

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ КОНСТРУИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Направление/специальность подготовки	24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование и конструкция космических аппаратов
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ
Кафедра-разработчик рабочей программы	БА32 Информационные космические системы(ИСС Решетнева)

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	
6	11	4	144	51	0	0	51	93	0	0	93	ЭКЗ.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра БА32 Информационные космические системы(ИСС Решетнева) _____
Синьковский Федор Константинович, к.т.н., доцент

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **БА32 Информационные космические системы(ИСС Решетнева)**

Заведующий кафедрой Тестоедов Н.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-4/23-1 — способность координировать разработку космических аппаратов и систем, проектировать, конструировать и сопровождать на всех этапах жизненного цикла космические аппараты, космические системы и их составные части

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-4/23-1

знания:

Выбор технологических методов изготовления, сборки и испытаний как отдельных узлов и устройств космического аппарата, так и космического аппарата в целом;

анализ и выбор существующих конструкционных материалов для проектирования космического аппарата;

выбор конструктивно-силовой схемы космического аппарата, разработка его силовой и др. конструкций;

бюджетный анализ космического аппарата(массово-центровочные, точностные и прочие характеристики;

умения:

разработка оптимальных компоновочных решений космических аппаратов с учетом критериев целевой задачи;

проектирование раскрывающихся и трансформируемых систем космических аппаратов;

навыки:

разработка технического задания на проектирование узлов и устройств, входящих в космический аппарат.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **КОНСТРУИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, НАДЕЖНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ РКТ, НАДЕЖНОСТЬ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ КА, РАСЧЕТНЫЕ МЕТОДЫ В СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКЕ.**

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

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
- ОПК-2 — Способен ставить и решать задачи по проектированию, конструированию, производству, испытанию и эксплуатации объектов профессиональной деятельности при использовании современных информационных технологий
- 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-4/23-1 — Способен координировать разработку космических аппаратов и систем, проектировать, конструировать и сопровождать на всех этапах жизненного цикла космические аппараты, космические системы и их составные части
- ПСК-4/23-2 — Способен организовывать работы и руководить работами по обеспечению надежности изделий РКТ

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	Практические занятия		ПСК-4/23-1
6	11	Раздел 1. Введение. 1.1. Классификация КА: по назначению, типу орбит, массе и т.д. 1.2. Типы РН/РБ предназначенных для вывода различных типов КА. 1.3. Варианты компоновки КА под обтекателем (одиночный, групповой пуски, вариант попутного запуска). Понятие зоны полезного груза, ее структура. Стартовая и рабочая компоновка КА.	12	2	2	10	10
6	11	Раздел 2. Основные этапы проектирования и конструирования КА. 2.1.Российская система стандартов: Понятие «Комплект исходных данных для разработки КА»: пояснительная записка, теоретический чертеж, состав оборудования, лимитные сводки (массовая, топливная, энергетическая), схема прохождения на заводе-изготовителе и техническом комплексе и т.д. Документация на адаптацию РН/РБ для запуска КА. Отработанные модели АКА: 03КИ, 05ДИ, 06СТИ, 07ТВ. Назначение, цели и задачи отработки. Разработка схемы деления на сборочные единицы. 2.2. Международная система стандартов: Система «рассмотрений». Этапы рассмотрения проекта (Kick-off, BDR, CDR и т.д.). Комплект основных документов для разработки КА (общие требования к проектированию, конструкции и интерфейсам, матрица оборудования, бюджеты масс, спецификация, содержание работ, чертежи контроля интерфейсов и т.д.). Отработанные изделия: BBM, EM, EQM, PFM, FM.	17	7	7	10	10
6	11	Раздел 3. Бортовые системы КА. 3.1. Назначение, состав и кратная характеристика основных бортовых систем КА. 3.2. Система обеспечения теплового режима – как часть подсистемы Конструкция: Типы СТР: активная пассивная. Основные элементы системы СТР – конструктивно входящие в подсистему Конструкция: радиаторы-теплообменники, жидкостный контур (внешний и встроенный), тепловые трубы, жалюзи, оптические покрытия. ЭВТИ. Назначение, конструкция, интерфейсы с основной конструкцией. 3.3. Механические устройства солнечных батарей: Особенности компоновки в составе КА. Конструкция раскрываемых солнечных батарей. Механизмы раскрытия, зачехловки. Конструкция подложки ФП. Виды расчетов механического устройства солнечной батареи. 3.4. Раскрываемые и трансформируемые антенны: Конструкция раскрываемых, трансформируемых антенн. Особенности компоновки в составе КА. Конструкция системы облучателей. Процедура юстировки. Механизмы раскрытия, зачехловки, наведения. 3.5. Система отделения: Описание. Устройство и принцип действия систем. Системы отделения для одиночного и группового запуска АКА. Конструктивные элементы систем, их устройство и принцип работы: переходные фермы, переходные системы (конический, цилиндрический адаптеры), замки, толкатели.	19	7	7	12	15
6	11	Раздел 4. Определение конструктивно-компоновочной схемы КА. 4.1. Факторы, определяющие конструктивно-компоновочную схему КА. 4.2. Модульность построения (функциональное разделение на МПН и платформу). 4.3. Особенности компоновки различных типов КА (низкоорбитальные, геостационарные, научные программы и т.д.). 4.4. Герметичное и негерметичное исполнение КА.	19	7	7	12	15
6	11	Раздел 5. Разработка конструкции КА. 5.1. Выбор конструктивно-силовой схемы конструкции КА: ферменный, оболочечный, многослойный корпус. 5.2. Элементы конструкции КА: ферма, рама, шпангоут, стрингер, обшивка, обечайка, сотовая панель. Цилиндрические и конические силовые отсеки. 5.3. Выбор конструкционного материала для различных элементов конструкции. 5.4. Конструкция рам и ферм. Юстировочные элементы конструкции: пин-болты, базовые штыри для установки двигателей, юстировочные кубики. 5.5. Расчеты конструкции (механический).	19	7	7	12	15
6	11	Раздел 6. Наземное оборудование КА. 6.1. Описание наземного оборудования для изготовления, сборки и транспортировки КА: технологическое оборудование для изготовления, сборки КА и транспортировки КА. 6.2. Съемное оборудование КА, его назначение. Исходные данные на разработку съемного транспортно-технологического оборудования. Защитные элементы конструкции и оборудования КА. Транспортировочный контейнер.	19	7	7	12	10
6	11	Раздел 7. 3D моделирование при разработке КА. 7.1. Электронное макетирование конструкции КА. Цели, задачи. Нормативная документация в обеспечение проведения 3D моделирования. 7.2. Компоновка аппаратуры КА, прокладка волноводов, бортовой кабельной сети, жидкостного контура. 7.3. Анализ массы, положения центра масс разрабатываемого КА. Анализ раскрываемых и развертываемых элементов конструкции КА.	20	7	7	13	15
6	11	Раздел 8. Производство КА. 8.1. Изготовление элементов конструкции КА. Общая сборка и испытания КА. Документация на сборку КА (чертежи верхнего уровня, технические условия, программы и методики испытаний и т.д.). Особенности проведения монтажных работ. Контроль чистоты производственных помещений. Контроль сборки. 8.2. Прием-сдаточные испытания, ключевые точки контроля. Испытания, проводимые в ходе сборки КА: электрические, вибрационные, акустические, термовакуумные, испытания в БЭК. Определение массы и положения центра масс. 8.3. Хранение АКА. Транспортировка в эксплуатирующую организацию.	19	7	7	12	10
Всего за 11 семестр			144	51	51	93	100
Всего по дисциплине			144	51	51	93	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение.	1. Классификация КА: по назначению, типу орбит, массе и т.д. 2. Типы РН/РБ предназначенных для вывода различных типов КА. 3. Варианты компоновки КА под обтекателем (одиночный, групповой	2

		пуски, вариант попутного запуска). Понятие зоны полезного груза, ее структура. Стартовая и рабочая компоновка КА.	
2	Раздел 2. Основные этапы проектирования и конструирования КА.	4. Российская система стандартов: Понятие «Комплект исходных данных для разработки АКА»: пояснительная записка, теоретический чертеж, состав оборудования, лимитные сводки (массовая, топливная, энергетическая), схема прохождения на заводе-изготовителе и техническом комплексе и т.д. Документация на адаптацию РН/РБ для запуска АКА. Отработочные модели КА: 03КИ, 05ДИ, 06СТИ, 07ТВ. Назначение, цели и задачи отработки. Разработка схемы деления на сборочные единицы. 5. Международная система стандартов: Система «рассмотрений». Этапы рассмотрения проекта (Kick-off, BDR, CDR и т.д.). Комплект основных документов для разработки КА (общие требования к проектированию, конструкции и интерфейсам, матрица оборудования, бюджеты масс, спецификация, содержание работ, чертежи контроля интерфейсов и т.д.). Отработочные изделия: BVM, EM, EQM, PFM, FM.	7
3	Раздел 3. Бортовые системы КА.	6. Назначение, состав и кратная характеристика основных бортовых систем КА. 7. Система обеспечения теплового режима – как часть подсистемы Конструкция: Типы СТР: активная пассивная. Основные элементы системы СТР – конструктивно входящие в подсистему Конструкция: радиаторы-теплообменники, жидкостный контур (внешний и встроенный), тепловые трубы, жалюзи, оптические покрытия. ЭВТИ. Назначение, конструкция, интерфейсы с основной конструкцией. 8. Механические устройства солнечных батарей: Особенности компоновки в составе КА. Конструкция раскрываемых солнечных батарей. Механизмы раскрытия, зачеховки. Конструкция подложки ФП. Виды расчетов механического устройства солнечной батареи. 9. Раскрываемые и трансформируемые антенны: Конструкция раскрываемых, трансформируемых антенн. Особенности компоновки в составе КА. Конструкция системы облучателей. Процедура юстировки. Механизмы раскрытия, зачеховки, наведения. 10. Система отделения: Описание. Устройство и принцип действия систем. Системы отделения для одиночного и группового запуска КА. Конструктивные элементы систем, их устройство и принцип работы: переходные фермы, переходные системы (конический, цилиндрический адаптеры), замки, толкатели.	7
4	Раздел 4. Определение конструктивно-компоновочной схемы КА.	11. Факторы, определяющие конструктивно-компоновочную схему КА. 12. Модульность построения (функциональное разделение на МПН и платформу). 13. Особенности компоновки различных типов КА (низкоорбитальные, геостационарные, научные программы и т.д.). 14. Герметичное и негерметичное исполнение КА.	7
5	Раздел 5. Разработка конструкции КА.	15. Выбор конструктивно-силовой схемы конструкции КА: ферменный, оболочечный, многослойный корпус. 16. Элементы конструкции КА: ферма, рама, шпангоут, стрингер, обшивка, обечайка, сотовая панель. Цилиндрические и конические силовые отсеки. 17. Выбор конструкционного материала для различных элементов конструкции. 18. Конструкция рам и ферм. Юстировочные элементы конструкции: пин-болты, базовые штыри для установки двигателей, юстировочные кубики. 19. Расчеты конструкции (механический).	7
6	Раздел 6. Наземное оборудование КА.	20. Описание наземного оборудования для изготовления, сборки и транспортировки КА: технологическое оборудование для изготовления, сборки КА и транспортировки КА. 21. Съёмное оборудование КА, его назначение. Исходные данные на разработку съёмного транспортно-технологического оборудования. Защитные элементы конструкции и оборудования КА. Транспортировочный контейнер.	7
7	Раздел 7. 3D моделирование при разработке КА.	22. Электронное макетирование конструкции КА. Цели, задачи. Нормативная документация в обеспечение проведения 3D моделирования. 23. Компоновка аппаратуры КА, прокладка волноводов, бортовой кабельной сети, жидкостного контура. 24.	7

		Анализ массы, положения центра масс разрабатываемого КА. Анализ раскрываемых и развертываемых элементов конструкции КА.	
8	Раздел 8. . Производство КА.	25. Изготовление элементов конструкции КА. Общая сборка и испытания КА. Документация на сборку КА (чертежи верхнего уровня, технические условия, программы и методики испытаний и т.д.). Особенности проведения монтажных работ. Контроль чистоты производственных помещений. Контроль сборки. 26. Приемосдаточные испытания, ключевые точки контроля. Испытания, проводимые в ходе сборки КА: электрические, вибрационные, акустические, термовакуумные, испытания в БЭК. Определение массы и положения центра масс. 27. Хранение КА. Транспортировка в эксплуатирующую организацию.	7
Всего за 11 семестр			51

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение.	Подготовка к практическим занятиям.	10
2	Раздел 2. Основные этапы проектирования и конструирования КА.	Подготовка к практическим занятиям	4
3		Подготовка реферата	6
4	Раздел 3. Бортовые системы КА.	Подготовка к практическим занятиям	5
5		Подготовка реферата.	7
6	Раздел 4. Определение конструктивно-компоновочной схемы КА.	Подготовка к практическим занятиям	6
7		Подготовка реферата.	6
8	Раздел 5. Разработка конструкции КА.	Подготовка к практическим занятиям	6
9		Подготовка реферата	6
10	Раздел 6. Наземное оборудование КА.	Подготовка к практическим занятиям	6
11		Подготовка реферата.	6
12	Раздел 7. 3D моделирование при разработке КА.	Подготовка реферата.	6
13		Подготовка к практическим занятиям	7
14	Раздел 8. . Производство КА.	Подготовка к практическим занятиям.	5
15		Оформление реферата и презентации	7
Всего за 11 семестр			93

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
11						ДР	Реф			ДР					Реф	ДР	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Реф – реферат.

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

- диагностическая работа;
- реферат.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Технологические объекты наземной инфраструктуры ракетно-космической техники. М.: Полиграфикс РПК, 2006, эл. рес.
2. А. В. Романов, Н. А. Тестоедов. . Основы проектирования информационно-управляющих и механических систем космических аппаратов. СПб.: Профессионал, 2015, 60 экз.
3. В. А. Евстафьев. . Основы конструирования космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 77 экз.
4. В. А. Евстафьев. . Основы конструирования космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
5. В. В. Никольский. . Проектирование информационных космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 75 экз.
6. М. К. Сапего, Н. А. Тестоедов, В. Д. Атамасов. . Теория проектирования сложных технических систем космического базирования. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, 49 экз.
7. Н. А. Тестоедов, М. М. Михнев, А. Е. Михеев. . Технология производства космических аппаратов. Красноярск: Изд-во СибГАУ, 2009, 53 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. Д. И. Козлов, Г. П. Аншаков, В. Ф. Агарков. . Конструирование автоматических космических аппаратов. М.: Машиностроение, 1996, 3 экз.

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.

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:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

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

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Практические занятия:

1. Макеты и элементы КА «Плазма-А», «Зенит», «Спускаемая капсула», «Универсальная малогабаритная спускаемая капсула»;
2. Полноразмерный весовой макет КА «Глонасс-К»;
3. Полноразмерный макет КА «Зея».

6.2. 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 *24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой БА32 Информационные космические системы(ИСС Решетнева).

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-4/23-1 способность координировать разработку космических аппаратов и систем, проектировать, конструировать и сопровождать на всех этапах жизненного цикла космические аппараты, космические системы и их составные части.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с проблемами проектирования и конструирования автоматических космических аппаратов. Изучаются российские и международные системы стандарты проектирования и конструирования КА. Рассматриваются конструктивно-компоновочные и конструктивно-силовые схемы КА; конструкции узлов, агрегатов и механических систем, методы их расчётов; применение 3D моделирования при разработке КА; вопросы производства КА; связь проектирования с наземной обработкой.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- реферат.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч**. Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (**51 ч.**), самостоятельная работа студента (**93 ч**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 93 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. Введение.		
Подготовка к практическим занятиям.	М. К. Сапего, Н. А. Тестоедов, В. Д. Атамасов. . Теория проектирования сложных технических систем космического базирования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (5) В. В. Никольский. . Проектирование информационных космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1) Д. И. Козлов, Г. П. Аншаков, В. Ф. Агарков. . Конструирование автоматических космических аппаратов: М.: Машиностроение, 1996 (1)	10
Итого по разделу 1		10
Раздел 2. Основные этапы проектирования и конструирования КА.		
Подготовка к практическим занятиям	Д. И. Козлов, Г. П. Аншаков, В. Ф. Агарков. . Конструирование автоматических космических аппаратов: М.: Машиностроение, 1996 (1) В. В. Никольский. . Проектирование информационных космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1)	4
Подготовка реферата		6
Итого по разделу 2		10
Раздел 3. Бортовые системы КА.		
Подготовка к практическим занятиям	М. К. Сапего, Н. А. Тестоедов, В. Д. Атамасов. . Теория проектирования сложных технических систем космического базирования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (8, 9, 10.) А. В. Романов, Н. А. Тестоедов. . Основы проектирования информационно-управляющих и механических систем космических аппаратов: СПб.: Профессионал, 2015 (3, 4, 5.)	5
Подготовка реферата.		7
Итого по разделу 3		12
Раздел 4. Определение конструктивно-компоновочной схемы КА.		
Подготовка к практическим занятиям	В. В. Никольский. . Проектирование информационных космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (2)	6
Подготовка реферата.		6
Итого по разделу 4		12
Раздел 5. Разработка конструкции КА.		
Подготовка к практическим занятиям	В. А. Евстафьев. . Основы конструирования космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1, 2)	6
Подготовка реферата		6
Итого по разделу 5		12

Раздел 6. Наземное оборудование КА.		
Подготовка к практическим занятиям	. Технологические объекты наземной инфраструктуры ракетно-космической техники: М.: Полиграфикс РПК, 2006 (2, 3.)	6
Подготовка реферата.		6
Итого по разделу 6		12
Раздел 7. 3D моделирование при разработке КА.		
Подготовка реферата.	В. А. Евстафьев. . Основы конструирования космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (4) Д. И. Козлов, Г. П. Аншаков, В. Ф. Агарков. . Конструирование автоматических космических аппаратов: М.: Машиностроение, 1996 (4)	6
Подготовка к практическим занятиям		7
Итого по разделу 7		13
Раздел 8. . Производство КА.		
Подготовка к практическим занятиям.	Н. А. Тестоедов, М. М. Михнев, А. Е. Михеев. . Технология производства космических аппаратов: Красноярск: Изд-во СибГАУ, 2009 (6, 7.)	5
Оформление реферата и презентации		7
Итого по разделу 8		12

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- реферат;
- экзамен.

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.

Реферат

Объем реферата - не менее 10 стр. Обязательно использование не менее 3 отечественных и не менее 2 иностранных источников, опубликованных в последние 5 лет. Возможно использование электронных баз данных.

Процедура защиты реферата: ответы на вопросы преподавателя.

Критерии оценивания

- соответствие содержания заявленной теме, отсутствие в тексте отступлений от темы 3 балла;
- соответствие целям и задачам дисциплины 1 балл;
- постановка проблемы, корректное изложение смысла основных научных идей, их теоретическое обоснование и объяснение 1 балл;
- логичность и последовательность в изложении материала 1 балл;
- способность к работе с литературными источниками, Интернет-ресурсами, справочной и энциклопедической литературой 3 балла;
- объем исследованной литературы и других источников информации 3 балла;
- владение иностранными языками, использование иностранных источников 2 балла;
- способность к анализу и обобщению информационного материала, степень полноты обзора состояния вопроса 3 балла;
- умение извлекать информацию, соответствующую поставленной цели, и перераспределять информацию 3 балла.

Для защиты реферата необходимо набрать 10 баллов.

Темы рефератов представлены в УМК дисциплины, например:

1. Сравнительный анализ российской и международной систем стандартов проектирования и конструирования космических аппаратов.
2. Обзор и сравнительный анализ ракет-носителей и разгонных блоков, предназначенных для вывода различных типов КА.
3. Механические устройства, входящие в состав бортовых систем космических аппаратов; современное состояние проблем их создания.
4. Факторы, определяющие конструктивно-компоновочную схему КА и их влияние на выбор типа конструктивно-компоновочной схемы.
5. Обзор и анализ пакетов прикладных программ, применяемых для 3D моделирования элементов конструкции космических аппаратов.
6. Виды испытаний космических аппаратов, их цели, задачи и содержание.
7. Наземное оборудование для изготовления, сборки и транспортировки космических аппаратов.
8. Системы обезвешивания, применяемые при наземной экспериментальной отработке космических аппаратов.
9. Влияние естественных и техногенных факторов космического пространства на элементы конструкции космических аппаратов.

Экзамен

Экзаменационные билеты содержат два вопроса. Один из них - основной. Он является емким по содержанию, требует знания физической картины процесса, математического описания параметров и характеристик и глубокого анализа результатов исследования. Второй вопрос требует краткого анализа поставленной задачи и формулирование основного вывода.

Оценка за экзамен:

«отлично» - полный ответ на оба вопроса и возможные дополнительные вопросы,

«хорошо» - незначительные замечания на ответы по обоим вопросам и неполные ответы на дополнительные вопросы,

«удовлетворительно» - неполные ответы на оба вопроса, отсутствие ответов на отдельные дополнительные вопросы,

«неудовлетворительно» - неполный ответ на основной вопрос, отсутствие ответа на второй и дополнительные вопросы.

Комплект экзаменационных билетов входит в состав 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	Практические занятия		ПСК-4/23-1	
6	11	Раздел 1. Введение.	12	2	2	10	10	Реферат
6	11	Раздел 2. Основные этапы проектирования и конструирования КА.	17	7	7	10	10	Реферат
6	11	Раздел 3. Бортовые системы КА.	19	7	7	12	15	Реферат
6	11	Раздел 4. Определение конструктивно-компоновочной схемы КА.	19	7	7	12	15	Реферат
6	11	Раздел 5. Разработка конструкции КА.	19	7	7	12	15	Реферат
6	11	Раздел 6. Наземное оборудование КА.	19	7	7	12	10	Реферат
6	11	Раздел 7. 3D моделирование при разработке КА.	20	7	7	13	15	Реферат
6	11	Раздел 8. . Производство КА.	19	7	7	12	10	Реферат
Всего за 11 семестр			144	51	51	93	100	
Всего по дисциплине			144	51	51	93	100	

Критерии оценивания

ПСК-4/23-1

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Из какого условия находится частота колебаний панели солнечной батареи при раскрытии (сразу после фиксации панели в рабочем положении)?
- № 2 Какой основной способ используется для защиты герметичных оболочек орбитальных станций от пробоя метеорными частицами?
- № 3 Как нагружен промежуточный шпангоут негерметичного отсека при воздействии на отсек изгибающего момента?
- № 4 Для каких целей используется метод условной нагрузки?
- № 5 Когда заканчивается второй этап функционирования уносимого теплозащитного покрытия СА (этап уноса)?
- № 6 Какова средняя скорость спорадических метеорных частиц в околоземном космическом пространстве?
- № 7 Что такое звуковая точка на лобовой поверхности спускаемого аппарата?
- № 8 Что такое расчетная схема конструкции?
- № 9 Что такое эквивалентная толщина вафельной оболочки?
- № 10 Из какого условия определяются меридиональные напряжения в оболочке торового бака?
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 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
- № 2 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
- № 3 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
- № 4 Чему равен второй главный радиус кривизны у сферической оболочки?
- a. Бесконечности
- b. Радиусу сферической оболочки
- c. Первому главному радиусу сферической оболочки
- d. Двум радиусам сферической оболочки
- № 5 Кольцевые напряжения в цилиндрической оболочке, нагруженной внутренним давлением, определяются
- a. из уравнения Лапласа

- б. по формуле Папковича
- с. по формуле Муштари
- № 6 д. из уравнения равновесия всех сил в проекции на ось симметрии оболочки
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
- № 7 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
- № 8 Какие из следующих утверждений верны?
- В эллиптическом днище, нагруженном внутренним давлением, кольцевые напряжения могут быть отрицательными.
- Распорный шпангоут устанавливается в негерметичных отсеках.
- В эллиптическом днище, нагруженном внутренним давлением, меридиональные напряжения могут быть отрицательными.
- В эллиптическом днище, нагруженном внутренним давлением, всегда существует зона с отрицательными кольцевыми напряжениями.
- № 9 Какие утверждения относятся к методу Ньютона, используемому для определения давления, действующего на лобовую часть СА?
- а. Частицы воздуха движутся невозмущенно, вплоть до пограничного слоя около лобовой части СА
- б. Частицы воздуха движутся невозмущенно, вплоть до соударения с телом
- с. При соударении с телом частицы воздуха теряют касательную составляющую количества движения
- д. При соударении с телом частицы воздуха теряют нормальную составляющую количества движения
- № 10 От каких параметров зависит вероятность отсутствия пробоев однородной стенки КА спорадическими метеорными частицами?
- а. От высоты орбиты
- б. От площади уязвимой поверхности КА
- с. От времени пребывания в метеорной среде
- д. От скорости метеорной частицы