

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  
«ЗАПРАВочНЫЕ СИСТЕМЫ И СТАНЦИИ»

Специальность 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

Специализация образовательной программы – Эксплуатация стартовых и технических комплексов и систем жизнеобеспечения

Квалификация выпускника – Инженер

Год набора – 2022

Форма обучения – Очная

Курс 5 Семестр 10

Общая трудоемкость дисциплины 144 (академ. час), 4.00 (з.е)

Составитель К.А. Насуленко, Доцент,

Инженерно-физический факультет

Кафедра стартовых и технических ракетных комплексов

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для специальности 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 12.08.2020 № 964

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры стартовых и технических ракетных комплексов

01.09.2022 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

Годосейчук А.А. Годосейчук

« 1 » сентября 2022 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель дисциплины:

Целью дисциплины

- подготовка студентов к участию в разработке и эксплуатации заправочных систем и станций ракет-носителей, космических аппаратов и разгонных блоков;
- подготовка студентов к расчетно-теоретическому обоснованию выбора оптимальных схем заправочных систем и станций.

### Задачи дисциплины:

Задачи дисциплины:

- изучение основ проведения структурного, функционального, технико-экономического и метрологического анализа заправочно-дозировочных систем.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина относится к вариативному типу дисциплин подготовки. Изучение данной дисциплины базируется на знаниях, умениях и компетенциях студента, полученных при изучении предшествующих дисциплин, основными из которых являются: «Физика», «Математический анализ», «Обыкновенные дифференциальные уравнения», «Комплексы наземного оборудования летательных аппаратов», «Детали машин».

## 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-1 Способен осуществлять проектирования, конструирования и сопровождения на всех этапах жизненного цикла КА, КС и составных частей	ИД – 1 ПК-1 Знать: - последовательность и содержание основных этапов проектирования КА и КС, ключевые требования массо- габаритного совершенства конструкции и надёжности. ИД – 2 ПК-1 Уметь: - разрабатывать проекты КА, КС и их составных частей, оформлять проектно-конструкторскую и рабоче- конструкторскую документацию ИД – 3 ПК-1. Владеть: - практическим опытом сопровождения процесса и испытания КА, КС и их составных частей, анализа и оценки их работы в процессе эксплуатации

## 4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.00 зачетных единицы, 144 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	Типовые схемы заправочных систем и станций ракет-носителей, космических аппаратов и разгонных блоков.	10	11					5					16	Самостоятельная работа. Тест
2	Конструкция и расчет проектных параметров основных функциональных блоков заправочных систем и станций высококипящих компонентов жидкого ракетного топлива.	10	11					5					16	Самостоятельная работа. Тест
3	Основы построения и расчета проектных параметров элементов заправочных систем низкокипящих компонентов жидкого ракетного топлива.	10	12					6					16.6	Самостоятельная работа. Тест
4	Экзамен	10									0.3		45.1	
Итого				34.0		0.0		16.0		0.0	0.3	0.0	45.1	48.6

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Типовые схемы заправочных систем и станций ракет-носителей, космических аппаратов и	Заправочные системы и станции в составе оборудования стартовых ракетных комплексов. Основные функциональные блоки заправочных систем и станций, требования к ним.

	разгонных блоков.	Классификация заправочных систем. Компоненты топлива.
2	Конструкция и расчет проектных параметров основных функциональных блоков заправочных систем и станций высококипящих компонентов жидкого ракетного топлива.	Особенности проектирования систем заправки различного назначения. Блок- схема типовой системы. Проектирование блока хранения заправочной системы. Особенности проектирования энергетического блока. Принципы формирования требуемого количества компонента топлива при заправке. Понятие метрологической модели заправочной системы.
3	Основы построения и расчета проектных параметров элементов заправочных систем низкокипящих компонентов жидкого ракетного топлива.	Термодинамические основы получения криогенных температур. Эффективные термодинамические циклы установок криогенных заправочных систем. Управление тепловым состоянием криопродуктов. Способы хранения и термостатирования криогенных жидкостей. Особенности конструкции и расчет оборудования и аппаратов криогенных заправочных систем.

### 5.2. Лабораторные занятия

Наименование темы	Содержание темы
Типовые схемы заправочных систем и станций ракет-носителей, космических аппаратов и разгонных блоков.	Внешнее дозирование жидких продуктов с помощью преобразователей расхода
Конструкция и расчет проектных параметров основных функциональных блоков заправочных систем и станций высококипящих компонентов жидкого ракетного топлива.	Весовое дозирование жидких продуктов с помощью гидравлического весоизмерителя
Основы построения и расчета проектных параметров элементов заправочных систем низкокипящих компонентов жидкого ракетного топлива.	Процессы и аппараты криогенных систем

### 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Типовые схемы заправочных систем и станций ракет-носителей, космических аппаратов и разгонных блоков.	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе. Подготовка к лабораторной работе.	16
2	Конструкция и расчет	Контроль посещения занятий. Проверка	16

	проектных параметров основных функциональных блоков заправочных систем и станций высококипящих компонентов жидкого ракетного топлива.	отчетов о выполненной работе. Подготовка к лабораторной работе.	
3	Основы построения и расчета проектных параметров элементов заправочных систем низкокипящих компонентов жидкого ракетного топлива.	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе. Подготовка к лабораторной работе.	16.6

### 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Интегральная модель образовательного процесса по дисциплине формируют технологии методологического уровня: технология по этапного 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 экзамену:

1. Заправочные системы и станции в составе оборудования стартовых ракетных комплексов.
2. Основные функциональные блоки заправочных систем и станций, требования к ним. Классификация заправочных систем. Компоненты топлива.
3. Особенности проектирования систем заправки различного назначения.
4. Блок- схема типовой системы. Проектирование блока хранения заправочной системы. Особенности проектирования энергетического блока.
5. Принципы формирования требуемого количества компонента топлива при заправке.
6. Понятие метрологической модели заправочной системы.
7. Термодинамические основы получения криогенных температур.
8. Эффективные термодинамические циклы установок криогенных заправочных систем.
9. Управление тепловым состоянием криопродуктов. Способы хранения и термостатирования криогенных жидкостей.
10. Особенности конструкции и расчет оборудования и аппаратов криогенных

заправочных систем.

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература

1. Буткевич, И.К. Криогенные установки и системы [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.К. Буткевич. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. — 151 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/58497>
2. Заправочно-нейтрализационная станция. Разработка и эксплуатация [Электронный ресурс]: учебное пособие / О.Е. Денисов [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. — 240 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/62045>.
3. Кобызев, С.В. Исследование функционирования элементов заправочной системы при заправке ракет и космических аппаратов [Электронный ресурс]: методические указания / С.В. Кобызев. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. — 36 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/103332>

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
6	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	Научная электронная библиотека журналов

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	<a href="http://ecoruspace.me/">http://ecoruspace.me/</a>	Ecoruspace.me. Информационный Интернет-сайт посвящен существующей и планируемой ракетно-космической технике
2	<a href="http://www.vniiem.ru">www.vniiem.ru</a>	АО «Научно-производственная корпорация «Космические системы мониторинга, информационно-управляющие и электромеханические системы имени А.Г. Иосифьяна»
3	<a href="http://www.samspace.ru">www.samspace.ru</a>	АО «Ракетно-космический центр «Прогресс»

## 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.