

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и  
научной работе

Лейфа А.В. Лейфа

« 1 » сентября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
«СИСТЕМЫ ТЕРМОСТАТИРОВАНИЯ»

Направление подготовки 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика

Направленность (профиль) образовательной программы – Ракетно-космическая техника

Квалификация выпускника – Бакалавр

Год набора – 2022

Форма обучения – Очная

Курс 4 Семестр 7

Зачет 7 сем

Общая трудоемкость дисциплины 108.0 (академ. час), 3.00 (з.е)

Составитель М.А. Аревков, Ассистент,

Инженерно-физический факультет

Кафедра стартовых и технических ракетных комплексов

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 05.02.18 № 71

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры стартовых и технических ракетных комплексов

01.09.22 г. , протокол № 1

Заведующий кафедрой Соловьев В.В. Соловьев

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Соловьев В.В. Соловьев

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и  
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

« 1 » сентября 2022 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель дисциплины:

- подготовка студентов к системной разработке и конструированию систем обеспечения требуемых температурно- влажностных режимов (ТВР) для элементов конструкций ракет и стартовых систем ракетной и ракетно- космической техники в условиях предстартовой подготовки в различных стадиях готовности и автономии,
- подготовка студентов в постановке и решении проектно-конструкторских задач при разработке ТВР различного назначения для элементов конструкций ракет и стартовых систем ракетной и ракетно- космической техники в условиях транспортировки и предстартовой подготовки ракет и космических аппаратов.

### Задачи дисциплины:

- изучение структуры и принципов построения систем термостатирования ракетных комплексов;
- изучение принципов работы, конструкций и методов расчета основных характеристик элементов систем термостатирования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина относится к вариативному циклу дисциплин подготовки бакалавра по направлению 24.03.01 «Ракетные комплексы и космонавтика». Изучение данной дисциплины базируется на знаниях, умениях и компетенциях студента, полученных при изучении предшествующих дисциплин, основными из которых являются: «Основы устройства летательных аппаратов», «Математический анализ», «Комплексы наземного обслуживания летательных аппаратов», «Термодинамика и теплопередача».

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

### 3.1 Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
ПК-2 Способен подготавливать предложения и проводить работу по освоению и внедрению технологических процессов, новых материалов и программных продуктов технологического назначения	ИД-1ПК-2 Знать: - преимущества использования технологических процессов, новых материалов и программных продуктов технологического назначения. ИД-2ПК-2 Уметь: - разрабатывать программные приложения новых технологических процессов и материалов ИД-3ПК-2 Владеть: - практическим опытом проведения НИР и ОТР по освоению и внедрению новых технологических процессов материалов и программных продуктов

## 4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.00 зачетных единицы, 108.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

- 4.2 – Лекции в виде практической подготовки  
 4.3 – ПЗ (Практические занятия)  
 4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки  
 4.5 – ЛР (Лабораторные работы)  
 4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки  
 4.7 – ИКР (Иная контактная работа)  
 4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)  
 4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)  
 5 – Контроль (в академических часах)  
 6 – Самостоятельная работа (в академических часах)  
 7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9			
1	Системы термостатирования ракетных комплексов	7	6		3								11	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе.
2	Системы кондиционирования комплексов	7	7		3								11	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе.
3	Термостатирование автономных систем	7	7		3								11	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе.
4	Термостатирование ракет и космических аппаратов при транспортировке	7	7		3								12	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе.
5	Термостатирование высококипящих компонентов жидкого топлива и твердого топлива	7	7		4								12.8	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе.
6	Зачет	7								0.2				
	Итого			34.0		16.0		0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	57.8	

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
-------	-----------------------------	---------------------------

1	Системы термостатирования ракетных комплексов	Классификация систем термостатирования. Общие требования, предъявляемые к термостатированию элементов комплекса. Состав систем термостатирования, кондиционирования, ВСОТР, ЖСОТР, ТСОТР. Физические принципы получения низких температур. Термодинамические основы получения низких температур. Виды и рабочие тела холодильных машин (ХМ). Требования к рабочим телам ХМ. Вопросы охраны труда и защиты окружающей среды при эксплуатации систем термостатирования. Теплообменная аппаратура. Сравнительный технико-экономический анализ и области применения различных ХМ.
2	Системы кондиционирования комплексов	Основные требования, предъявляемые к системам кондиционирования состоянию воздуха в МИК-ах, командных пунктах, автономных объектах. Внешнее тепло-влажностное воздействие на объект. Конструкции тепловых ограждений. Схемы кондиционирования воздуха. Системы подачи воздуха в помещения. Функциональные схемы. Вентиляторы. Контроль и управление системой кондиционирования. Техно-экономическая оценка технических решений по системам кондиционирования.
3	Термостатирование автономных систем	Классификация автономных систем. Требования к микроклимату в автономных системах. Оборудование подготовки воздуха автономных систем. Создание физического запаса холода для автономных режимов.
4	Термостатирование ракет и космических аппаратов при транспортировке	Требования к режимам термостатирования при транспортировке по грунтовым и железным дорогам. Внешние и внутренние условия. Соотношение между характеристиками теплового ограждения и мощностью системы термостатирования. Конструкции тепловых ограждений. Изотермические контейнеры, специальные изотермические ж/д вагоны для транспортировки. Системы управления температурными режимами. Техно-экономический анализ технических решений систем термостатирования ракет и космических аппаратов при транспортировании
5	Термостатирование высококипящих компонентов жидкого топлива и твердого топлива	Основные требования по термостатированию высококипящих компонентов топлив при хранении и заправке. Расчет тепловых нагрузок и выбор оборудования. Вопросы охраны труда и охраны окружающей среды при разработке и эксплуатации систем термостатирования токсичных и агрессивных жидких топлив. Требования к микроклимату при эксплуатации твердотопливных систем Тепловые ограждения. Внешние и внутренние условия.

## 5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Системы термостатирования ракетных комплексов	Расчет циклов и характеристик устройств холодильных машин систем термостатирования.
Системы кондиционирования комплексов	Расчет характеристик теплоизоляционных материалов капиллярно-пористой структуры
Термостатирование автономных систем	Расчет характеристик аккумулятора холода автономной системы термостатирования
Термостатирование ракет и космических аппаратов при транспортировке	Расчет параметров мобильной системы термостатирования для реальных наружных воздействий.
Термостатирование высококипящих компонентов жидкого топлива и твердого топлива	Расчет теплообменников температурной подготовки жидкого ракетного топлива

## 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Системы термостатирования ракетных комплексов	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе. Подготовка к практическим занятиям	11
2	Системы кондиционирования комплексов	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе. Подготовка к практическим занятиям	11
3	Термостатирование автономных систем	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе. Подготовка к практическим занятиям	11
4	Термостатирование ракет и космических аппаратов при транспортировке	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе. Подготовка к практическим занятиям	12
5	Термостатирование высококипящих компонентов жидкого топлива и твердого топлива	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе. Подготовка к практическим занятиям	12.8

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Интегральная модель образовательного процесса по дисциплине формируют технологии методологического уровня: технология поэтапного формирования умственных действий, технология развивающего обучения, элементы технологии развития критического мышления, самоуправление. На занятиях используются методы активного обучения, как «Проблемная лекция». Перед изучением модуля обозначается проблема, на решение которой будет направлен весь последующий материал модуля. При чтении лекции используются мультимедийные презентации. При выполнении практических работ используется прием интерактивного обучения «Кейс-метод»: студентам выдается задание для подготовки к выполнению работы; с преподавателем обсуждается цель работы и ход её выполнения; цель анализируется с разных точек

зрения, выдвигаются гипотезы, делаются выводы, анализируются полученные результаты.

Рекомендуется использование информационных технологий при организации коммуникаций со студентами для предоставления информации, выдача рекомендаций и консультирования по оперативным вопросам (электронная почта).

## **8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Вопросы к зачету:

1. Классификация систем термостатирования. Общие требования, предъявляемые к термостатированию элементов комплекса.
2. Состав систем термостатирования, кондиционирования, ВСОТР, ЖСОТР, ТСОТР. Физические принципы получения низких температур. Термодинамические основы получения низких температур. Виды и рабочие тела холодильных машин (ХМ). Требования к рабочим телам ХМ.
3. Вопросы охраны труда и защиты окружающей среды при эксплуатации систем термостатирования. Теплообменная аппаратура. Сравнительный технико-экономический анализ и области применения различных ХМ.
4. Основные требования, предъявляемые к системам кондиционирования состоянию воздуха в МИК-ах, командных пунктах, автономных объектах. Внешнее тепло-влажностное воздействие на объект.
5. Конструкции тепловых ограждений. Схемы кондиционирования воздуха. Системы подачи воздуха в помещения. Функциональные схемы. Вентиляторы. Контроль и управление системой кондиционирования. Техно-экономическая оценка технических решений по системам кондиционирования.
6. Классификация автономных систем. Требования к микроклимату в автономных системах. Оборудование подготовки воздуха автономных систем. Создание физического запаса холода для автономных режимов.
7. Требования к режимам термостатирования при транспортировке по грунтовым и железным дорогам. Внешние и внутренние условия.
8. Соотношение между характеристиками теплового ограждения и мощностью системы термостатирования. Конструкции тепловых ограждений.
9. Изотермические контейнеры, специальные изотермические ж/д вагоны для транспортировки. Системы управления температурными режимами. Техно-экономический анализ технических решений систем термостатирования ракет и космических аппаратов при транспортировании.
10. Основные требования по термостатированию высококипящих компонентов топлив при хранении и заправке. Расчет тепловых нагрузок и выбор оборудования.
11. Вопросы охраны труда и охраны окружающей среды при разработке и эксплуатации систем термостатирования токсичных и агрессивных жидких топлив. Требования к микроклимату при эксплуатации твердотопливных систем Тепловые ограждения. Внешние и внутренние условия.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

а) литература

1. Бакланова, В.Г. Теплообменные аппараты низкотемпературных установок и систем термостатирования. Часть 1. «Аппараты трубчатого и пластинчато-ребристого типов» [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Г. Бакланова, Ю.А. Шевич. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. — 68 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/52215>.
2. Цирельман, Н. М. Теория и прикладные задачи тепломассопереноса : учебное пособие / Н. М. Цирельман. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 504 с. — ISBN 978-5-8114-3621-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/119624>
3. Цирельман, Н. М. Техническая термодинамика : учебное пособие / Н. М.

Цирельман. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-3063-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169245> (дата обращения: 02.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Резник, С.В. Математическое моделирование комбинированного теплообмена в пористых материалах тепловой защиты многоразовых космических аппаратов [Электронный ресурс]: методические указания / С.В. Резник, П.В. Просунцов. — Электрон. дан. — Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. — 82 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/103453>.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	Операционная система MS Windows 10 Education, Pro	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 30 июня 2019 года.
2	MS Office 2013/2016 PRO PLUS Academic	Сублицензионный договор № Tr000027462 от 10.12.2015.
3	7-Zip	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL <a href="http://www.7-zip.org/license.txt">http://www.7-zip.org/license.txt</a> .
4	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>	Электронно-библиотечная система IPRbooks – научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования
5	<a href="http://www.e.lanbook.com">http://www.e.lanbook.com</a>	Электронная библиотечная система «Издательства Лань», тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки, химия

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	<a href="http://gostexpert.ru">http://gostexpert.ru</a>	Единая база ГОСТов РФ по категориям Общероссийского Классификатора Стандартов.
2	<a href="http://www.wiki-prom.ru/">http://www.wiki-prom.ru/</a>	Современная энциклопедия промышленности России.

**10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Занятия по дисциплине проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, практических работ с лабораторным оборудованием, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях,



оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду университета

На занятиях применяется следующее техническое оборудование: ПЭВМ на базе процессора Intel Pentium, проектор