

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

*Кафедра Технологического и
холодильного оборудования*

**Методические указания
к самостоятельному изучению дисциплины
«Инжиниринг нестандартного оборудования»
для обучающихся по направлению подготовки 15.03.02
«Технологические машины и оборудование»
бакалаврская программа: «Инжиниринг
технологического оборудования»**

Мурманск

2021

Методические указания для самостоятельного изучения дисциплины «**Инжиниринг нестандартного оборудования**» рассмотрены и одобрены на заседании кафедры-разработчика *Технологического и холодильного оборудования*

22 июня 2021 г., протокол № 10

Составитель – Иваней Александр Антонович, к.т.н., доцент кафедры технологического и холодильного оборудования.

Рецензент – Похольченко Вячеслав Александрович, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой технологического и холодильного оборудования.

ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Методические указания для самостоятельного изучения дисциплины «**Инжиниринг нестандартного оборудования**» составлены на основе ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» направленности (профилю)/специализации «Инжиниринг технологического оборудования», утвержденного 20.10.2015 г., № 1170 УП, утвержденного Ученым советом МГТУ 26.03.2021, протокол № 12 и предназначены для обучающихся по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», направленность/специализация: «Инжиниринг технологического оборудования».

Целью дисциплины является подготовка обучающегося в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра и рабочим учебным планом направления 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», что предполагает освоение обучаемыми теоретических знаний в области технологического оборудования.

Задачи дисциплины: дать необходимые знания по основам технологического оборудования, позволяющие использовать эти знания в области пищевых производств, успешно адаптироваться молодым специалистам и начать деловую карьеру на предприятии.

В результате изучения дисциплины академический бакалавр должен:

Знать:

- действующее оборудование;
- основные нормативные документы, используемые в деятельности

Уметь:

- применять навыки в практической деятельности;
- пользоваться нормативными документами в профессиональной деятельности

Владеть:

- навыками работы с оборудованием, нормативными и техническими документами, необходимыми для осуществления профессиональной деятельности

Содержание разделов дисциплины:

Обзор специализированного и нестандартного оборудования. Иерархия описания технических объектов. Критерии развития, показатели качества и недостатки технического объекта. Законы и закономерности развития техники. Прогнозирование в области создания новых технических объектов. Жизненный цикл технического объекта. Модель технического объекта. Основы теории проектирования. Принципы методологии проектирования. Этапы проектирования. Традиционные и нетрадиционные методы проектирования.

Реализуемые компетенции: ПК-3; ПК-4; ПК-8.

Формы отчетности:

Очная форма обучения: семестр 7 – зачет, 8 – экзамен.

Заочная форма обучения: Курс 5 – экзамен, к/р.

Требования к уровню подготовки обучающегося в рамках данной дисциплины.

Процесс изучения дисциплины «**Инжиниринг нестандартного оборудования**» направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, формируемые дисциплиной «Инжиниринг нестандартного оборудования»

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции (Индикаторы сформированности компетенций)
1.	ПК-3 - способностью принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и внедрять результаты исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования	Компетенция реализуется полностью	<p>Знать: основные нормативные документы, требования по составлению научных отчетов по выполненному заданию и способы внедрения результатов исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования.</p> <p>Уметь: составлять научные отчеты по выполненному заданию и внедрять результаты исследований и разработок в области технологических машин и оборудования.</p>

			Обладать: навыками по составлению научных отчетов по выполненному заданию и внедрению результатов исследований и разработок в области технологических машин и оборудования.
2.	ПК-4 - способностью участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности	Компетенция реализуется полностью	<p>Знать: основные нормативные документы, базовые методы исследовательской деятельности.</p> <p>Уметь: разрабатывать инновационные проекты.</p> <p>Обладать: навыками участия в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности.</p>
3.	ПК-8 - умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий	Компетенция реализуется полностью	<p>Знать: основные нормативные документы, требования по проведению патентных исследований с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий.</p> <p>Уметь: проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий.</p> <p>Обладать: навыками проведения патентных исследований с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий.</p>

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине «Специальное технологическое оборудование»

Результаты формирования компетенций и планируемые результаты обучения представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Планируемые результаты обучения

№ п/г	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции (Индикаторы сформированности компетенций)
1.	ПК-3 - способностью принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и внедрять результаты исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования	Компетенция реализуется полностью	<p>Знать: основные нормативные документы, требования по составлению научных отчетов по выполненному заданию и способы внедрения результатов исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования.</p> <p>Уметь: составлять научные отчеты по выполненному заданию и внедрять результаты исследований и разработок в области технологических машин и оборудования.</p> <p>Обладать: навыками по составлению научных отчетов по выполненному заданию и внедрению результатов исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования.</p>
2.	ПК-4 - способностью участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности	Компетенция реализуется полностью	<p>Знать: основные нормативные документы, базовые методы исследовательской деятельности.</p> <p>Уметь: разрабатывать инновационные проекты.</p> <p>Обладать: навыками участия в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности.</p>
3.	ПК-8 - умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий	Компетенция реализуется полностью	<p>Знать: основные нормативные документы, требования по проведению патентных исследований с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий.</p> <p>Уметь: проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий.</p> <p>Обладать: навыками проведения патентных</p>

1	Тема 1. Введение. Обзор специализированного и нестандартного оборудования. Основные инвариантные понятия теории проектирования новой техники. Основные понятия и определения по объекту проектирования. Общие свойства объектов проектирования. Реализуемые функции и взаимодействие с внешней средой. Структура технической системы. Классификация оборудования. Оценка работы технической системы.	2	-	6	14	0,5	-	6	18
2	Тема 2. Иерархия описания технических объектов. Потребность. Техническая функция. Функциональная структура. Физический принцип действия. Техническое решение. Проект и объект.	2	-	-	14	0,5	-	-	18
3	Тема 3. Критерии развития, показатели качества и недостатки технического объекта. Критерии развития технического объекта. Выбор критерия. Показатели качества. Недостатки технического объекта.	2	-	6	14	1	-	-	18
4	Тема 4. Законы и закономерности развития техники. Закон корреляции параметров однородного ряда технических объектов. Законы симметрии технических объектов. Закон гомологических рядов. Закон расширения множества потребностей (функций). Закон прогрессивной эволюции техники. Закон соответствия между функцией и структурой. Тенденции технического развития.	2	-	6	14	1	-	-	18
5	Тема 5. Прогнозирование в области создания новых технических объектов. Метод экстраполяции. Метод экспертных оценок. Метод моделирования. Схема процесса прогнозирования.	2	-	-	14	1	-	-	18
6	Тема 6. Жизненный цикл технического объекта.	2	-	6	14	1	-	6	18
7	Тема 7. Модель технического объекта.	2	-	4	18	1	-	-	18
		Зачет							4
Итого за 7 семестр		14	-	28	102	6	-	12	126

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Модуль 2. Основы теории проектирования.								
1	Тема 1. Принципы методологии проектирования. Определение и виды потребности. Проектирование: постановка задачи. Проектирование как искусство, наука и ремесло. Проектирование с позиции теории отображения. Проектирование и искусственный интеллект. Основные понятия и задачи методологии проектирования. Концепция проектирования. Процедурная модель проектирования.	2	-	-	9	0,3	-	-	16,7
2	Тема 2. Этапы проектирования. Техническое задание. Техническое предложение. Эскизный проект. Технический проект. Этапы разработки рабочей документации. Творческий проект. Этапы творческого процесса. Препятствия творчеству. Препятствия личного порядка. Препятствия организационного порядка.	2	-	20	9	0,5	-	12	16,7
3	Тема 3. Традиционные и нетрадиционные методы проектирования. Методы проб и ошибок. Методы адаптивного поиска. Метод случайного поиска. Проектант как «черный ящик». Проектант как «прозрачный ящик». Проектант как самоорганизующаяся система. Принципы поиска нового технического решения. Постановка и анализ задачи улучшения известного технического объекта. Предварительная постановка задачи. Уточнение постановки задачи. Методы проектирования с позиции системотехники. Сложность современных задач проектирования. Межличностные барьеры при решении задач проектирования. Преодоление сложностей традиционного процесса проектирования. Проектирование системы «человек - машина».	2	-	-	9	0,5	-	-	16,7

4	<p>Тема 4. Функционально-стоимостный анализ технических объектов. Всесторонняя экономия ресурсов. Порядок проведения ФСА. Подготовительный этап ФСА. Информационно-аналитический этап ФСА. Поисково-исследовательский этап ФСА. Разработка и внедрение результатов ФСА. Дальнейшее развитие ФСА.</p>	2	-	-	9	0,5	-	-	16,7
5	<p>Тема 5. Методы мозговой атаки при проектировании технического объекта. Использование методов мозговой атаки. Метод прямой мозговой атаки. Метод обратной мозговой атаки. Комбинированное использование методов мозговой атаки. Синектика. Эвристические методы проектирования. Обзор и классификация эвристических методов. Методы эвристических приемов. Обобщенный эвристический метод. Метод гирлянд ассоциаций и метафор. Операции обработки информации. Метафорическое описание и анализ проблемной ситуации. Построение этимологических и парадигматических гроздей понятий и их интерпретация. Построение и интерпретация гроздей и гирлянд метафор.</p>	2	-	4	9	0,4	-	-	16,7

6	<p>Тема 6. Морфологическое проектирование: анализ и синтез технических решений. Морфологическая комбинаторика. Постановка задачи и построение конструктивной функциональной структуры. Составление морфологических таблиц. Выбор наиболее эффективных технических решений. Пример использования метода морфологического анализа и синтеза. Методы исследования структуры проблемы (трансформация). Матрица взаимодействий. Сеть взаимодействий. Трансформация системы. Проектирование нововведений путем смещения границ. Проектирование новых функций. Методы оценки проектной ситуации (конвергенция). Контрольные перечни. Ранжирование и взвешивание. Накопление и свертывание данных. Основные этапы процедуры накопления и свертывания данных. Последовательность действий. Выработка и регулирование стратегии по фундаментальному методу проектирования Мэтчетта. Выбор стратегий и методов. Критерии управления проектными работами. Стратегии проектирования. Выбор метода проектирования.</p>	2	-	-	9	0,4	-	-	16,7
7	<p>Тема 7. Компьютеризация проектирования. Возможности развития и границы методологии проектирования. Автоматизированный синтез физических принципов действия технических объектов. Качественный синтез физических принципов действия. Количественный синтез физических принципов действия. Качественный синтез физических принципов действия по заданному выходу. Автоматизированный синтез технических решений. Использование многоуровневых морфологических таблиц. Построение <i>и-или</i>-дерева технических решений. Составление списка требований. Разработка модели оценки технических решений. Алгоритмы поиска решения на <i>и-или</i>-дереве. Порядок поиска рациональных технических решений.</p>	2	-	4	12	0,4	-	-	16,7

Подготовка к промежуточной аттестации				36				9
Итого за 8 семестр	14	-	28	66	6	-	12	117
	Экзамен							
Итого	28	-	56	168	12	-	24	126

Таблица 4. - Перечень практических работ

№ п\п	Наименование практических работ	Количество часов	
		Очная	Заочная
1	2	3	4
Модуль 1			
1	Основные инвариантные понятия теории проектирования новой техники.	6	6
2	Критерии развития технического объекта.	6	-
3	Законы и закономерности развития техники.	6	-
4	Жизненный цикл технического объекта.	6	6
5	Модель технического объекта.	4	-
	Итого за 7 семестр:	28	12
Модуль 2			
1	Этапы разработки рабочей документации.	20	12
2	Традиционные и нетрадиционные методы проектирования.	4	-
3	Компьютеризация проектирования.	4	-
	Итого за 8 семестр:	28	12
	Итого:	56	24

Контрольная работа «Принципы методологии проектирования технологического оборудования»

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

№ п/п	Библиографическое описание* (название литературного источника)	Наличие		
		Электронно-библиотечная система (ЭБС)	Библиотека МГТУ (печатное издание)	Количество экземпляро в печатного издания
1	2	3	4	5
<i>Основная литература</i>				
1.	Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн. Кн. 1 : учебник для вузов / С. Т. Антипов [и др.]; под ред. В. А. Панфилова. - Москва : Высш. шк., 2001. - 703 с. : ил. - (Учебник 21 века). - ISBN 5-06-004168-9 : 152-15. <i>36.81 - М 38</i>	-	52	52
2.	Введение в специальность "Машины и аппараты пищевых производств" : учебник для вузов / С. Т. Антипов [и др.]; под ред. В. А. Панфилова. - Москва : КолосС, 2007. - 183 с. : ил., [8] л. цв. ил. - Библиогр.: с. 183. - ISBN 978-5-9532-0439-2 : 326-70. <i>36.81 - В 24</i>	-	55	55
3.	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. : ил. - Библиогр.: с. 733-736. - ISBN 978-5-903082-44-5 : 399-00. <i>36.94-5 - Б 87</i>	-	90	90
<i>Дополнительная литература</i>				
4.	Технология рыбы и рыбных продуктов : учебник для вузов / [Артюхова С. А. и др.]; под ред. А. М. Ершова. - [2-е изд.]. - Москва : Колос, 2010. - 1063 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). - Авт. указаны на обороте тит. л. - ISBN 978-5-10-004111-5 : 1030-00. <i>36.94 - Т 38</i>	-	+	101
5.	Чаблин, Б. В. Практикум по механическому оборудованию предприятий общественного питания : учеб. пособие для вузов / Б. В. Чаблин, И. А. Евдокимов. - Москва : ДеЛи принт, 2007. - 312 с. : ил. - Библиогр.: с. 309-310. - ISBN 978-5-94343-142-5 : 653-40. <i>36.99 - Ч-12</i>	-	14	14
6.	Кошевой, Е. П. Практикум по расчетам технологического оборудования пищевых производств : учеб. пособие для вузов / Е. П. Кошевой. - Санкт-Петербург : Гиорд, 2007. - 226 с. - Библиогр.: с. 226. - ISBN 5-901065-92-1 : 251-60; 266-40. <i>36.81 - К 76</i>	-	16	16

СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Модуль 1. Обзор специализированного и нестандартного оборудования.

Тема 1. Введение. Обзор специализированного и нестандартного оборудования. Основные инвариантные понятия теории проектирования новой техники. Основные понятия и определения по объекту проектирования. Общие свойства объектов проектирования. Реализуемые функции и взаимодействие с внешней средой. Структура технической системы. Классификация оборудования. Оценка работы технической системы.

Тема 2. Иерархия описания технических объектов. Потребность. Техническая функция. Функциональная структура. Физический принцип действия. Техническое решение. Проект и объект.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие основные инвариантные понятия теории проектирования новой техники вы знаете?
2. Какие реализуемые функции и взаимодействие с внешней средой вы знаете?
3. Что такое структура технической системы?
4. Какая иерархия описания технических объектов?

После изучения теоретического материала необходимо выполнить практические работы в соответствии с таблицей № 4.

Тема 3. Критерии развития, показатели качества и недостатки технического объекта. Критерии развития технического объекта. Выбор критерия. Показатели качества. Недостатки технического объекта.

Тема 4. Законы и закономерности развития техники. Закон корреляции параметров однородного ряда технических объектов. Законы симметрии технических объектов. Закон гомологических рядов. Закон расширения множества потребностей (функций). Закон прогрессивной эволюции техники. Закон соответствия между функцией и структурой. Тенденции технического развития.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что понимают под критериями развития, показателями качества и недостатками технического объекта?

2. Какие законы и закономерности развития техники вы знаете?
3. Что такое закон гомологических рядов?
4. Что такое закон прогрессивной эволюции техники?

После изучения теоретического материала необходимо выполнить практические работы в соответствии с таблицей № 4.

Тема 5. Прогнозирование в области создания новых технических объектов. Метод экстраполяции. Метод экспертных оценок. Метод моделирования. Схема процесса прогнозирования.

Тема 6. Жизненный цикл технического объекта.

Тема 7. Модель технического объекта.

Вопросы для самоконтроля:

1. Как осуществляется прогнозирование в области создания новых технических объектов?
2. Что вы знаете о методе экстраполяции?
3. Что такое метод экспертных оценок?

После изучения теоретического материала необходимо выполнить практические работы в соответствии с таблицей № 4.

Зачет после защиты практических и контрольной работ.

Модуль 2. Основы теории проектирования.

Тема 1. Принципы методологии проектирования. Определение и виды потребности. Проектирование: постановка задачи. Проектирование как искусство, наука и ремесло. Проектирование с позиции теории отображения. Проектирование и искусственный интеллект. Основные понятия и задачи методологии проектирования. Концепция проектирования. Процедурная модель проектирования.

Тема 2. Этапы проектирования. Техническое задание. Техническое предложение. Эскизный проект. Технический проект. Этапы разработки рабочей документации. Творческий проект. Этапы творческого процесса. Препятствия творчеству. Препятствия личного порядка. Препятствия организационного порядка.

Вопросы для самоконтроля:

1. Опишите принципы методологии проектирования.
2. Основные понятия и задачи методологии проектирования.
3. Что такое концепция проектирования?
4. Этапы творческого процесса.

После изучения теоретического материала необходимо выполнить практические работы в соответствии с таблицей № 4.

Тема 3. Традиционные и нетрадиционные методы проектирования. Методы проб и ошибок. Методы адаптивного поиска. Метод случайного поиска. Проектант как «черный ящик». Проектант как «прозрачный ящик». Проектант как самоорганизующаяся система. Принципы поиска нового технического решения. Постановка и анализ задачи улучшения известного технического объекта. Предварительная постановка задачи. Уточнение постановки задачи. Методы проектирования с позиции системотехники. Сложность современных задач проектирования. Межличностные барьеры при решении задач проектирования. Преодоление сложностей традиционного процесса проектирования. Проектирование системы «человек - машина».

Тема 4. Функционально-стоимостный анализ технических объектов. Всесторонняя экономия ресурсов. Порядок проведения ФСА. Подготовительный этап ФСА. Информационно-аналитический этап ФСА. Поисково-исследовательский этап ФСА. Разработка и внедрение результатов ФСА. Дальнейшее развитие ФСА.

Вопросы для самоконтроля:

5. Что понимают под методом проб и ошибок?
6. В чем сложность современных задач проектирования?
7. Что такое функционально-стоимостный анализ технических объектов?
8. Как осуществляется информационно-аналитический этап ФСА?

После изучения теоретического материала необходимо выполнить практические работы в соответствии с таблицей № 4.

Тема 5. Методы мозговой атаки при проектировании технического объекта. Использование методов мозговой атаки. Метод прямой мозговой атаки. Метод обратной мозговой атаки. Комбинированное использование методов мозговой атаки. Синектика. Эвристические методы проектирования. Обзор и классификация эвристических методов. Методы эвристических приемов. Обобщенный эвристический метод. Метод гирлянд ассоциаций и

метафор. Операции обработки информации. Метафорическое описание и анализ проблемной ситуации. Построение этимологических и парадигматических гроздей понятий и их интерпретация. Построение и интерпретация гроздей и гирлянд метафор.

Тема 6. Морфологическое проектирование: анализ и синтез технических решений. Морфологическая комбинаторика. Постановка задачи и построение конструктивной функциональной структуры. Составление морфологических таблиц. Выбор наиболее эффективных технических решений. Пример использования метода морфологического анализа и синтеза. Методы исследования структуры проблемы (трансформация). Матрица взаимодействий. Сеть взаимодействий. Трансформация системы. Проектирование нововведений путем смещения границ. Проектирование новых функций. Методы оценки проектной ситуации (конвергенция). Контрольные перечни. Ранжирование и взвешивание. Накопление и свертывание данных. Основные этапы процедуры накопления и свертывания данных. Последовательность действий. Выработка и регулирование стратегии по фундаментальному методу проектирования Мэтчетта. Выбор стратегий и методов. Критерии управления проектными работами. Стратегии проектирования. Выбор метода проектирования.

Тема 7. Компьютеризация проектирования. Возможности развития и границы методологии проектирования. Автоматизированный синтез физических принципов действия технических объектов. Качественный синтез физических принципов действия. Количественный синтез физических принципов действия. Качественный синтез физических принципов действия по заданному выходу. Автоматизированный синтез технических решений. Использование многоуровневых морфологических таблиц. Построение *и-или*-дерева технических решений. Составление списка требований. Разработка модели оценки технических решений. Алгоритмы поиска решения на *и-или*-дереве. Порядок поиска рациональных технических решений.

Вопросы для самоконтроля:

4. Методы мозговой атаки при проектировании технического объекта.
5. Что вы знаете о выработке и регулировании стратегии по фундаментальному методу проектирования Мэтчетта?
6. Что включает в себя автоматизированный синтез физических принципов действия технических объектов?

После изучения теоретического материала необходимо выполнить лабораторные работы в соответствии с таблицей № 4.

Экзамен после выполнения и защиты практических работ.