



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора

А.В. Троицкий

«___» _____ 2023 г.

**ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ
МАШИНОСТРОЕНИЯ**

КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ»**

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

Специализация №21: Производство и технологическая отработка изделий ракетно-космической техники

Уровень высшего образования: специалитет

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная, очно-заочная

Королёв
2023

Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе основной профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.


Автор: к.т.н., с.н.с. Степанов Г.Н. Рабочая программа дисциплины: «Проектирование космических аппаратов» – Королев МО: «Технологический университет», 2023.

Рецензент: д.т.н., с.н.с. Бершадский В.А.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета.

Протокол № 9 от 11.04.2023 г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Мороз А.П. д.т.н., с.н.с. 				
Год утверждения (пересогласования)	2023	2024	2025	2026	2027
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ 9 от 28.03.2023г.	№ __ от __. __.20__ г.	№ __ от __. __.20__ г.	№ __ от __. __.20__ г.	№ __ от __. __.20__ г.

Рабочая программа согласована:

Руководитель ОПОП ВО  **Мороз А.П., д.т.н., с.н.с.**

Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:

Год утверждения (пересогласования)	2023	2024	2025	2026	2027
Номер и дата протокола заседания УМС	№ 5 от 11.04.2023г.	№ __ от __. __.20__ г.	№ __ от __. __.20__ г.	№ __ от __. __.20__ г.	№ __ от __. __.20__ г.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Целью изучения дисциплины является овладение:

1. Методами конструирования космических аппаратов (КА);
2. Методами проведения анализа вариантов технических решений при разработке проектов космических аппаратов;
3. Основами инженерного синтеза сложных систем, аналитический аппарат и алгоритмы приложения в технике;
4. Схемами и расчетными зависимостями, необходимых для квалифицированного выбора материалов, форм, размеров отсеков, отдельных узлов и элементов конструкций КА.

В процессе обучения студент приобретает и совершенствует следующие компетенции.

Профессиональные компетенции (ПК):

ПК-1. Способность проводить теоретические и экспериментальные исследования в области создания новых образцов космической техники в соответствии с тактико-техническими характеристиками и техническим заданием;

ПК-2. Способность проектировать космические аппараты, космические системы и их составные части;

ПК-3. Способность осуществлять сопровождение процесса изготовления космических аппаратов, космических систем и их составных частей;

ПК-4. Способность сопровождения и анализа результатов процесса подготовки и проведения испытаний космических аппаратов, космических систем и их составных частей в наземных условиях;

ПК-5. Способность к анализу и оценке работы космических аппаратов, космических систем и их составных частей при подготовке к запуску и в процессе эксплуатации.

Основными **задачами** дисциплины являются:

1. Ознакомление обучающихся с ключевыми вопросами устройства ракет и космических аппаратов;
2. Освоение навыков формирования системного подхода последовательности решения поставленной проблемы по определению внешнего облика изделий, систем, механизмов и агрегатов, входящих в структуру КА;
3. Формирование способности проводить техническое конструирование изделий ракетной и ракетно-космической техники.

Показатель освоения компетенции отражают следующие индикаторы:

Трудовые действия:

- Владеть способностью проводить теоретические и экспериментальные исследования в области создания новых образцов космической техники в соответствии с тактико-техническими характеристиками и техническим заданием.
- Владеть способностью проектировать космические аппараты.
- Владеть способностью осуществлять сопровождение процесса изготовления космических аппаратов.
- Владеть способностью сопровождения и анализа результатов процесса подготовки и проведения испытаний космических аппаратов в наземных условиях.
- Владеть способностью к анализу и оценке работы космических аппаратов при подготовке к запуску и в процессе эксплуатации.

Необходимые умения:

- Уметь анализировать перспективы развития как ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных видов для проработки технических заданий.
- Уметь разрабатывать рекомендации и заключения по использованию результатов теоретических и экспериментальных исследований космических аппаратов, космических систем и их составных частей.
- Уметь проводить анализ вариантов технических решений при разработке проектов космических аппаратов, космических систем и их составных частей.
- Уметь проводить технико-экономический и функционально-стоимостной анализ проектов космических аппаратов, космических систем и их составных частей.
- Уметь выполнять расчеты с использованием специализированного ПО.
- Уметь проводить исследование и анализ дефектов изготовленных космических аппаратов, космических систем и их составных частей на соответствие конструкторской документации.
- Уметь анализировать дефекты, их последствия и несоответствия конструкторской документации.
- Уметь оформлять технические отчеты по результатам сопровождения процесса подготовки и проведения испытаний.
- Уметь применять физические принципы, используемые при испытаниях для имитации условий реальной эксплуатации.
- Уметь разрабатывать предложения по модернизации составных частей космических аппаратов и космических систем в перспективных разработках.

- Уметь проводить анализ материалов исследований патентной чистоты разрабатываемых космических аппаратов, космических систем и их составных частей.

- Уметь оформлять технические отчеты по результатам эксплуатации составных частей космических аппаратов и космических систем.

Необходимые знания:

- Знать Единую систему конструкторской документации; Особенности инженерно-технического подхода к решению профессиональных проблем.

- Знать основы инженерного синтеза сложных систем, аналитический аппарат и алгоритмы приложения в технике.

- Знать основы систем автоматизированного проектирования.

- Знать основные методы контроля изготовления разрабатываемых космических аппаратов.

- Знать технологии изготовления космических аппаратов и их составных частей.

- Знать основы эргономического проектирования.

- Знать назначение и параметры оборудования для проведения испытаний Регламенты проведения испытаний проектируемых составных частей космических аппаратов и космических систем.

- Знать физические и механические характеристики разработанных составных частей космических аппаратов и космических систем.

- Знать принципы работы и условия эксплуатации разработанных составных частей космических аппаратов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «проектирование космических аппаратов» относится к обязательным дисциплинам части формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы подготовки по специальности 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов». При очной форме обучения дисциплина реализуется на 4-ом курсе в 8 семестре. При очно-заочной форме обучения дисциплина реализуется на 4-ом курсе в 8 семестре.

Дисциплина «Конструирование космических аппаратов» базируется на ранее полученных знаниях, приобретенных в процессе изучения дисциплин: «Основы устройства ракет и КА», «Электротехника и электроника в ракетно-космической технике» и ранее частично изученные компетенции ОПК-1,2,4,5,6,7, ПК 1,2,3,4,5.

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины «Конструирование космических аппаратов» являются базовыми при изучении дисциплин «Контрольно-измерительные системы двигателей и летательных

аппаратов», «Мехатронные космические системы» и при подготовке выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины для обучающихся при очной форме обучения составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Общая трудоемкость дисциплины для обучающихся при очно-заочной форме обучения составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Таблица 1

Виды занятий	Всего часов	Семестр 8	Семестр	Семестр ...	Семестр ...
Общая трудоемкость	108	108			
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ					
Аудиторные занятия	64	64			
Лекции (Л)	32	32			
Практические занятия (ПЗ)	32	32			
Лабораторные работы (ЛР)					
Практическая подготовка	8	8			
Самостоятельная работа	44	44			
Курсовые работы (проекты)					
Расчетно-графические работы					
Контрольная работа	+	+			
Текущий контроль знаний: Тест	+	+			
Вид итогового контроля	Экзамен /зачет	Зачет с оценкой			
ОЧНО-ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ					
Аудиторные занятия	36	36			
Лекции (Л)	16	16			
Практические занятия (ПЗ)	20	20			
Лабораторные работы (ЛР)					
Практическая подготовка	8	8			
Самостоятельная работа	72	72			
Курсовые работы (проекты)					
Расчетно-графические работы					
Контрольная работа	+	+			
Вид итогового контроля	Экзамен /зачет	Зачет с оценкой			

4. Содержание дисциплины

4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, час, очн/очн.- заоч	Практ. занятия час, очн/очн.- заоч	Занятия в ин- теракт. форме, час очн/очн-заоч	Код компе- тенций
Тема 1. Общие сведения о конструкции космических аппаратов	4/2	4/2	2/1	ПК-1, ПК-5
Тема 2. Нагрузки, действующие на космический аппарат	4/2	4/2	2/1	ПК-4 ,ПК- 5
Тема 3. Несущие конструкции космического аппарата	4/2	4/2	2/1	ПК-1, ПК-2
Тема 4. Современные RAD- системы и их возможности при конструировании КА	4/2	4/2	2/1	ПК-1, ПК-2
Тема 5. Методические основы прочностного расчета конструкции КА	4/2	4/4	2/1	ПК-1, ПК-2,
Тема 6. Показатели конструктивно-технологического совершенства КА	4/2	4/4	2/1	ПК-1, ПК-2, ПК-3
Тема. 7. Определение проектно-конструкторского облика КА	4/2	4/2	2/1	ПК-1, ПК-2
Тема. 8. Анализ оптимальной конфигурации несущей конструкции КА	4/2	4/2	2/1	ПК-1, ПК-2
Итого:	32/16	32/20	16/8	

4.2. Содержание тем дисциплины

Тема 1. Общие сведения о конструкции космических аппаратов

Требования, предъявляемые к конструкции КА. Постановка задачи конструирования. Содержание и особенности процесса конструирования. Этапы процесса создания конструкции. Автоматизация конструкторских работ. Общие принципы конструирования.

Тема 2. Нагрузки, действующие на космический аппарат

Классификация нагрузок. Статистические нагрузки. Динамические нагрузки. Случаи нагружения КА. Случаи нагружения при наземной эксплуатации. Полетные случаи нагружения.

Тема 3. Несущие конструкции космического аппарата

Конструктивно-силовые схемы отсеков корпуса КА. Конструкции основных узлов отсеков. Оболочечные отсеки. Стержневые и панельно-стержневые отсеки. Сетчатые конструкции. Узлы соединения отсеков. Конструктивно-силовые схемы и формы топливных баков. Несущие конструкции солнечных батарей.

Тема 4. Современные CAD- системы и их возможности при конструировании КА

Особенности использования CAD – систем для моделирования конструкций КА, оформление чертежей и текстовой документации. Назначение, решаемые задачи и особенности использования систем автоматизированного конструирования верхнего уровня (Pro/Engineer), среднего (SolidWorks) и нижнего уровней (AutoCAD, КОМПАС).

Тема 5. Методические основы прочностного расчета конструкции космического аппарата

Модели прочностных отказов и условия прочности конструкции. Вероятностный метод оценки прочности конструкции. Детерминированный подход к расчету конструкции на прочность. Расчетный случай нагружения. Расчетная нагрузка. Коэффициенты безопасности и запаса прочности. Расчетная схема конструкции.

Тема 6. Показатели конструктивно-технологического совершенства КА

Унифицированная космическая платформа. Проектирование надежных КА. Объемно-массовые и энергетические характеристики КА. Формирование проектных данных на разработку конструкторской документации.

Тема 7. Определение проектно-конструкторского облика КА

Выбор внешнего вида. Общие принципы компоновки систем КА.

Компоновка герметичных и негерметичных отсеков. Конструирование КА с учетом предупреждения образования космического мусора. Конструирование с учетом принципа преемственности развития.

Тема 8. Анализ оптимальной конфигурации несущей конструкции космического аппарата

Анализ несущих конструкций с учетом преемственности развития КА. Основы автоматизации компоновки КА. Система компьютерных технологий компоновки КА.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине

1. Рабочая тетрадь.
2. Практикум на кафедре.
3. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Структура фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Конструирование космических аппаратов» приведена в Приложении 1.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Ермолаев В.И. Проектирование транспортных космических аппаратов; учебное пособие / В.И. Ермолаев; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2019.-65 с.// Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://reader.lanbook.com/book/157059#1>
2. Евстафьев В.А. Конструирование космических аппаратов. Ч. 1: Учебное пособие / В.А. Евстафьев; Балт. гос. техн. ун-т.– СПб. 2018.-99 с.// Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://reader.lanbook.com/m/book/122054#1>

Дополнительная литература:

1. Волоцуев В.В. Введение в проектирование космических аппаратов: учеб. Пособие / В.В. Волоцуев, И.С. Ткаченко.-Самара: Изд-во Самарского университета, 2018-144с. // <http://repo.ssau.ru/handle/Uchebnye-izdaniya/Vvedenie-v-proektirovanie-kosmicheskikh-apparatov-Elektronnyi-resurs-ucheb-posobie-73303>
2. Основы проектирования пассивных систем ориентации и стабилизации автоматических космических аппаратов связи, навигации и геодезии: учеб. Пособие / В.А. Раевский, Н.А. Тестоедов, М.В. Лукьяненко, Е.Н. Якимов ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2016. – 414 с. // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://reader.lanbook.com/book/147510#4>

Электронные ресурсы образовательной среды «МГОТУ»:

- <http://biblioclub.ru/index.php> - библиоклуб (университетская библиотека);
- [http:// www.znanium.com](http://www.znanium.com) - электронно-библиотечная система Znanium.com!;
- <http:// e.lanbook.com> -электронно-библиотечная система издательства «Лань»;
- <http:// www.rucont.ru/> -Национальный цифровой ресурс Руконт - межотраслевая электронная библиотека (ЭБС);

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Интернет-ресурсы:

1. Информационно - правовой сервер ГАРАНТ - <http://www.garant.ru>
2. Общероссийская сеть распространения правовой информации Консультант Плюс - <http:// www.consultant.ru>
3. <http:// sk.ru/foundation/space/> - Кластер «Космические технологии и телекоммуникации»
4. <http:// www.gctc.ru/> - Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский испытательный Центр подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина» (ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А.Гагарина»).
5. www.znanium.com - Электронно-библиотечная система Znanium.com.
6. <http:// eup.ru/catalog/all-all.asp>– научно-образовательный портал.
7. www.biblioclub.ru
8. www.znanium.com

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для обучающихся, по освоению дисциплины, приведены в Приложении 2.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения:

MSOffice, программные продукты: SolidWorks, AutoCAD, КОМПАС.

Информационные справочные системы:

1. Электронные ресурсы образовательной среды Университета:

2. Информационные справочные системы:
3. Информационно - правовой сервер ГАРАНТ - <http://www.garant.ru>
4. Общероссийская сеть распространения правовой информации Консультант Плюс - [http:// www.consultant.ru](http://www.consultant.ru)

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран);
- комплект электронных презентаций/слайдов.

Практические занятия:

- компьютерный класс с проектором для интерактивного обучения, оборудованный современными лицензионными программно-техническими средствами: операционная система не ниже Windows XP; офисные программы MSOffice 7, рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;

- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с установленными программными продуктами SolidWorks, AutoCAD, КОМПАС.

Прочее:

- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;

- рабочие места обучающихся, оснащенные компьютерами.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

**ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ
ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ
«ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ»**

Направление подготовки: 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»

Специализация: №21 «Производство и технологическая отработка изделий ракетно-космической техники»

Уровень высшего образования: специалитет

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная, очно-заочная

**Королёв
2023**

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)*	Тема дисциплины, обеспечивающая формирование компетенции (или ее части)	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции, обучающийся приобретает:		
				Трудовые действия	Необходимые умения	Необходимые знания
1	ПК-1	Способность проводить теоретические и экспериментальные исследования в области создания новых образцов космической техники в соответствии с тактико-техническими характеристиками и ТЗ	Тема 1. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7. Тема 8..	- Владеть способностью проводить теоретические и экспериментальные исследования в области создания новых образцов космической техники в соответствии с тактико-техническими характеристиками и техническим заданием..	- Уметь анализировать перспективы развития как ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных видов для проработки ТЗ. - Уметь разрабатывать рекомендации и заключения по использованию результатов теоретических и экспериментальных исследований КА, космических систем и их составных частей..	Знать Единую систему конструкторской документации; Особенности инженерно-технического подхода к решению профессиональных проблем.
2	ПК-2	Способность проектировать КА, космические системы и их составные части.	Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7. Тема 8.	Владеть способностью проектировать космические аппараты.	- Уметь проводить анализ вариантов технических решений при разработке проектов космических аппаратов, космических систем и их составных частей. - Уметь проводить технико-экономический и функционально-стоимостной анализ проектов космических аппаратов, космических систем и их составных частей. - Уметь выполнять расчеты с использованием специализированного ПО.	Знать основы инженерного синтеза сложных систем, аналитический аппарат и алгоритмы приложения в технике.
3	ПК-3	Способность осуществлять сопровождение процесса изготовления КА, космических систем и их составных ча-	Тема 6.	Владеть способностью осуществлять сопровождение процесса изготовления космических аппаратов.	Уметь проводить исследование и анализ дефектов изготовленных космических аппаратов, космических систем и их составных частей на несоответ-	- Знать основные методы контроля изготовления разрабатываемых КА. - Знать технологии изготовления КА и их составных частей.

		стей;			ствии конструкторской документации.	- Знать основы эргономического проектирования
4	ПК-4	Способность сопровождения и анализа результатов процесса подготовки и проведения испытаний КА, космических систем и их составных частей в наземных условиях;	Тема 2	Владеть способностью сопровождения и анализа результатов процесса подготовки и проведения испытаний космических аппаратов в наземных условиях.	<ul style="list-style-type: none"> - Уметь анализировать дефекты, их последствия и несоответствия конструкторской документации. - Уметь оформлять технические отчеты по результатам сопровождения процесса подготовки и проведения испытаний. - Уметь применять физические принципы, используемые при испытаниях для имитации условий реальной эксплуатации. 	Знать назначение и параметры оборудования для проведения испытаний Регламенты проведения испытаний проектируемых составных частей космических аппаратов и космических систем.
5	ПК-5	Способность к анализу и оценке работы КА, космических систем и их составных частей при подготовке к запуску и в процессе эксплуатации.	Тема 1. Тема 2	Владеть способностью к анализу и оценке работы космических аппаратов при подготовке к запуску и в процессе эксплуатации.	<ul style="list-style-type: none"> - Уметь разрабатывать предложения по модернизации составных частей КА и космических систем в перспективных разработках. - Уметь проводить анализ материалов исследований патентной чистоты разрабатываемых КА, космических систем и их составных частей. - Уметь оформлять технические отчеты по результатам эксплуатации составных частей КА и космических систем. 	<ul style="list-style-type: none"> - Знать физические и механические характеристики разработанных составных частей космических аппаратов и космических систем. - Знать принципы работы и условия эксплуатации разработанных составных частей космических аппаратов.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции	Инструмент, оценивающий сформированность компетенции	Этапы и показатель оценивания компетенции	Критерии оценки и шкалы
ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5	Тест	А) полностью сформирована - 5 баллов Б) частично сформирована 3-4 балла	Тест на выявление уровня освоения теоретических знаний. Задания 2-х типов: 1 тип - выбор

		В) не сформирована – 2 и менее баллов	<p>одного варианта ответа из предложенных, 2 тип - выбор нескольких вариантов ответов из предложенных. Ответы на тестовые задания предполагают использование как письменного варианта ответа, так и автоматизированной системы (соответствующего программного обеспечения) тестовой оценки знаний. Критерии оценки определяются процентным соотношением.</p> <p>Оценка осуществляется по пятибалльной системе.</p> <p>Менее 50% правильных ответов 0 баллов, 51% -60% - 1 балл, 61% -70% - 2 балла, 71% -80% - 3 балла, 81% -89% - 4 балла, 90% -100% - 5 баллов</p>
ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5	Реферат, представляющий собой результат реферирования нескольких книг по определенной теме, т.е. краткий обзор основного содержания этих книг. Работа над рефератом включает в себя следующие этапы: • формулирование темы, причем она должна быть не только актуальной по своему значению, но и оригинальной, интересной по содержанию; • подбор и изучение	А) полностью сформирована - 5 баллов Б) частично сформирована 3-4 балла В) не сформирована – 2 и менее баллов	<p>Общая оценка реферата:</p> <p>реферат сдан на проверку преподавателю за одну неделю до зачетного занятия (1 балл); студентом проявлена инициатива при выборе темы реферата и его написании (1 балл); работа выполнена без консультации с преподавателем (1 балл); материал представлен связно, логично и грамотно ((1 балл)); оформление</p>

	<p>основных источников по теме (как правило, при разработке реферата используются не менее 8—10 различных источников);</p> <ul style="list-style-type: none"> • составление библиографии; • обработка и систематизация информации; • разработка плана реферата; • написание реферата. 		<p>в соответствии с требованиями ГОСТ (1 балл)</p>
<p>ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5</p>	<p>Презентация группового доклада, представляющий собой результат реферирования нескольких книг по определенной теме, т.е. краткий обзор основного содержания этих книг. Работа над презентацией включает в себя следующие этапы</p> <ul style="list-style-type: none"> • формулирование темы, причем она должна быть не только актуальной по своему значению, но и оригинальной, интересной по содержанию; • подбор и изучение основных источников по теме (как правило, при разработке доклада используются не менее 8—10 различных источников); • составление библиографии; • обработка и систематизация информации; • разработка плана доклада; 	<p>А) полностью сформирована - 5 баллов Б) частично сформирована 3-4 балла В) не сформирована – 2 и менее баллов</p>	<p>Баллы, выставляемые докладчику и содокладчикам:</p> <ul style="list-style-type: none"> • сообщил новую информацию (1 балл) • использовал технические средства (1 балл) • знает и хорошо ориентируется в содержании всего доклада (1 балл) • умеет дискутировать и быстро отвечает на вопросы (1 балл) • четко выполняет установленный регламент: докладчик - 10 мин.; содокладчики - 5 мин.; дискуссия - 10 мин. (1 балл)

	• представление доклада		
--	-------------------------	--	--

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примерная тематика докладов в презентационной форме

1. Требования, предъявляемые к конструкции КА.
2. Постановка задачи конструирования. Содержание и особенности процесса конструирования.
3. Этапы процесса создания конструкции.
4. Автоматизация конструкторских работ.
5. Нагрузки, действующие на КА.
6. Конструктивно-силовые схемы отсеков корпуса КА.
7. Конструкции оболочечных отсеков.
8. Конструкции стержневых и панельно-стержневых отсеков.
9. Сетчатые конструкции отсеков.
10. Конструктивно-силовые схемы и формы топливных баков.
11. Несущие конструкции солнечных батарей.
12. Особенности и применение конструкционных материалов.
13. Композиционные материалы.
14. Модели прочностных отказов и условия прочности конструкции.
15. Определение проектно-конструктивного облика КА
16. Анализ оптимальной конфигурации несущей конструкции КА.
17. Порядок и этапы разработки конструкторской документации.
18. Солнечные батареи КА. Расчет солнечной батареи.
19. Задачи оптимизации при конструировании КА.
20. Начальные тактико-технические требования к КА.
21. Космические орбиты
22. Структурный состав КА.

Примерная тематика контрольного задания

1. Обзор существующих КА.
2. Цели и задачи конструирования КА.
3. Обеспечивающие системы и их согласование с КА.
4. Системы электроснабжения КА.
5. Система обеспечения требуемого теплового режима КА.
6. Бортовой комплекс управления КА.
7. Задачи и особенности компоновки КА.

8. Распределение элементов бортовых систем по несущему комплексу КА.
9. Качество КА и его показатели.
10. Стоимостные характеристики КА.
11. Жизненный цикл сложной технической системы
12. Внутренняя компоновка РКН.
13. Оценка энергетических затрат на межорбитальные маневры.
14. Выбор проектных параметров межорбитальных КА.
15. Компоновка межорбитальных КА.
16. Двигательные установки межорбитальных КА.
17. Системы обеспечения запуска ЖРД.
18. Целевая аппаратура КА.
19. Композитные материалы в РКТ.
20. Баллистика и навигация КА.

Примерная тематика практических заданий

1. Постановка задачи конструирования. Содержание и особенности процесса конструирования. Этапы процесса создания конструкции. Общие принципы конструирования.
2. Классификация нагрузок. Статистические нагрузки. Динамические нагрузки. Случаи нагружения при наземной эксплуатации. Полетные случаи нагружения.
3. Конструктивно-силовые схемы отсеков корпуса КА. Конструкции основных узлов отсеков. Оболочечные отсеки. Стержневые и панельно-стержневые отсеки. Сетчатые конструкции. Узлы соединения отсеков.
4. Выполнить расчет конструкции баков.
5. Выполнить расчет обечайки баков.
6. Выполнить расчет днища баков.
7. Компоновка герметичных и негерметичных отсеков. Конструирование КА с учетом предупреждения образования космического мусора. Конструирование с учетом принципа преемственности развития.
8. Назначение, решаемые задачи и особенности использования систем автоматизированного конструирования верхнего уровня (Pro/Engineer), среднего (SolidWorks) и нижнего уровней (AutoCAD, КОМПАС).
9. Анализ несущих конструкций с учетом преемственности развития КА. Основы автоматизации компоновки КА. Система компьютерных технологий компоновки КА.
10. Экспериментальная обработка моделирования раскрытия солнечных батарей.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Формой контроля знаний по дисциплине «Конструирование КА» являются текущий контроль знаний в виде теста, реферата, презентации группового доклада и одна промежуточная аттестация в виде зачета.

Неделя текущего контроля	Вид оценочного средства	Код компетенций, оценивающих знания, умения, навыки	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов
<i>Проводится в сроки, установленные графиком учебного процесса</i>	Тестирование	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5	Тест на выявление уровня освоения теоретических знаний. Задания 2-х типов: 1 тип - выбор одного варианта ответа из предложенных, 2 тип - выбор нескольких вариантов ответов из предложенных	Ответы на тестовые задания предполагают использование как письменного варианта ответа, так и автоматизированной системы (соответствующего программного обеспечения) тестовой оценки знаний.	Результаты тестирования представляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Оценка осуществляется по пятибалльной системе. Менее 50% правильных ответов 0 баллов, 51% -60% - 1 балл, 61% -70% - 2 балла, 71% -80% - 3 балла, 81% -89% - 4 балла, 90% -100% - 5 баллов
<i>Проводится в сроки, установленные графиком учебного процесса</i>	Реферат	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5	Реферат, представляющий собой результат реферирования нескольких книг по определенной теме, т.е. краткий обзор основного содержания этих книг.	Работа над рефератом включает в себя следующие этапы: • формулирование темы, причем она должна быть не только актуальной по своему значению, но и оригинальной, интересной по содержанию; • подбор и изучение основных источников по теме (как правило, при разработке реферата используются	Реферат сдается на проверку преподавателю за одну неделю до зачетного занятия	Общая оценка реферата: реферат сдан на проверку преподавателю за одну неделю до зачетного занятия (1 балл); студентом проявлена инициатива при выборе темы реферата и его написании (1 балл); работа выполнена без консультации с преподавателем (1 балл); материал представлен связно, логично и грамотно ((1 балл)); оформление в соответствии с требованиями ГОСТ (1 балл)

				<p>не менее 8—10 различных источников);</p> <ul style="list-style-type: none"> • составление библиографии; • обработка и систематизация информации; • разработка плана реферата; • написание реферата. 		
<p><i>Проводится в сроки, установленные графиком учебного процесса</i></p>	<p>Презентация группового доклада</p>	<p>ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5</p>	<p>Презентация группового доклада, представляет собой результат реферирования нескольких книг по определенной теме, т.е. краткий обзор основного содержания этих книг.</p>	<p>Работа над презентацией включает в себя следующие этапы</p> <ul style="list-style-type: none"> • формулирование темы, причем она должна быть не только актуальной по своему значению, но и оригинальной, интересной по содержанию; • подбор и изучение основных источников по теме (как правило, при разработке доклада используются не менее 8—10 различных источников); • составление библиографии; • обработка и системати- 	<p>16-17</p>	<p>Баллы, выставаемые докладчику и содокладчикам:</p> <ul style="list-style-type: none"> • сообщил новую информацию (1 балл) • использовал технические средства (1 балл) • знает и хорошо ориентируется в содержании всего доклада (1 балл) • умеет дискутировать и быстро отвечает на вопросы (1 балл) • четко выполняет установленный регламент: докладчик - 10 мин.; содокладчики - 5 мин.; дискуссия - 10 мин. (1 балл)

				зация информации; • разработка плана доклада; • представление доклада		
<i>Проводится в сроки, установленные графиком учебного процесса</i>	Зачет с оценкой	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5	3 вопроса	Зачет с оценкой проводится в устной форме, путем ответа на вопросы. Время, отведенное на процедуру – 30 минут.	Результаты предоставляются в день проведения экзамена	<p>3 (удовлетворительно)</p> <ul style="list-style-type: none"> знание основных понятий предмета; <p>4 (хорошо)</p> <ul style="list-style-type: none"> знание основных понятий предмета; умение использовать и применять полученные знания на практике; работа на практических занятиях; <p>5 (отлично)</p> <ul style="list-style-type: none"> знание основных понятий предмета; умение использовать и применять полученные знания на практике; работа на практических занятиях; знание основных научных теорий, изучаемых предметов <p>«Неудовлетворительно»</p> <ul style="list-style-type: none"> демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; незнание основных понятий предмета; неумение использовать и применять полученные знания на практике;

						не отвечает на вопросы.
--	--	--	--	--	--	-------------------------

Итоговое начисление баллов по дисциплине осуществляется в соответствии с разработанной и внедренной балльно-рейтинговой системой контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся.

4.1. Типовые вопросы, выносимые на тестирование

Тесты используются при текущем контроле знаний. По форме заданий выбраны закрытые тесты (с выборочным ответом).

1. Под конструированием КА понимают:

Разработку проекта, т.е. документации, необходимой для создания в располагаемых условиях еще не существующего объекта, и алгоритма его функционирования;

Вид инженерной деятельности, заключающийся в определении и отражении в конструкторской документации конструктивно-силовой схемы, форм и размеров всех элементов, материалов и способов изготовления конструкции;

Определение таких свойств конструкции, которые позволяют в процессе ее изготовления достигнуть наиболее высоких производственных показателей;

Совокупность свойств, характеризующих степень соответствия конструктивных решений условиям производства.

2. Приборы ориентации разделяются по характеру использования их в составе КА на:

- космические;
- лабораторные;
- автоматические;
- визуальные.

3. Приборы ориентации и навигации по типам используемых ими астроориентиров подразделяются на астроприборы, ориентирующиеся по...

- звездам;
- Земле;
- Солнцу;
- технической документации.

4. Принцип реактивного движения открыт Исааком Ньютоном

В...

1892 году;
1686 году;
1910 году;
1938 году.

5. Аэродинамические и инерциальные нагрузки на КА возникают

На пассивном участке полета
При разделении ступеней РН
При входе в атмосферу
При посадке КА

6. Ракетные топлива оцениваются не только по скорости истечения газов, но и по....

взрывной безопасности;
удельному весу;
стоимости;
ядовитости.

7. Виды посадки космических кораблей:

воздухоочистительная посадка;
жёсткая посадка, происходящая без гашения скорости корабля;
грубая посадка с частичным замедлением скорости;
мягкая посадка корабля.

8. Лист дюралюминия толщиной 1 мм пробивается любым метеоритом диаметром:

0,2 мм и более;
0,005 мкм и менее;
менее 0,05 мкм;
не пробивается.

9. Стальная обшивка толщиной 3 мм пробивается метеоритом диаметром...

более 1 мм;
0,005 мкм и менее;
менее 0,05 мкм;
не пробивается.

10. Сталь толщиной 12 мм может быть пробита метеоритом диаметром...

менее 1 мм;
0,5 см;

менее 100 мкм;
не пробивается.

11. Существующая отечественная система средств выведения КА включает ракетно-космические комплексы (РКК) с ракетами-носителями, относящимся по принятой у нас классификации классам...

не видимому;
легкому;
среднему;
тяжелому.

12. Материалы, используемые в качестве теплозащиты должны выдерживать температуру

300 град
600 град
1200 град
свыше 1200 град

13. Особенно тяжелыми условиями для работы КА являются

Солнечное излучение
Радиационные пояса Земли
Космические лучи
Электромагнитное излучение Солнца

14. Для улучшения работы подвижных соединений конструкции КА в условиях глубокого вакуума не применяют

Специальные консистентные смазки
Высокооборотные трущиеся пары
Низкооборотные трущиеся пары
Самосмазывающиеся материалы

15. Суммарные затраты на разработку вновь создаваемого КА включает в себя кроме

Затраты на запуск серийного изделия
Затраты на проведение НИР
Затраты на серийное (опытное) производство
Затраты на ОКР, в том числе проведение автономных комплексных наземных и натурных испытаний

16. Стоимость конструкции КА не зависит

От массы
От удельной стоимости, связанной с конкретным элементом конструкции
От степени освоенности производства

От стоимости целевой аппаратуры

17. **К задачам унификации конструкции КА не относится**
Минимизация затрат на разработку КА при заданном качестве
Максимизация времени разработки КА при заданных затратах и качестве
Максимизация качества КА при заданных затратах на производство
Максимизация качества КА при заданных затратах и времени разработки
18. **Корпус как несущий элемент КА, обеспечивающий надежную защиту от воздействия окружающей среды должен быть**
Стержневым
Монококовым
Трубчатым
Балочным
19. **Радиационные характеристики материалов не определяются**
Методом накладного фотометра
Методом зеркального отражения
Спектральным методом
Радиационным методом
20. **Нагрузки наименьшей интенсивности на несущие конструкции изделий РКТ создаются**
на участке выведения на орбиту
на участке свободного полета
при торможении в атмосфере планеты
при посадке
21. **Орбита называется геостационарной, если...**
спутник опережает вращение Земли;
спутник движется с меньшей скоростью, чем вращение Земли;
спутник покидает Солнечную систему
спутник неподвижен по отношению к Земле.
22. **Спутник, летящий над экватором на высоте 35 880 км. совершает полный виток**
ровно за 12 часов;
ровно за 24 часа;
ровно за 36 часов;
ровно за 48 часов.
23. **Тип корпусной конструкции КА выбирается из соображений минимума массы конструкции**

максимума массы конструкции
минимума размеров конструкции
максимума размеров конструкции

24. Типовые элементы силового набора конструкции КА

Стрингеры, шпангоуты
Лонжероны, шпангоуты
Стрингеры, лонжероны
Стрингеры, шпангоуты, лонжероны

25. Стрингеры это

продольные элементы, подкрепляющие обшивку
мощные продольные элементы силового набора
поперечное ребро корпуса КА
поперечные элементы, подкрепляющие обшивку

26. Лонжероны это

продольные элементы, подкрепляющие обшивку
мощные продольные элементы силового набора
поперечное ребро корпуса КА
поперечные элементы, подкрепляющие обшивку

27. Шпангоуты это

продольные элементы, подкрепляющие обшивку
мощные продольные элементы силового набора
поперечное ребро корпуса КА
поперечные элементы, подкрепляющие обшивку

28. Монолитные секции применимы в основном в

слабонагруженных корпусных конструкциях
нагруженных корпусных конструкциях
сильно нагруженных корпусных конструкциях
не нагруженных корпусных конструкциях

29. Не возможное применение гофрированного листа в конструкции корпуса:

Соединение торцевого шпангоута и панели корпуса, изготовленные из гладких листов

Соединение гофрированной оболочки и торцевого шпангоута

Продольное и поперечное соединения гофрированных листов в обшивке

Панели корпуса, изготовленные из гладких и гофрированных листов

30. В состав двигательной установки не входят:

двигатель

система терморегулирования топлива
топливная система
система регулирования тяги

31. В ракетных двигателях не возможно использование вида энергии:

механической
химической
ядерной
солнечной

Типовые вопросы, выносимые на зачет

1. Требования, предъявляемые к конструкции КА.
2. Материалы, применяемые в конструировании КА.
3. Нагрузки, действующие на КА.
4. Статические нагрузки, действующие на КА.
5. Расчет параметров процесса раскрытия СБ типа «Гармошка».
6. Модель установки элементов СБ на упоры и фиксаторы.
7. Нагружение конструкции КА при транспортировании автомобильным транспортом
8. Нагружение конструкции КА при транспортировании по железной дороге.
9. Нагружение конструкции КА при транспортировке авиационным транспортом.
10. Расчётные случаи нагружения КА.
11. Динамические нагружения КА.
12. Расчетный случай нагружения спускаемого аппарата.
13. Основные типы систем управления КА.
14. Конструктивно-силовая схема КА типа «Союз»
15. Конструктивно-силовые схемы отсеков КА.
16. Испытания КА.
17. Основные типы приборов ориентации и навигации КА.
18. Основные типы космических аппаратов.
19. Общие требования, предъявляемые к ракетной технике и КА.
20. Формы баков.
21. Обечайки баков.
22. Днища баков.
23. Арматура баков ракет.
24. Диафрагмы и сетки.
25. Стыки и соединения.
26. Приборный отсек, система управления.
27. Отсек с полезной космической нагрузкой (космический корабль).
28. Цели и задачи конструирования КА.
29. Автоматизация конструирования КА.

30. Обеспечивающие системы и их согласование с КА. Система электро-снабжения.
31. Обеспечивающие системы и их согласование с КА. Система обеспечения требуемого теплового режима.
32. Обеспечивающие системы и их согласование с КА. Бортовой комплекс управления.
33. Компоновка КА. Задачи и особенности компоновки КА.
34. Распределение элементов бортовых систем по несущему комплексу КА.
35. Оценивание проектного решения КА. Качество и его показатели.
36. Оценивание проектного решения КА. Стоимостные характеристики.
37. Оценивание проектного решения КА. Эффективность.
38. Обзор кинематических схем раскрытия солнечных батарей.
39. Структурные элементы системы раскрытия солнечных батарей.
40. Экспериментальная обработка моделирования раскрытия СБ.
41. Однофазные и многофазные схемы раскрытия СБ.
42. Модель установки элементов конструкции СБ на упоры и фиксаторы.
43. Расчет кинематических схем раскрытия СБ.
44. Основные методы ориентации и навигации в космосе.
45. Требования, предъявляемые к современным системам космической ориентации и навигации.
46. Способы посадки космических кораблей.

**Методические указания для обучающихся по освоению
дисциплины (модуля)**

**ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ
ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ
«ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ»**

Направление подготовки: 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»

Специализация: №21 «Производство и технологическая обработка изделий ракетно-космической техники»

Уровень высшего образования: специалитет

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная, очно-заочная

1. Общие положения

Целью изучения дисциплины является овладение:

1. Методами конструирования космических аппаратов (КА);
2. Методами проведения анализа вариантов технических решений при разработке проектов космических аппаратов;
3. Основами инженерного синтеза сложных систем, аналитический аппарат и алгоритмы приложения в технике;
4. схемами и расчетными зависимостями, необходимых для квалифицированного выбора материалов, форм, размеров отсеков, отдельных узлов и элементов конструкций КА.

Основными **задачами** дисциплины являются:

1. Ознакомление обучающихся с ключевыми вопросами устройства ракет и космических аппаратов;
2. Освоение навыков формирования системного подхода, последовательности решения поставленной проблемы по определению внешнего облика изделий, систем, механизмов и агрегатов, входящих в структуру КА;
3. Формирование способности проводить техническое конструирование изделий ракетной и ракетно-космической техники.

2. Указания по проведению практических (семинарских) занятий

Практическое занятие № 1

Тема: Общие сведения о конструкции космических аппаратов

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

Образовательные технологии: самостоятельная подготовка доклада и групповое обсуждение результатов.

Цель работы: изучить общие сведения о конструкции космических аппаратов

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Содержание практического занятия: знакомление обучающихся с постановкой задачи конструирования и процессом конструирования КА.

Требования, предъявляемые к конструкции КА. Постановка задачи конструирования. Содержание и особенности процесса конструирования. Этапы процесса создания конструкции. Общие принципы конструирования.

Задание. Изобразить процесс конструирования КА в виде блок-схемы.

Продолжительность занятия – 4/2 ч.

Практическое занятие № 2

Тема: Нагрузки, действующие на космический аппарат

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Цель работы: изучить основные нагрузки, действующие на космический аппарат. Обучить студентов проведению расчетов нагрузок, действующих на КА на различных стадиях его эксплуатации и применения.

Образовательные технологии: проведение расчетов конструкции КА и групповое обсуждение результатов.

Содержание практического занятия: Классификация нагрузок. Статистические нагрузки. Динамические нагрузки. Случаи нагружения КА. Случаи нагружения при наземной эксплуатации. Полетные случаи нагружения.

Задание. Рассчитать нагрузки, действующие на КА при наземной эксплуатации и в полете.

Продолжительность занятия – 4/2 ч.

Практическое занятие № 3

Тема Несущие конструкции космического аппарата

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: проведение расчетов конструкции КА и групповое обсуждение результатов.

Цель работы: изучить Несущие конструкции космического аппарата. Обучить студентов проведению прочностных расчетов отсеков корпуса КА и узлов их соединения.

Содержание практического занятия: Конструктивно-силовые схемы отсеков корпуса КА. Конструкции основных узлов отсеков. Оболочечные отсеки. Стержневые и панельно-стержневые отсеки. Сетчатые конструкции. Узлы соединения отсеков.

Задание. Выполнить прочностные расчеты оболочечных отсеков, стержневых и панельно-стержневых отсеков, отсеков сетчатой конструкции КА.

Продолжительность занятия – 4/2 ч.

Практическое занятие № 4

Тема Современные RAD- системы и их возможности при проектировании КА

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

Образовательные технологии: самостоятельная подготовка доклада и групповое обсуждение результатов.

Цель работы: ознакомление обучающихся с возможностями RAD- систем при проектировании космических аппаратов. Изучить Современные RAD- системы и их возможности при проектировании КА.

Содержание практического занятия: Назначение, решаемые задачи и особенности использования систем автоматизированного проектирования верхнего уровня (Pro/Engineer), среднего (SolidWorks) и нижнего уровней (AutoCAD, КОМПАС).

Задание. Подготовить доклады об использовании систем автоматизированного конструирования Pro/Engineer, SolidWorks, AutoCAD, КОМПАС при проведении расчетов конструкции КА.

Продолжительность занятия – 4/2 ч.

Практическое занятие № 5

Тема: Методические основы прочностного расчета конструкции космического аппарата

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: проведение расчетов конструкции КА и групповое обсуждение результатов.

Цель работы: изучить методические основы прочностного расчета конструкции космического аппарата. Обучить студентов проведению прочностных расчетов конструкции топливных баков, несущих конструкций солнечных батарей.

Содержание практического занятия: Конструктивно-силовые схемы и формы топливных баков. Несущие конструкции солнечных батарей.

Задание. Выполнить прочностные расчеты конструкции топливных баков, несущих конструкций солнечных батарей. КА.

Продолжительность занятия – 4/4 ч.

Практическое занятие № 6

Тема: Показатели конструктивно-технологического совершенства КА

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: проведение расчетов конструкции КА и групповое обсуждение результатов.

Цель работы: ознакомиться с показателями конструктивно-технологического совершенства КА. Обучить студентов разработке конструкторской документации на создание космических аппаратов.

Содержание практического занятия: Унифицированная космическая платформа. Объемно-массовые и энергетические характеристики КА. Формирование проектных данных на разработку конструкторской документации.

Задание. Разработать конструкторскую документацию на разрабатываемый космический аппарат.

Продолжительность занятия – 4/4 ч.

Практическое занятие № 7

Тема: Определение проектно-конструкторского облика КА

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: самостоятельная подготовка доклада и групповое обсуждение результатов.

Цель работы: ознакомление обучающихся с определением проектно-конструкторского облика КА, с принципами конструирования космических аппаратов.

Содержание практического занятия: Компоновка герметичных и негерметичных отсеков. Конструирование КА с учетом предупреждения образования космического мусора. Конструирование с учетом принципа преемственности развития.

Задание. Подготовить доклады о конструировании КА с учетом предупреждения образования космического мусора, о конструировании с учетом принципа преемственности развития.

Продолжительность занятия – 4/2 ч.

Практическое занятие №8

Тема: Анализ оптимальной конфигурации несущей конструкции космического аппарата

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: самостоятельная подготовка доклада и групповое обсуждение результатов.

Цель работы: изучить методы анализа оптимальной конфигурации несущей конструкции космического аппарата. Ознакомить обучающихся с методами конструирования оптимальной конфигурации несущей конструкции космического аппарата.

Содержание практического занятия: Анализ несущих конструкций с учетом преемственности развития КА. Основы автоматизации компоновки КА. Система компьютерных технологий компоновки КА.

Задание. Подготовить доклады о методах конструирования оптимальной конфигурации несущей конструкции космического аппарата.

Продолжительность занятия – 4/2 ч.

3. Указания по проведению лабораторного практикума

Выполнение лабораторного практикума Учебным планом не предусмотрено.

4. Указания по проведению самостоятельной работы студентов

Цель самостоятельной работы: подготовить специалистов к самостоятельному научному творчеству.

Задачи самостоятельной работы:

1) закрепить способность обучающихся в самостоятельном изучении научной литературы, умении уяснить сущность изучаемого вопроса, формулировать выводы;

2) систематизировать знания в области конструирования космических аппаратов;

3) овладеть навыками подготовки докладов и электронных презентаций.

Объем времени на самостоятельную работу, и виды самостоятельной работы представлены в таблице 1.

Таблица 1

Объем времени и виды самостоятельной работы

Виды самостоятельной работы	Очная форма обучения/очно-заочная форма обучения
	Всего академических часов
Всего часов на самостоятельную работу	44/72
Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	14/18
Подготовка к практическим занятиям	10/14
Подготовка докладов	10/18
Выполнение практических заданий	10/22

Тематическое содержание самостоятельной работы представлено в таблице 2.

Таблица 2

Тематическое содержание самостоятельной работы

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Количество часов	Перечень заданий
1.	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	14/18	Изучение открытых источников
2.	Подготовка к практическим занятиям	10/14	Изучение открытых источников
3.	Подготовка докладов	10/18	Изучение открытых источников при подготовке доклада на выбранную тему. Примерные темы докладов 1. Цели и задачи конструирования КА. 2. Обеспечивающие системы и их согласование с КА. 3. Системы электроснабжения КА. 4. Система обеспечения требуемого теплового режима КА. 5. Бортовой комплекс управления КА. 6. Задачи и особенности компоновки КА.
4.	Выполнение практических заданий	10/22	Подготовка презентаций в соответствии с заданиями на практическое занятие

Примерные темы докладов с презентацией

1. Требования, предъявляемые к конструкции КА.
2. Постановка задачи конструирования. Содержание и особенности процесса конструирования.
3. Этапы процесса создания конструкции.
4. Автоматизация конструкторских работ.
5. Нагрузки, действующие на КА.
6. Конструктивно-силовые схемы отсеков корпуса КА.
7. Конструкции оболочечных отсеков.
8. Конструкции стержневых и панельно-стержневых отсеков.
9. Сетчатые конструкции отсеков.
10. Конструктивно-силовые схемы и формы топливных баков.
11. Несущие конструкции солнечных батарей.
12. Особенности и применение конструкционных материалов.
13. Композиционные материалы.
14. Модели прочностных отказов и условия прочности конструкции.
15. Определение проектно-конструктивного облика КА
16. Анализ оптимальной конфигурации несущей конструкции КА.
17. Порядок и этапы разработки конструкторской документации.
18. Солнечные батареи КА. Расчет солнечной батареи.
19. Задачи оптимизации при конструировании КА.
20. Начальные тактико-технические требования к КА.
21. Космические орбиты
22. Структурный состав КА.

Примерная тематика контрольного задания

1. Обзор существующих КА.
2. Цели и задачи конструирования КА.
3. Обеспечивающие системы и их согласование с КА.
4. Системы электроснабжения КА.
5. Система обеспечения требуемого теплового режима КА.
6. Бортовой комплекс управления КА.
7. Задачи и особенности компоновки КА.
8. Распределение элементов бортовых систем по несущему комплексу КА.
9. Качество КА и его показатели.
10. Стоимостные характеристики КА.
11. Жизненный цикл сложной технической системы
12. Внутренняя компоновка РКН.
13. Оценка энергетических затрат на межорбитальные маневры.
14. Выбор проектных параметров межорбитальных КА.
15. Компоновка межорбитальных КА.

16. Двигательные установки межорбитальных КА.
17. Системы обеспечения запуска ЖРД.
18. Целевая аппаратура КА.
19. Композитные материалы в РКТ.
20. Баллистика и навигация КА.

5. Указания по проведению контрольных работ для студентов очной, очно-заочной формы обучения

5.1. Требования к структуре

Структура контрольной работы должна способствовать раскрытию темы: иметь титульный лист, содержание, введение, основную часть, заключение, список литературы.

5.2. Требования к содержанию (основной части)

1. Во введении обосновывается актуальность темы, определяется цель работы, задачи и методы исследования.

2. При определении целей и задач исследования необходимо правильно их формулировать. Так, в качестве цели не следует употреблять глагол «сделать». Правильно будет использовать глаголы: «раскрыть», «определить», «установить», «показать», «выявить» и т. д.

3. Основная часть работы включает 2...4 вопроса, каждый из которых посвящается решению задач, сформулированных во введении, и заканчивается констатацией итогов.

4. Приветствуется иллюстрация содержания работы таблицами, графическим материалом (рисунками, схемами и т. п.).

5. Необходимо давать ссылки на используемую литературу.

6. Заключение должно содержать сделанные автором работы выводы, итоги исследования.

7. Вслед за заключением идет список литературы, который должен быть составлен в соответствии с установленными требованиями. Если в работе имеются приложения, они оформляются на отдельных листах, и должны быть соответственно пронумерованы.

5.3. Требования к оформлению

Объём контрольной работы – 10...12 страниц формата А 4, напечатанного с одной стороны текста (1,5 интервал, шрифт TimesNewRoman).

Указания по проведению курсовых работ

Курсовые работы Учебным планом не предусмотрены.

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Ермолаев В.И. Проектирование транспортных космических аппаратов; учебное пособие / В.И. Ермолаев; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2019.- 65 с.// Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://reader.lanbook.com/book/157059#1>
2. Евстафьев В.А. Конструирование космических аппаратов. Ч. 1: Учебное пособие / В.А. Евстафьев; Балт. гос. техн. ун-т.– СПб. 2018.-99 с.// Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://reader.lanbook.com/m/book/122054#1>

Дополнительная литература:

1. Волоцуев В.В. Введение в проектирование космических аппаратов: учеб. Пособие / В.В. Волоцуев, И.С. Ткаченко.-Самара: Изд-во Самарского университета, 2018-144с. // <http://repo.ssau.ru/handle/Uchebnye-izdaniya/Vvedenie-v-proektirovanie-kosmicheskikh-apparatov-Elektronnyi-resurs-ucheb-posobie-73303>
2. Основы проектирования пассивных систем ориентации и стабилизации автоматических космических аппаратов связи, навигации и геодезии: учеб. Пособие / В.А. Раевский , Н.А. Тестоедов , М.В. Лукьяненко , Е.Н. Якимов ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск,2016. – 414 с. // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://reader.lanbook.com/book/147510#4>

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Интернет-ресурсы:

1. Информационно - правовой сервер ГАРАНТ - <http://www.garant.ru>
2. Общероссийская сеть распространения правовой информации Консультант Плюс - <http://www.consultant.ru>
3. <http://sk.ru/foundation/space/> - Кластер «Космические технологии и телекоммуникации»
4. <http://www.gctc.ru/> - Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский испытательный Центр подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина» (ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А.Гагарина»).
5. www.znanium.com - Электронно-библиотечная система Znanium.com.
6. <http://eup.ru/catalog/all-all.asp>– научно-образовательный портал.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения:

MSOffice, программные продукты: SolidWorks, AutoCAD, КОМПАС.

Информационные справочные системы:

1. Электронные ресурсы образовательной среды «МГОТУ»:
 - <http://biblioclub.ru/index.php> - библиоклуб (университетская библиотека);
 - [http:// www.znanium.com](http://www.znanium.com) - электронно-библиотечная система Znanium.com!;
 - [http:// e.lanbook.com](http://e.lanbook.com) -электронно-библиотечная система издательства «Лань»;
 - [http:// www.rucont.ru/](http://www.rucont.ru/) -Национальный цифровой ресурс Руконт - межотраслевая электронная библиотека (ЭБС);
2. Информационные справочные системы:
 - Информационно - правовой сервер ГАРАНТ - <http://www.garant.ru>
 - Общероссийская сеть распространения правовой информации Консультант Плюс - [http:// www.consultant.ru](http://www.consultant.ru)