

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

**«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра Авиационной теплотехники и теплоэнергетики

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ТЕПЛОФИЗИКА ПРОЦЕССОВ ПРИ СВЕРХНИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ»**

Уровень подготовки

высшее образование - бакалавриат

(высшее образование - бакалавриат; высшее образование – специалитет, магистратура)

Направление подготовки (специальность)

24.03.05. Двигатели летательных аппаратов

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Направленность подготовки (профиль, специализация)

Авиационная и ракетно-космическая теплотехника

(наименование профиля подготовки, специализации)

Квалификация (степень) выпускника

бакалавр

Форма обучения

очная

Уфа 2016

Исполнители:

доц. каф. АТиТ

должность



подпись

Кишалов А.Е.

расшифровка подписи

Заведующий кафедрой

АТиТ

наименование кафедры



личная подпись

Бакиров Ф.Г.

расшифровка подписи

## Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теплофизика процессов при сверхнизких температурах» является дисциплиной по выбору вариативной части учебного цикла – Б1.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 24.03.05. Двигатели летательных аппаратов, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от "09" февраля 2016 г. № 93.

**Целью освоения дисциплины** является:

- формирование у студентов знаний, умений и навыков, необходимых для решения задач, связанных с расчётами различных криогенных систем;
- формирование способностей выполнять тепловые расчеты отдельных технических систем и устройств;
- формирование способностей к организации работы небольшого коллектива работников для решения задач в сфере своей профессиональной деятельности;
- формирование способностей решать научные или инженерно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности.

**Задачи** дисциплины подразделяются на

- учебные;
- воспитательные;
- развивающие.

**Учебными** задачами дисциплины являются:

- формирование у студентов системы знаний по основным термодинамическим законам, относящихся к области криогенных температур;
- формирование у студентов системы знаний по конструкции основных типов криогенных установок;
- формирование у студентов знаний и умений по формулированию и постановке задач дисциплины, выбору и использованию соответствующих законов и формул, способностей к организации работы небольшого коллектива работников для решения задач в сфере своей профессиональной деятельности;
- формирование у студентов способностей и навыков проведения расчетов, анализа и интерпретации результатов расчетов, способностей применять на практике методы расчетов отдельных элементов систем и устройств.

**Воспитательными** задачами дисциплины являются:

- формирование у студентов убежденности в необходимости непрерывного обучения при работе по специальности, уверенности в своих силах и возможностях.

**Развивающей** задачей дисциплины является:

- развитие у студента системного логического мышления.

Входные компетенции:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции*	Название дисциплины (модуля), сформировавшего данную компетенцию
1	владеть культурой мышления, способен к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения	ОК-1	Пороговый уровень начального этапа освоения компетенции	Теория теплообмена
2	готовность к кооперации с коллегами, работе в коллективе	ОК-4	Базовый уровень начального этапа освоения компетенции	Термодинамика

3	способность творчески применять основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ОК-10	Базовый уровень начального этапа освоения компетенции	Математика 2
	способность творчески применять основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ОК-10	Базовый уровень начального этапа освоения компетенции	Физика
	способность творчески применять основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ОК-10	Повышенный уровень начального этапа освоения компетенции	Гидрогазодинамика
	способность творчески применять основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ОК-10	Повышенный уровень начального этапа освоения компетенции	Теплообменные аппараты
4	способность осознавать сущность и значение информации в развитии современного общества; владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации	ОК-11	Пороговый уровень начального этапа освоения компетенции	Тепловая защита
5	способность применять прикладные программные средства при решении практических задач	ОК-13	Базовый уровень начального этапа освоения компетенции	Теория тепломассообмена
6	способность принимать участие в работах по расчету и конструированию отдельных деталей и узлов двигателей летательных аппаратов в	ПК-1	Базовый уровень начального этапа освоения компетенции	Термодинамика

	соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования			
7	способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений	ПК-3	Базовый уровень начального этапа освоения компетенции	Теория тепломассообмена
	способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений	ПК-3	Базовый уровень начального этапа освоения компетенции	Теплопередача
8	способность составлять описание принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений	ПК-4	Базовый уровень начального этапа освоения компетенции	Тепловая защита
9	способность принимать участие в разработке методических и нормативных документов по проектированию двигателей летательных аппаратов и проведении мероприятий по их реализации	ПК-5	Базовый уровень начального этапа освоения компетенции	Теория тепломассообмена
10	способность подготавливать исходные данные для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономических расчетов	ОПК-4	Пороговый уровень начального этапа освоения компетенции	Термодинамика
	способность подготавливать исходные данные для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономических расчетов	ОПК-4	Базовый уровень начального этапа освоения компетенции	Теория тепломассообмена

\*- **пороговый уровень** дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

-**базовый уровень** позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

-**повышенный уровень** предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

Исходящие компетенции:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Название дисциплины (модуля), для которой данная компетенция является входной
1	способностью принимать участие в работах по расчету и конструированию отдельных деталей и узлов двигателей	ПК-1	Базовый уровень конечного этапа освоения компетенции	Основы конструирования и расчета на прочность ДЛА Теория и расчёт двигателей летательных аппаратов

	летательных аппаратов в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования			
2	способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений	ПК-3	Базовый уровень конечного этапа освоения компетенции	Прикладные задачи теплообмена в ANSYS
3	способностью составлять описание принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений	ПК-4	Базовый уровень конечного этапа освоения компетенции	Основы конструирования и расчета на прочность ДЛА

### Перечень результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций.

#### Планируемые результаты обучения по дисциплине

№	Формируемые компетенции	Код	Знать	Уметь	Владеть
1	способностью принимать участие в работах по расчету и конструированию отдельных деталей и узлов двигателей летательных аппаратов в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	ПК-1	Знать основные стадии расчётов и проектирования установок сверхнизких температур для летательных аппаратов	Уметь выполнять основные виды расчётов установок сверхнизких температур и их узлов	Владеть методикой расчётов и конструирования отдельных деталей и узлов
2	способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений	ПК-3	Знать методику проведения предварительного технико-экономического обоснования проектных решений	Уметь проводить предварительное технико-экономическое обоснование принятых проектных решений.	Владеть методикой технико-экономической оценки.
3	способностью составлять	ПК-4	Знать принцип действия и	Уметь составлять описание	Владеть методикой

описание принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений		конструкцию основных схем установок сверхнизких температур.	принципов действия и устройства проектируемых установок с обоснованием принятых технических решений.	правильного описания изделия.
---	--	---	--	-------------------------------

### Содержание и структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

Трудоемкость дисциплины по видам работ

Вид работы	Трудоемкость, час.
	8 семестр
Лекции (Л)	22
Практические занятия (ПЗ)	24
Лабораторные работы (ЛР)	8
КСР	9
Курсовая проект работа (КР)	-
Расчетно - графическая работа (РГР)	-
Самостоятельная работа (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	42
Подготовка и сдача экзамена	-
Подготовка и сдача зачета	9
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	зачёт с оценкой

Содержание разделов и формы текущего контроля

№	Наименование и содержание раздела	Количество часов						Литература, рекомендуемая студентам	Виды интерактивных образовательных технологий
		Аудиторная работа				СРС	Всего		
		Л	ПЗ	ЛР	КСР				
1	Введение	2	-	-	1	1	4	Р.7.1. №1 Р.7.1. №2 Р.7.3	
2	Теплофизические основы сверхнизких температур.	2	2	4	-	8	16	Р.7.4. №1 Р.7.2. №1 Р.7.1. №2 Р.7.1. №1 Р.7.5. №1	Классическая лекция с мультимедийным сопровождением
3	Воздух и его составляющие. Установки для разделения воздуха.	4	6	-	-	9	19	Р.7.2. №1 Р.7.2. №2 Р.7.5. №1	Работа в команде, анализ реальных проблемных ситуаций.
4	Свойства водорода. Методики его получения. Ожижение, области применения.	4	4	2	2	6	18	Р.7.4. №1 Р.7.2. №1 Р.7.1. №1 Р.7.5. №1	Обучение на основе опыта
5	Особые свойства жидкого гелия.	4	4	2	-	6	16	Р.7.4. №1 Р.7.2. №1 Р.7.5. №1	Работа в команде, обучение на основе опыта
6	Криогенные холодильные системы.	2	2	-	-	8	12	Р.7.2. №1 Р.7.1. №1 Р.7.2. №2 Р.7.5. №1	
7	Типы тепловой изоляции, их свойства. Ёмкости для хранения и транспортировка криожидкостей. Захлаживание системы.	4	6	-	-	4	14	Р.7.2. №1 Р.7.1. №2 Р.7.5. №1	

Занятия, проводимые в интерактивной форме, составляют 15% от общего количества аудиторных часов по дисциплине «Теплофизика процессов при сверхнизких температурах».

## Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2, 4, 5	Анализ влияния температуры предварительного охлаждения низкокипящих криогенных газов (неон, водород и гелий) на энергетические характеристики систем ожижения этих газов с простым дросселированием.	8

## Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2	Теплофизические основы сверхнизких температур.	2
2, 3, 4, 5, 6	3, 4	Системы ожижения криогенных веществ.	10
7, 8, 9	5, 6	Теплообмен при сверхнизких температурах.	6
10, 11, 12	7	Теплоизоляция резервуаров и захолаживание систем.	6

### Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

#### Основная литература

1. Теплотехника : [учебник для студентов технических специальностей высших учебных заведений] / В. Н. Луканин [и др.] ; под ред. В. Н. Луканина. – 7-е изд., стер. – М. : Высшая школа, 2009 . – 671 с.

2. Цирельман, Н. М. Теория и прикладные задачи тепломассопереноса : [учебное пособие для студентов высших учебных заведений РФ, обучающихся по специальностям 160301 - "Авиационные двигатели и энергетические установки", 160304 - "Авиационная и ракетно-космическая теплотехника", а также по направлению подготовки бакалавров и магистров 160100 "Авиа- и ракетостроение"] / Н. М. Цирельман; ГОУ ВПО УГАТУ . – Уфа : УГАТУ, 2008-.Ч. 3 / науч. ред. Ф. Г. Бакиров . – 2008 . – 145 с.

3. Цирельман, Н. М. Техническая термодинамика : [учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 160304 "Авиационная и ракетно-космическая теплотехника ", направления подготовки дипломированных специалистов 160300 "Двигатели летательных аппаратов"] / Н. М. Цирельман .— Москва : Машиностроение, 2012 .— 352 с. : ил. ; 21 см .— ОГЛАВЛЕНИЕ [кликните на URL->](#) .— Получено в дар от РИК УГАТУ (1 экз.) .— Библиогр.: с. 301 (17 назв.) .— ISBN 978-5-217-03494-9 .— <URL:[http://www.library.ugatu.ac.ru/pdf/teach/Cirelman\\_Tex\\_termodin\\_2012.pdf](http://www.library.ugatu.ac.ru/pdf/teach/Cirelman_Tex_termodin_2012.pdf)>.

#### Дополнительная литература

1. Бикмухаметов В.Д. Сравнительный анализ систем ожижения высококипящих криогенных газов (воздух, аргон, азот, кислород, метан) с простым дросселированием и использованием расширительных машин (детандеров). Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Криогенная техника». Уфа, УГАТУ, 2010. – 22 с.

2. Вакуумная техника [Электронный ресурс]: справочник / К. Е. Демихов [и др.]; под ред. К. Е. Демихова, Ю. В. Панфилова - Москва: Машиностроение, 2009 - 590 с.

3. Машины низкотемпературной техники. Криогенные машины и инструменты : [учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям

"Холодильная, криогенная техника и кондиционирование" направления подготовки "Энергомашиностроение" и "Техника и физика низких температур" направления подготовки "Техническая физика" / [А. М. Архаров и др.] ; под общ. ред. А. М. Архарова, И. К. Буткевича .— Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011 .— 582 с. — <URL:[http://www.library.ugatu.ac.ru/pdf/teach/Mashiny\\_niz\\_teh\\_Kriog\\_Arharov\\_2011.pdf](http://www.library.ugatu.ac.ru/pdf/teach/Mashiny_niz_teh_Kriog_Arharov_2011.pdf)>.

4. Бикмухаметов В.Д. Влияние температуры предварительного охлаждения низкокипящих криогенных газов (водород, неон и гелий) на энергетические характеристики систем ожижения с простым дросселированием. Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Криогенная техника». Уфа, УГАТУ, 2010. – 21 с.

5. Бикмухаметов В.Д. Сборник задач для проведения практических занятий по дисциплине «Криогенная техника». Уфа, УГАТУ, 2008 – 10 с.

#### **Интернет-ресурсы (электронные учебно-методические издания, лицензионное программное обеспечение)**

На сайте библиотеки <http://library.ugatu.ac.ru/> в разделе «Информационные ресурсы», подраздел «Доступ к БД» размещены ссылки на интернет-ресурсы.

#### **Образовательные технологии**

При реализации ООП дистанционные образовательные технологии, электронное обучение, а также сетевое обучение не реализуется.

#### **Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекционные занятия: электронный конспект лекций, аудитория с мультимедийным обеспечением.

Практические и лабораторные занятия: компьютерный класс, подключенный к сети Интернет. Компрессорная станция с баллонами сжатого воздуха на 200 атм, лабораторная установка «Дросселирование» для исследования эффекта Джоуля-Томпсона.

#### **Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ**

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.