

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор -
проректор по образовательной
деятельности

Бородавкин В.А.

« 31 » 08 2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Конструкционные материалы

(указывается индекс и наименование дисциплины в соответствии с ФГОС и учебным планом)

Направление/
специальность подготовки 24.05.01 – Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

(указывается индекс и наименование направления специальности)

Специализация/профиль/программа подго-
товки Моделирование и информационные технологии
проектирования ракетно-космических систем

Уровень высшего образования специалитет

(бакалавриат магистратура специалитет)

Форма обучения очная

Факультет А Ракетно-космической техники

(указывается индекс и полное наименование факультета Университета, заказавшего программу)

Выпускающая кафедра А1 «Ракетостроение», УВЦ

(указывается индекс и полное наименование выпускающей кафедры)

Кафедра-разработчик
рабочей программы А2 «Технологии конструкционных материалов и производства ракетно-космической техники»

(указывается индекс и полное наименование кафедры, составившей и реализующей программу)

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (ПО НАЛИЧИЮ ВИДОВ ЗАНЯТИЙ)												Вид промежуточного контроля	
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ						САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА						
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	АУДИТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		ДРУГИЕ ВИДЫ ЗАНЯТИЙ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	РАСЧЁТНО - ГРАФ. РАБОТА	РЕФЕРАТ		ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ
							ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	СЕМИНАРЫ								
	9	3	108	51	34		17			57					57	Диф. зач.

Начальник отдела основных образовательных программ
« 31 » 08 2019

САНКТ – ПЕТЕРБУРГ
2019 г.

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
(указывается индекс и наименование направления специальности)

Программу составили:

кафедра А2 «Технологии конструкционных материалов и производства ракетно-космической техники»

 Андрюшкин Александр Юрьевич, заведующий кафедрой А2, доцент, к.т.н.

Эксперт(ы):

Доцент кафедры «Пожарная безопасность технологических процессов и производств» Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России,
кандидат технических наук Кадочникова Е.Н.

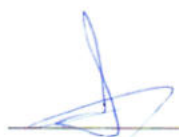


Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы


А2 «Технологии конструкционных материалов и производства ракетно-космической техники»

«31» 08 2019 г. Заведующий кафедрой  /Андрюшкин А.Ю./

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры А1 «Ракетостроение»

«31» 08 2019 г. Заведующий кафедрой, д.т.н., профессор  /Бородавкин В.А./

Программа рассмотрена на заседании выпускающей кафедры «УВЦ»

«31» 08 2019 г. Начальник УВЦ, капитан 1-го ранга, к.т.н., проф.  /Бурковецкий К.А./

Рабочая программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии по укрупненной группе направлений и специальностей подготовки (УМК по УГНиСП) 24.00.00 «Авиационная и ракетно-космическая техника», *протокол №2/2019 от 31.08.2019*

«31» 08 2019 г. Председатель УМК по УГНиСП, д.воен.н., с.н.с., проф.  /Сырцев А.Н./

Учебная дисциплина обеспечена основной литературой

«31» 08 2019 г. Директор библиотеки БГТУ  /Сесина Н.В./

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Конструкционные материалы

(указывается номер и наименование дисциплины в соответствии с ФГОС и учебным планом)

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО	5
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	13
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	14
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	15

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы преподавания
- Приложение 3. Технологии и формы обучения
- Приложение 4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.
- Перечень тем заданий (по видам СРС)
- Приложение 5. Оценочные средства и методики их применения
- Приложение 6. Справка о наличии в библиотеке БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.Устинова учебной литературы
- Приложение 7. Лист изменений, вносимых в рабочую программу

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций на уровнях:

Профессионально-специализированных

ПСК-7.3 – способностью разрабатывать технологические процессы изготовления и сборки отсеков конструкции корпуса ракет.	Пороговый
--	-----------

Формированию указанных компетенций служит достижение следующих результатов образования:

знания:

на уровне представлений:

- о физике материаловедения, о возможностях конструкционных материалов и формировании их свойств, о классификации конструкционных материалов, об особенностях поведения материалов в экстремальных температурных условиях, о направлениях развития современного материаловедения; о современных способах получения конструкционных материалов и изделий из них.

на уровне воспроизведения:

- особенности строения материалов, зависимость их свойств от состава и строения, способы термической и химико-термической обработки материалов; способы получения неразъемных соединений материалов сваркой и пайкой.

на уровне понимания:

- физическую сущность явлений, происходящих в материалах; основные способы изготовления деталей, заготовок и изделий из конструкционных материалов; о принципах выбора оптимального способа получения изделий.

умения:

- анализировать условия эксплуатации изделия и выбирать материал и способ его изготовления; выбирать оптимальный способ получения заготовки.

навыки:

- определять механические свойства материалов; назначать режимы термообработки.
- проводить исследования в области изучения свойств конструкционных материалов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «**Конструкционные материалы**» является дисциплиной вариативной части Блока 1, по выбору студента, дисциплин ФГОС специалитета:

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин:

Сопротивление материалов;

Материаловедение;

Метрология и измерительная техника;

Детали машин и основы конструирования.

Теоретическая механика, расчеты кинематических цепей;

Технология производства;

Автоматизированные системы технологической подготовки производства.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

ПК-1 - способностью работать в информационно-коммуникационном пространстве, проводить твердотельное компьютерное моделирование, прочностные, динамические и тепловые расчеты с использованием программных средств общего назначения

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

(с распределением общего бюджета времени в часах)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	НОМЕРА РАЗДЕЛОВ	НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ	ВСЕГО	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ В КОНТАКТНОЙ ФОРМЕ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ	ПСК-7-3
					ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	АУДИТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		
	9	1	<p>Раздел 1. «Перспективы развития и конструктивно-технологического совершенствования техники»</p> <p><i>Лекция 1. Конструкционные и специальные свойства композиционных материалов (КМ) и эффективность их применения в конструкциях.</i></p> <p>1.1. Материаловедческие аспекты проектирования конструкций из КМ. Конструкционные и специальные свойства КМ.</p> <p>1.2. Уровень свойств КМ и эффективность их применения в конструкциях.</p> <p>1.3. Слоистые металлополимерные композиты в конструкциях.</p> <p>1.4. Прогнозирование ресурса эксплуатации конструкций из КМ.</p> <p><i>Лекция 2. Концепции развития производства конструкций из КМ.</i></p> <p>2.1. Основные этапы проектирования конструкций из КМ.</p> <p>2.2. Современные концепции развития технологий и производств конструкций из КМ.</p> <p>2.3. Научные аспекты создания технологий производства конструкций из КМ.</p>	15	6	6			9	20
		2	<p>Раздел 2. «Композиционные материалы».</p> <p><i>Лекция 3. Армирующие материалы и методы их получения</i></p> <p>3.1. Волокна</p> <p>3.1.1. Стеклопластиковые волокна</p> <p>3.1.2. Органические волокна</p> <p>3.1.3. Углеродные волокна</p> <p>3.1.4. Боровые волокна</p> <p>3.1.5. Карбидокремниевые волокна</p> <p>3.1.6. Металлические волокна</p> <p>3.2. Волокна с металлическими покрытиями</p> <p>3.3. Короткие армирующие волокна</p> <p>3.4. Тканые армирующие материалы</p> <p><i>Практикум 1: Элементарные волокна</i></p> <p>1. Определение показателей механических свойств элементарных волокон.</p> <p>2. Определение угла смачивания поверхности элементарного волокна.</p> <p><i>Практикум 2: Тканые наполнители</i></p> <p>1. Определение структурных параметров тканых наполнителей.</p> <p>2. Изучение механических свойств тканых наполнителей.</p> <p>3. Изучение неуровновешенности тканых наполнителей</p> <p>4. Изучение деформационных характеристик наполнителей</p> <p>5. Изучение поведения тканного материала при пропитке</p>	15	9	4	5		6	15

	2	<p>Раздел 2. «Композиционные материалы». <i>Лекция 4. Типы матриц. Роль матрицы в композиционном материале.</i> 4.1. Термореактивные полимерные связующие 4.2. Термопластичные полимерные связующие 4.3. Углеродные матрицы 4.4. Металлические матрицы 4.5. Полимерные пленочные материалы <i>Практикум 3: Термореактивные полимерные материалы</i> 1. Идентификация компонентов термореактивного связующего. 2. Приготовление связующего на основе термореактивных олигомеров. 3. Определение плотности связующего 4. Определение поверхностного натяжения связующего 5. Определение вязких свойств термореактивных полимерных связующих 6. Определение времени жизни термореактивных полимерных связующих <i>Практикум 4: Термопластичные полимерные материалы</i> 1. Методы идентификации термопластичных материалов. 2. Определение плотности полимерных материалов. 3. Определение водопоглощения полимерных материалов 4. Определение показателя текучести расплава термопластичных полимеров.</p>	18	12	4	8		6	15
	3	<p>Раздел 3. «Технологии производства конструкций из полимерных композиционных материалов» <i>Лекция 5. Полимерные композиционные материалы (ПКМ)</i> 5.1. Приготовление связующего 5.2. Пропитка волокнистой арматуры связующим 5.2.1. Пропитка волокнистой арматуры методом напыления. 5.3. Формование композитов с полимерной матрицей 5.3.1. Технологические режимы формования композиционно-волокнистых материалов (КВМ) 5.3.2. Получение ленточного полуфабриката <i>Практикум 5: Композиционные материалы на основе термореактивных связующих и ориентированных армирующих наполнителей</i> 1. Определение количества компонентов и изготовление пластин композиционного материала. 2. Определение соотношения компонентов в полученном материале. 3. Изучение структуры композиционного материала на основе термореактивного связующего и армирующего наполнителя.</p>	12	8	4	4		4	10
	4	<p>Раздел 4. «Технологии производства конструкций из металлических композиционных материалов» <i>Лекция 6. Металлические композиционные материалы (МКМ)</i> 6.1. Метод твердофазного совмещения матрицы и волокон 6.2. Метод жидкофазного совмещения матрицы и волокон 6.3. Газофазные методы осаждения-напыления</p>	6	2	2			4	5
	5	<p>Раздел 5. «Технологии производства конструкций из керамических композиционных материалов» <i>Лекция 7. Керамические композиционные материалы (ККМ)</i> 7.1. ККМ с металлическими волокнами 7.2. ККМ с углеродными волокнами 7.3. ККМ с волокнами карбида кремния 7.4. Особенности керамики как конструкционного материала 7.5. Принципы создания ККМ</p>	6	2	2			4	5
	6	<p>Раздел 6. «Технологии производства конструкций из углерод-углеродных композиционных материалов» <i>Лекция 8. Углерод-углеродные композиционные материалы (УУКМ)</i> 8.1. Методы получения УУКМ 8.2. Структуры армирования УУКМ 8.3. Изготовление многонаправленных структур армирования 8.4. Уплотнение многонаправленных структур армирования</p>	6	2	2			4	5

	7	Раздел 7. «Технология производства конструкций из гибридных композиционных материалов» <i>Лекция 9. Гибридные композиционные материалы (ГКМ)</i> 9.1 Регулирование свойств ГКМ 9.2. Вискеризация 9.3. Вискеризация газодинамическим методом	6	2	2		4	5
	8	Раздел 8. «Инструментальные материалы» <i>Лекция 10. Легированные инструментальные стали</i> 10.1 Химический состав сталей 10.2. Легированные инструментальные стали для холодного деформирования материалов 10.3. Легированные инструментальные стали для холодного деформирования материалов	6	2	2		4	5
	8	Раздел 8. «Инструментальные материалы» <i>Лекция 11. Быстрорежущие стали</i> 11.1 Состав и свойства быстрорежущих сталей. 11.2. Технологии обработки быстрорежущих сталей. 11.3. Обработка сварных и паварных инструментов.	6	2	2		4	5
	8	Раздел 8. «Инструментальные материалы» <i>Лекция 12. Твердые сплавы</i> 12.1 Порошковые твердые сплавы. 12.2. Сверхтвердые материалы. 12.3. Режущий керамический инструмент	6	2	2		4	5
	8	Раздел 8. «Инструментальные материалы» <i>Лекция 13. Покрытия инструментов</i> 13.1 Химико-термическая обработка. 13.2. Плазменная обработка. 13.3. Алмазные покрытия	6	2	2		4	5
ВСЕГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ			108	51	34	17	57	100%

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. «Композиционные материалы».	<i>Практикум 1: Элементарные волокна</i> 1. Определение показателей механических свойств элементарных волокон. 2. Определение угла смачивания поверхности элементарного волокна. <i>Практикум 2: Тканые наполнители</i> 1. Определение структурных параметров тканых наполнителей. 2. Изучение механических свойств тканых наполнителей. 3. Изучение неуравновешенности тканых наполнителей 4. Изучение деформационных характеристик наполнителей 5. Изучение поведения тканного материала при пропитке	7
2	Раздел 2. «Композиционные материалы».	<i>Практикум 3: Термореактивные полимерные материалы</i> 1. Идентификация компонентов термореактивного связующего. 2. Приготовление связующего на основе термореактивных олигомеров. 3. Определение плотности связующего 4. Определение поверхностного натяжения связующего 5. Определение вязких свойств термореактивных полимерных связующих 6. Определение времени жизни термореактивных полимерных связующих <i>Практикум 4: Термопластичные полимерные материалы</i> 1. Методы идентификации термопластичных материалов. 2. Определение плотности полимерных материалов. 3. Определение водопоглощения полимерных материалов 4. Определение показателя текучести расплава термопластичных полимеров.	7

3	Раздел 3. «Технологии производства конструкций из полимерных композиционных материалов»	<p><i>Практикум 5: Композиционные материалы на основе термореактивных связующих и ориентированных армирующих наполнителей</i></p> <p>1. Определение количества компонентов и изготовление пластин композиционного материала.</p> <p>2. Определение соотношения компонентов в полученном материале.</p> <p>3. Изучение структуры композиционного материала на основе термореактивного связующего и армирующего наполнителя.</p>	3
ВСЕГО			17

3.3. Лабораторный практикум не предусмотрен

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

Номер и наименование раздела дисциплины	СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ЗАДАНИЯ	вре- мя (час)
		СРС
Раздел 1. «Перспективы развития и конструктивно-технологического совершенствования техники»	<p>Самостоятельная работа студента:</p> <p>1) Подготовка лекции 1: «Конструкционные и специальные свойства композиционных материалов (КМ) и эффективность их применения в конструкциях».</p> <p>2) Подготовка к лекции 2: «Концепции развития производства конструкций из КМ»</p>	4
Раздел 2. «Композиционные материалы».	<p>Самостоятельная работа студента:</p> <p>1) Подготовка к лекции 3: «Армирующие материалы и методы их получения».</p> <p>2) Подготовка к практикуму 1 «Элементарные волокна».</p> <p>3) Проведение расчетов, построение графиков схем.</p> <p>4) Оформление отчета по практической работе.</p> <p>5) Подготовка к защите практической работы.</p> <p>6) Подготовка к практикуму 2 «Тканые наполнители».</p> <p>7) Проведение расчетов, построение графиков схем.</p> <p>8) Оформление отчета по практической работе.</p> <p>9) Подготовка к защите практической работы.</p>	6
Раздел 2. «Композиционные материалы».	<p>Самостоятельная работа студента:</p> <p>1) Подготовка к лекции 4: «Типы матриц. Роль матрицы в композиционном материале».</p> <p>2) Подготовка к практикуму 3: «Термореактивные полимерные материалы».</p> <p>3) Проведение расчетов, построение графиков схем.</p> <p>4) Оформление отчета по практической работе.</p> <p>5) Подготовка к защите практической работы.</p> <p>6) Подготовка к практикуму 4: «Термопластичные полимерные материалы».</p> <p>7) Проведение расчетов, построение графиков схем.</p> <p>8) Оформление отчета по практической работе.</p> <p>9) Подготовка к защите практической работы.</p>	6
Раздел 3. «Технологии производства конструкций из полимерных композиционных материалов»	<p>Самостоятельная работа студента:</p> <p>1) Подготовка к лекции 5: «Полимерные композиционные материалы (ПКМ)».</p> <p>2) Подготовка к практикуму 5: «Композиционные материалы на основе термореактивных связующих и ориентированных армирующих наполнителей».</p> <p>3) Проведение расчетов, построение графиков схем.</p> <p>4) Оформление отчета по практической работе.</p> <p>5) Подготовка к защите практической работы</p>	4
Раздел 4. «Технологии производства конструкций из металлических композиционных материалов»	<p>Самостоятельная работа студента:</p> <p>1) Подготовка к лекции 6: «Металлические композиционные материалы (МКМ)».</p>	4

Раздел 5. «Технологии производства конструкций из керамических композиционных материалов»	Самостоятельная работа студента: 1) Подготовка к лекции 7: «Керамические композиционные материалы (ККМ)».	4
Раздел 6. «Технологии производства конструкций из углерод-углеродных композиционных материалов»	Самостоятельная работа студента: 1) Подготовка лекции 8: «Углерод-углеродные композиционные материалы (УУКМ)».	4
Раздел 7. «Технология производства конструкций из гибридных композиционных материалов»	Самостоятельная работа студента: 1) Подготовка к лекции 9: «Гибридные композиционные материалы (ГКМ)».	4
Раздел 8. «Инструментальные материалы»	Самостоятельная работа студента: 1) Подготовка к лекции 10: «Цементированные инструментальные стали».	4
Раздел 8. «Инструментальные материалы»	Самостоятельная работа студента: 1) Подготовка к лекции 11: «Быстрорежущие стали».	4
Раздел 8. «Инструментальные материалы»	Самостоятельная работа студента: 1) Подготовка лекции 12: «Твердые сплавы».	4
Раздел 8. «Инструментальные материалы»	Самостоятельная работа студента: 1) Подготовка к лекции 13: «Покрывания инструментов».	4
ВСЕГО:		57

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с положением о порядке проведения промежуточной аттестации студентов БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;

ГРАФИК КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6				ПР 1		ПР 1		ПР 1			ПР 1			ПР 1			Диф. Зач.

- ПР-1 – сдача одной практической работы;
- Диф. Зач. – сдача дифференцированного зачета.

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы:

- выполнение лабораторных работ;
- защита практических работ (тестирование);

Рубежная аттестация студентов производится по итогам половины семестра в следующих формах:

- выполнение 3-х практических работ;
- сдача 2-х практических работ.

Итоговый контроль по результатам семестра по дисциплине проходит в форме дифференцированного зачета по билетам или в форме теста.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы контроля, позволяющие оценить результаты образования по данной дисциплине, включены в состав УМК дисциплины и перечислены в Приложении 5.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература:

1. **Андрюшкин, Александр Юрьевич.** Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов [Текст] : учебное пособие [для вузов] / А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2010. - 144 с. : схемы, табл. - Библиогр.: с. 136. - Библиогр. в подстроч. прим. - Приложения: с. 137-142. ISBN 978-5-85546-515-0. - 73 экз.
2. **Галинская, Ольга Олеговна.** Проектирование элементов конструкций ракетных комплексов из композиционных материалов [Текст] : учебное пособие [для вузов] / О.О. Галинская ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2014. - 95 с. : табл., схемы. - Библиогр.: с. 94. - Сокращ.: с. 4. - ISBN 978-5-85546-803-8. - 25 экз.
3. **Кулик, Виктор Иванович.** Технологические способы нанесения функциональных покрытий [Текст] : учебное пособие [для вузов] / В. И. Кулик, А. С. Нилов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2017. - 143 с. : схемы, табл. - Библиогр.: с. 142. - ISBN 978-5-906920-31-7 - 77 экз.
4. **Кулик, Виктор Иванович.** Функциональные стойкие покрытия [Текст] : учебное пособие [для вузов] / В. И. Кулик, А. С. Нилов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2017. - 151 с. : схемы, табл. - Библиогр.: с. 149. - ISBN 978-5-906920-38-6 - 77 экз.
5. **Кулик, Виктор Иванович.** Технология композиционных материалов с керамической матрицей [Текст] : учебное пособие [для вузов] / В. И. Кулик, А. С. Нилов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2017. - 81 с. : граф., схемы, табл., фот. - Библиогр.: с. 80. - ISBN 978-5-906920-77-5. - 33 экз.
6. **Кулик, Виктор Иванович.** Керамические композиционные материалы в теплонагруженных элементах ракетно-космической техники [Текст] : учебное пособие [для вузов] / В. И. Кулик, А. С. Нилов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2018. - 69 с. : граф., схемы, табл., фот. - Библиогр.: с. 68. - 38 экз.
7. **Складнова, Елена Евгеньевна.** Специальные стали и сплавы [Текст] : учебное пособие [для вузов] / Е. Е. Складнова, Г. А. Воробьева ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2018. - 79 с. : граф., табл. - Библиогр.: с. 77-78. - ISBN 978-5-907054-14-1. - 77 экз.

5.2. Дополнительная литература:

1. **Кулик, Виктор Иванович.** Механическая и физико-техническая обработка композиционных материалов [Текст] : учебное пособие [для вузов] / В. И. Кулик, Е. В. Мешков, А. С. Нилов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2004. - 175 с. : табл., схем. - Библиогр.: с. 171-172. - ISBN 5-85546-129-7. - 230 экз.
2. **Складнова, Елена Евгеньевна.** Инструментальные материалы [Текст] : учебное пособие для вузов / Г. А. Воробьева [и др.]. - СПб. : Политехника, 2005. - 271 с. : ил., граф., табл. - Библиогр.: с. 259-265. - Приложение: с. 248-258. - Об авторах: с. 270-271. - ISBN 5-7325-0706-X. - 107 экз.

5.3. Электронные ресурсы, Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы:

1. **Андрюшкин, Александр Юрьевич.** Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2010. - 1 эл. жестк. диск : схемы, табл. - Электрон. версия печ. публикации \lib_server\elres\elr01573.pdf. - Библиогр.: с. 136. - Библиогр. в подстроч. прим. - Приложения: с. 137-142. - ISBN 978-5-85546-515-0.

2. **Галинская, Ольга Олеговна.** Проектирование элементов конструкций ракетных комплексов из композиционных материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / О. О. Галинская ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2014. - 1 эл. жестк. диск : табл., схемы. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr02054.pdf. - Библиогр.: с. 94. - Сокращ.: с. 4. - ISBN 978-5-85546-803-8.
3. **Кулик, Виктор Иванович.** Технологические способы нанесения функциональных покрытий [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / В. И. Кулик, А. С. Нилов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, Мешков, Е. В. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2017. - 1 эл. жестк. диск : схемы, табл. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr02676.pdf. - Библиогр.: с. 142. - ISBN 978-5-906920-31-7.
4. **Кулик, Виктор Иванович.** Функциональные стойкие покрытия [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / В. И. Кулик, А. С. Нилов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, Мешков, Е. В. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2017. - 1 эл. жестк. диск : схемы, табл. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr02633.pdf. - Библиогр.: с. 149. - ISBN 978-5-906920-38-6.
5. **Кулик, Виктор Иванович.** Технология композиционных материалов с керамической матрицей [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / В. И. Кулик, А. С. Нилов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, Мешков, Е. В. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2017. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы, табл., фот. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr02714.pdf. - Библиогр.: с. 80. - ISBN 978-5-906920-77-5.
6. **Кулик, Виктор Иванович.** Керамические композиционные материалы в теплонагруженных элементах ракетно-космической техники [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / В. И. Кулик, А. С. Нилов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2018. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы, табл., фот. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr02782.pdf. - Библиогр.: с. 68.
7. **Складнова, Елена Евгеньевна.** Специальные стали и сплавы [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / Е. Е. Складнова, Г. А. Воробьева ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2018. - 1 эл. жестк. диск : граф., табл. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr02835.pdf. - Библиогр.: с. 77-78. - ISBN 978-5-907054-14-1.
8. **Кулик, Виктор Иванович.** Механическая и физико-техническая обработка композиционных материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / В. И. Кулик, Е. В. Мешков, А. С. Нилов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, Мешков, Е. В. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2004. - 1 эл. жестк. диск : табл., схем. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr02108.pdf. - Библиогр.: с. 171-172. - ISBN 5-85546-129-7.
9. <http://library.voenmch.ru/jirbis2>.
10. <https://urait.ru>.

5.4. Программное обеспечение

Пакеты прикладных программ, находящихся в ВЦ кафедры:

«Компас» для выполнения расчетно-графической работы;

«Автопроект» для проектирования технологических процессов изготовления изделий.

5.5. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты;
- использование информационных (справочных) систем;

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекции:

- 1) компьютерный класс,
- 2) презентационная техника (проектор, экран)
- 3) пакеты ПО общего назначения (текстовые редакторы, графические редакторы),

2. Практические занятия

- 1) учебная лаборатория «Композиционные материалы» кафедры А2, оснащенная оборудованием и образцами из композиционных материалов.
- 2) шаблоны отчетов по практическим работам.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина «**Конструкционные материалы**» является дисциплиной вариативной части Блока 1, по выбору студента, по направлению подготовки: 24.05.01 – Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов.

Дисциплина реализуется на факультете «А» («Ракетно-космическая техника») БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова кафедрой «А2» («Технологии конструкционных материалов и производства ракетно-космической техники»).

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций.

Профессионально-специализированных

ПСК-7.3 – способностью разрабатывать технологические процессы изготовления и сборки отсеков конструкции корпуса ракет.	Пороговый
--	-----------

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с решением задач современного производства изделий из конструкционных материалов.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: (лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента, консультации).

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме выполнения и сдачи практических работ, рубежный контроль в форме выполнения и сдачи 2-х практических работ и итоговый контроль в форме дифференцированного зачета или тестирования.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (34), практические (17) занятия и самостоятельная работа (74) студента.

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ

Рекомендации по организации и технологиям обучения для преподавателя

I. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- 1. Лекции** (Лек.) – передача учебной информации от преподавателя к студентам, с использованием компьютерных и технических средств, направленная в основном на приобретение студентами новых теоретических и фактических знаний.
- 2. Практическое занятие** (Пр. зан.) – решение конкретных задач (математическое моделирование, расчеты и др.) на основании теоретических и фактических знаний, направленное в основном на приобретение новых фактических знаний и теоретических умений.
- 3. Самостоятельная работа** (СР) – изучение студентами теоретического материала, подготовка к лабораторным работам, практическим и семинарским занятиям, оформление конспектов, написание рефератов, отчетов, курсовых работ, проектов, работа в электронной образовательной среде и др. для приобретения новых теоретических и фактических знаний, теоретических и практических умений.

II. Виды и содержание учебных занятий

Раздел 1. «Перспективы развития и конструктивно-технологического совершенствования техники»

Теоретические занятия (Лекция) - 6 часов, 2 лекции.

Лекция 1. *Конструкционные и специальные свойства композиционных материалов (КМ) и эффективность их применения в конструкциях – 3 часа.*

- 1.1. Материаловедческие аспекты проектирования конструкций из КМ. Конструкционные и специальные свойства КМ.
- 1.2. Уровень свойств КМ и эффективность их применения в конструкциях.
- 1.3. Слоистые металлополимерные композиты в конструкциях.
- 1.4. Прогнозирование ресурса эксплуатации конструкций из КМ.

Лекция 2. *Концепции развития производства конструкций из КМ – 3 часа.*

- 2.1. Основные этапы проектирования конструкций из КМ.
- 2.2. Современные концепции развития технологий и производств конструкций из КМ.
- 2.3. Научные аспекты создания технологий производства конструкций из КМ.

Управление самостоятельной работой студента – 0,6 часа.

Консультации по материалам практических занятий.

Раздел 2. «Композиционные материалы»

Теоретические занятия (Лекция) - 8 часов, 2 лекции.

Лекция 3. *Армирующие материалы и методы их получения – 4 часа*

- 3.1. Волокна
- 3.1.1. Стеклые волокна

- 3.1.2. Органические волокна
- 3.1.3. Углеродные волокна
- 3.1.4. Боровые волокна
- 3.1.5. Карбидокремниевые волокна
- 3.1.6. Металлические волокна
- 3.2. Волокна с металлическими покрытиями
- 3.3. Короткие армирующие волокна
- 3.4. Тканые армирующие материалы

Лекция 4. Типы матриц. Роль матрицы в композиционном материале – 4 часа

- 4.1. Термореактивные полимерные связующие
- 4.2. Термопластичные полимерные связующие
- 4.3. Углеродные матрицы
- 4.4. Металлические матрицы
- 4.5. Полимерные пленочные материалы

Практикум - 13 часов, 4 практических работы

Практикум 1: Элементарные волокна – 2,5 часа

- 1. Определение показателей механических свойств элементарных волокон.
- 2. Определение угла смачивания поверхности элементарного волокна.

Практикум 2: Тканые наполнители – 2,5 часа

- 1. Определение структурных параметров тканых наполнителей.
- 2. Изучение механических свойств тканых наполнителей.
- 3. Изучение неуровновешенности тканых наполнителей
- 4. Изучение деформационных характеристик наполнителей
- 5. Изучение поведения тканного материала при пропитке

Практикум 3: Термореактивные полимерные материалы – 4 часа

- 1. Идентификация компонентов термореактивного связующего.
- 2. Приготовление связующего на основе термореактивных олигомеров.
- 3. Определение плотности связующего
- 4. Определение поверхностного натяжения связующего
- 5. Определение вязких свойств термореактивных полимерных связующих
- 6. Определение времени жизни термореактивных полимерных связующих

Практикум 4: Термопластичные полимерные материалы – 4 часа

- 1. Методы идентификации термопластичных материалов.
- 2. Определение плотности полимерных материалов.
- 3. Определение водопоглощения полимерных материалов
- 4. Определение показателя текучести расплава термопластичных полимеров

Управление самостоятельной работой студента – 2,4 часа.

Консультации по материалам практических и лабораторных занятий.

Раздел 3. «Технологии производства конструкций из полимерных композиционных материалов».

Теоретические занятия (Лекция)- 4 часа, 1 лекция.

Лекция 5. Полимерные композиционные материалы (ПКМ) – 4 часа

- 5.1. Приготовление связующего

- 5.2. Пропитка волокнистой арматуры связующим
- 5.2.1. Пропитка волокнистой арматуры методом напыления.
- 5.3. Формование композитов с полимерной матрицей
- 5.3.1. Технологические режимы формования композиционно-волокнистых материалов (КВМ)
- 5.3.2. Получение ленточного полуфабриката

Практикум - 4 часа, 1 практическая работа

Практикум 5: *Композиционные материалы на основе термореактивных связующих и ориентированных армирующих наполнителей – 4 часа*

- 1. Определение количества компонентов и изготовление пластин композиционного материала.
- 2. Определение соотношения компонентов в полученном материале.
- 3. Изучение структуры композиционного материала на основе термореактивного связующего и армирующего наполнителя

Управление самостоятельной работой студента – 0,8 часа.

Консультации по материалам практических и лабораторных занятий.

Раздел 4. «Технологии производства конструкций из металлических композиционных материалов»

Теоретические занятия (Лекция) - 2 часа, 1 лекция.

Лекция 6. *Металлические композиционные материалы (МКМ) – 2 часа.*

- 6.1. Метод твердофазного совмещения матрицы и волокон
- 6.2. Метод жидкофазного совмещения матрицы и волокон
- 6.3. Газофазные методы осаждения-напыления

Управление самостоятельной работой студента – 0,2 часа.

Консультации по материалам практических занятий.

Раздел 5. «Технологии производства конструкций из керамических композиционных материалов»

Теоретические занятия (Лекция) - 2 часа, 1 лекция.

Лекция 7. *Керамические композиционные материалы (ККМ) – 2 часа*

- 7.1. ККМ с металлическими волокнами
- 7.2. ККМ с углеродными волокнами
- 7.3. ККМ с волокнами карбида кремния
- 7.4. Особенности керамики как конструкционного материала
- 7.5. Принципы создания ККМ

Управление самостоятельной работой студента – 0,2 часа.

Консультации по материалам практических занятий.

Раздел 6. «Технологии производства конструкций из углерод-углеродных композиционных материалов»

Теоретические занятия (Лекция) - 2 часа, 1 лекция.

Лекция 8. *Углерод-углеродные композиционные материалы (УУКМ) – 2 часа.*

- 8.1. Методы получения УУКМ

- 8.2. Структуры армирования УУКМ
- 8.3. Изготовление многонаправленных структур армирования
- 8.4. Уплотнение многонаправленных структур армирования

Управление самостоятельной работой студента – 0,2 часа.
Консультации по материалам практических занятий.

Раздел 7. «Технология производства конструкций из гибридных композиционных материалов»

Теоретические занятия (Лекция) - 2 часа, 1 лекция.

Лекция 9. Гибридные композиционные материалы (ГКМ) – 2 часа.

- 9.1 Регулирование свойств ГКМ
- 9.2. Вискеризация
- 9.3. Вискеризация газодинамическим методом

Управление самостоятельной работой студента – 0,2 часа.
Консультации по материалам практических занятий.

Раздел 8. «Инструментальные материалы»

Теоретические занятия (Лекция) - 8 часов, 4 лекции.

Лекция 10. Легированные инструментальные стали – 2 часа.

- 10.1 Химический состав сталей
- 10.2. Легированные инструментальные стали для холодного деформирования материалов
- 10.3. Легированные инструментальные стали для холодного деформирования материалов

Лекция 11. Быстрорежущие стали – 2 часа.

- 11.1 Состав и свойства быстрорежущих сталей.
- 11.2. Технологии обработки быстрорежущих сталей.
- 11.3. Обработка сварных и наварных инструментов

Лекция 12. Твердые сплавы – 2 часа.

- 12.1 Порошковые твердые сплавы.
- 12.2. Сверхтвердые материалы.
- 12.3. режущий керамический инструмент

Лекция 13. Покрyтия инструментов – 2 часа.

- 13.1 Химико-термическая обработка.
- 13.2. Плазменная обработка.
- 13.3. Алмазные покpытия

Управление самостоятельной работой студента – 0,8 часа.
Консультации по материалам практических занятий.

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 часов, из них 51 час аудиторных занятий и 57 часов, 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 порядке проведения промежуточной аттестации студентов БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.Устинова.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в п.4 Рабочей программы и в Приложении 5 к Рабочей программе

Вид работы	Содержание (перечень вопросов)	Трудоем- кость, час.	Рекомендации
Раздел 1. «Перспективы развития и конструктивно-технологического совершенствования техники»			
Подготовка к лекции.	<p><i>Лекция 1. Конструкционные и специальные свойства композиционных материалов (КМ) и эффективность их применения в конструкциях.</i></p> <p>1.1. Материаловедческие аспекты проектирования конструкций из КМ. Конструкционные и специальные свойства КМ.</p> <p>1.2. Уровень свойств КМ и эффективность их применения в конструкциях.</p> <p>1.3. Слоистые металлополимерные композиты в конструкциях.</p> <p>1.4. Прогнозирование ресурса эксплуатации конструкций из КМ.</p> <p><i>Практикум 2. Концепции развития производства конструкций из КМ.</i></p> <p>2.1. Основные этапы проектирования конструкций из КМ.</p> <p>2.2. Современные концепции развития технологий и производств конструкций из КМ.</p> <p>2.3. Научные аспекты создания технологий производства конструкций из КМ.</p>	4	<p>1. Андрюшкин, А.Ю. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов [Текст]: учебное пособие [для вузов]/ А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2010. - 144 с. 73 экз. - 1-16 стр.</p> <p>2. Галинская, О.О. Проектирование элементов конструкций ракетных комплексов из композиционных материалов [Текст]: учебное пособие [для вузов] / О. О. Галинская; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб, 2014. - 95с. - 22экз. - 1-9стр.</p>
Итого по разделу I		4 часа	
Раздел 2. «Композиционные материалы».			
Подготовка к лекции.	<p><i>Лекция 3. Армирующие материалы и методы их получения</i></p> <p>3.1. Волокна</p>	7	<p>1. Андрюшкин, А.Ю. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов [Текст]: учебное пособие [для вузов]/ А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2010. - 144 с. 73 экз. - 17-38 стр.</p> <p>2. Галинская, О.О. Проектирование элементов конструкций ракетных комплексов из композиционных материалов [Текст]: учебное пособие [для вузов] / О. О. Галинская; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб, 2014. - 95с. - 22экз. - 10-24стр</p>
Подготовка к практической работе	3.1.1. Стекланные волокна		
	3.1.2. Органические волокна		
	3.1.3. Углеродные волокна		
оформление отчета	3.1.4. Боровые волокна		
	3.1.5. Карбидокремниевые волокна		
	3.1.6. Металлические волокна		

	<p>3.2. Волокна с металлическими покрытиями</p> <p>3.3. Короткие армирующие волокна</p> <p>3.4. Тканые армирующие материалы</p> <p><i>Практикум 1: Элементарные волокна</i></p> <p>1. Определение показателей механических свойств элементарных волокон.</p> <p>2. Определение угла смачивания поверхности элементарного волокна.</p> <p><i>Практикум 2: Тканые наполнители</i></p> <p>1. Определение структурных параметров тканых наполнителей.</p> <p>2. Изучение механических свойств тканых наполнителей.</p> <p>3. Изучение неуравновешенности тканых наполнителей</p> <p>4. Изучение деформационных характеристик наполнителей</p> <p>5. Изучение поведения тканного материала при пропитке</p>		<p>3. Кулик, В.И. Механическая и физико-техническая обработка композиционных материалов [Текст] : учебное пособие [для вузов] / В.И. Кулик, Е.В. Мешков, А.С. Нилов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2004. - 175 с. – 230 экз. - 1-32стр.</p>
<p>Подготовка к лекции.</p> <p>Подготовка к практической работе и оформление отчета</p>	<p><i>Лекция 4. Типы матриц. Роль матрицы в композиционном материале.</i></p> <p>4.1. Термореактивные полимерные связующие</p> <p>4.2. Термопластичные полимерные связующие</p> <p>4.3. Углеродные матрицы</p> <p>4.4. Металлические матрицы</p> <p>4.5. Полимерные пленочные материалы</p> <p><i>Практикум 3: Термореактивные полимерные материалы</i></p> <p>1. Идентификация компонентов термореактивного связующего.</p> <p>2. Приготовление связующего на основе термореактивных олигомеров.</p> <p>3. Определение плотности связующего</p> <p>4. Определение поверхностного натяжения связующего</p> <p>5. Определение вязких свойств термореактивных полимерных связующих</p> <p>6. Определение времени жизни термореактивных полимерных связующих</p> <p><i>Практикум 4: Термопластичные полимерные материалы</i></p> <p>1. Методы идентификации термопластичных материалов.</p> <p>2. Определение плотности полимерных материалов.</p> <p>3. Определение водопоглощения полимерных материалов</p> <p>4. Определение показателя текучести расплава термопластичных полимеров</p>	7	<p>1. Андрюшкин, А.Ю. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов [Текст]: учебное пособие [для вузов]/ А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2010. - 144 с. 73 экз. – 39-51 стр.</p> <p>2. Галинская, О.О. Проектирование элементов конструкций ракетных комплексов из композиционных материалов [Текст]: учебное пособие [для вузов] / О. О. Галинская; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2014. - 95с. - 22экз. 25-37стр</p> <p>3. Кулик, В.И. Механическая и физико-техническая обработка композиционных материалов [Текст] : учебное пособие [для вузов] / В.И. Кулик, Е.В. Мешков, А.С. Нилов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2004. - 175 с. – 230 экз – 33-52стр.</p>
Итого по разделу 2		14 часов	
Раздел 3. «Технологии производства конструкций из полимерных композиционных материалов»			
<p>Подготовка к лекции.</p> <p>Подготовка к практической работе и</p>	<p><i>Лекция 5. Полимерные композиционные материалы (ПКМ)</i></p> <p>5.1. Приготовление связующего</p> <p>5.2. Пропитка волокнистой арматуры связующим</p> <p>5.2.1. Пропитка волокнистой арматуры методом напыления.</p> <p>5.3. Формование композитов с полимерной матрицей</p>	3	<p>1. Андрюшкин, А.Ю. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов [Текст]: учебное пособие [для вузов]/ А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2010. - 144 с. 73 экз. 52-76 стр.</p> <p>2. Галинская, О.О. Проектирование элементов конструкций</p>

оформление отчета	<p>5.3.1. Технологические режимы формования композиционно-волоконистых материалов (КВМ)</p> <p>5.3.2. Получение ленточного полуфабриката</p> <p><i>Практикум 5: Композиционные материалы на основе термореактивных связующих и ориентированных армирующих наполнителей</i></p> <p>1. Определение количества компонентов и изготовление пластин композиционного материала.</p> <p>2. Определение соотношения компонентов в полученном материале.</p> <p>3. Изучение структуры композиционного материала на основе термореактивного связующего и армирующего наполнителя.</p>		<p>ракетных комплексов из композиционных материалов [Текст]: учебное пособие [для вузов] / О. О. Галликая; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2014. - 95с. - 22экз. - 37-47стр</p> <p>3. Кулик, В.И. Механическая и физико-техническая обработка композиционных материалов [Текст]: учебное пособие [для вузов] / В.И. Кулик, Е.В. Мешков, А.С. Нилов; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2004. - 175 с. - 230 экз. - 53-72стр</p>
Итого по разделу 3		3 часа	
Раздел 4. «Технологии производства конструкций из металлических композиционных материалов»			
Подготовка к лекции	<p><i>Лекция 6. Металлические композиционные материалы (МКМ)</i></p> <p>6.1. Метод твердофазного совмещения матрицы и волокон</p> <p>6.2. Метод жидкофазного совмещения матрицы и волокон</p> <p>6.3. Газофазные методы осаждения-напыления</p>	3	1. Андрияшкин, А.Ю. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов [Текст]: учебное пособие [для вузов] / А. Ю. Андрияшкин, В. К. Иванов; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2010. - 144 с. 73 экз. - 77-85 стр.
Итого по разделу 4		3 часа	
Раздел 5. «Технологии производства конструкций из керамических композиционных материалов»			
Подготовка к лекции	<p><i>Лекция 7. Керамические композиционные материалы (ККМ)</i></p> <p>7.1. ККМ с металлическими волокнами</p> <p>7.2. ККМ с углеродными волокнами</p> <p>7.3. ККМ с волокнами карбида кремния</p> <p>7.4. Особенности керамики как конструкционного материала</p> <p>7.5. Принципы создания ККМ</p>	3	<p>1. Кулик, В.И. Функциональные стойкие покрытия [Текст]: учебное пособие [для вузов] / В. И. Кулик, А. С. Нилов; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2017. - 151 с. - 77 экз. - 1-56стр.</p> <p>2. Кулик, В.И. Технология композиционных материалов с керамической матрицей [Текст]: учебное пособие [для вузов] / В. И. Кулик, А. С. Нилов; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2017. - 81 с. - 33 экз. - 1-32стр.</p>
Итого по разделу 5		3 часа	
Раздел 6. «Технологии производства конструкций из углерод-углеродных композиционных материалов»			
Подготовка к лекции	<p><i>Лекция 8. Углерод-углеродные композиционные материалы (УУКМ)</i></p> <p>8.1. Методы получения УУКМ</p> <p>8.2. Структуры армирования УУКМ</p> <p>8.3. Изготовление многонаправленных структур армирования</p> <p>8.4. Уплотнение многонаправленных структур армирования</p>	3	1. Андрияшкин, А.Ю. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов [Текст]: учебное пособие [для вузов] / А. Ю. Андрияшкин, В. К. Иванов; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2010. - 144 с. 73 экз. - 86-115 стр
Итого по разделу 6		3 часа	
Раздел 7. «Технология производства конструкций из гибридных композиционных материалов»			
Подготовка к лекции	<p><i>Лекция 9. Гибридные композиционные материалы (ГКМ)</i></p> <p>9.1 Регулирование свойств ГКМ</p> <p>9.2. Вискеризация</p> <p>9.3. Вискеризация газодинамическим методом</p>	3	1. Андрияшкин, А.Ю. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов [Текст]: учебное пособие [для вузов] / А. Ю. Андрияшкин, В. К. Иванов; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2010. - 144 с. 73 экз. - 116-135 стр

Итого по раз- делу 7		3 часа	
Раздел 8. «Инструментальные материалы»			
Подготовка к лекции	Лекция 10. Легированные инструментальные стали 10.1 Химический состав сталей 10.2. Легированные инструментальные стали для холодного деформи- рования материалов 10.3. Легированные инструментальные стали для холодного деформи- рования материалов	3	1. Складнова, Е.Е. Специальные стали и сплавы [Текст]: учебное пособие [для вузов] / Е.Е. Складнова, Г.А. Воробьева : БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2018. - 79 с. – 77экз - 1-23стр. 2. Складнова, Е.Е. Инструментальные материалы [Текст]: учебное пособие для вузов / Г. А. Воробьева [и др.]. - СПб.: Политехника, 2005. - 271 с. – 107 экз. – 1-54стр.
Подготовка к лекции	Лекция 11. Быстрорежущие стали 11.1 Состав и свойства быстрорежущих сталей. 11.2. Технологии обработки быстрорежущих сталей. 11.3. Обработка сварных и наварных инструментов	3	1.Складнова, Е.Е. Специальные стали и сплавы [Текст]: учебное пособие [для вузов] / Е.Е. Складнова, Г.А. Воробьева : БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2018. - 79 с. – 77экз - 24-44стр. 2. Складнова, Е.Е. Инструментальные материалы [Текст]: учебное пособие для вузов / Г. А. Воробьева [и др.]. - СПб.: Политехника, 2005. - 271 с. – 107 экз. – 55-84стр.
Подготовка к лекции	Лекция 12. Твердые сплавы 12.1 Порошковые твердые сплавы. 12.2. Сверхтвердые материалы. 12.3. режущий керамический инструмент	3	1.Складнова, Е.Е. Специальные стали и сплавы [Текст]: учебное пособие [для вузов] / Е.Е. Складнова, Г.А. Воробьева : БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2018. - 79 с. – 77экз - 45-64стр. 2. Складнова, Е.Е. Инструментальные материалы [Текст]: учебное пособие для вузов / Г. А. Воробьева [и др.]. - СПб.: Политехника, 2005. - 271 с. – 107 экз. - 85-124стр
Подготовка к лекции	Лекция 13. Покрyтия инструментов 13.1 Химико-термическая обработка. 13.2. Плазменная обработка. 13.3. Алмазные покрытия	3	1.Кулик, В.И. Технологические способы нанесения функциональных покрытий [Текст]: учебное пособие [для вузов] / В. И. Кулик, А. С. Нилов : БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2017. - 143 с. - 77 экз. – 1-88стр 2. Кулик, В.И. Функциональные стойкие покрытия [Текст]: учебное пособие [для вузов] / В. И. Кулик, А. С. Нилов : БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2017. - 151 с - 77 экз - 1-97стр.
Итого по раз- делу 8		12 часов	
Подготовка к зачету	Подготовка к сдаче зачета	12 часов	Основная и дополнительная литература по дисциплине
	Всего	57 часов	

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Лекция	<p>Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму. Работа с рекомендуемой литературой:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Андрюшкин, А.Ю. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов [Текст]: учебное пособие [для вузов] / А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов: БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2010. - 144 с. 73 экз. 2. Галинская, О.О. Проектирование элементов конструкций ракетных комплексов из композиционных материалов [Текст]: учебное пособие [для вузов] / О. О. Галинская: БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2014. - 95с. - 22экз. 3. Кулик, В.И. Технологические способы нанесения функциональных покрытий [Текст]: учебное пособие [для вузов] / В. И. Кулик, А. С. Нилов : БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2017. - 143 с. – 77 экз. 4. Кулик, В.И. Функциональные стойкие покрытия [Текст]: учебное пособие [для вузов] / В. И. Кулик, А. С. Нилов : БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2017. - 151 с – 77 экз. 5. Кулик, В.И. Технология композиционных материалов с керамической матрицей [Текст]: учебное пособие [для вузов] / В. И. Кулик, А. С. Нилов : БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2017. - 81 с. – 33 экз. 6. Кулик, В.И. Керамические композиционные материалы в теплонагруженных элементах ракетно-космической техники [Текст] : учебное пособие [для вузов] / В. И. Кулик, А. С. Нилов : БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб. : [б. и.], 2018. - 69 с. – 38экз. 7. Складнова, Е.Е. Специальные стали и сплавы [Текст]: учебное пособие [для вузов] / Е. Е. Складнова, Г.А. Воробьева : БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2018. - 79 с. – 77экз. <p>Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на лабораторной работе.</p>
Практические занятия	<p>Методические указания по выполнению практических работ в учебном пособии:</p> <p>Кулик, В.И. Механическая и физико-техническая обработка композиционных материалов [Текст] : учебное пособие [для вузов] / В.И. Кулик, Е.В. Мешков, А.С. Нилов : БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2004. - 175 с. – 230 экз.</p>
Подготовка к зачету	<p>При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на рекомендуемую литературу:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Андрюшкин, А.Ю. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов [Текст]: учебное пособие [для вузов] / А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов: БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2010. - 144 с. 73 экз. 2. Галинская, О.О. Проектирование элементов конструкций ракетных комплексов из композиционных материалов [Текст]: учебное пособие [для вузов] / О. О. Галинская: БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2014. - 95с. - 22экз. 3. Кулик, В.И. Технологические способы нанесения функциональных покрытий [Текст]: учебное пособие [для вузов] / В. И. Кулик, А. С. Нилов : БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2017. - 143 с. – 77 экз. 4. Кулик, В.И. Функциональные стойкие покрытия [Текст]: учебное пособие [для вузов] / В. И. Кулик, А. С. Нилов : БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2017. - 151 с – 77 экз. 5. Кулик, В.И. Технология композиционных материалов с керамической матрицей [Текст]: учебное пособие [для вузов] / В. И. Кулик, А. С. Нилов : БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2017. - 81 с. – 33 экз. 6. Кулик, В.И. Керамические композиционные материалы в теплонагруженных элементах ракетно-космической техники [Текст] : учебное пособие [для вузов] / В. И. Кулик, А. С. Нилов : БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб. : [б. и.], 2018. - 69 с. – 38экз. 7. Складнова, Е.Е. Специальные стали и сплавы [Текст]: учебное пособие [для вузов] / Е. Е. Складнова, Г.А. Воробьева : БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб., 2018. - 79 с. – 77экз.

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЗАДАНИЙ (по видам СРС)

Темы заданий для самостоятельного изучения:

Подготовка к лекции «Конструкционные и специальные свойства композиционных материалов (КМ) и эффективность их применения в конструкциях».

Подготовка к лекции «Концепции развития производства конструкций из КМ».

Подготовка к лекции «Армирующие материалы и методы их получения»

Подготовка к лекции «Типы матриц. Роль матрицы в композиционном материале».

Подготовка к лекции «Полимерные композиционные материалы (ПКМ)»

Подготовка к лекции «Металлические композиционные материалы (МКМ)».

Подготовка к лекции «Керамические композиционные материалы (ККМ)».

Подготовка к лекции «Углерод-углеродные композиционные материалы (УУКМ)»

Подготовка к лекции «Гибридные композиционные материалы (ГКМ)».

Подготовка к лекции «Легированные инструментальные стали»

Подготовка к лекции «Быстрорежущие стали»

Подготовка к лекции «Твердые сплавы».

Подготовка к лекции «Покрывания инструментов».

Выполнение отчетов по практическим работам:

Практическая работа «Элементарные волокна».

Практическая работа «Тканые наполнители».

Практическая работа «Термореактивные полимерные материалы»

Практическая работа «Термопластичные полимерные материалы».

Практическая работа «Композиционные материалы на основе термореактивных связующих и ориентированных армирующих наполнителей»

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Оценивание уровня учебных достижений студента осуществляется в виде текущего, рубежного и итогового контроля в соответствии с ПОЛОЖЕНИЕМ о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов БГТУ «ВОЕНМЕХ».

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	НОМЕРА РАЗДЕЛОВ	НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ	ВСЕГО	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ В КОНТАКТНОЙ ФОРМЕ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ	ИСК-7.3 ФОРМИРУемая КОМПЕТЕНЦИЯ	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
					ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	Аудиторный практикум (семинар)	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ			
		1	Раздел 1. «Перспективы развития и конструктивно-технологического совершенствования техники» <i>Практикум 1. Конструкционные и специальные свойства композиционных материалов (КМ) и эффективность их применения в конструкциях.</i> <i>Практикум 2. Концепции развития производства конструкций из КМ.</i>	15	6	6			9	20	ТЕСТ
		2	Раздел 2. «Композиционные материалы». <i>Практикум 3. Армирующие материалы и методы их получения</i> <i>Лабораторная работа 1: Элементарные волокна</i> <i>Лабораторная работа 2: Тканые наполнители</i>	15	9	4	5		6	15	ТЕСТ
		2	Раздел 2. «Композиционные материалы». <i>Практикум 4. Типы матриц. Роль матрицы в композиционном материале.</i> <i>Лабораторная работа 3: Термореактивные полимерные материалы</i> <i>Лабораторная работа 4: Термопластичные полимерные материалы</i>	18	12	4	8		6	15	ТЕСТ
		3	Раздел 3. «Технологии производства конструкций из полимерных композиционных материалов» <i>Практикум 5. Полимерные композиционные материалы (ПКМ)</i> <i>Лабораторная работа 5: Композиционные материалы на основе термореактивных связующих и ориентированных армирующих наполнителей</i>	12	8	4	4		4	10	ТЕСТ

	4	Раздел 4. «Технологии производства конструкций из металлических композиционных материалов» <i>Практикум 6. Металлические композиционные материалы (МКМ)</i>	6	2	2		4	5	ТЕСТ
	5	Раздел 5. «Технологии производства конструкций из керамических композиционных материалов» <i>Практикум 7. Керамические композиционные материалы (ККМ)</i>	6	2	2		4	5	ТЕСТ
	6	Раздел 6. «Технологии производства конструкций из углерод-углеродных композиционных материалов» <i>Практикум 8. Углерод-углеродные композиционные материалы (УУКМ)</i>	6	2	2		4	5	ТЕСТ
	7	Раздел 7. «Технология производства конструкций из гибридных композиционных материалов» <i>Практикум 9. Гибридные композиционные материалы (ГКМ)</i>	6	2	2		4	5	ТЕСТ
	8	Раздел 8. «Инструментальные материалы» <i>Практикум 10. Легированные инструментальные стали</i>	6	2	2		4	5	ТЕСТ
	8	Раздел 8. «Инструментальные материалы» <i>Практикум 11. Быстрорежущие стали</i>	6	2	2		4	5	ТЕСТ
	8	Раздел 8. «Инструментальные материалы» <i>Практикум 12. Твердые сплавы</i>	6	2	2		4	5	ТЕСТ
	8	Раздел 8. «Инструментальные материалы» <i>Практикум 13. Покрyтия инструментов</i>	6	2	2		4	5	ТЕСТ
ВСЕГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ			108	51	34	17	57	100%	

1. Текущее тестирование

Тестовые задания

№	Вопрос	Список ответов	Правильный ответ/ неправильный ответ
1	Армированным полимерным композиционным материалом называют	гетерогенную смесь полимеров смесь полимера и изотропного наполнителя смесь полимера и анизотропного наполнителя	Правильный
2	В качестве армирующих наполнителей используют	волокна гранулы порошки	Правильный
3	В качестве связующих наряду с реактопластами используют	термопласты каучуки порошки	Правильный
4	Жгут из нитей непрерывного волокна называют	гелькоут препрег ровинг	Правильный
5	Одним из методов формования армированных пластиков является метод	каландрования пултрузии	Правильный

		раздува	
6	Препрегами называют	полуфабрикаты для получения полимерных композиционных материалов	Правильный
		изделия из полимерных композиционных материалов	
		некоторые компоненты полимерных композиционных материалов	
7	Препреги получают	с помощью вакуумного формования	
		на специальных пропиточных установках	Правильный
		путем экструзии	
8	Препреги представляют собой	рулоны ленточного материала	Правильный
		брикеты - полуфабрикаты	
		дозированные порошковые системы	
9	Препреги используют в технологии	экструзии	
		пултрузии	
		намотки	Правильный
10	Зависят ли свойства изделий из полимерных композиционных материалов от технологии их формования	да, безусловно	Правильный
		нет, не зависят	
		по-разному при различных температурных режимах	
11	Контактное формование осуществляют	с использованием форм	Правильный
		с использованием матрицы и пуансона	
		с использованием избыточного давления	
12	Наружный слой изделия при контактном формовании называют	гелькоут	Правильный
		препрег	
		ровнинг	
13	Цвет гелькоута	совпадает с цветом основного изделия	
		отличается от цвета основного изделия	Правильный
		он бесцветный	
14	Используют ли при контактном формовании препреги	да	
		нет, никогда	
		использование возможно	Правильный
15	Какой из перечисленных методов является методом контактного формования	формование на матрице	
		формование с эластичной диафрагмой	
		формование напылением	Правильный
16	Какой тип наполнителя используют в методе напыления	рубленое волокно	Правильный
		ровнинг	
		ткани	
17	Преимуществом метода напыления перед методом ручной укладки является	большая скорость производства	Правильный
		большая прочность изделия	
		лучший контроль за толщиной изделия	
18	Возможно ли использование наполнителей в методах контактного формования	да, во всех вариантах технологии	Правильный
		нет, никогда	
		в исключительных случаях	
19	Содержание волокна в композиционном материале, полученном методом контактного формования, составляет	до 50 %	Правильный
		до 75 %	
		до 90%	

20	Какое из перечисленных изделий получают методом контактного формования	напорные трубы	
		корпуса судов	Правильный
		корпуса автомобильных аккумуляторов	
21	К методам формования ПКМ с использованием эластичной диафрагмы относятся	вакуумное формование	Правильный
		формование вспениванием	
		ручное формование	
22	Всегда ли формование с использованием эластичной диафрагмы происходит при избыточном давлении	да, всегда	
		нет, никогда	
		в зависимости от технологии	Правильный
23	Всегда ли формование с использованием эластичной диафрагмы происходит при повышенных температурах	да, всегда	Правильный
		нет, никогда	
		в зависимости от технологии	
24	Температурные коэффициенты объемного расширения формы (α_1) и композита (α_2) должны соотноситься следующим образом	$\alpha_1 < \alpha_2$	
		$\alpha_1 > \alpha_2$	
		$\alpha_1 = \alpha_2$	Правильный
25	Оптимальным материалом для изготовления форм при формовании с эластичной диафрагмой является	полимеры	
		керамика	
		сталь	Правильный
26	Недостатком керамических форм является	теплостойкость	
		хрупкость	Правильный
		низкий коэффициент теплового расширения	
27	При формовании с использованием эластичной диафрагмы используют ли реактопласты	да	Правильный
		нет	
		возможно в будущем	
28	Используют ли прерлеги при формовании с эластической диафрагмой	да, всегда	Правильный
		нет, никогда	
		использование возможно	
29	Методы формования ПКМ с использованием эластичной диафрагмы являются	периодическими	Правильный
		непрерывными	
		существуют и в том и в другом варианте	
30	Методы формования с использованием эластической диафрагмы являются	непрерывными	
		периодическими	Правильный
		возможен и тот и другой вариант	
31	Метод прессования армированных композиций отличается от формования порошково-наполненных реактопластов	технологическим оформлением процесса	
		природой композиции	Правильный
		особыми режимами формования	
32	Какое из связующих не используют при создании формовочных композиций при производстве с использованием матриц	фенолформальдегидная смола	Правильный
		полиэфирная смола	
		эпоксидная смола	
33	При формовании на матрице форма состоит из матрицы и	плунжера	
		премикса	
		пуансона	Правильный

34	В качестве исходных заготовок при формовании ПКМ на матрице используют:	сухие таблетки	Правильный
		премиксы	
		сыпучие смеси	
35	Возможно ли в методе формования на матрице использовать листовые формовочные материалы:	да, возможно	Правильный
		нет, невозможно	
		только в исключительных случаях	
36	К методам формования на матрице можно отнести методы формования:	с помощью вспененного слоя	Правильный
		автоклавный метод	
		метод ролл-трузии	
37	Используют ли препреги при формовании на матрице	да, всегда	Правильный
		нет, никогда	
		использование возможно	
38	В качестве компенсаторов усадки используют	термопласты	Правильный
		кремнеземы и силикаты	
		сажу	
39	При термокомпрессионном прессовании в качестве материала матрицы используют:	сталь	Правильный
		керамику	
		силиконовый каучук	
40	Когда происходит отверждение формируемого изделия	перед закладкой в форму	Правильный
		в форме	
		после выемки из формы	
41	Какой из армирующих материалов не используется при формовании изделий методом намотки:	волоконный мат	Правильный
		рубленое волокно	
		монопить	
42	Основными материалами для матрицы в методе намотки являются	фенолформальдегидные и мочевино-формальдегидные смолы	Правильный
		полиуретановые смолы	
		эпоксидные и полиэфирные смолы	
43	При «сухой» или при «мокрой» намотке используют препреги	«сухая»	Правильный
		«мокрая»	
		в обоих случаях	
44	«Сухая» или при «мокрая» намотка более производительна	«сухая»	Правильный
		«мокрая»	
		производительность одинакова	
45	Геометрическая намотка реализуется	при спиральной намотке	Правильный
		при поперечной намотке	
		при продольно-поперечной	
46	Какой тип машины не используется в намоточных станках	фрезерный	Правильный
		шлифовальный	
		токарный	
47	Используют ли надувные оправки в методе намотки	да	Правильный
		нет	
		в исключительных случаях	
48	Отверждение изделия высокого качества производится	в процессе намотки	Правильный
		после завершения намотки в термокамерах	
		после завершения намотки на воздухе	
49	Одно из преимуществ метода намотки со-	быстрый, экономически выгодный	Правильный

	стоит в:	метод укладки армирующего материала широкая номенклатура изделий недорогое оборудование	
50	Какое из перечисленных изделий получают методом намотки	напорные трубы корпуса судов	Правильный
51	Способ непрерывного получения длинномерных профильных деталей постоянного сечения из армированных ПКМ называется	корпуса автомобильных аккумуляторов экструзия пултрузия инфузия	Правильный
52	При непрерывной технологии производства получают	погонажные изделия штучные изделия	Правильный
53	В качестве матрицы при получении ПКМ методом пултрузии используют	зависит от настройки технологической линии только термопласты только реактопласты и те и другие полимеры	Правильный
54	Армирующими компонентами при пултрузии являются	волоконный мат жгуты волокна рубленые волокна	Правильный
55	Основным формующим элементом пултрузионной машины является	матрица фильтра форма	Правильный
56	Отверждение изделия при пултрузии происходит	в пропиточной ванне в термощкафу в профилирующей головке	Правильный
57	Скорость протяжки пултрузионной машины составляет	0,5 - 1 м/мин 4 - 6 м/мин 10 - 12 м/мин	Правильный
58	Какое из перечисленных изделий может быть получено методом пултрузии	оконный профиль корпус судна детали корпуса автомобиля	Правильный
59	Недостатком метода пултрузии является	высокая стоимость оборудования низкая автоматизация процесса неоднородность получаемых изделий	Правильный
60	Пултрузия отличается от ролтрузии	конструкцией формующего устройства используемыми материалами видом получаемых изделий	Правильный
61	Какой из перечисленных методов позволяет «видеть» наночастицы	оптическая микроскопия инфракрасная спектроскопия электронная микроскопия	Правильный
62	Появление новых свойств при переходе к нанодисперсным системам	высокой чистотой материалов высоким уровнем дисперсности высокой структурной однородностью	Правильный
63	Введение наноразмерного наполнителя в полимерный композиционный материал:	улучшает его механические характеристики удешевляет его	Правильный

		упрощает процесс формования	
64	Какие из перечисленных ниже образований имеют наноразмеры	фуллерен C60	Правильный
		углеродное волокно	
		турбуленты	
65	Углеродные наноразмерные наполнители получают	крекингом нефти	
		термическим разложением графита	Правильный
		сжиганием газа.	
66	Процесс расщепления слоистых алюмосиликатов до наноразмерных частиц называется:	интеркаляция	
		эксfolляция	Правильный
		инклюдирование	
67	Образование наноразмерных неорганических частиц в матрице полимера возможно:	в результате реакций полимеризации	
		путем проведения золь-гель процесса	Правильный
		путем сшивания полимера	
68	Каким из предложенных методов могут быть получены нанопорошки металлов:	истирание металла	
		испарение металла	Правильный
		растворение металла	
69	Наибольшее практическое применение имеют наноразмерные наполнители в виде:	слоистых алюмосиликатов	Правильный
		углеродных нанотрубок	
		фуллеренов	
70	Сдерживающим фактором в применении наноразмерных наполнителей является:	высокая стоимость	Правильный
		недоступность сырья	
		отсутствие технологий	

Критерии оценивания тестирования

Текущий контроль учебной деятельности студентов и учёт результатов этого контроля по дисциплине в целом позволяет студенту сформировать собственный план работы по изучению курса, способствует обеспечению ритмичности учебной деятельности обучаемых.

Для текущего контроля в данной дисциплине используются следующие подходы:

1) периодическая оценка результатов (2...4 раза в течение семестра) учебной деятельности каждого студента с учетом, как аудиторных занятий, так и графика выполнения самостоятельной работы (реализуется преподавателем проверкой посещаемости аудиторных занятий, проверкой освоения материала и подготовки к выполнению тестов с помощью устного опроса);

2) проведение текущих контрольных мероприятий, а именно тестирования.

Тестирование включает два этапа. Дисциплина условно разбивается на две части (1 часть – разделы 1-6; 2 часть – разделы 7-12). После изучения первой части студенты тестируются по вопросам, освещенным в первой части дисциплины. Далее изучается вторая часть, и тестирование осуществляется по вопросам, которые изучались во второй части. Оценка обучения проводится по количеству правильных ответов на тестовые задания:

- более 75% правильных ответов - отлично;
- более 60%, но менее 75% правильных ответов - хорошо;
- от 30% до 60% правильных ответов - удовлетворительно;
- менее 30% правильных ответов - неудовлетворительно.

Данная оценка прямо не влияет на окончательную аттестацию студентов, а является мерой их работоспособности, тяги к знаниям и аккуратности в выполнении поставленных задач. Тем не менее, данное тестирование призвано не только для настройки обучаемых на добросовестное изучение дисциплины, но и дать представление преподавателю о методах эффективного преподавания информации, о возможном освещении наиболее непонятных для студентов вопросов на аудиторных занятиях и в личных беседах.

2. Рубежный контроль осуществляется по результатам защиты практических работ, которая производится в форме тестирования; шаблоны отчетов по практическим работам – 10 шт., размещены в СК-2 А2 в составе УМК по дисциплине и выдаются преподавателем;

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты знаний в результате обучения по данной дисциплине и включают в себя перечень вопросов, размещенных в электронном конспекте лекций:

Теоретические занятия (лекции)

1. Конструкционные и специальные свойства КМ.
2. Уровень свойств КМ и эффективность их применения в конструкциях.
3. Слоистые металлополимерные композиты.
4. Прогнозирование ресурса эксплуатации конструкций из КМ.
5. Этапы проектирования конструкций из КМ.
6. Волокна (стеклянные, органические, углеродные, борные карбидокремниевые) их свойства и методы получения.
7. Металлические волокна и волокна с металлическими покрытиями. их свойства и методы получения.
8. Короткие армирующие волокна их свойства.
9. Тканые армирующие материалы
10. Термореактивные полимерные связующие
11. Термопластичные полимерные связующие
12. Углеродные матрицы
13. Металлические матрицы
14. Полимерные пленочные материалы
15. Нанесение аппрета на волокно.
16. ПКМ с дисперсными наполнителями
17. ПКМ с короткими волокнами
18. Приготовление связующего
19. Пропитка волокнистой арматуры связующим.
20. Формование композитов с полимерной матрицей. режимы формования.
21. Получение ленточного полуфабриката
22. ККМ с металлическими волокнами
23. ККМ с углеродными волокнами
24. ККМ с волокнами карбида кремния
25. Особенности керамики как конструкционного материала
26. 14.5. Принципы создания ККМ
27. Методы получения УУКМ
28. Структуры армирования УУКМ
29. Регулирование свойств ГКМ
30. Вискеризация
31. Легированные инструментальные стали для холодного деформирования материалов
32. Легированные инструментальные стали для холодного деформирования материалов
33. Технологии обработки быстрорежущих сталей.
34. Обработка сварных и наварных инструментов
35. Порошковые твердые сплавы.
36. Сверхтвердые материалы.
37. Режущий керамический инструмент
38. Химико-термическая обработка.
39. Плазменная обработка.
40. Алмазные покрытия

Практикум

Практическая работа 1: Элементарные волокна

1. Какие наполнители относят к волокнистым? Чем отличается волокнистый наполнитель от дисперсного?
2. Какие показатели являются основными при описании свойств элементарных волокон?
3. Укажите особенности подготовки элементарных волокон к испытаниям на растяжение.
4. Как определяют модуль упругости элементарных волокон? Каким образом измеряют удлинения образцов?
5. Каким показателем характеризуется смачиваемость поверхности наполнителя?
6. На чем основано определение равновесного краевого угла смачивания по методам «сидячей» капли и Адама – Шютте?
7. При каком равновесном краевом угле смачивания качество КМ будет наилучшим и почему?
8. Какие факторы и как влияют на величину равновесного краевого угла смачивания?

Практическая работа 2: Тканые наполнители

1. Чем различаются ткани полотняного, саржевого и сатинового переплетения?
2. В какой последовательности и какие параметры определяют при структурном анализе тканых материалов?
3. Назовите особенности определения прочности тканых и нетканых наполнителей.
4. Как определяют общую площадь нагруженных волокон при испытании тканых материалов на прочность при растяжении?
5. Какие механические характеристики тканей определяют?
6. Как связаны между собой давление уплотнения пакета, его толщина и пористость?
7. Назовите деформационные характеристики тканых наполнителей.
8. Назовите основные технологические характеристики связующего и наполнителя, определяющие скорость и качество пропитки.

Практическая работа 3: Термореактивные полимерные материалы

1. Какие компоненты входят в состав полимерных связующих?
2. Перечислите и охарактеризуйте отвердители для эпоксидных связующих.
3. Перечислите и охарактеризуйте инициаторы и ускорители отверждения для полиэфирных смол.
4. Как производится расчет массы компонентов для приготовления связующих на основе термореактивных полимеров?
5. Как определяют плотность связующих (экспериментально и теоретически). Какие параметры влияют на значение плотности?
6. Какие параметры влияют на величину поверхностного натяжения связующих?
7. Назовите и охарактеризуйте основные методы определения поверхностного натяжения термореактивных полимеров.
8. Назовите основные технологические характеристики связующего.
9. Назовите и охарактеризуйте основные методы определения вязкости полимерных материалов.
10. Как влияет температура на показатель вязкости полимеров? Каким уравнением данная зависимость выражается?
11. Как влияет температура на время гелеобразования полимеров? Каким уравнением данная зависимость выражается?
12. Как экспериментально определяется энергия активации вязкого течения?
13. Как экспериментально определяется энергия активации процесса отверждения?
14. Что называют временем жизни полимерного связующего?

Практическая работа 4: Термопластичные полимерные материалы

1. С какой целью проводят идентификацию полимерных материалов и в какой последовательности?
2. Какие физические характеристики для полимерных материалов определяют, с какой целью и каким образом?
3. Как влияет содержание влаги и летучих на переработку термопластов?
4. Какие виды брака вызывает применение влажных полимерных материалов?
5. Каким образом определяют ПТР термопластичных полимеров?
6. Можно ли по величине ПТР сравнивать вязкостные свойства термопластов?
7. Какие факторы влияют на ПТР?

Практическая работа 5: Композиционные материалы на основе термореактивных связующих и армированных армирующих наполнителей

1. Каким образом рассчитывают массы компонентов в композиционном материале?
2. Из каких последовательных операций состоит процесс изготовления КМ методом послойной укладки?
3. Каким основным параметром структуры характеризуются армированные пластики?
4. Каковы особенности методов определения соотношения компонентов в КМ.
5. Какими параметрами характеризуется структура термореактивных КМ и как они определяются?

Критерии оценивания практических работ

Отчет по практической работе представляется в печатном виде в 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 оформление отчета и ответы студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает максимальное количество баллов.

Критерии оценки знаний студентов:

5 баллов заслуживает студент, обнаруживший систематическое знание учебного материала, ответы отличаются точностью использованных терминов, материал излагается последовательно и логично.

4 балла заслуживает студент, обнаруживший достаточно полное знание учебного материала, не допускающий в ответе существенных неточностей.

3 балла заслуживает студент, обнаруживший знание учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы, допустивший погрешности в ответе.

2 балла выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях или отсутствие знаний по значительной части основного учебного материала.

1 балл — нет ответа (отказ от ответа, представленный ответ полностью не по существу вопросов).

Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от **max** до **min** являются:

- небрежное выполнение,
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба графиков, отсутствие указания единиц измерения на графиках),
- ошибки в расчетах.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала,
- некорректной обработки результатов измерений.

3. Итоговый контроль осуществляется в форме теоретического дифференцированного зачета по билетам или в форме теста.

Итоговый контроль по билетам. Каждый билет содержит три вопроса из перечня. За каждый ответ на вопрос выставляется оценка. Средний балл является итоговой оценкой по дифференцированному зачету.

Критерии оценки

Ответ оценивается по четырех-балльной шкале: 5 – «отлично», 4 – «хорошо», 3 – «удовлетворительно», 2 – «неудовлетворительно».

«Отлично» выставляется за ответ, изложенный грамотно, логично и последовательно с соответствующими выводами. При ответе студент показывает глубокие знания вопросов темы, вносит обоснованные предложения по решению производственных задач, свободно ориентируется и знает действующие технологии, свободно оперирует понятиями и терминами, а во время ответа использует наглядный материал (рисунки, чертежи, схемы), легко отвечает на поставленные вопросы.

«Хорошо» выставляется за ответ, изложенный грамотно, логично и последовательно с соответствующими выводами и обоснованными положениями. Студент показывает знания вопросов темы, вносит обоснованные предложения по решению производственных задач, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы. В ответе присутствуют ошибки, не являющиеся принципиальными, при этом студент способен ответить на замечания и предложить решения по их исправлению.

«Удовлетворительно» выставляется за ответ, изложенный грамотно, логично и последовательно. При ответе студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не дает полного аргументированного ответа на заданные вопросы. В ответе имеются ошибки, являющиеся существенными, при этом студент способен ответить на большинство замечаний и предложить решения по их исправлению.

«Неудовлетворительно» выставляется за ответ, при котором студент либо затрудняется отвечать на поставленные вопросы, либо допускает существенные ошибки при этом учащийся не способен предложить какие-либо решения по их исправлению.

Итоговый контроль по тесту. Тестирование проводится по вопросам, освещаемым в данной дисциплине. Оценка обучения проводится по количеству правильных ответов на тестовые задания:

- более 80% правильных ответов – «отлично»;
- от 60% до 80% правильных ответов – «хорошо»;
- от 50% до 60% правильных ответов – «удовлетворительно»;
- менее 50% правильных ответов – «неудовлетворительно».

СПРАВКА

о наличии в библиотеке БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.Устинова учебной литературы
(справка является неотъемлемой частью УМК дисциплины)

1. Наименование дисциплины: **«Конструкционные материалы»**

2. Кафедра: А2, «Технология конструкционных материалов и производства ракетно-космической техники»

3. Перечень основной учебной литературы (авторы, название, наличие грифа Минобразования, УМО, НМС, другого министерства или ведомства, выходные данные, количество экземпляров):

1. **Андрюшкин, Александр Юрьевич.** Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов [Текст] : учебное пособие [для вузов] / А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2010. - 144 с. : схемы, табл. - Библиогр.: с. 136. - Библиогр. в подстроч. прим. - Приложения: с. 137-142. - ISBN 978-5-85546-515-0. - 73 экз.

2. **Андрюшкин, Александр Юрьевич.** Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2010. - 1 эл. жестк. диск : схемы, табл. - Электрон. версия печ. публикации [\lib_server\elres\elr01573.pdf](#). - Библиогр.: с. 136. - Библиогр. в подстроч. прим. - Приложения: с. 137-142. - ISBN 978-5-85546-515-0.

3. **Галинская, Ольга Олеговна.** Проектирование элементов конструкций ракетных комплексов из композиционных материалов [Текст] : учебное пособие [для вузов] / О.О. Галинская ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2014. - 95 с. : табл., схемы. - Библиогр.: с. 94. - Сокращ.: с. 4. - ISBN 978-5-85546-803-8. - 25 экз.

4. **Галинская, Ольга Олеговна.** Проектирование элементов конструкций ракетных комплексов из композиционных материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / О. О. Галинская ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2014. - 1 эл. жестк. диск : табл., схемы. - Электрон. версия печ. публикации [\lib_server\elres\elr02054.pdf](#). - Библиогр.: с. 94. - Сокращ.: с. 4. - ISBN 978-5-85546-803-8.

5. **Кулик, Виктор Иванович.** Технологические способы нанесения функциональных покрытий [Текст] : учебное пособие [для вузов] / В. И. Кулик, А. С. Нилов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2017. - 143 с. : схемы, табл. - Библиогр.: с. 142. - ISBN 978-5-906920-31-7 - 77 экз.

6. **Кулик, Виктор Иванович.** Технологические способы нанесения функциональных покрытий [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / В. И. Кулик, А. С. Нилов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, Мешков, Е. В. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2017. - 1 эл. жестк. диск : схемы, табл. - Электрон. версия печ. публикации [\lib_server\elres\elr02676.pdf](#). - Библиогр.: с. 142. - ISBN 978-5-906920-31-7.

7. **Кулик, Виктор Иванович.** Функциональные стойкие покрытия [Текст] : учебное пособие [для вузов] / В. И. Кулик, А. С. Нилов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2017. - 151 с. : схемы, табл. - Библиогр.: с. 149. - ISBN 978-5-906920-38-6 - 77 экз.

8. **Кулик, Виктор Иванович.** Функциональные стойкие покрытия [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / В. И. Кулик, А. С. Нилов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, Мешков, Е. В. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2017. - 1 эл. жестк. диск : схемы, табл. - Электрон. версия печ. публикации [\lib_server\elres\elr02633.pdf](#). - Библиогр.: с. 149. - ISBN 978-5-906920-38-6.

9. **Кулик, Виктор Иванович.** Технология композиционных материалов с керамической матрицей [Текст] : учебное пособие [для вузов] / В. И. Кулик, А. С. Нилов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2017. - 81 с. : граф., схемы, табл., фот. - Библиогр.: с. 80. - ISBN 978-5-906920-77-5. - 33 экз.

10. **Кулик, Виктор Иванович.** Технология композиционных материалов с керамической матрицей [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / В. И. Кулик, А. С. Нилов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Мешков, Е. В. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2017. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы, табл., фот. - Электрон. версия печ. публикации \lib_server\elres\elr02714.pdf. - Библиогр.: с. 80. - ISBN 978-5-906920-77-5.

11. **Кулик, Виктор Иванович.** Керамические композиционные материалы в теплонагруженных элементах ракетно-космической техники [Текст] : учебное пособие [для вузов] / В. И. Кулик, А. С. Нилов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2018. - 69 с. : граф., схемы, табл., фот. - Библиогр.: с. 68. - 38 экз.

12. **Кулик, Виктор Иванович.** Керамические композиционные материалы в теплонагруженных элементах ракетно-космической техники [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / В. И. Кулик, А. С. Нилов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2018. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы, табл., фот. - Электрон. версия печ. публикации \lib_server\elres\elr02782.pdf. - Библиогр.: с. 68.

13. **Складнова, Елена Евгеньевна.** Специальные стали и сплавы [Текст] : учебное пособие [для вузов] / Е. Е. Складнова, Г. А. Воробьева ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2018. - 79 с. : граф., табл. - Библиогр.: с. 77-78. - ISBN 978-5-907054-14-1. - 77 экз.

14. **Складнова, Елена Евгеньевна.** Специальные стали и сплавы [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / Е. Е. Складнова, Г. А. Воробьева ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2018. - 1 эл. жестк. диск : граф., табл. - Электрон. версия печ. публикации \lib_server\elres\elr02835.pdf. - Библиогр.: с. 77-78. - ISBN 978-5-907054-14-1.

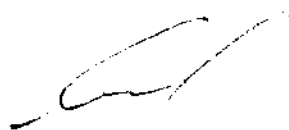
4. Перечень дополнительной литературы (авторы, название, наличие грифа Минобразования, УМО, ИМС, другого министерства или ведомства, выходные данные, количество экземпляров):

1. **Кулик, Виктор Иванович.** Механическая и физико-техническая обработка композиционных материалов [Текст] : учебное пособие [для вузов] / В. И. Кулик, Е. В. Мешков, А. С. Нилов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2004. - 175 с. : табл., схем. - Библиогр.: с. 171-172. - ISBN 5-85546-129-7. - 230 экз.

2. **Кулик, Виктор Иванович.** Механическая и физико-техническая обработка композиционных материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / В. И. Кулик, Е. В. Мешков, А. С. Нилов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Мешков, Е. В. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2004. - 1 эл. жестк. диск : табл., схем. - Электрон. версия печ. публикации \lib_server\elres\elr02108.pdf. - Библиогр.: с. 171-172. - ISBN 5-85546-129-7.

3. **Складнова, Елена Евгеньевна.** Инструментальные материалы [Текст] : учебное пособие для вузов / Г. А. Воробьева [и др.]. - СПб. : Политехника, 2005. - 271 с. : ил., граф., табл. - Библиогр.: с. 259-265. - Приложение: с. 248-258. - Об авторах: с. 270-271. - ISBN 5-7325-0706-X. - 107 экз.

Директор библиотеки _____



/ Сесина Н.В./

« » _____ 20__ г.

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ, ВНОСИМЫХ В РАБОЧУЮ ПРОГРАММУ

на 201_ / 201_ учебный год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

В фонд оценочных средств (приложение 5) для текущего контроля студентов введено тестирование.

Все изменения рабочей программы рассмотрены и одобрены на заседании кафедры А2 от _____ протокол № _____

"__" _____ 201_ г. Заведующий кафедрой _____

Внесенные изменения согласованы:

"__" _____ 201_ г. Заведующий кафедрой _____ (выпускающей)