


УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета


(подпись) Юнаков Л. П.
«31» 05 2022 ФИО

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Направление/специальность подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Специализация/профиль/программа подготовки	Моделирование и информационные технологии проектирования ракетно-космических систем
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВА 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	
5	9	3	108	51	34	17	0	57	0	0	57	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

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

год набора группы: 2022

Программу составил:

Кафедра А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
И ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ
Нилов Алексей Сергеевич, к.т.н., доцент



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

Заведующий кафедрой Андриюшкин А.Ю., к.т.н., доц.



Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКЕ 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:

ПСК-14 — способность разрабатывать технологические процессы изготовления и сборки отсеков конструкции корпуса ракет с применением новых материалов и средств автоматизации технологических процессов в соответствие с единой системой конструкторской документации на базе современных программных комплексов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-14

знания:

на уровне представлений: общее понятие о композиционных материалах (КМ) и их эксплуатационных свойствах, принципиальные отличия КМ от традиционных конструкционных материалов, особенности технологических методов и процессов переработки КМ различного типа, особенности и основные подходы к конструкторско-технологическому проектированию изделий из КМ, области применения современных;

на уровне понимания: принципы и подходы к построению моделей по оценке физико-механических свойств КМ и влияния на них структурных характеристик КМ и технологических параметров процессов формования изделий из различных типов КМ;;

умения:

теоретические – знать области эффективного применения различных типов КМ и методов формования композитных изделий, оценивать взаимосвязь между составом, структурой и технологией и комплексом эксплуатационных характеристик КМ.

практические – уметь выбрать технологический метод и процессы получения различных изделий из различных типов КМ, выбрать средства технологического оснащения и режимы техно-логического процесса;;

навыки:

уметь проводить конструкторско-технологическую подготовку производства изделий из различных типов современных КМ, обеспечивать оптимизацию принимаемых конструкторско-технологических вариантов типовых композитных изделий;.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению 24.05.01 *Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА, ОБРАБОТКА РЕЗАНИЕМ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ТЕОРИЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-3 — Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью
- ПСК-13 — способность с использованием САД/САЕ-технологий обосновывать выбор конструктивных и силовых схем изделий РКТ, проводить расчеты нагружения, прочности и жесткости элементов систем РКТ, ее узлов и агрегатов
- ПСК-14 — способность разрабатывать технологические процессы изготовления и сборки отсеков конструкции корпуса ракет с применением новых материалов и средств автоматизации технологических процессов в соответствии с единой системой конструкторской документации на базе современных программных комплексов

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 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	Лабораторный практикум		ПСК-14
5	9	Раздел 1. Общие представления о композитах конструкционного назначения. 1.1. Дидактическая единица 1. Понятие и основные особенности КМ. Основы классификации композитов. Место КМ среди материалов конструкционного назначения. 1.2. Дидактическая единица 2. Специфика технологии производства композитных изделий аэрокосмического назначения. 1.3. Дидактическая единица 3. Общая характеристика волокнистых материалов для армирования КМ – их основные эксплуатационные и технологические свойства. Основные типы волокнистых наполнителей, их свойства и методы получения. Основные типы современных матричных материалов.	16	8	8	0	8	20
5	9	Раздел 2. Технология КМ на основе термореактивных связующих. 2.1. Дидактическая единица 4. Связующие на основе термореактивных полимеров: основные типы, технологические показатели и свойства. Структура технологического процесса производства изделий из армированных реактопластов. 2.2. Дидактическая единица 5. Подготовительные операции в технологии армированных реактопластов. 2.3. Дидактическая единица 6. Характеристика методов формования изделий из армированных реактопластов и их классификация. Базовые технологические процессы формования армированных реактопластов: методы контактного формования, формование эластичной пленкой, центробежное формование, закрытые методы формования, пултрузия, намотка, методы прессования листовых изделий и др.	24	12	12	0	12	20
5	9	Раздел 3. Технология производства изделий из армированных термопластов. 3.1. Дидактическая единица 7. Особенности технологических процессов переработки КМ на основе термопластичных матриц. Основные типы и свойства термопластичных матриц. Методы совмещения термопластичных матриц и волокнистых наполнителей. 3.2. Дидактическая единица 8. Технологические методы и процессы формования изделий из армированных термопластов: экструзия, пултрузия, литье под давлением, прессование, штамповка, намотка, магнитно-импульсное формование.	8	4	4	0	4	20
5	9	Раздел 4. Механическая обработка, монтажно-сборочные операции, контроль и испытания в технологии КМ. 4.1. Дидактическая единица 9. Особенности монтажно-сборочных операций в технологии КМ. Особенности создания узлов соединений в изделиях из различных типов КМ. Процессы получения механических, клеевых, клее-механических и сварных соединений в композитных изделиях. 4.2. Дидактическая единица 10. Особенности механической обработки композиционных материалов. Режущий инструмент и режимы механической обработки для различных видов обработки и различных типов КМ. 4.3. Дидактическая единица 11. Особенности испытаний и контроля качества КМ и изделий из них. Классификация методов контроля и испытаний композитных изделий. Неразрушающие методы определения физико-механических характеристик КМ. Методы дефектоскопии. Методы испытаний композитных изделий на несущую способность и герметичность.	12	6	6	0	6	20
5	9	Раздел 5. Основы конструкторско-технологического проектирования и оптимизации композитных изделий. 5.1. Дидактическая единица 12. Особенности и подходы к оптимальному конструкторско-технологическому проектированию конструкций из КМ. Основные подходы к определению физико-механических характеристик КМ. Влияние структурно-технологических параметров композитов на комплекс их свойств. 5.2. Дидактическая единица 13. Основные конструкторско-технологические схемы оболочечных, ферменных и панельных конструкций из КМ. Подходы к оптимальному конструкторско-технологическому проектированию типовых конструкций из КМ.	48	21	4	17	27	20
Всего за 9 семестр			108	51	34	17	57	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100

3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 5. Основы конструкторско-технологического проектирования и оптимизации композитных изделий.	Занятие 1. Рассматриваются основные подходы для определения прочности композиционных материалов и основные виды феноменологических критериев прочности.	2
2		Занятие 2. Выдача домашних заданий №1 и №2. Обсуждение конкретных вопросов по заданиям.	2
3		Занятие 3. Расчет поверхности прочности композиционного материала заданной структуры с помощью структурно-феноменологического подхода на ЭВМ и расчет поверхности прочности композиционного материала заданной структуры с помощью феноменологического подхода графическим методом.	2
4		Занятия 4. Выдача домашних заданий №3-5. Обсуждение	2

		конкретных вопросов по заданиям.	
5		Занятия 5. Конструкторско-технологическое проектирование композитной оболочки сосуда давления.	2
6		Занятия 6. Определение технологических параметров намотки композитных оболочек	2
7		Занятия 7. Проектирование конструкций и технологического процесса изготовления технологических оправок	2
8		Занятия 8,9. Сдача домашних заданий студентами и их защита.	3
Всего за 9 семестр			17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Общие представления о композитах конструкционного назначения.	1.1. Дидактическая единица 1. Понятие и основные особенности КМ. Основы классификации композитов. Место КМ среди материалов конструкционного назначения.	2
2		1.2. Дидактическая единица 2. Специфика технологии производства композитных изделий аэрокосмического назначения.	2
3		1.3. Дидактическая единица 3. Общая характеристика волокнистых материалов для армирования КМ – их основные эксплуатационные и технологические свойства. Основные типы волокнистых наполнителей, их свойства и методы получения. Основные типы современных матричных материалов.	4
4	Раздел 2. Технология КМ на основе термореактивных связующих.	2.1. Дидактическая единица 4. Связующие на основе термореактивных полимеров: основные типы, технологические показатели и свойства. Структура технологического процесса производства изделий из армированных реактопластов.	4
5		2.2. Дидактическая единица 5. Подготовительные операции в технологии армированных реактопластов.	2
6		2.3. Дидактическая единица 6. Характеристика методов формования изделий из армированных реактопластов и их классификация. Базовые технологические процессы формования армированных реактопластов: методы контактного формования, формование эластичной пленкой, центробежное формование, закрытые методы формования, пултрузия, намотка, методы прессования листовых изделий и др.	6
7	Раздел 3. . Технология производства изделий из армированных термопластов.	3.1. Дидактическая единица 7. Особенности технологических процессов переработки КМ на основе термопластичных матриц. Основные типы и свойства термопластичных матриц. Методы совмещения термопластичных матриц и волокнистых наполнителей.	2
8		3.2. Дидактическая единица 8. Технологические методы и процессы формования изделий из армированных термопластов: экструзия, пултрузия, литье под давлением, прессование, штамповка, намотка, магнитно-импульсное формование.	2
9	Раздел 4. Механическая обработка, монтажно-сборочные операции, контроль и испытания в технологии КМ.	4.1. Дидактическая единица 9. Особенности монтажно-сборочных операций в технологии КМ. Особенности создания узлов соединений в изделиях из различных типов КМ. Процессы получения механических, клеевых, клее-механических и сварных соединений в композитных изделиях.	2
10		4.2. Дидактическая единица 10. Особенности механической обработки композиционных материалов. Режущий инструмент и режимы механической обработки для различных видов обработки и различных типов КМ.	2
11		4.3. Дидактическая единица 11. Особенности испытаний и контроля качества КМ и изделий из них. Классификация методов контроля и испытаний композитных изделий. Неразрушающие методы определения физико-механических характеристик КМ. Методы	2

		дефектоскопии. Методы испытаний композитных изделий на несущую способность и герметичность.	
12	Раздел 5. Основы конструкторско-технологического проектирования и	5.1. Дидактическая единица 12. Особенности и подходы к оптимальному конструкторско-технологическому проектированию конструкций из КМ. Основные подходы к определению физико-механических характеристик КМ. Влияние структурно-технологических параметров композитов на комплекс их свойств.	11
13	оптимизации композитных изделий.	5.2. Дидактическая единица 13. Основные конструкторско-технологические схемы оболочечных, ферменных и панельных конструкций из КМ. Подходы к оптимальному конструкторско-технологическому проектированию типовых конструкций из КМ.	16
Всего за 9 семестр			57

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
9						ДР				ДР			ДЗ	ДЗ	ДЗ, ОС	ДР	Вопр.Диф.Зач, ДЗ, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ОС – устный опрос студентов;
- ДЗ – домашнее задание;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- устный опрос студентов;
- домашнее задание;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 77 экз.
2. В. И. Кулик. . Подготовительные операции в технологии армированных реактопластов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1999, 44 экз.
3. В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Армирующие волокна для композиционных материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 49 экз.
4. В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Связующие для полимерных композиционных материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 49 экз.
5. В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Технология композитов на основе терморепактивных полимерных связующих. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 47 экз.
6. В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Технология композитов на основе термопластичных связующих. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 50 экз.
7. В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Статические и динамические испытания образцов из композиционных материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 49 экз.
8. В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Соединение деталей и узлов из композиционных материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 50 экз.
9. В. И. Кулик, А. С. Нилов, Е. Е. Складнова. . Дефектоскопия и контроль структурного и фазового состава изделий из композиционных материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 48 экз.
10. В. И. Кулик, Е. В. Мешков, А. С. Нилов. . Механическая и физико-техническая обработка композиционных материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004, 224 экз.
11. В. И. Кулик, Е. В. Мешков, А. С. Нилов. Конструкторско-технологическое проектирование изделий из композиционных материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, 161 экз.
12. О. О. Галинская. . Проектирование элементов конструкций ракетных комплексов из композиционных материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 25 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Вопросы оборонной техники. Серия 16.

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

1. <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:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

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

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

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

6.2. Лабораторные занятия:

1. Проектор;
2. Образцы изделий из композиционных материалов.

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 **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-14 способность разрабатывать технологические процессы изготовления и сборки отсеков конструкции корпуса ракет с применением новых материалов и средств автоматизации технологических процессов в соответствии с единой системой конструкторской документации на базе современных программных комплексов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с частью технологии конструкционных материалов, разделами которой являются: технологические процессы формования изделий из композиционных материалов, а также анализ и выбор армирующих и матричных компонентов, их механические характеристики, конструкторско-технологическое проектирование изделий из композиционных материалов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- устный опрос студентов;
- домашнее задание;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 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. Общие представления о композитах конструкционного назначения.		
1.1. Дидактическая единица 1. Понятие и основные особенности КМ. Основы классификации композитов. Место КМ среди материалов конструкционного назначения.	В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Армирующие волокна для композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1-7)	2
1.2. Дидактическая единица 2. Специфика технологии производства композитных изделий аэрокосмического назначения.	В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Связующие для полимерных композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1-2)	2
1.3. Дидактическая единица 3. Общая характеристика волокнистых материалов для армирования КМ – их основные эксплуатационные и технологические свойства. Основные типы волокнистых наполнителей, их свойства и методы получения. Основные типы современных матричных материалов.	А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1-3)	4
Итого по разделу 1		8
Раздел 2. Технология КМ на основе термореактивных связующих.		
2.1. Дидактическая единица 4. Связующие на основе термореактивных полимеров: основные типы, технологические показатели и свойства. Структура технологического процесса производства изделий из армированных реактопластов.	В. И. Кулик. . Подготовительные операции в технологии армированных реактопластов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1999 (1-5)	4
2.2. Дидактическая единица 5. Подготовительные операции в технологии армированных реактопластов.	А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1-3)	2
2.3. Дидактическая единица 6. Характеристика методов формования изделий из армированных реактопластов и их классификация. Базовые технологические процессы формования армированных реактопластов: методы контактного формования, формование эластичной пленкой, центробежное формование, закрытые методы формования, пултрузия, намотка, методы прессования листовых изделий и др.	В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Технология композитов на основе термореактивных полимерных связующих: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1-7)	6
Итого по разделу 2		12
Раздел 3. . Технология производства изделий из армированных термопластов.		
3.1. Дидактическая единица 7. Особенности технологических процессов переработки КМ на основе	В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Технология композитов на	2

термопластичных матриц. Основные типы и свойства термопластичных матриц. Методы совмещения термопластичных матриц и волокнистых наполнителей.	основе термопластичных связующих: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (1-3)	
3.2. Дидактическая единица 8. Технологические методы и процессы формования изделий из армированных термопластов: экструзия, пултрузия, литье под давлением, прессование, штамповка, намотка, магнитно-импульсное формование.		2
Итого по разделу 3		4
Раздел 4. Механическая обработка, монтажно-сборочные операции, контроль и испытания в технологии КМ.		
4.1. Дидактическая единица 9. Особенности монтажно-сборочных операций в технологии КМ. Особенности создания узлов соединений в изделиях из различных типов КМ. Процессы получения механических, клеевых, клее-механических и сварных соединений в композитных изделиях.	В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Статические и динамические испытания образцов из композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (1-5) В. И. Кулик, А. С. Нилов, Е. Е. Складнова. . Дефектоскопия и	2
4.2. Дидактическая единица 10. Особенности механической обработки композиционных материалов. Режущий инструмент и режимы механической обработки для различных видов обработки и различных типов КМ.	контроль структурного и фазового состава изделий из композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-5) В. И. Кулик, Е. В. Мешков, А. С. Нилов. . Механическая и	2
4.3. Дидактическая единица 11. Особенности испытаний и контроля качества КМ и изделий из них. Классификация методов контроля и испытаний композитных изделий. Неразрушающие методы определения физико-механических характеристик КМ. Методы дефектоскопии. Методы испытаний композитных изделий на несущую способность и герметичность.	физико-техническая обработка композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (1-7) В. И. Кулик, А. С. Нилов. . Соединение деталей и узлов из композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-5)	2
Итого по разделу 4		6
Раздел 5. Основы конструкторско-технологического проектирования и оптимизации композитных изделий.		
5.1. Дидактическая единица 12. Особенности и подходы к оптимальному конструкторско-технологическому проектированию конструкций из КМ. Основные подходы к определению физико-механических характеристик КМ. Влияние структурно-технологических параметров композитов на комплекс их свойств.	В. И. Кулик, Е. В. Мешков, А. С. Нилов. Конструкторско-технологическое проектирование изделий из композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (1-3) О. О. Галинская. .	11
5.2. Дидактическая единица 13. Основные конструкторско-технологические схемы оболочечных, ферменных и панельных конструкций из КМ. Подходы к оптимальному конструкторско-технологическому проектированию типовых конструкций из КМ.	Проектирование элементов конструкций ракетных комплексов из композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (1-2)	16
Итого по разделу 5		27

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы к дифференцированному зачету;
- устный опрос студентов;
- домашнее задание;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

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

Вопросы к дифференцированному зачету

Перечень вопросов содержит 40 единиц для всех 5 разделов дисциплины.

Устный опрос студентов

На практическом занятии проводится опрос знаний студентов по рассмотренным ранее разделам курса. По итогам посещаемости занятий и ответам на вопросы по материалам конкретных разделов ставится оценка по текущей аттестации. Положительный ответ на один из двух заданных вопросов по теме раздела или активное обсуждение в процессе дискуссии является критерием получения текущей аттестации.

Домашнее задание

Решения домашних заданий представляются в печатной или рукописной форме. Каждое домашнее задание содержит 1 задачу. Критерии оценивания правильное решение 1 задачи – 5 баллов. Основаниями для снижения количества баллов за одну задачу в диапазоне от 1 до 5 являются:

- небрежное выполнение,
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках),
- арифметические ошибки при расчетах.
- нерациональное принятие решения при многовариантности построения маршрутной и операционной технологий обработки детали.
- ошибки при кодировании геометрического образа детали.

Дифференцированный зачет

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

Допуском к сдаче дифференцированного зачета является сдача всех домашних заданий.

Оценка за дифференцированный зачет выставляется по результатам ответов на 2 вопроса к дифференцированному зачету:

- «зачтено-отлично» - полный ответ на оба вопроса и возможные дополнительные вопросы;
- «зачтено-хорошо» - незначительные замечания на ответы по обоим вопросам и неполные ответы на дополнительные вопросы;
- «зачтено-удовлетворительно» - неполные ответы на оба вопроса, отсутствие ответов на отдельные дополнительные вопросы;
- «не зачтено» - неполный ответ на основной вопрос, отсутствие ответа на второй и дополнительные вопросы.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ПСК-14	
5	9	Раздел 1. Общие представления о композитах конструкционного назначения.	16	8	8	0	8	20	Вопросы к дифференцированному зачету, Устный опрос студентов
5	9	Раздел 2. Технология КМ на основе термореактивных связующих.	24	12	12	0	12	20	Вопросы к дифференцированному зачету, Устный опрос студентов
5	9	Раздел 3. . Технология производства изделий из армированных термопластов.	8	4	4	0	4	20	Вопросы к дифференцированному зачету, Устный опрос студентов
5	9	Раздел 4. Механическая обработка, монтажно-сборочные операции, контроль и испытания в технологии КМ.	12	6	6	0	6	20	Вопросы к дифференцированному зачету, Устный опрос студентов
5	9	Раздел 5. Основы конструкторско-технологического проектирования и оптимизации композитных изделий.	48	21	4	17	27	20	Вопросы к дифференцированному зачету, Домашнее задание, Устный опрос студентов
Всего за 9 семестр			108	51	34	17	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	