

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Юнаков Л. П.
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ КОНСТРУИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Направление/специальность подготовки	24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Космические летательные аппараты и разгонные блоки
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А3 КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А3 КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	8	4	144	39	13	0	26	105	0	0	105	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ
Евстафьев Виктор Александрович, к.т.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ**

Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ

Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ КОНСТРУИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-2/23.1 — способность осуществлять техническое сопровождение создания разгонных блоков ракет космического назначения, межорбитальных буксиров

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-2/23.1

знания:

1. Основных положений теории тонких оболочек.

2. Основных особенностей проектировочного прочностного расчета типовых конструкций космических аппаратов.;;

умения:

Выполнять проектировочный прочностной расчет простейших конструкций космических аппаратов;

навыки:

Работы в среде ANSYS..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **КОНСТРУИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники, включая управление проектами создания новых образцов техники и утилизации устаревших
- ПСК-2/23.1 — Способен осуществлять техническое сопровождение создания разгонных блоков ракет космического назначения, межорбитальных буксиров

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-2/23.1
4	8	Раздел 1. Основы теории тонких оболочек. Основные понятия. Гипотезы Кирхгофа-Лава. Геометрия оболочки вращения. Безмоментная теория оболочек. Напряжения в цилиндрической и сферической оболочках, нагруженных внутренним давлением. Устойчивость оболочек.	42	12	6	6	30	40
4	8	Раздел 2. Проектировочный прочностной расчет типовых конструкций КА. Стрингерный отсек. Ферменный отсек. Солнечная батарея (раскрытие). Подвесной сферический бак.	102	27	7	20	75	60
Всего за 8 семестр			144	39	13	26	105	100
Всего по дисциплине			144	39	13	26	105	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основы теории тонких оболочек.	Исследование краевого эффекта в стыке днища с цилиндрической оболочкой отсека.	6
2	Раздел 2. Проектировочный прочностной расчет типовых конструкций КА.	Проектировочный прочностной расчет конструкции корпуса стрингерного отсека.	6
3		Расчет напряженно-деформированного состояния конструкции ферменного отсека.	8
4		Расчет напряженно-деформированного состояния конструкции панельно-стержневого отсека.	6
Всего за 8 семестр			26

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основы теории тонких оболочек.	Изучение литературы по теме раздела.	14
2		Выполнение практического задания.	12
3		Подготовка к сдаче практического задания.	4
4	Раздел 2. Проектировочный прочностной расчет типовых конструкций КА.	Изучение литературы по теме раздела.	27
5		Выполнение практического задания.	36
6		Подготовка к сдаче практического задания.	12
Всего за 8 семестр			105

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8			Отч. по ПЗ			ДР	Отч. по ПЗ			ДР		ОС
												Отч. по ПЗ, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- ОС – устный опрос студентов;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- устный опрос студентов.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, эл. рес.
2. В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, эл. рес.
3. В. И. Погорелов. . Строительная механика тонкостенных конструкций. СПб.: БХВ-Петербург, 2007, 194 экз.
4. Л. И. Балабух, Н. А. Алфутов, В. И. Усюкин. . Строительная механика ракет. М.: Высш. шк., 1984, 46 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
3. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
3. <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся;
2. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **КОНСТРУИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:
ПСК-2/23.1 способность осуществлять техническое сопровождение создания разгонных блоков ракет космического назначения, межорбитальных буксиров.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами теории тонких оболочек и проектировочным прочностным расчетом типовых конструкций космических аппаратов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- устный опрос студентов.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**13 ч.**), практические занятия (**26 ч.**), самостоятельная работа студента (**105 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 39 ч. аудиторных занятий, и 105 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Основы теории тонких оболочек.		
Изучение литературы по теме раздела.	В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1)	14
Выполнение практического задания.	Л. И. Балабух, Н. А. Алфутков, В. И. Усюкин. . Строительная механика ракет: М.: Высш. шк., 1984 (5, 6)	12
Подготовка к сдаче практического задания.	В. И. Погорелов. . Строительная механика тонкостенных конструкций: СПб.: БХВ-Петербург, 2007 (6-8)	4
Итого по разделу 1		30
Раздел 2. Проектировочный прочностной расчет типовых конструкций КА.		
Изучение литературы по теме раздела.	В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (5)	27
Выполнение практического задания.	В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (2-4)	36
Подготовка к сдаче практического задания.		12
Итого по разделу 2		75

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- устный опрос студентов;
- отчет по практическому заданию;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Устный опрос студентов

Каждому студенту устно задаются два вопроса по разделам. Ответы зачитываются при отсутствии в них грубых ошибок.

Перечень контрольных вопросов входит в состав УМК дисциплины.

Отчет по практическому заданию

Отчеты по практическому заданию представляются на листах формата А4. Студент допускается к защите задания, если в решении отсутствуют ошибки. Защита проходит в форме ответов студента на три вопроса преподавателя. Максимальное количество баллов за одно практическое задание – 100.

Основаниями для снижения количества баллов являются:

- погрешности в оформлении отчета – 5-10 баллов;
 - небольшие погрешности в ответе на один из трех вопросов – 5-10 баллов;
 - неполный ответ на один из трех вопросов – 10-20 баллов;
 - неудовлетворительный ответ на один из трех вопросов – 20-40 баллов.
- Практическое задание зачитывается при наборе студентом не менее 60 баллов.

Дифференцированный зачет

К экзамену допускаются студенты, защитившие все практические задания, предусмотренные рабочей программой. Экзамен проходит в форме письменных ответов студентов на два вопроса экзаменационного билета. Максимальное количество баллов 100. Основаниями для снижения количества баллов являются:

- небольшие погрешности в ответе на один из двух вопросов – 5-10 баллов;
- неполный ответ на один из двух вопросов – 15-30 баллов;
- неудовлетворительный ответ на один из двух вопросов – 41 балл.

Оценки:

- «отлично» – 86-100 баллов;
- «хорошо» – 71-85 баллов;
- «удовлетворительно» – 60-70 баллов.
- "не зачтено" - менее 60 баллов.

Вопросы к дифф. зачету размещены в УМК дисциплины..

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-2/23.1	
4	8	Раздел 1. Основы теории тонких оболочек.	42	12	6	6	30	40	Отчет по практическому заданию, Устный опрос студентов
4	8	Раздел 2. Проектировочный прочностной расчет типовых конструкций КА.	102	27	7	20	75	60	Отчет по практическому заданию, Устный опрос студентов
Всего за 8 семестр			144	39	13	26	105	100	
Всего по дисциплине			144	39	13	26	105	100	

Критерии оценивания

ПСК-2/23.1

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Из какого условия находится частота колебаний панели солнечной батареи при раскрытии (сразу после фиксации панели в рабочем положении).
 - № 2 Как соотносятся меридиональные и кольцевые напряжения в сферической оболочке, нагруженной внутренним давлением.
 - № 3 Какой топливный бак имеет при прочих равных условиях меньше массу: сферический или торовый?
 - № 4 Чему равно внутреннее избыточное давление в негерметичном отсеке?
 - № 5 Какая конструкция спроектирована более рационально в массовом отношении: имеющая коэффициент запаса прочности, равный 0,9; 1,1 или 3 ?
 - № 6 Из какого алюминиевого сплава рационально изготовить оболочку топливного бака АМг6 или В95 ?
 - № 7 От какой механической характеристики металлического материала конструкции зависят критические напряжения?
 - № 8 Каково назначение промежуточных шпангоутов в отсеке?
 - № 9 Какие оболочки одновременно обеспечивают противометеорную защиту КА?
 - № 10 Укажите достоинства солнечных батарей с гибкой подложкой.
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Для каких целей используется метод условной нагрузки?
 - a. Для определения случаев нагружения, которые необходимо рассмотреть при проектировании конструкции
 - b. Для расчета напряжений в конструкции
 - c. Для определения расчетного случая нагружения конструкции
 - d. Для выбора конструктивно-силовой схемы конструкции
 - № 2 Укажите исходные данные, относящиеся к проверочному прочностному расчету
 - a. Нагрузки, действующие на конструкцию
 - b. Напряжения, действующие в конструкции
 - c. Размеры сечений элементов конструкции
 - d. Свойства материала конструкции
 - № 3 Укажите, какие пункты относятся к выбору расчетной схемы конструкции
 - a. Выбор материала конструкции
 - b. Схематизация силовых нагрузок
 - c. Схематизация условий закрепления конструкции
 - d. Определение расчетного случая нагружения
 - № 4 К каким оболочкам относятся гипотезы Кирхгофа-Лава? Укажите правильные ответы.
 - a. Только к оболочкам вращения
 - b. Только к тонким оболочкам
 - c. Только к оболочкам "средней длины"
 - d. К любым оболочкам
 - № 5 Чему равен второй главный радиус кривизны у сферической оболочки?
 - a. Бесконечности

- б. Радиусу сферической оболочки
- с. Первому главному радиусу сферической оболочки
- д. Двум радиусам сферической оболочки
- № 6 Кольцевые напряжения в цилиндрической оболочке, нагруженной внутренним давлением, определяются
- а. из уравнения Лапласа
- б. по формуле Папковича
- с. по формуле Муштари
- д. из уравнения равновесия всех сил в проекции на ось симметрии оболочки
- № 7 Укажите какие пункты являются условиями существования безмоментного напряженного состояния оболочки.
- а. Плавность изменения нагрузки по поверхности оболочки
- б. Наличие закрепления края оболочки, нагруженной внутренним давлением
- с. Наличие симметрии оболочки
- д. Отсутствие резкого изменения кривизны оболочки, нагруженной внутренним давлением
- № 8 Укажите, какие утверждения, относящиеся к устойчивости цилиндрической оболочки при продольном сжатии, верны.
- а. Коэффициент, учитывающий влияние изгибающего момента на устойчивость цилиндрической оболочки при продольном сжатии, может изменяться от 0,5 до 1,5
- б. Внутреннее избыточное давление не влияет на устойчивость цилиндрической оболочки при продольном сжатии
- с. Критические напряжения зависят от несовершенств формы оболочки
- д. С увеличением несовершенств формы оболочки коэффициент устойчивости увеличивается
- № 9 Из какого условия находится количество шпангоутов в стрингерном отсеке?
- а. из условия прочности промежуточного шпангоута
- б. из условия устойчивости части обшивки между двумя соседними стрингерами
- с. из условия прочности стрингера с прилегающей полосой обшивки
- д. из условия устойчивости стрингера с прилегающей полосой обшивки как сжатого стержня
- № 10 За счет чего упрощается проектировочный прочностной расчет ферменного отсека при принятии допущения о шарнирном соединении стержней?
- а. при этом можно не учитывать изгибающий момент, действующий на ферменный отсек
- б. при этом не нужен прочностной расчет фермы
- с. при этом не нужен расчет стержней на местную устойчивость
- д. при этом можно пренебречь перерезывающими силами и изгибающими моментами в стержнях