

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Левихин А.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ КОНСТРУКЦИИ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Направление/специальность подготовки	24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Композитные конструкции в ракетно-космической технике
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космическая техника
Выпускающая кафедра	А2 ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВО РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А2 ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВО РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	7	4	144	68	34	0	34	76	36	0	40	ЭКЗ.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика

год набора группы: 2026

Программу составил:

Кафедра А2 ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И _____
ПРОИЗВОДСТВО РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ
Андрюшкин Александр Юрьевич, к.т.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **А2 ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И
ПРОИЗВОДСТВО РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ**

Заведующий кафедрой Ремшев Е.Ю., д.т.н., доц. _____

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

**А2 ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВО РАКЕТНО-
КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ**

Заведующий кафедрой Ремшев Е.Ю., д.т.н., доц. _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ КОНСТРУКЦИИ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Разделы рабочей программы

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

Приложения к рабочей программе дисциплины

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

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-4.1 — Способен разрабатывать, осваивать и внедрять технологические процессы и материалы для производства композитных конструкций, моделировать технологические процессы производства ракетно-космической техники

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-4.1

знания:

методик и нормативных документов проектирования композитных конструкций ракетно-космической техники;;

умения:

разрабатывать и оформлять техническую документацию на композитные конструкции ракетно-космической техники;;

навыки:

применять методы и приемы проектирования композитных конструкций ракетно-космической техники..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **КОНСТРУКЦИИ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, ФИЗИКА, ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА, СВАРКА И РОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ТЕРМОДИНАМИКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА, ОЗНАКОМИТЕЛЬНАЯ ПРАКТИКА, ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА, ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, МЕХАНИЧЕСКАЯ И ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, МЕТРОЛОГИЯ И ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ, СИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА, ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ, УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, ХИМИЯ ПОЛИМЕРНЫХ СВЯЗУЮЩИХ, РАКЕТНАЯ ТЕХНИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ, ИСПЫТАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, НАНОСТРУКТУРНОЕ МОДИФИЦИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ, СБОРКА И ИСПЫТАНИЯ ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ОПК-3 — Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью с использованием стандартов, норм и правил
- 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
- ОПК-6 — Способен анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития ракетно-космической техники
- ОПК-7 — Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
- ПК-4.1 — Способен разрабатывать, осваивать и внедрять технологические процессы и материалы для производства композитных конструкций, моделировать технологические процессы производства ракетно-космической техники
- ПК-4.2 — Способен разрабатывать и реализовывать концепции технологической подготовки и сопровождения производства композитных конструкций ракетно-космической техники
- ПК-4.3 — Способен разрабатывать, осваивать и внедрять технологические процессы сборки и испытаний композитных конструкций ракетно-космической техники
- ПК-4.5 — Способен применять современные научные и общетехнические подходы и знания в области проектирования, конструирования и функционирования ракетно-космической техники
- УК-6 — Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПК-4.1
4	7	Раздел 1. Методологические основы конструирования композитных конструкций ракетно-космической техники (РКТ). 1. Общие понятия о конструировании композитных конструкций РКТ 2. Требования к композитной конструкции РКТ 3. Компонентные и конструктивно-силовые схемы 4. Формирование конструкций корпусов 5. Конструкционные материалы 6. Роль испытаний в процессе создания конструкций.	25	12	6	6	13	10
4	7	Раздел 2. Нагрузки, действующие на композитную конструкцию. 1. Классификация и расчет внешних нагрузок 2. Внутренние силовые факторы 3. Анализ динамического нагружения композитной конструкции 4. Тепловые нагружения корпуса 5. Расчетные случаи нагружения. Понятие о коэффициенте безопасности.	17	8	4	4	9	15
4	7	Раздел 3. Конструирование топливных отсеков. 1. Классификация топливных отсеков 2. Формирование конструктивно-силовых схем топливных баков 3. Конструктивное исполнение и расчет основных элементов арматуры топливных баков 4. Материалы и полуфабрикаты, используемые в конструкции топливных баков 5. Испытания топливных баков.	17	8	4	4	9	15
4	7	Раздел 4. Конструкции баков с криогенными компонентами. 1. Особенности эксплуатации баков 2. Тепловые и силовые схемы топливных отсеков 3. Проектирование силовых элементов бака 4. Теплоизоляционные материалы и конструкции 5. Тепловые мосты 6. Выбор параметров теплоизоляционного покрытия.	17	8	4	4	9	15
4	7	Раздел 5. Конструирование сухих отсеков. 1. Классификация сухих отсеков 2. Конструктивно-силовые схемы отсеков 3. Формирование конструктивно-силовых схем отсеков 4. Выбор параметров теплозащиты отсеков 5. Конструирование узлов сухих отсеков 6. Полуфабрикаты и материалы, используемые в конструкции отсеков 7. Конструктивно-доводочные испытания отсеков.	17	8	4	4	9	15
4	7	Раздел 6. Конструирование сбрасываемых обтекателей. 1. Основные требования. Схемы отделения 2. Нагрузки. Расчетные случаи 3. Анализ функционирования системы отделения 4. Формирование конструктивно-силовой схемы отсека 5. Конструирование замков продольного стыка 6. Конструктивно-доводочные испытания сбрасываемых обтекателей.	17	8	4	4	9	10
4	7	Раздел 7. Конструирование ферменных отсеков и рам. 1. Классификация отсеков 2. Формирование конструктивно-силовых схем 3. Конструктивное исполнение узлов и элементов ферменных конструкций 4. Формирование конструктивно-силовой схемы рам 5. Конструирование узлов и элементов рам.	17	8	4	4	9	10
4	7	Раздел 8. Конструирование узлов соединения отсеков. 1. Типы соединений отсеков и требования, предъявляемые к ним 2. Конструирование стыковочных шпангоутов и узлов соединения отсеков 3. Конструктивное исполнение стыковочных узлов 4. Элементы систем разделения ступеней ракеты-носителя.	17	8	4	4	9	10
Всего за 7 семестр			144	68	34	34	76	100
Всего по дисциплине			144	68	34	34	76	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Методологические основы конструирования композитных конструкций ракетно-космической техники (РКТ).	Балки 1. Устойчивость тонких стенок 2. Расчет и конструирование двутавровых тонкостенных лонжеронов 3. Одностеночные, двустеночные и многостеночные конструкции балок	6
2	Раздел 2. Нагрузки, действующие на композитную конструкцию.	Фермы 1. Области применения плоских и пространственных ферм 2. Пространственные фермы системы Стигера 3. Причины отказа от применения ферм и замены ферм балками 4. Перспективы применения ферм в конструкциях РКТ	4
3	Раздел 3. Конструирование топливных отсеков.	Конструирование соединений профилей и труб 1. Соединения гофра 2. Заклепочные соединения труб 3. Недостатки клепаных соединений труб 4. Обжатие концов труб 5. Соединение трубы со	4

		стаканом 6. Соединение профилей при пересечении и перекрещивании 7. Соединение пояса лонжерона крыла с обшивкой и нервюрой	
4	Раздел 4. Конструкции баков с криогенными компонентами.	Заклепочные соединения 1. Расчет и конструирование заклепочных соединений 2. Недостатки заклепочных и болтовых соединений	4
5	Раздел 5. Конструирование сухих отсеков.	Конструкции с заполнителями 1. Сотовые заполнители 2. Общая потеря устойчивости трехслойной пластинкой 3. Определение размеров трехслойной пластинки 4. Выпучивание трехслойных цилиндрических панелей 5. Конструктивное оформление сотовых панелей 6. Соединения трехслойных панелей между собой 7. Стыковые вставки сотовых панелей 8. Сотовые заполнители с ячейками круглой формы	4
6	Раздел 6. Конструирование сбрасываемых обтекателей.	Стыковые узлы 1. Расчет и конструирование узлов 2. Контурные узловые соединения 3. Шомпольное соединение 4. Фланцевые соединения 5. Термокомпенсированные конструкции	4
7	Раздел 7. Конструирование ферменных отсеков и рам.	Панели 1. Монолитные панели 2. Работа панели при сжатии 3. Работа панели при сдвиге 4. Пути повышения прочности или уменьшения массы панелей	4
8	Раздел 8. Конструирование узлов соединения отсеков.	Выбор материала конструкции 1. Удельная прочность материала 2. Удельная прочность конструкции 3. Конструкции, состоящие из двух или нескольких совместно работающих деталей из различных материалов 4. Коэффициент напряженности	4
Всего за 7 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Методологические основы конструирования композитных конструкций ракетно-космической техники (РКТ).	1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Выполнение расчетов, схем, графиков, рисунков, диаграмм 4. Оформление отчета по практической работе	13
2	Раздел 2. Нагрузки, действующие на композитную конструкцию.	1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Выполнение расчетов, схем, графиков, рисунков, диаграмм 4. Оформление отчета по практической работе	9
3	Раздел 3. Конструирование топливных отсеков.	1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Выполнение расчетов, схем, графиков, рисунков, диаграмм 4. Оформление отчета по практической работе	9
4	Раздел 4. Конструкции баков с криогенными компонентами.	1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Выполнение расчетов, схем, графиков, рисунков, диаграмм 4. Оформление отчета по практической работе	9
5	Раздел 5. Конструирование сухих отсеков.	1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Выполнение расчетов, схем, графиков, рисунков, диаграмм 4. Оформление отчета по практической работе	9
6	Раздел 6. Конструирование сбрасываемых обтекателей.	1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Выполнение расчетов, схем, графиков, рисунков, диаграмм 4. Оформление отчета по практической работе	9
7	Раздел 7. Конструирование ферменных отсеков и рам.	1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Выполнение расчетов, схем, графиков, рисунков, диаграмм 4. Оформление отчета по практической работе	9
8	Раздел 8. Конструирование узлов	1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к	9

соединения отсеков.	практической работе 3. Выполнение расчетов, схем, графиков, рисунков, диаграмм 4. Оформление отчета по практической работе	
Всего за 7 семестр		76

3.4. Курсовой проект

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ КОРПУСА РДТТ И ЕГО ЭЛЕМЕНТОВ 1.1. Конструктивные элементы корпуса РДТТ и технологический процесс сборки корпуса РДТТ 1.2. Силовая оболочка типа «кокон» 1.3. Узлы стыковки корпуса РДТТ 1.4. Теплозащита корпуса РДТТ 1.5. Отверждение корпуса РДТТ	1 - 4	9
Этап 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ КОРПУСА РДТТ 2.1. Компонировочная схема РДТТ 2.2. Расчет элементов корпуса РДТТ на прочность	5 - 8	9
Этап 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСА РДТТ 3.1. Намотка оболочек типа «кокон» 3.2. Расчет кинематических параметров при намотке оболочки типа «кокон»	9 - 12	9
Этап 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ОПРАВКИ ДЛЯ НАМОТКИ КОРПУСА РДТТ 4.1. Основные типы оправок и методы их изготовления 4.2. Расчет толщины свода оправки	13 - 16	9
Всего за 7 семестр		36

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Условные обозначения:

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

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- курсовой проект.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Основы проектирования ракетных систем. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, эл. рес.
2. А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 77 экз.
3. А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов. . Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, эл. рес.
4. А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов. . Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 74 экз.
5. А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Сборка в производстве летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 22 экз.
6. А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, Е. В. Мешков. Конструкторско-технологическое проектирование корпусов РДТТ из композиционных материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 88 экз.
7. А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, М. А. Преображенская. . Наноматериалы. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Вопросы оборонной техники. Серия 16;
2. Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук.

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

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

1. Catia V5 Academic Learn Package;
2. DjVuReader;
3. Mathcad Education - University Edition Term;
4. Mathcad Prime 3.1;
5. Matlab 2015a SP1;
6. Microsoft Office;
7. PTC Creo;
8. PTC Mathcad Prime 5.0;

9. SolidWorks 2015 R5;
10. Adobe Reader;
11. КОМПАС-3D V17;
12. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced;
13. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced.

5.6. Информационные технологии:

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

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

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

6.2. Практические занятия:

1. Проектор;
2. Коллекции шлифов деформируемых сталей и сплавов;
3. Образцы изделий из композиционных материалов;
4. Catia V5 Academic Learn Package;
5. DjVuReader;
6. Mathcad Education - University Edition Term;
7. Mathcad Prime 3.1;
8. Matlab 2015a SP1;
9. Microsoft Office;
10. PTC Creo;
11. PTC Mathcad Prime 5.0;
12. SolidWorks 2015 R5;
13. Adobe Reader;
14. КОМПАС-3D V17;
15. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced;
16. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced.

6.3. Прочее:

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

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **КОНСТРУКЦИИ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космическая техника БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А2 ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВО РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-4.1 Способен разрабатывать, осваивать и внедрять технологические процессы и материалы для производства композитных конструкций, моделировать технологические процессы производства ракетно-космической техники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с проектированием конструкций ракетно-космической техники из композиционных материалов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- курсовой проект.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**76 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 76 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. Методологические основы конструирования композитных конструкций ракетно-космической техники (РКТ).		
1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Выполнение расчетов, схем, графиков, рисунков, диаграмм 4. Оформление отчета по практической работе	. Основы проектирования ракетных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (1) А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, М. А. Преображенская. . Наноматериалы: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (1) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Сборка в производстве летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, Е. В. Мешков. Конструкторско-технологическое проектирование корпусов РДТТ из композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1)	13
Итого по разделу 1		13
Раздел 2. Нагрузки, действующие на композитную конструкцию.		
1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Выполнение расчетов, схем, графиков, рисунков, диаграмм 4. Оформление отчета по практической работе	А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов. . Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (2) . Основы проектирования ракетных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (2) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, Е. В. Мешков. Конструкторско-технологическое проектирование корпусов РДТТ из композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (2) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Сборка в производстве летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (2) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, М. А. Преображенская. . Наноматериалы: СПб.: Изд-	9

	во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (2)	
Итого по разделу 2		9
Раздел 3. Конструирование топливных отсеков.		
1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Выполнение расчетов, схем, графиков, рисунков, диаграмм 4. Оформление отчета по практической работе	. Основы проектирования ракетных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (3) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Сборка в производстве летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (3) А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (3) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, Е. В. Мешков. Конструкторско-технологическое проектирование корпусов РДТТ из композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (3) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, М. А. Преображенская. . Наноматериалы: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (3)	9
Итого по разделу 3		9
Раздел 4. Конструкции баков с криогенными компонентами.		
1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Выполнение расчетов, схем, графиков, рисунков, диаграмм 4. Оформление отчета по практической работе	А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (4) . Основы проектирования ракетных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (4) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, Е. В. Мешков. Конструкторско-технологическое проектирование корпусов РДТТ из композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (4) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Сборка в производстве летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (4) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, М. А. Преображенская. . Наноматериалы: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (4)	9
Итого по разделу 4		9
Раздел 5. Конструирование сухих отсеков.		
1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Выполнение расчетов, схем, графиков, рисунков, диаграмм 4. Оформление отчета по практической работе	. Основы проектирования ракетных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (5) А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (5) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Сборка в производстве летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (5) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, Е. В. Мешков. Конструкторско-технологическое проектирование корпусов РДТТ из	9

	композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (5) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, М. А. Преображенская. . Наноматериалы: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (5)	
Итого по разделу 5		9
Раздел 6. Конструирование сбрасываемых обтекателей.		
1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Выполнение расчетов, схем, графиков, рисунков, диаграмм 4. Оформление отчета по практической работе	. Основы проектирования ракетных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (6) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Сборка в производстве летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (6) А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов. . Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (6) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, Е. В. Мешков. Конструкторско-технологическое проектирование корпусов РДТТ из композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (6) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, М. А. Преображенская. . Наноматериалы: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (6)	9
Итого по разделу 6		9
Раздел 7. Конструирование ферменных отсеков и рам.		
1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Выполнение расчетов, схем, графиков, рисунков, диаграмм 4. Оформление отчета по практической работе	. Основы проектирования ракетных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (7) А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (7) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, Е. В. Мешков. Конструкторско-технологическое проектирование корпусов РДТТ из композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (7) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Сборка в производстве летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (7) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, М. А. Преображенская. . Наноматериалы: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (7)	9
Итого по разделу 7		9
Раздел 8. Конструирование узлов соединения отсеков.		
1. Подготовка к лекции 2. Подготовка к практической работе 3. Выполнение расчетов, схем, графиков, рисунков, диаграмм 4. Оформление отчета по практической работе	. Основы проектирования ракетных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (8) А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (8) А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, Е. В. Мешков. Конструкторско-технологическое проектирование корпусов РДТТ из	9

	<p>композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (8)</p> <p>А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. . Сборка в производстве летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (8)</p> <p>А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, М. А. Преображенская. . Наноматериалы: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (8)</p>	
Итого по разделу 8		9

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- отчет по практическому заданию;
- курсовой проект;
- 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.

Отчет по практическому заданию

Отчет по практической работе представляется в печатном или в электронном (по корпоративной почте) формате, предусмотренном шаблоном отчета по практической работе. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

В случае если отчет оформлен в соответствии с предъявляемыми требованиями и студент отвечает на поставленные вопросы, преподаватель принимает практическую работу.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала,
- некорректной информации

Курсовой проект

Курсовой проект представляется в печатном или в электронном (по корпоративной почте) формате, предусмотренном шаблоном курсового проекта.

Курсовой проект включает:

1. Титульный лист
2. Задание на курсовой проект
3. Обоснование выбранных технических решений
4. Расчеты
5. Чертежи
6. Выводы
7. Список литературы
8. Приложения

Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. Если курсовой проект оформлен в соответствии с предъявляемыми требованиями, студент допускается к защите курсового проекта. Курсовой проект не допускается к защите и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала,
- некорректной информации, грубых ошибок в расчетах и чертежах

Защита КП проходит в форме доклада студента и ответов на вопросы преподавателя.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он полностью выполнил курсовой проект, полно и правильно ответил на вопросы по содержанию курсового проекта.
- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он выполнил курсовой проект без грубых ошибок, но с недочетами, обучающийся не ответил на некоторые вопросы по содержанию курсового проекта.
- оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если в курсовом проекте имеются недочеты и грубые ошибки, обучающийся ответил только на некоторые вопросы преподавателя по содержанию курсового проекта.
- при отсутствии в курсовом проекте расчетов или чертежей выставляется оценка «не защитил».

Экзамен

Допуск к экзамену при условии сдачи всех практических заданий и защиты курсового проекта. Экзамен проходит в форме ответов на экзаменационные вопросы при собеседовании с преподавателем. Экзаменационные вопросы входят в состав УМК дисциплины. Экзаменационный билет включает 3 вопроса.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он полностью ответил на вопросы экзаменационного билета и правильно ответил на 3 вопроса по содержанию курса.
- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он не полностью ответил на вопросы экзаменационного билета и правильно ответил хотя бы на один вопрос по содержанию курса.
- оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он не ответил на один из вопросов экзаменационного билета, а на остальные вопросы билета не полностью даны ответы.
- во всех других случаях обучающемуся выставляется оценка «неудовлетворительно».

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПК-4.1	
4	7	Раздел 1. Методологические основы конструирования композитных конструкций ракетно-космической техники (РКТ).	25	12	6	6	13	10	Отчет по практическому заданию
4	7	Раздел 2. Нагрузки, действующие на композитную конструкцию.	17	8	4	4	9	15	Отчет по практическому заданию
4	7	Раздел 3. Конструирование топливных отсеков.	17	8	4	4	9	15	Отчет по практическому заданию
4	7	Раздел 4. Конструкции баков с криогенными компонентами.	17	8	4	4	9	15	Отчет по практическому заданию
4	7	Раздел 5. Конструирование сухих отсеков.	17	8	4	4	9	15	Отчет по практическому заданию
4	7	Раздел 6. Конструирование сбрасываемых обтекателей.	17	8	4	4	9	10	Отчет по практическому заданию
4	7	Раздел 7. Конструирование ферменных отсеков и рам.	17	8	4	4	9	10	Отчет по практическому заданию, Курсовой проект
4	7	Раздел 8. Конструирование узлов соединения отсеков.	17	8	4	4	9	10	Отчет по практическому заданию
Всего за 7 семестр			144	68	34	34	76	100	
Всего по дисциплине			144	68	34	34	76	100	

Оценочные материалы по дисциплине КОНСТРУКЦИИ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

ПК-4.1 - Способен разрабатывать, осваивать и внедрять технологические процессы и материалы для производства композитных конструкций, моделировать технологические процессы производства ракетно-космической техники

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Прочность это?

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Модуль Юнга (модуль упругости первого рода) это?

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие
Перед Вами обозначение твердости материала. Установите, какое обозначение твердости Вам дано. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца.

Обозначение твердости	Название
1.HRC	А. Твердость по Виккерсу
2. HRB	Б. Твердость по Бринелю
3. HB	В. Твердость по Роквеллу
4. HV	
5. HRA	

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие
Перед Вами названия конструктивных элементов. Установите соответствие между названием и определением. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца.

Название конструктивного элемента	Определение
1. Балка	А. горизонтальный опорный брус
2. Плита	Б. пластина, нагруженная перпендикулярно её плоскости и работающая преимущественно на изгиб из собственной плоскости
3. Пластина	В. тело, ограниченное двумя плоскостями, расстояние между которыми мало по сравнению с другими размерами тела
4. Стойка	Г. стержневой элемент, который воспринимает вертикальные сжимающие силы Д. воспринимает внутреннее давление

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность
Последовательность проектирования конструкции:

1. **Составление задания на проектирование.**
2. **Инженерные изыскания.**
3. **Разработка основных технических решений.**
4. **Разработка проектной документации.**
5. **Разработка рабочей документации.**

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Последовательность расчёта детали на прочность:

1. **Составить расчётную схему.**
2. **Определить действующие нагрузки.**
3. **Выбрать материал и термообработку детали.**
4. **Выполнить проектировочный или проверочный расчёт**

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

Какая пластинка считается тонкой?

1. У тонкой пластинки прогиб не превосходит ее толщины
2. У тонкой пластинки прогиб превосходит ее толщину в 2 раза
3. У тонкой пластинки прогиб превосходит ее толщину в 5 раз
4. У тонкой пластинки прогиб превосходит ее толщину в 10 раз

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

Как называется плоская и пространственная стержневая конструкция с шарнирными соединениями элементов, нагруженных исключительно в узлах?

1. Ферма
2. Плита
3. Балка
4. Оболочка

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

Определите марку нержавеющей стали.

1. 12X18H10T
2. У12
3. ХВГ
4. ШХ6

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

Выберите обозначения твердости материала по Роквеллу (три правильных ответа)

1. HRC
2. HRB
3. HRA
4. HB

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

Силовые элементы ракетно-космической техники, для которых преваляющее значение имеют прочностные и упругие характеристики композита?

1. головные обтекатели;
2. корпуса ракетных двигателей;

3. переходные отсеки;
4. адаптеры полезного груза;
5. топливные баки;
6. баллоны высокого давления

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

Пластинки разделяют в зависимости от отношения толщины к ее наименьшему размеру в плоскости на следующие группы? (несколько правильных ответов)

1. Плиты или толстые пластины
2. Тонкие пластинки
3. Мембраны
4. Пленки
5. Стержни