

Программа курса «Материалы нового поколения. Введение в тему композиционные материалы, технологии производства и области применения»

Номер	Название темы	Количество часов	Описание темы
1	Введение в тему «Композиционные материалы»	4	Понятие «композиционный материал». Структура композиционного материала на макро- и микроуровне. Основы прочности композитов. Свойства композитов.
2	Классификация композиционных материалов	12	Классификация по типу структуры. Классификация по типу связующего. Классификация по типу армирующих наполнителей. Применяемые полимерные связующие. Применяемые волокнистые наполнители.
3	Технологии производства конструкций из композиционных материалов	12	Технологии контактного формования. Технологии формования с использованием гибких пуансонов. Формование давлением. Технологии предварительного формования. Изготовление конструкций методом намотки. Практическое занятие: Изготовление конструкции панели крыла самолёта из углепластика методом вакуумной инфузии с использованием средств виртуальной реальности.
4	Области применения конструкций из композиционных материалов	8	Тепловые и механические особенности применения композиционных материалов с различной структурой, матрицей, армирующим наполнителем.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Центр НТИ «Цифровое материаловедение: новые материалы и вещества»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор –
проректор по учебной работе
МГТУ им. Н.Э. Баумана
Б.В. Падалкин
2021 г.



Дополнительное профессиональное образование

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
«Материалы нового поколения. Введение в тему композиционные
материалы, технологии производства и области применения»

Регистрац. № 05.22.21.05.9

Москва, 2021

АВТОР ПРОГРАММЫ:

К.т.н., доцент кафедры
"Ракетно-космические композитные конструкции",
заместитель декана факультета
"Специальное машиностроение"
МГТУ им. Н.Э. Баумана


_____ А.Д. Новиков

СОГЛАСОВАНО:

Начальник УСП
МГТУ им. Н.Э. Баумана


_____ Т.А. Гузева

Директор
Центра НТИ «Цифровое материаловедение:
новые материалы и вещества»


_____ В.А. Нелюб



Оглавление

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДПП	4
1.1. Цель ДПП.....	4
1.2. Планируемые результаты обучения.....	4
1.3. Дополнительные характеристики ДПП	4
1.4. Перечень профессиональных компетенций в рамках имеющейся квалификации, качественное изменение которых осуществляется в результате обучения	4
1.5. Соответствие видов деятельности профессиональным компетенциям и их составляющих.....	5
2. УЧЕБНЫЙ ПЛАН ДПП.....	6
2.1. Категория слушателей ДПП	6
2.2. Общая трудоёмкость программы, аудиторная и самостоятельная работа.....	6
2.3. Форма обучения	6
2.4. Учебный план	6
3. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК.....	7
4. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДПП	8
5. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДПП	12
5.1. Организационные условия реализации ДПП	12
5.2. Педагогические условия реализации ДПП.....	12
5.3. Учебно-методическое обеспечение ДПП	12
5.4. Методические рекомендации.....	13
6. ФОРМЫ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ДПП	14
7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ	15
7.1. Паспорт комплекта оценочных средств.....	15
7.2. Комплект оценочных средств	15

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДПП

Программа подготовлена на основе:

- Федерального закона от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- требований Приказа Минобрнауки России от 01.07.2013 года № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»;
- методических рекомендаций-разъяснений Минобрнауки России по разработке дополнительных профессиональных программ на основе профессиональных стандартов от 22 апреля 2015 года № ВК-1030/06.

Реализация программы ДПП направлена на получение новой компетенции, необходимой для профессиональной деятельности.

1.1. Цель ДПП

Сформировать у обучающихся знания, навыки и умения для выполнения фундаментальных исследовательских и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью разработки и дальнейшего применения неметаллических композиционных материалов и покрытий в производстве ракетно-космических комплексов и систем.

1.2. Планируемые результаты обучения

Планируемые результаты обучения по ДПП:

- освоение профессиональных компетенций в процессе изучения перечисленных тем в учебном плане;
- успешное освоение программы повышения квалификации;
- успешное прохождение итоговой аттестации (зачет).

Обучающимся, успешно прошедшим обучение, выполнившим текущие контрольные задания и выдержавшим предусмотренное учебным планом зачет, выдается удостоверение о повышении квалификации по ДПП «Материалы нового поколения. Введение в тему композиционные материалы, технологии производства и области применения».

1.3. Дополнительные характеристики ДПП

Характеристики приобретаемых навыков и умений определены в Минтруда России: от 03.09.2018 №573н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по разработке неметаллических композиционных материалов и покрытий в ракетно-космической промышленности».

Вид профессиональной деятельности:

- Разработка неметаллических композиционных материалов и покрытий в ракетно-космической промышленности (Код 25.053).

Трудовые функции:

- Изготовление специализированных неметаллических композиционных материалов, используемых для производства ракетно-космических комплексов и систем, по заданной рецептуре (D/02.4).

1.4. Перечень профессиональных компетенций в рамках имеющейся квалификации, качественное изменение которых осуществляется в результате обучения

Получаемые компетенции базируются на основании Приказа Минобрнауки России от 02 июня 2020 г. № 701 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов (уровень бакалавриата)».

Перечень компетенций:

ОПК-6. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирая эффективные и безопасные технические средства и технологии.

1.5. Соответствие видов деятельности профессиональным компетенциям и их составляющих

Профессиональные компетенции	Практический опыт	Умения	Знания
Изготовление специализированных неметаллических композиционных материалов, используемых для производства ракетно-космических комплексов и систем, по заданной рецептуре (D/02.4)			
ОПК-6	Проверка характеристик компонентов рецептуры неметаллических композиционных материалов, используемых для производства ракетно-космических комплексов и систем, по указанному критерию (внешний вид, вязкость, плотность)	Использовать специализированное лабораторное смешивающее оборудование при изготовлении неметаллических композиционных материалов и веществ (компонентов), используемых для производства ракетно-космических комплексов и систем, по заданной рецептуре	Порядок работы с материалами, используемыми при изготовлении неметаллических композиционных материалов для производства ракетно-космических комплексов и систем, и их утилизации

2. УЧЕБНЫЙ ПЛАН ДПП

2.1. Категория слушателей ДПП

Имеющаяся квалификация (требования к слушателям) – к освоению ДПП допускаются лица, имеющие среднее профессиональное и/или высшее образование.

2.2. Общая трудоёмкость программы, аудиторная и самостоятельная работа

Общая трудоёмкость программы 72 академических часа, из них 40 академических часов аудиторной работы, 30 академических часов самостоятельной работы и 2 академических часа итоговой аттестации.

2.3. Форма обучения

Форма обучения по ДПП – очная с применением дистанционных образовательных технологий.

2.4. Учебный план

ДПП «Материалы нового поколения. Введение в тему композиционные материалы, технологии производства и области применения» реализуется одним модулем.

№ п/п	Наименование темы, модуля	Форма контроля	Всего, час	В том числе			
				Лекции	Практ. занятия	Самост. работа	Итоговая аттестация
1.	Введение в тему «Композиционные материалы»	устный опрос	10	4	-	6	-
2.	Классификация композиционных материалов	устный опрос	20	12	-	8	-
3.	Технологии производства конструкций из композиционных материалов	устный опрос	24	12	4	8	-
4.	Области применения конструкций из композиционных материалов	устный опрос	16	8	-	8	-
5.	Итоговая аттестация	Зачет	2	-	-	-	2
	ИТОГО	-	72	36	4	30	2

3. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

№ п/п	Наименование темы, модуля	1 день	2 день	3 день	4 день	5 день	6 день	7 день	8 день	9 день
1.	Введение в тему «Композиционные материалы»									
2.	Классификация композиционных материалов									
3.	Технологии производства конструкций из композиционных материалов									
4.	Области применения конструкций из композиционных материалов									
5.	Итоговая аттестация									Зачет

Минимальный срок освоения ДПП — 9 дней.

4. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДПП

4.1. Рабочая программа модуля «Материалы нового поколения. Введение в тему композиционные материалы, технологии производства и области применения»

4.1.1. Цель изучения модуля: Сформировать у обучающихся знания, навыки и умения для выполнения фундаментальных исследовательских и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью разработки и дальнейшего применения неметаллических композиционных материалов и покрытий в производстве ракетно-космических комплексов и систем.

4.1.2. Задача изучения модуля: ознакомить учащихся с основными структурными отличиями композиционных материалов от традиционных, методах их производства и сферах применения.

4.1.3. Планируемые результаты обучения

Процесс изучения раздела направлен на формирование следующих компетенций

Код компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по модулю	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
ОПК-6	<p>Знать: Порядок работы с материалами, используемыми при изготовлении неметаллических композиционных материалов для производства ракетно-космических комплексов и систем, и их утилизации.</p> <p>Уметь: Использовать специализированное лабораторное смешивающее оборудование при изготовлении неметаллических композиционных материалов и веществ (компонентов), используемых для производства ракетно-космических комплексов и систем, по заданной рецептуре.</p> <p>Владеть: Навыками проверки характеристик компонентов рецептуры неметаллических композиционных материалов, используемых для производства ракетно-космических комплексов и систем, по указанному критерию (внешний вид, вязкость, плотность).</p>	Формы обучения: Фронтальная. Методы обучения: Лекция; Практические занятия; Самостоятельная работа.

4.1.4 Содержание курса

Тема 1. Введение в тему «Композиционные материалы» (10 часов)

Лекции (4 часа). Понятие «композиционный материал». Структура композиционного материала на макро- и микроуровне. Основы прочности композитов. Свойства композитов.

Самостоятельная работа (6 часов) Проработка материала дополнительной литературы по теме.

Наименование темы	Дидактические единицы, вынесенные на самостоятельное изучение	Формы самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Форма контроля
Введение в тему «Композиционные материалы»	Теплофизические, электрические, диффузионные свойства и горючесть полимерных композитов	Проработка дополнительной литературы	Баженов, С.Л. Полимерные композиционные материалы: Научное издание / С.Л. Баженов, А.А. Берлин, А. Кульков, В.Г. Ошмян. – Долгопрудный: Изд-во дом «Интеллект», 2010. – 352 с.	устный опрос

Тема 2. Классификация композиционных материалов (20 часов)

Лекции (12 часов). Классификация по типу структуры. Классификация по типу связующего. Классификация по типу армирующих наполнителей. Применяемые полимерные связующие. Применяемые волокнистые наполнители.

Самостоятельная работа (8 часов). Проработка материала дополнительной литературы по теме.

Наименование темы	Дидактические единицы, вынесенные на самостоятельное изучение	Формы самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Форма контроля
Классификация композиционных материалов	Гибридные композиционные материалы	Проработка дополнительной литературы	Буланов, И.М. Производство аэрокосмических композитных конструкций / И.М. Буланов, В.В. Воробей. – М. Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1998. – 516 с.	устный опрос

Тема 3. Технологии производства конструкций из композиционных материалов (24 часа)

Лекции (12 часов). Технологии контактного формования. Технологии формования с использованием гибких пуансонов. Формование давлением. Технологии предварительного формования. Изготовление конструкций методом намотки.

Практическое занятие (4 часа). Изготовление конструкции панели крыла самолёта из углепластика методом вакуумной инфузии с использованием средств виртуальной реальности.

Самостоятельная работа (8 часов). Проработка материала дополнительной литературы по теме.

Наименование темы	Дидактические единицы, вынесенные на самостоятельное изучение	Формы самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Форма контроля
Технологии производства конструкций из композиционных материалов	Высокопрочные ПКМ и супер-конструкционные пластики	Проработка дополнительной литературы	Полилов, А.Н. Экспериментальная механика композитов: учеб. пособие для вузов / А.Н. Полилов – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. – 373 с.	устный опрос

Тема 4. Области применения конструкций из композиционных материалов (16 часов)

Лекции (8 часов). Тепловые и механические особенности применения композиционных материалов с различной структурой, матрицей, армирующим наполнителем.

Самостоятельная работа (8 часов). Проработка материала дополнительной литературы по теме.

Наименование темы	Дидактические единицы, вынесенные на самостоятельное изучение	Формы самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Форма контроля
Области применения конструкций из композиционных материалов	Виды разрушения композиционных материалов	Проработка дополнительной литературы	Полилов, А.Н. Экспериментальная механика композитов: учеб. пособие для вузов / А.Н. Полилов – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. – 373 с.	устный опрос

4.1.5. Оценочное средство для текущего контроля (примерные вопросы для устного опроса):

Тема 1.

1. Роль матрицы в композиционном материале.
2. Роль связующего в композиционном материале.
3. Адгезия между компонентами композиционного материала.

Тема 2

1. Реактопластичные связующие.
2. Волокнистые наполнители.
3. Керамоматричные композиционные материалы.

Тема 3.

1. Метод вакуумной инфузии.
2. Зависимость скорости пропитывания от вязкости полимера.
3. SMC и BMC компаунды.

Тема 4.

1. Механические характеристики углепластиков.
2. Особенности структуры композитных конструкций, выполненных методом напыления.
3. Теплостойкие композиционные материалы.

5. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДПП

5.1. Организационные условия реализации ДПП

Наименование аудитории	Вид занятия	Наименование оборудования, программного обеспечения
Компьютерный класс	Лекции	Персональные компьютеры с доступом к сети Интернет
Компьютерный класс	Практические занятия	Персональные компьютеры с доступом к сети Интернет, система виртуальной реальности Oculus, ПО для системы виртуальной реальности Oculus
Компьютерный класс	Самостоятельная работа	Персональные компьютеры с доступом к сети Интернет
Компьютерный класс	Итоговая аттестация	Персональные компьютеры с доступом к сети Интернет

5.2. Педагогические условия реализации ДПП

Реализация программы обеспечивается преподавательским составом, удовлетворяющим следующим условиям:

- наличие высшего профессионального образования, соответствующее профилю программы, из числа штатных преподавателей, или привлеченных на условиях почасовой оплаты труда;
- значительный опыт практической деятельности в соответствующей сфере из числа штатных преподавателей или привлеченных на условиях почасовой оплаты труда

5.3. Учебно-методическое обеспечение ДПП

Основная литература:

1. Баженов, С.Л. Полимерные композиционные материалы: Научное издание / С.Л. Баженов, А.А. Берлин, А.А. Кульков, В.Г. Ошмян. – Долгопрудный: Изд-й дом «Интеллект», 2010. – 352 с.
2. Алфимова М.М. Занимательные нанотехнологии / М.М. Алфимова. — М.: Бином, 2011. — С. 96.

Дополнительная литература

1. Буланов, И.М. Производство аэрокосмических композитных конструкций / И.М. Буланов, В.В. Воробей. – М. Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1998. – 516 с.
2. Балабанов В.И. Нанотехнологии. Наука будущего / В.И. Балабанов. — М.: Эксмо, 2009. — 256 с. — ISBN 978-5-699-30976-4.
3. Полилов, А.Н. Экспериментальная механика композитов: учеб. пособие для вузов / А.Н. Полилов – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. - 373 с.
4. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учеб. пособие. - 4-е испр. изд./ под ред. А.А. Берлина. – СПб.: ЦОП «Профессия», 2014. – 592 с.

5.4. Методические рекомендации

ДПП построена по тематическому принципу, каждый раздел представляет собой логически завершённый материал.

Преподавание программы основано на личностно-ориентированной технологии образования, сочетающей два равноправных аспекта этого процесса: обучение и учение. Личностно-ориентированный подход развивается при участии слушателей в активной работе на практических занятиях. Личностно-ориентированный подход направлен, в первую очередь, на развитие индивидуальных способностей обучающихся, создание условий для развития творческой активности слушателя и разработке инновационных идей, а также на развитие самостоятельности мышления при решении учебных задач разными способами, нахождение рационального варианта решения, сравнения и оценки нескольких вариантов их решения и т.п. Это способствует формированию приемов умственной деятельности по восприятию новой информации, ее запоминанию и осознанию, созданию образов для сложных понятий и процессов, приобретению навыков поиска решений в условиях неопределенности.

Практические занятия проводятся для приобретения навыков решения практических задач в предметной области модуля. Задания, выполняемые на практических занятиях, выполняются с использованием активных и интерактивных методов обучения.

Самостоятельная работа слушателей предназначена для проработки дополнительной литературы. Результаты практических заданий слушателей учитываются на итоговой аттестации.

При изучении курса предусмотрены следующие методы организации и осуществления учебно-познавательной деятельности:

- объяснительно-иллюстративный метод;
- репродуктивный метод;
- частично-поисковый метод.

6. ФОРМЫ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ДПП

Итоговая аттестация проводится в форме зачета. Зачет проводится в формате тестирования. Результатом зачета служат правильные ответы на вопросы теста, состоящего из 5 (пяти) вопросов.

По результатам итоговой аттестации слушателю выставляется оценка «ЗАЧТЕНО/НЕ ЗАЧТЕНО»:

Оценка «ЗАЧТЕНО» выставляется слушателю, который:

- правильно ответил не менее чем на 60% вопросов теста;
- продемонстрировал необходимые систематизированные знания и достаточную степень владения принципами предметной области программы, понимание их особенностей и взаимосвязь между ними в течение всего срока обучения по ДПП.

Оценка «НЕ ЗАЧТЕНО» ставится слушателю, который:

- ответил правильно менее чем на 60% полученных вопросов теста;
- имеет крайне слабые теоретические и практические знания, обнаруживает неспособность к построению самостоятельных заключений.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Паспорт комплекта оценочных средств

Предметы оценивания	Объекты оценивания	Показатели оценки
ОПК-6. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирая эффективные и безопасные технические средства и технологии.	Ответы на вопросы	Количество правильных ответов

7.2. Комплект оценочных средств

7.2.1. Темы для подготовки к зачету:

1. Компоненты композиционных материалов.
2. Технологические методы производства конструкций из композиционных материалов.
3. Зависимость геометрии композитной конструкции от выбранной технологии производства.
4. Тепловые режимы отверждения полимеров.
5. Механические характеристики композиционных материалов.
6. Теплофизические характеристики композиционных материалов.
7. Разрушение композиционных материалов.
8. Прочность композиционных материалов.
9. Принципы создания композитов с повышенной прочностью, жесткостью и вязкостью разрушения.
10. Высокопрочные ПКМ и суперконструкционные пластики.

7.2.2. Примерные тесты для проведения зачета:

1. Композиционные материалы – это ...
 - a. многокомпонентные материалы, состоящие из полимерной, металлической, углеродной, керамической или другой основы (матрицы), армированной наполнителями из волокон, нитевидных кристаллов, тонкодисперсных частиц и др;
 - b. материалы на основе металлов, пластика и стекла;
 - c. материалы на основе сочетания сырья разного типа.
2. Композиционные материалы применяют в:
 - a. строительстве зданий и сооружений;
 - b. пищевом производстве;
 - c. машиностроении;
 - d. авиации;

- e. в производстве игрушек;
 - f. в медицине.
3. Существуют следующие типы композиционных материалов:
- a. Композиционные материалы, усиленные частицами;
 - b. Композиционные материалы, усиленные нарубленными волокнами;
 - c. Однонаправленные композиционные материалы;
 - d. Слоистые композиционные материалы;
 - e. Пластики, усиленные тканями;
 - f. Сотовые конструкции композиционных материалов.
4. Существуют следующие типы композиционных материалов:
- a. Композиционные материалы, усиленные частицами;
 - b. Композиционные материалы, усиленные нарубленными волокнами;
 - c. Однонаправленные композиционные материалы;
 - d. Слоистые композиционные материалы;
 - e. Пластики, усиленные тканями;
 - f. Сотовые конструкции композиционных материалов.
5. Какие композиционные материалы называют дисперсноупрочненными?
- a. Материалы, упрочненные частицами второй фазы, выделившимися при старении
 - b. Материалы, упрочненные полностью растворимыми в матрице частицами второй фазы
 - c. Материалы, упрочненные нуль-мерными наполнителями
 - d. Материалы, упрочненные одномерными наполнителями