

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

_____ Левихин А.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ КОНСТРУИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Направление/специальность подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Специализация/профиль/программа подготовки	Пилотируемые и автоматические космические аппараты и системы
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космическая техника
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	
5	9	4	144	51	17	0	34	93	0	0	93	диф. зач.
5	10	5	180	51	34	0	17	129	36	0	93	экз.
ВСЕГО		9	324	102	51	0	51	222	36	0	186	

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

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

год набора группы: 2026

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:

ПК-1 — Способен проектировать, конструировать и сопровождать на всех этапах жизненного цикла космические аппараты, космические системы и их составные части

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-1

знания:

1. Основ теории тонких оболочек.
2. Основных особенностей проектировочного прочностного расчета конструкций отсеков корпуса КА, топливных баков и солнечных батарей.
3. Особенности силового и теплового нагружения спускаемых аппаратов.
4. Основ защиты КА от метеорных частиц;

умения:

Выполнять прочностной расчет типовых конструкций КА;

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 *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, ТЕХНОЛОГИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ, РАСЧЕТНЫЕ МЕТОДЫ В СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКЕ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА**.

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 для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ПК-1 — Способен проектировать, конструировать и сопровождать на всех этапах жизненного цикла космические аппараты, космические системы и их составные части
- ПК-4 — Способен проводить расчётно-экспериментальные исследования прочности элементов космических аппаратов при силовом и температурном воздействиях
- ПК-5 — Способен разрабатывать, осваивать и внедрять новые технологические процессы, материалы и покрытия при производстве космических аппаратов и систем, в том числе с применением аддитивных технологий

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 з.е., 324 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		ПК-1
5	9	Раздел 1. Основы теории тонких оболочек. Основные понятия. Гипотезы Кирхгофа-Лавы. Геометрия оболочки вращения. Безмоментная теория оболочек. Напряжения в цилиндрической и сферической оболочках, нагруженных внутренним давлением. Устойчивость оболочек.	45	15	9	6	30	15
5	9	Раздел 2. Проектировочный прочностной расчет конструкций отсеков корпуса КА. Стрингерный отсек. Вафельный отсек. Трехслойный отсек. Особенности расчета гофрированного отсека. Ферменный отсек.	99	36	8	28	63	25
Всего за 9 семестр			144	51	17	34	93	40
5	10	Раздел 3. Проектировочный прочностной расчет конструкций топливных баков. Корпусной цилиндрический бак. Подвесные сферический, торовый и эллипсоидальный баки. Эллиптическое днище, нагруженное внутренним давлением.	28	8	8	0	20	12
5	10	Раздел 4. Прочностной расчет шпангоутов. Распорный шпангоут. Стыковочный шпангоут. Промежуточный шпангоут.	26	7	7	0	19	8
5	10	Раздел 5. Расчет конструкции солнечной батареи. Динамическое нагружение конструкции панели солнечной батареи при раскрытии. Прочностной расчет конструкции солнечной батареи.	31	9	3	6	22	10
5	10	Раздел 6. Нагрузки, действующие на спускаемые аппараты (СА). Особенности расчета корпуса спускаемого аппарата. Тепловые нагрузки, действующие на СА. Определение потребной толщины уносимого теплозащитного покрытия СА. Нагрузки, действующие на СА при движении в атмосфере. Нагрузки, действующие на СА при посадке на грунт. Особенности расчета корпуса СА на прочность и устойчивость.	52	16	11	5	36	16
5	10	Раздел 7. Темоупругие деформации конструкций. Общие сведения о темоупругих деформациях конструкций космических аппаратов.	31	9	3	6	22	10
5	10	Раздел 8. Защита космических аппаратов от метеорных частиц. Общие сведения. Способы защиты.	12	2	2	0	10	4
Всего за 10 семестр			180	51	34	17	129	60
Всего по дисциплине			324	102	51	51	222	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 конструкций отсеков корпуса КА.	Проектировочный прочностной расчет конструкции корпуса стрингерного отсека.	8
3		Проектировочный прочностной расчет конструкции корпуса вафельного отсека.	6
4		Расчет напряженно-деформированного состояния конструкции ферменного отсека.	8
5		Расчет напряженно-деформированного состояния конструкции панельно-стержневого отсека.	6
Всего за 9 семестр			34
6	Раздел 5. Расчет конструкции солнечной батареи.	Расчет напряженно-деформированного состояния конструкции солнечной батареи при раскрытии.	6
7	Раздел 6. Нагрузки, действующие на спускаемые аппараты (СА). Особенности расчета корпуса спускаемого аппарата.	Расчет напряженно-деформированного состояния конструкции корпуса спускаемого аппарата при посадке на грунт.	5
8	Раздел 7. Темоупругие деформации конструкций.	Расчет термоупругих деформаций конструкции антенны.	6
Всего за 10 семестр			17

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.	Выполнение практического задания.	8
2		Подготовка к сдаче практического задания.	4
3		Изучение литературы по теме раздела.	18
4	Раздел 2. Проектировочный прочностной расчет конструкций отсеков корпуса КА.	Изучение литературы по теме раздела.	15
5		Выполнение практических заданий.	32
6		Подготовка к сдаче практических заданий.	16
Всего за 9 семестр			93
7	Раздел 3. Проектировочный прочностной расчет конструкций топливных баков.	Изучение литературы по теме раздела.	20
8	Раздел 4. Прочностной расчет шпангоутов.	Изучение литературы по теме раздела.	19
9	Раздел 5. Расчет конструкции солнечной батареи.	Изучение литературы по теме раздела.	6
10		Выполнение практического задания.	10
11		Подготовка к сдаче практического задания.	6
12	Раздел 6. Нагрузки, действующие на спускаемые аппараты (СА). Особенности расчета корпуса спускаемого аппарата.	Изучение литературы по теме раздела.	20
13		Выполнение практического задания.	10
14		Подготовка к сдаче практического задания.	6
15	Раздел 7. Темоупругие деформации конструкций.	Выполнение практического задания.	10
16		Подготовка к сдаче практического задания.	6
17		Изучение литературы по теме раздела.	6
18	Раздел 8. Защита космических аппаратов от метеорных частиц.	Изучение литературы по теме раздела.	10
Всего за 10 семестр			129

3.4. Курсовой проект

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Определение облика КА: определение массово-энергетических характеристик, выбор типа и состава систем, выбор компоновочной схемы и др. Конкретное содержание этапа зависит от темы курсового проекта.	1 - 5	12
Этап 2. Проектирование конструкции отсека, агрегата, узла или системы КА. Конкретное содержание этапа зависит от темы курсового проекта.	6 - 12	16
Этап 3. Оформление расчетно-пояснительной записки и графических материалов.	13 - 16	8
Всего за 10 семестр		36

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
9				Отч. по ПЗ		ДР	Отч. по ПЗ			ДР	Отч. по ПЗ					ДР	ОС, Отч. по ПЗ, диф. зач.	
10					КП	ДР	Отч. по ПЗ			ДР	Отч. по ПЗ	КП				КП	ДР	ОС, Отч. по ПЗ

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- КП – курсовой проект;
- 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;
- курсовой проект;
- устный опрос студентов.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет;
- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк. . ANSYS для инженеров. М.: Машиностроение-1, 2004, эл. рес.
2. Б. В. Грабин, О. И. Давыдов, В. И. Жихарев. . Основы конструирования ракет-носителей космических аппаратов. М.: Машиностроение, 1991, 19 экз.
3. В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, эл. рес.
4. В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, эл. рес.
5. В. И. Погорелов. . Строительная механика тонкостенных конструкций. СПб.: БХВ-Петербург, 2007, 194 экз.
6. В. И. Усюкин. . Строительная механика конструкций космической техники. М.: Машиностроение, 1988, 16 экз.
7. В. Н. Бобков, В. В. Васильев, Э. К. Демченко. . Космические аппараты. М.: Воениздат, 1983, 6 экз.
8. 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. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
2. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
3. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
4. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474 — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
5. <https://urait.ru/> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов..

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<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 *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космическая техника БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-1 Способен проектировать, конструировать и сопровождать на всех этапах жизненного цикла космические аппараты, космические системы и их составные части.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами теории тонких оболочек, проектировочным прочностным расчетом типовых конструкций космических аппаратов, тепловым нагружением спускаемых аппаратов и защитой КА от метеорных частиц.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

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

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет;
- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **9 з.е., 324 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**51 ч.**), практические занятия (**51 ч.**), самостоятельная работа студента (**222 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 324 ч., из них 102 ч. аудиторных занятий, и 222 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.		
Выполнение практического задания.	А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк. . ANSYS для инженеров: М.: Машиностроение-1, 2004 (1-8) В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1) В. И. Погорелов. . Строительная механика тонкостенных конструкций: СПб.: БХВ-Петербург, 2007 (6-8, 13) Л. И. Балабух, Н. А. Алфутов, В. И. Усюкин. . Строительная механика ракет: М.: Высш. шк., 1984 (5, 6, 8)	8
Подготовка к сдаче практического задания.		4
Изучение литературы по теме раздела.		18
Итого по разделу 1		30
Раздел 2. Проектировочный прочностной расчет конструкций отсеков корпуса КА.		
Изучение литературы по теме раздела.	В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (2) Б. В. Грабин, О. И. Давыдов, В. И. Жихарев. . Основы конструирования ракет-носителей космических аппаратов: М.: Машиностроение, 1991 (6, 8) А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк. . ANSYS для инженеров: М.: Машиностроение-1, 2004 (1-8) В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (3)	15
Выполнение практических заданий.		32
Подготовка к сдаче практических заданий.		16
Итого по разделу 2		63
Раздел 3. Проектировочный прочностной расчет конструкций топливных баков.		
Изучение литературы по теме раздела.	Б. В. Грабин, О. И. Давыдов, В. И. Жихарев. . Основы конструирования ракет-носителей космических аппаратов: М.: Машиностроение, 1991 (3, 4) В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (3)	20
Итого по разделу 3		20
Раздел 4. Прочностной расчет шпангоутов.		
Изучение литературы по теме раздела.	В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (2)	19
Итого по разделу 4		19
Раздел 5. Расчет конструкции солнечной батареи.		
Изучение литературы по теме раздела.	В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (4) А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк. . ANSYS для инженеров: М.: Машиностроение-1, 2004 (1-8)	6
Выполнение		10

практического задания.		
Подготовка к сдаче практического задания.		6
Итого по разделу 5		22
Раздел 6. Нагрузки, действующие на спускаемые аппараты (СА). Особенности расчета корпуса спускаемого аппарата.		
Изучение литературы по теме раздела.	В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (5) А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк. . ANSYS для инженеров: М.: Машиностроение-1, 2004 (1-8)	20
Выполнение практического задания.		10
Подготовка к сдаче практического задания.		6
Итого по разделу 6		36
Раздел 7. Темоупругие деформации конструкций.		
Выполнение практического задания.	В. И. Усюкин. . Строительная механика конструкций космической техники: М.: Машиностроение, 1988 (13) А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк. . ANSYS для инженеров: М.: Машиностроение-1, 2004 (1-8)	10
Подготовка к сдаче практического задания.		6
Изучение литературы по теме раздела.		6
Итого по разделу 7		22
Раздел 8. Защита космических аппаратов от метеорных частиц.		
Изучение литературы по теме раздела.	В. Н. Бобков, В. В. Васильев, Э. К. Демченко. . Космические аппараты: М.: Воениздат, 1983 (1)	10
Итого по разделу 8		10

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;
- курсовой проект;
- экзамен;
- 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.

Курсовой проект

К защите курсового проекта допускаются студенты, выполнившие все этапы проектирования без существенных погрешностей и оформившие пояснительную записку и графические материалы.

На защите студент делает краткий доклад по содержанию КП и отвечает на вопросы преподавателей.

Максимальное количество баллов за КП 100. Основаниями для снижения количества баллов являются:

- небольшие погрешности в докладе – 3-5 баллов;
- существенные погрешности в докладе – 10-15 баллов;
- небольшие погрешности в ответах на вопросы – 5-10 баллов;
- существенные погрешности в ответах на вопросы – 15-30 баллов;
- неудовлетворительные ответы на 70% вопросов – 41 балл.

Оценки:

- «отлично» – 86-100 баллов;
- «хорошо» – 75-84 баллов;
- «удовлетворительно» – 60-74 баллов;
- "не защитил" - менее 60 балла.

Экзамен (семестр 10)

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все контрольные мероприятия, 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» – 75-84 баллов;
- «удовлетворительно» – 51-74 баллов;
- "неудовлетворительно" - менее 51 балла.

Вопросы к экзамену размещены в УМК дисциплины.

Дифференцированный зачет (семестр 9)

К дифференцированному зачету допускаются студенты, выполнившие все контрольные мероприятия, предусмотренные программой УМК дисциплины. Зачет проходит в форме письменных ответов студентов на два вопроса. 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:

- «зачтено-отлично» – 86-100 баллов;
- «зачтено-хорошо» – 75-84 баллов;
- «зачтено-удовлетворительно» – 60-74 баллов;
- "не зачтено" - менее 60 балла.

Вопросы к дифференцированному 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		ПК-1	
5	9	Раздел 1. Основы теории тонких оболочек.	45	15	9	6	30	15	Отчет по практическому заданию, Устный опрос студентов
5	9	Раздел 2. Проектировочный прочностной расчет конструкций отсеков корпуса КА.	99	36	8	28	63	25	Отчет по практическому заданию, Устный опрос студентов
Всего за 9 семестр			144	51	17	34	93	40	
5	10	Раздел 3. Проектировочный прочностной расчет конструкций топливных баков.	28	8	8	0	20	12	Устный опрос студентов, Курсовой проект
5	10	Раздел 4. Прочностной расчет шпангоутов.	26	7	7	0	19	8	Устный опрос студентов
5	10	Раздел 5. Расчет конструкции солнечной батареи.	31	9	3	6	22	10	Отчет по практическому заданию, Устный опрос студентов
5	10	Раздел 6. Нагрузки, действующие на спускаемые аппараты (СА). Особенности расчета корпуса спускаемого аппарата.	52	16	11	5	36	16	Отчет по практическому заданию, Устный опрос студентов
5	10	Раздел 7. Темоупругие деформации конструкций.	31	9	3	6	22	10	Отчет по практическому заданию
5	10	Раздел 8. Защита космических аппаратов от метеорных частиц.	12	2	2	0	10	4	Устный опрос студентов
Всего за 10 семестр			180	51	34	17	129	60	
Всего по дисциплине			324	102	51	51	222	100	

Оценочные материалы по дисциплине КОНСТРУИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

ПК-1 - Способен проектировать, конструировать и сопровождать на всех этапах жизненного цикла космические аппараты, космические системы и их составные части

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Что такое первый главный радиус кривизны оболочки вращения?
- № 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Из какого материала целесообразнее изготовить конструкцию рефлектора параболической антенны космического аппарата, чтобы уменьшить термоупругие деформации рефлектора?
1. Сталь.
 2. Алюминиевый сплав.
 3. Магнийевый сплав.
 4. Углепластик.
- № 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Что такое уравнение Лапласа?
- № 4 Прочитайте текст и установите соответствие
1. Формула Папковича.
 2. Формула Муштари.
 3. Уравнение Лапласа.
- А. Описывает критические параметры для цилиндрической оболочки, нагруженной продольной сжимающей нагрузкой и внешним давлением.
- Б. Служит для определения критических напряжений для цилиндрической оболочки, нагруженной внешним давлением.
- В. Используется для получения формул для кольцевых напряжений в оболочках, нагруженных внутренним давлением.
- № 5 Прочитайте текст и установите соответствие
1. Из какого условия находится количество шпангоутов в стрингерном отсеке?
 2. Из какого условия находится количество стрингеров в стрингерном отсеке?
 3. Из какого условия находится толщина стенки металлической оболочки, нагруженной внутренним давлением.
- А. Из условия устойчивости части обшивки между двумя соседними стрингерами.
- Б. Из условия устойчивости оболочки.
- В. Из уравнения Лапласа.
- Г. Из условия устойчивости стрингера с прилегающей полосой обшивки как сжатого стержня.
- Д. Из условия прочности оболочки.
- № 6 Прочитайте текст и установите последовательность
Установите последовательность по порядку повышения предела прочности следующих конструкционных материалов:
1. Титановый сплав ВТ6
 2. Алюминиевый сплав АМг6

3. Алюминиевый сплав В95

4. Алюминиевый сплав Д16

5. Алюминий.

№ 7 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите последовательность определения толщины стенки осесимметричной металлической оболочки, нагруженной внутренним давлением (в рамках безмоментной теории оболочек).

1. Получение зависимости для кольцевых напряжений с использованием уравнения Лапласа.

2. Составление уравнения равновесия всех сил в проекции на ось симметрии оболочки.

3. Определение эквивалентных напряжений.

4. Определение толщины стенки оболочки.

5. Получение зависимости для меридиональных напряжений.

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Как допущение о том, что спускаемый аппарат (СА) является недеформируемым телом, влияет на расчетную максимальную продольную перегрузку при посадке СА на грунт?

1. Не влияет

2. Завышает максимальную продольную перегрузку

3. Завышает максимальную продольную перегрузку только при мягком грунте

4. Занижает максимальную продольную перегрузку

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Для чего служат промежуточные шпангоуты в цилиндрическом стрингерном отсеке, нагруженном продольной сжимающей силой?

1. Для обеспечения устойчивости обшивки отсека.

2. Для обеспечения устойчивости элементов стрингера.

3. Для обеспечения устойчивости отсека.

4. Для обеспечения прочности отсека.

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Почему отношение толщины исходного листа к толщине стенки **К** цилиндрической вафельной оболочки, изготовленной механическим фрезерованием, обычно не превышает 6-8 ? Оболочка нагружена продольной сжимающей силой.

1. С увеличением этого отношения свыше 6-8 трудоемкость изготовления оболочки начинает резко возрастать.

2. С увеличением этого отношения свыше 6-8 устойчивость оболочки начинает уменьшаться.

3. С увеличением этого отношения свыше 6-8 прочность оболочки начинает уменьшаться.

4. С увеличением этого отношения свыше 6-8 происходит очень небольшое снижение массы оболочки.

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

От каких параметров зависит вероятность отсутствия пробоев однородной стенки космического аппарата (КА) спорадическими метеорными частицами?

1. От высоты орбиты.

2. От площади уязвимой поверхности КА
3. От времени пребывания КА в метеорной среде.
4. От скорости метеорной частицы.

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие из следующих утверждений верны?

1. В эллиптическом днище, нагруженном внутренним давлением, кольцевые напряжения могут быть отрицательными.
2. Распорный шпангоут устанавливается в негерметичных отсеках.
3. В эллиптическом днище, нагруженном внутренним давлением, меридиональные напряжения могут быть отрицательными.
4. В эллиптическом днище, нагруженном внутренним давлением, всегда существует зона с отрицательными кольцевыми напряжениями.
5. Распорный шпангоут устанавливается в герметичных отсеках.