

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

Суслин А. В.
 (подпись) ФИО
 «31» май 2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МЕХАНИКА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Направление/специальность подготовки	15.04.03 Прикладная механика
Специализация/профиль/программа подготовки	Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

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	4	144	34	0	17	17	110	0	0	110	ЭКЗ

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

15.04.03 Прикладная механика

год набора группы: 2022

Программу составил:

Кафедра Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА
Брытков Евгений Владимирович, старший преподаватель



Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

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



Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МЕХАНИКА 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-1.2 — способность учитывать особенности функционирования машин, приборов и аппаратуры при динамических ударных, циклических, температурных нагружениях, механических, акустических, аэро- и гидродинамических, тепловых, электромагнитных и радиационных внешних воздействиях, высоком давлении и вакууме

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-1.2

знания:

методы реализации научно-исследовательской деятельности в области математики и механики, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач с использованием информационно-коммуникационных технологий;

современные методы механики и вычислительной математики, теоретические методы исследований, используемые для совершенствования существующих и создания новых поколений машин, приборов, аппаратуры, технологий и материалов, обладающих качественно новыми функциональными свойствами;

современные методы экспериментальной механики, используемые для совершенствования существующих и создания новых поколений машин, приборов, аппаратуры, технологий и материалов, обладающих качественно новыми функциональными свойствами.;

умения:

планировать и осуществлять научно-исследовательскую деятельность с применением современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;

использовать базовый физико-математический аппарат и методы математического и компьютерного моделирования для изучения закономерностей и связей, динамических процессов, напряженного состояния и прочности машин, приборов и аппаратуры;

использовать экспериментальные методы исследований динамики и прочности, устойчивости, надежности, трению и износу машин и приборов.;

навыки:

навыки сбора, обработки, анализа и систематизации информации; выбора методов и средств решения задач исследования, навыки работы с вычислительной техникой;

современными методами обеспечения эффективности, надежности и безопасности машин, приборов и аппаратуры на всех стадиях жизненного цикла, также инструментальными средствами проектирования новых поколений машин, приборов, аппаратуры, технологий и материалов;

современными методами экспериментальных исследований, методами обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **МЕХАНИКА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.04.03 Прикладная механика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания физико-математической подготовки бакалавра и служит основой для освоения дисциплин: **ТЕОРИЯ ПЛАСТИЧНОСТИ И ПОЛЗУЧЕСТИ**

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПСК-1.2
5	9	Раздел 1. Механика композиционных материалов. Основные понятия и определения. Особенности и классификация композитов и полимеров.	19	4	2	2	15	15
5	9	Раздел 2. Элементы механики полимеров и композитов. Обобщенный закон Гука. Вязкоупругость. Особенности связи напряжений и деформаций.	23	6	3	3	17	15
5	9	Раздел 3. Основные свойства композитов. Характеристики связующих и наполнителей. Физико-механические характеристики композитов. Сведения из технологий изготовления изделий из композитов.	22	6	3	3	16	20
5	9	Раздел 4. Прочность композитов. Анизотропия прочности КМ. Тензор прочности ортотропного КМ, простейшие критерии прочности. Феноменологические критерии прочности.	28	6	3	3	22	20
5	9	Раздел 5. Разрушение полимерных композиционных материалов. Основные понятия. Оценка трещиностойкости композиционных материалов. Усталость композиционных материалов. Усталость и механика разрушения. Особенности разрушения полимеров.	20	5	3	2	15	15
5	9	Раздел 6. Решение плоской задачи для ортотропного тела. Расчетные соотношения для частных случаев нагружения стержня. Практические задачи.	32	7	3	4	25	15
Всего за 9 семестр			144	34	17	17	110	100
Всего по дисциплине			144	34	17	17	110	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Механика композиционных материалов.	Основные понятия и определения. Особенности и классификация композитов и полимеров.	2
2	Раздел 2. Элементы механики полимеров и композитов.	Обобщенный закон Гука. Вязкоупругость. Особенности связи напряжений и деформаций.	3
3	Раздел 3. Основные свойства композитов.	Характеристики связующих и наполнителей. Физико-механические характеристики композитов. Сведения из технологий изготовления изделий из композитов.	3
4	Раздел 4. Прочность композитов.	Анизотропия прочности КМ. Тензор прочности ортотропного КМ, простейшие критерии прочности. Феноменологические критерии прочности.	3
5	Раздел 5. Разрушение полимерных композиционных материалов.	Основные понятия. Оценка трещиностойкости композиционных материалов. Усталость композиционных материалов. Усталость и механика разрушения. Особенности разрушения полимеров.	2
6	Раздел 6. Решение плоской задачи для ортотропного тела.	Расчетные соотношения для частных случаев нагружения стержня. Практические задачи.	4
Всего за 9 семестр			17

3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Механика композиционных материалов.	Решение уравнений МКЭ. Анализ результатов решения. Одномерная нестационарная задача. Двумерная нестационарная задача.	2

2	Раздел 2. Элементы механики полимеров и композитов.	Решение уравнений МКЭ. Анализ результатов решения. Одномерная нестационарная задача. Двумерная нестационарная задача.	3
3	Раздел 3. Основные свойства композитов.	Использование пластичных материалов. Задание пластических свойств материала. Задание свойств гиперупругих материалов.	3
4	Раздел 4. Прочность композитов.	Использование пластичных материалов. Задание пластических свойств материала. Задание свойств гиперупругих материалов.	3
5	Раздел 5. Разрушение полимерных композиционных материалов.	Контроль форм элементов. Локальное изменение сетки. Работа с виртуальной топологией.	3
6	Раздел 6. Решение плоской задачи для ортотропного тела.	Инерционные и конструкционные нагрузки Контроль шагов решения. Управление решателем. Управление результатами решения. Управление текущим анализом.	3
Всего за 9 семестр			17

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Механика композиционных материалов.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	15
2	Раздел 2. Элементы механики полимеров и композитов.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	17
3	Раздел 3. Основные свойства композитов.	Самостоятельное углубленное изучение материалов по программным комплексам, не отмеченных на лекциях.	16
4	Раздел 4. Прочность композитов.	Самостоятельное углубленное изучение материалов по программным комплексам, не отмеченных на лекциях.	22
5	Раздел 5. Разрушение полимерных композиционных материалов.	Самостоятельное углубленное изучение материалов по программным комплексам, не отмеченных на лекциях.	15
6	Раздел 6. Решение плоской задачи для ортотропного тела.	Самостоятельное углубленное изучение материалов по программным комплексам, не отмеченных на лекциях.	25
Всего за 9 семестр			110

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			РГР			ДР	РГР		Тест	ДР				РГР		ДР	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- РГР – расчетно-графическая работа;
- Тест – тест.

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

- диагностическая работа;
- расчетно-графическая работа;
- тест.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. В. Васильев, В. Д. Протасов, В. В. Болотин. . Композиционные материалы. М.: Машиностроение, 1990, 11 экз.
2. Е. В. Брытков. . Механика композиционных материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 37 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <http://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474 — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced;
2. КОМПАС-3D V17.

5.6. Информационные технологии:

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

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Практические занятия:

1. Проектор;
2. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced;
3. КОМПАС-3D V17.

6.2. Лабораторные занятия:

1. Компьютерный комплект.

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 **МЕХАНИКА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.04.03 Прикладная механика*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-1.2 способность учитывать особенности функционирования машин, приборов и аппаратуры при динамических ударных, циклических, температурных нагружениях, механических, акустических, аэро- и гидродинамических, тепловых, электромагнитных и радиационных внешних воздействиях, высоком давлении и вакууме.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением физических основ работы, современных принципов расчета и конструирования деталей и узлов машин и механизмов, широко используемых в различных отраслях техники.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- расчетно-графическая работа;
- тест.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**110 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 110 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. Механика композиционных материалов.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	Е. В. Брытков. . Механика композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-2)	15
Итого по разделу 1		15
Раздел 2. Элементы механики полимеров и композитов.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	Е. В. Брытков. . Механика композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (2-3) В. В. Васильев, В. Д. Протасов, В. В. Болотин. . Композиционные материалы: М.: Машиностроение, 1990 (2)	17
Итого по разделу 2		17
Раздел 3. Основные свойства композитов.		
Самостоятельное углубленное изучение материалов по программным комплексам, не отмеченных на лекциях.	Е. В. Брытков. . Механика композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (3-4) В. В. Васильев, В. Д. Протасов, В. В. Болотин. . Композиционные материалы: М.: Машиностроение, 1990 (3-4)	16
Итого по разделу 3		16
Раздел 4. Прочность композитов.		
Самостоятельное углубленное изучение материалов по программным комплексам, не отмеченных на лекциях.	Е. В. Брытков. . Механика композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (4-5)	22
Итого по разделу 4		22
Раздел 5. Разрушение полимерных композиционных материалов.		
Самостоятельное углубленное изучение материалов по программным комплексам, не отмеченных на лек-циях.	Е. В. Брытков. . Механика композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (4-5) В. В. Васильев, В. Д. Протасов, В. В. Болотин. . Композиционные материалы: М.: Машиностроение, 1990 (4-5)	15
Итого по разделу 5		15
Раздел 6. Решение плоской задачи для ортотропного тела.		

Самостоятельное углубленное изучение материалов по программным комплексам, не отмеченных на лекциях.	Е. В. Брытков. . Механика композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (5-6)	25
Итого по разделу 6		25

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- расчетно-графическая работа;
- тест;
- экзамен.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

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

Расчетно-графическая работа

Состоят из пояснительной записки и графической части, содержащей: миллиметровку основного вида и чертеж редуктора с необходимыми разрезами и сечениями, выполненный в соответствии с требованиями ЕСКД.

В случае, если оформление этапов РГР и всей совокупности работ поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает максимальное количество баллов.

Отчеты по практическим занятиям и лабораторным работам входят как часть содержания расчетно-графических работ, поэтому могут оцениваться по этапам выполнения РГР.

Тест

Текущее электронное тестирование имеется в виде 25 тестовых задач с четырьмя ответами на каждую. Необходимо правильно решить задачу и показать верный ответ. Текущая успеваемость студента фиксируется преподавателем в течение всего семестра по этапам выполнения работы. При этом оценка «отлично» выставляется при правильно решенных задачах, аккуратно и чисто, в соответствии с требованиями оформленном решении. Оценка «хорошо» выставляется при правильно решенных задачах, при наличии в ходе решения исправлений и незначительных помарок. Оценка «удовлетворительно» выставляется, если после проверки в работе будут исправлены все ошибки, и она будет правильно оформлена. Во всех остальных случаях работа не засчитывается и выдается другой вариант.

Решения заданий представляются в печатной или рукописной форме. Каждое задание содержит от одной до трех задач, в зависимости от трудоемкости.

- правильное решение менее 1 задачи – 0 баллов,
- каждая правильно решенная задача при общем количестве решенных задач более 1 оценивается в 5 баллов.

Основаниями для снижения количества баллов за одну задачу в диапазоне от 5 до 3 являются: небрежное выполнение, низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках), высокая погрешность расчетов.

Экзамен

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.

Экзамен включает в себя ответы на теоретические вопросы (25 шт.) и решение задач (3 шт.)

Для успешной сдачи теоретической части необходимо верно ответить на 21 вопрос теста. После сдачи теоретической части оценка за зачет складывается по количеству решенных задач:

- Одна задача – удовлетворительно;
- Две задачи – хорошо;
- Три задачи – отлично.

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	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПСК-1.2	
5	9	Раздел 1. Механика композиционных материалов.	19	4	2	2	15	15	Расчетно-графическая работа
5	9	Раздел 2. Элементы механики полимеров и композитов.	23	6	3	3	17	15	Расчетно-графическая работа
5	9	Раздел 3. Основные свойства композитов.	22	6	3	3	16	20	Расчетно-графическая работа, Тест
5	9	Раздел 4. Прочность композитов.	28	6	3	3	22	20	Расчетно-графическая работа
5	9	Раздел 5. Разрушение полимерных композиционных материалов.	20	5	3	2	15	15	Расчетно-графическая работа
5	9	Раздел 6. Решение плоской задачи для ортотропного тела.	32	7	3	4	25	15	Расчетно-графическая работа
Всего за 9 семестр			144	34	17	17	110	100	
Всего по дисциплине			144	34	17	17	110	100	