

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 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
«ЗАПРАВочНЫЕ СИСТЕМЫ И СТАНЦИИ»

Направление подготовки 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика

Направленность (профиль) образовательной программы – Ракетно-космическая техника

Квалификация выпускника – Бакалавр

Год набора – 2023

Форма обучения – Очная

Курс     4     Семестр     8    

Зачет 8 сем

Общая трудоемкость дисциплины 72.0 (академ. час), 2.00 (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 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

01.09.2023 г. , протокол № 1

Заведующий кафедрой Соловьев В.В. Соловьев

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Соловьев В.В. Соловьев

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и  
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

« 1 » сентября 2023 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель 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:

- 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-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 2.00 зачетных единицы, 72.0 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	Типовые схемы заправочных систем и станций ракет-носителей, космических аппаратов и разгонных блоков.	8	6		12								7.8	Самостоятельная работа. Тест
2	Конструкция и расчет проектных параметров основных функциональных блоков заправочных систем и станций высококипящих компонентов жидкого ракетного топлива.	8	6		11								6	Самостоятельная работа. Тест
3	Основы построения и расчета проектных параметров элементов заправочных систем низкокипящих компонентов жидкого ракетного топлива.	8	6		11								6	Самостоятельная работа. Тест
4	Зачет	8								0.2				
	Итого		18.0		34.0		0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	19.8		

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Лекции

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

п	(раздела)	
1	Типовые схемы заправочных систем и станций ракет-носителей, космических аппаратов и разгонных блоков.	Заправочные системы и станции в составе оборудования стартовых ракетных комплексов. Основные функциональные блоки заправочных систем и станций, требования к ним. 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. Практические 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-	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе. Подготовка к лабораторной работе.	7.8

	носителей, космических аппаратов и разгонных блоков.		
2	Конструкция и расчет проектных параметров основных функциональных блоков заправочных систем и станций высококипящих компонентов жидкого ракетного топлива.	Контроль посещения занятий. Проверка отчетов о выполненной работе. Подготовка к лабораторной работе.	6
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.	6

## 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. 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: учебное пособие / И. К. Буткевич. — Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. — 151 с. — ISBN 978-5-7038-3140-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: [https:// e.lanbook.com/ book/58497](https://e.lanbook.com/book/58497) (дата обращения: 26.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Кобызев, С. В. Исследование функционирования элементов заправочной системы при заправке ракет и космических аппаратов: методические указания / С. В. Кобызев. — Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. — 36 с. — ISBN 978-5-7038-4691-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: [https:// e.lanbook.com/ book/103332](https://e.lanbook.com/book/103332) (дата обращения: 26.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Чугунков, В. В. Моделирование температурных режимов емкостей заправочных систем при выполнении операций подготовки топлива к заправке: методические указания / В. В. Чугунков. — Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. — 24 с. — ISBN 978-5-7038-4834-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: [https:// e.lanbook.com/ book/172791](https://e.lanbook.com/book/172791) (дата обращения: 26.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Блинов, В. Н. Реальность проектов. Разработка и использование российских и зарубежных средств выведения в 2015 году: справочник / В. Н. Блинов, Ю. Н. Сеченов, В. В. Шалай. — Омск: ОмГТУ, 2016. — 472 с. — ISBN 978-5-8149-2243-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: [https:// e.lanbook.com/ book/149065](https://e.lanbook.com/book/149065) (дата обращения: 26.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Никишкин, С. И. Системы газоснабжения ракетно-космических комплексов. Автоматизация инженерного анализа и проектирования: монография / С. И. Никишкин, В. В. Котов. — Ковров: КГТА имени В. А. Дегтярева, 2021. — 316 с. — ISBN 978-5-86151-696-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: [https:// e.lanbook.com/ book/223718](https://e.lanbook.com/book/223718) (дата обращения: 26.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	Операционная система Linux	GNU-лицензия (GNU General Public License)
2	<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 ЭБСИPRbooks 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

3	<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
4	<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://ecorospace.me/">http://ecorospace.me/</a>	Ecorospace.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.