

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

17 июня 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ»

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

Специализация образовательной программы – Пилотируемые и автоматические космические аппараты и системы

Квалификация выпускника – Инженер

Год набора – 2024

Форма обучения – Очная

Курс 4 Семестр 8

Зачет 8 сем

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

Составитель В.В. Сердакова, Старший преподаватель,
Институт компьютерных и инженерных наук
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 12.08.20 № 964

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры стартовых и технических ракетных комплексов

1.02.2024 г. , протокол № 7

Заведующий кафедрой Соловьев В.В. Соловьев

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

17 июня 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

17 июня 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Соловьев В.В. Соловьев

17 июня 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Годосейчук А.А. Годосейчук

17 июня 2024 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Создать у обучающихся достаточную теоретическую базу для последующего освоения курса "Прочность ракетно-космической техники" и научить выбирать расчётную схему для анализа геометрической неизменяемости стержневой системы и выполнять и сформировать практические навыки анализа прочности и устойчивости её элементов.

Задачи дисциплины:

Усвоение студентами гипотез и подходов, лежащих в основе расчёта стержневых систем;

Знакомство с постановкой, математическим аппаратом и приёмами решения конкретных задач;

Овладение навыками расчёта типовых элементов стержневых конструкций типа ферм или рам.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина относится к дисциплинам базовой части образовательной программы.

Знания, получаемые в ходе изучения данной дисциплины, могут быть использованы при выполнении расчетов по дисциплинам «Основы устройства космических аппаратов», «Строительная механика ракет», «Основы теории полета и динамика космических аппаратов», а также могут быть полезны при выполнении научно-исследовательских работ студентов.

Для освоения дисциплины необходимо знать: физику, материаловедение, технологию конструкционных материалов.

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 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	Введение в механику стержневых систем. Понятия и основные определения.	8	4		8								5	Самостоятельная работа. Тест
2	Статически определимые фермы. Методы исследования геометрической изменяемости	8	4		8								6	Самостоятельная работа. Тест
3	Статически определимые фермы. Расчёт усилий в стержнях	8	4		8								5	Самостоятельная работа. Тест
4	Матричный метод перемещений для стержневых систем	8	4		10								5.8	Самостоятельная работа. Тест
9	Зачет	8									0.2			Самостоятельная работа. Тест
Итого				16.0	34.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	21.8			

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Введение в механику стержневых	Балочная теория расчёта тонкостенных конструкций. Нормальные напряжения.

	систем. Понятия и основные определения.	Касательные напряжения в тонкостенной конструкции с открытым, однозамкнутым и многозамкнутым сечением.
2	Статически определимые фермы. Методы исследования геометрической изменяемости	Безмоментная теория оболочек вращения. Основные уравнения при осесимметричном нагружении.
3	Статически определимые фермы. Расчёт усилий в стержнях	Изгиб пластин. Дифференциальное уравнение изгиба. Расчёт напряжений
4	Матричный метод перемещений для стержневых систем	Устойчивость пластин. Дифференциальное уравнение устойчивости пластины. Расчёт пластины на устойчивость за пределом пропорциональности.

5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Введение. Предмет и задачи курса. Понятие о расчётной схеме сооружения, конструкции	Расчёт балки на изгиб методом Ритца.
Строительная механика статически определимых ферм. Методы исследования геометрической неизменяемости и решения ферм	Исследование геометрической неизменяемости и решение плоских ферм методом замены связей Расчёт плоской фермы матричным методом перемещений
Матричный метод перемещений для стержневых систем. Ферменный и балочный элементы. Построение матрицы жёсткости стержневой системы и определение узловых перемещений	Расчёт тонкостенных конструкций с однозамкнутым контуром поперечного сечения.
Испытание оборудования систем заправки, газоснабжения и термостатирования на герметичность	Решение задач в случае, когда обшивка работает только на сдвиг.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Введение в механику стержневых систем. Понятия и основные определения.	Подготовка отчета к выполнению практической работы № 1, конспект по теме, подготовка к защите работы	5
2	Статически определимые	Подготовка отчета к выполнению практической работы № 2, конспект по	6

	фермы. Методы исследования геометрической изменяемости	теме, подготовка к защите работы	
3	Статически определимые фермы. Расчёт усилий в стержнях	Подготовка отчета к выполнению практической работы № 3, конспект по теме, подготовка к защите работы	5
4	Матричный метод перемещений для стержневых систем	Подготовка отчета к выполнению практической работы № 4, конспект по теме, подготовка к защите работы	5.8

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. Введение в механику стержневых систем.
2. Понятия и основные определения.
3. Статически определимые фермы.
4. Методы исследования геометрической изменяемости
5. Статически определимые фермы.
6. Расчёт усилий в стержнях.
7. Матричный метод перемещений для стержневых систем.
8. Исследование геометрической неизменяемости плоских ферм
9. Определение усилий в стержнях плоских ферм
10. Исследование геометрической неизменяемости и решение плоских ферм методом замены связей
11. Расчёт плоской фермы матричным методом перемещений
12. Расчёт пространственной фермы матричным методом перемещений
13. Расчёт многоопорной балки матричным методом перемещений
14. Расчёт плоской рамы матричным методом перемещений
15. Расчёт температурных напряжений в плоских фермах
16. Контролируемая аудиторная самостоятельная работа

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература

1. Шапошников, Н. Н. Строительная механика : учебник / Н. Н. Шапошников, Р. Х.

Кристалинский, А. В. Дарков. — 14-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 692 с. — ISBN 978-5-8114-0576-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: [https:// e.lanbook.com/ book/212861](https://e.lanbook.com/book/212861) (дата обращения: 17.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Строительная механика летательных аппаратов : учеб. пособие / Л. М. Савельев, Ю. В. Скворцов, С. В. Глушков . - Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2011. - 236 с Режим доступа: <http://repo.ssau.ru/handle/Uchebnye-posobiya/Stroitel'naya-mehnika-letatelnyh-apparatov-Elektronnyi-resurs-elektron-ucheb-posobie-54695>

3. Расчет и проектирование проушин [Электронный ресурс]: электрон, учеб. пособие / В. Н. Майнсков, С. В. Глушков, Л. М. Савельев, Ю. В. Скворцов, О. И. Арзыбов; Минобрнауки России, Самар, гос. аэрокосм, ун-т им. С.П. Королева (нац. исслед. ун-т). - Самара, 2011 – 28 с. Режим доступа: <http://repo.ssau.ru/handle/Uchebnye-posobiya/Raschet-i-proektirovanie-proushin-Elektronnyi-resurs-elektron-ucheb-posobie-54469>

4. Зацепина, М. В. Балочная теория расчета тонкостенных конструкций [Электронный ресурс] : [учеб. пособие]. - Самара.: Изд-во СГАУ, 2012. – Режим доступа : <http://repo.ssau.ru/handle/Uchebnye-posobiya/Balochnaya-teoriya-rascheta-tonkostennykh-konstrukcii-Elektronnyi-resurs-ucheb-posobie-54967>.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	http://www.e.lanbook.com	Электронная библиотечная система «Издательства Лань», тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки, химия

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	http://ecoruspace.me/	Ecoruspace.me. Информационный Интернет- сайт посвящен существующей и планируемой ракетно-космической технике
2	www.vniiem.ru	АО «Научно- производственная корпорация «Космические системы мониторинга, информационно-управляющие и электромеханические системы имени А.Г. Иосифьяна»
3	www.samspace.ru	Современная энциклопедия промышленности России.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекции и практические занятия проводятся в стандартной аудитории, оснащенной в соответствии с требованиями преподавания теоретических дисциплин, включая мультимедиа- проектор. При изучении дисциплины используется основное необходимое материально- техническое оборудование: мультимедийные средства, Интернет- ресурсы, доступ к полнотекстовым электронным базам, книжный фонд научной библиотеки Амурского государственного университета.

Данное оборудование применяется при изучении дисциплины.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов дисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работы обучающихся, которые предусмотрены учебным планом и соответствуют действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Различные элементы систем заправки, газоснабжения и термостатирования, приборы для измерения технических параметров систем, средства встроенного контроля технического состояния оборудования, средства неразрушающего контроля технического состояния оборудования, стенды для испытания систем заправки,

газоснабжения и термостатирования.