2018 на программу Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite)
6. Программные продукты Autodesk (бесплатные образовательные лицензии, сетевые версии), участие в академической программе Autodesk (договор б/н от 21.02.2013).

### **Профессиональные базы данных**

БД «EBSCO». Сублицензионный договор № 45.49/19.85 от 09.01.2019 г. на оказание услуг по предоставлению доступа и использованию Баз данных и входящих в его состав электронных изданий компании EBSCO. Исполнитель ООО «Центр Научной Информации НЭИКОН». Срок действия документа: с 01.01.2019 г. по 31.12.2019 г.

<https://www.ebsco.com>

### **Информационные справочные системы**

1.«SLOVARI.RU. ПОИСК ПО СЛОВАРЯМ» <https://www.slovari.ru>

2. «СЛОВАРИ И ЭНЦИКЛОПЕДИИ НА АКАДЕМИКЕ» <https://dic.academic.ru>

## **СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ»**

Самостоятельная работа - это планируемая в рамках учебного плана деятельность бакалавров по освоению содержания дисциплины, которая осуществляется по заданию, при методическом руководстве и контроле преподавателя, но без его непосредственного участия.

**Целью** самостоятельной работы является способствование реализации требований ФГОС в части, относящейся к знаниям, умениям, профессиональным компетенциям за счет внеурочной деятельности.

**Задачи** организации самостоятельной работы состоят в том, чтобы:

- мотивировать бакалавров к освоению учебной программы по дисциплине;
- повысить ответственность бакалавров за свое обучение;
- способствовать развитию общих и профессиональных компетенций бакалавров;
- создать условия для формирования способности бакалавров к самообразованию, самоуправлению и саморазвитию.

### **Тема 1**

Моделирование, как метод исследования динамических систем. Математические модели и их классификация

#### **Целевая установка**

Изучить основы моделирования процессов и аппаратов

#### **Методические указания**

Необходимо получить необходимые знания по основам моделирования процессов и аппаратов, основам методологии инженерных расчетов; методов и средств раз- работки параметризованных моделей технологических процессов и оборудования.

#### **Вопросы для самопроверки по теме № 1**

1. Что вы знаете о моделировании как методе исследования динамических систем?
2. Как классифицируются математические модели?
3. Что такое машинное моделирование?



4. Какие цели и задачи, решают при машинном моделировании?
5. Как делают выбор методов и средств моделирования динамических систем?
6. Что такое сравнительный анализ методов машинного моделирования?
7. Что такое математические модели динамических объектов?
8. Как составляют дифференциальные уравнения объектов?
9. Что такое операторная форма записи дифференциальных уравнений?
10. Что вы знаете об операторе Лапласа?
11. Что такое оригинал и изображение функции?
12. Дайте понятие передаточной функции.

### **Тема 2**

Машинное моделирование. Цели и задачи, решаемые при машинном моделировании. Выбор методов и средств моделирования динамических систем. Сравнительный анализ методов машинного моделирования

Литература: [1], [2], [6]-[8], [14]

#### **Целевая установка**

Изучить основы моделирования процессов и аппаратов

#### **Методические указания**

Необходимо получить необходимые знания по основам моделирования процессов и аппаратов, основам методологии инженерных расчетов; методов и средств разработки параметризованных моделей технологических процессов и оборудования.

#### **Вопросы для самопроверки по теме № 2**

1. Под чем понимается способ вычисления статистических характеристик случайных величин?
2. С чем не имеет дело исследователь в процессе компьютерного моделирования?
3. Чем описываются математические модели технологических объектов химической, пищевой и микробиологической промышленности чаще всего?

### **Тема 3**

Математические модели динамических объектов. Составление дифференциальных уравнений объектов. Операторная форма записи дифференциальных уравнений. Оператор Лапласа. Оригиналы и изображения функций. Понятие передаточной функции

Литература: [1], [2], [6]-[8], [14]

#### **Целевая установка**

Изучить основы моделирования процессов и аппаратов

#### **Методические указания**

Необходимо получить необходимые знания по основам моделирования процессов и аппаратов, основам методологии инженерных расчетов; методов и средств разработки параметризованных моделей технологических процессов и оборудования.

#### **Вопросы для самопроверки по теме № 3**

1. Что такое типовые динамические звенья?
2. Дайте понятие типового элементарного динамического звена.
3. Что такое математические модели типовых динамических звеньев?
4. Каковы их передаточные функции?
5. Что такое соединения звеньев?
6. Какие типовые законы регулирования и управления вы знаете?

### **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

Литература: [1], [2], [6]-[8], [14]

#### **Целевая установка**

Изучить основы моделирования процессов и аппаратов

#### **Методические указания**

Необходимо получить необходимые знания по основам моделирования процессов и аппаратов, основам методологии инженерных расчетов; методов и средств разработки параметризованных моделей технологических процессов и оборудования.

### **Вопросы для самопроверки по теме № 4**

7. Что такое структурное моделирование?
8. Какие основные принципы структурного моделирования вы знаете?
9. Где применяют структурные схемы моделирования динамических систем?
10. Что такое моделирование в реальном и масштабном времени?
11. Как производится оценка достоверности и точности моделирования динамических процессов, протекающих в системах?

### **Тема 5**

Структурное моделирование. Основные принципы структурного моделирования. Структурные схемы моделирования динамических систем. Моделирование в реальном и масштабном времени. Оценка достоверности и точности моделирования динамических процессов, протекающих в системах

Литература: [1], [2], [6]-[8], [14]

#### **Целевая установка**

Изучить основы моделирования процессов и аппаратов

#### **Методические указания**

Необходимо получить необходимые знания по основам моделирования процессов и аппаратов, основам методологии инженерных расчетов; методов и средств разработки параметризованных моделей технологических процессов и оборудования.

### **Вопросы для самопроверки по теме № 5**

1. Как называется установление правильности машинных программ?
2. Для какого моделирования характерно воспроизведение явлений, описываемых математической моделью, с сохранением их логической структуры, последовательности чередования во времени?
3. Чему равны интервалы системного времени в списках событий?

### **Тема 6**

Моделирование динамических процессов.

Структурные модели типовых динамических звеньев. Структурные модели изменения уровня жидкости в емкостях различной конфигурации. Модели термодинамических процессов

Литература: [1], [2], [6]-[8], [14]

#### **Целевая установка**

Изучить основы моделирования процессов и аппаратов

#### **Методические указания**

Необходимо получить необходимые знания по основам моделирования процессов и аппаратов, основам методологии инженерных расчетов; методов и средств разработки параметризованных моделей технологических процессов и оборудования.

**Вопросы для самопроверки по теме № 6**

12. Что такое моделирование динамических процессов?
13. Опишите структурные модели типовых динамических звеньев.
14. Опишите структурные модели изменения уровня жидкости в емкостях различной конфигурации.
15. Опишите модели термодинамических процессов.