

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/08-577

от 29.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 16.03.01 Техническая физика

| Семестр | Трудоемкость,<br>кред. | Общий объем<br>курса, час. | Лекции, час. | Практич.<br>занятия, час. | Лаборат. работы,<br>час. | В форме<br>практической<br>подготовки/ В | СРС, час. | КСР, час. | Форма(ы)<br>контроля,<br>экз./зач./КР/КП |
|---------|------------------------|----------------------------|--------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------------------|-----------|-----------|------------------------------------------|
| 8       | 3                      | 108                        | 24           | 24                        | 0                        |                                          | 24        | 0         | Э                                        |
| Итого   | 3                      | 108                        | 24           | 24                        | 0                        | 0                                        | 24        | 0         |                                          |

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина предназначена для ознакомления студентов с особенностями проектирования изделий из композитных материалов, подготовки конструкторской и технологической документации и прочностного расчёта композитных изделий в системах для расчётов, анализа и симуляции физических процессов.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель данного курса ознакомить студентов инженерно-физической направленности с современными высокотехнологическими композитными материалами и их применением, технологиями изготовления, этапами проектирования и разработки.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина является дополняющей к читаемым дисциплинам, связанным с темами "Инженерная и компьютерная графика", "Сопротивление материалов" в части применения знаний по этим дисциплинам при проектировании композитных изделий.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|--------------------------------|------------------------------------------------------|
|--------------------------------|------------------------------------------------------|

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

| Задача профессиональной деятельности (ЗПД)                                                                                                                                                 | Объект или область знания                                                                                                          | Код и наименование профессиональной компетенции;<br>Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)                                                                                           | Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| научно-исследовательский                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                  |
| Применение эффективных методов исследования физико-технических объектов, процессов и материалов. Проведение стандартных и сертификационных испытаний технологических процессов и изделий с | Наноразмерные системы, атомно-молекулярные смеси, масс-спектрометрия и спектрометрия ионной подвижности, композиционные материалы. | ПК-2.1 [1] - Способен участвовать в проведении теоретических и аналитических исследований в предметной области, в построении физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и | З-ПК-2.1[1] - Знать физико-теоретические концепции, аналитические методы, методы обработки экспериментальных данных в области физики наноразмерных и неравновесных систем, масс- |

|                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| использованием современных аналитических средств технической физики.                                                                                                                                                  |                                                                                                                                    | явлений.<br><br><i>Основание:</i><br>Профессиональный стандарт: 40.011, 40.044, 40.104, 40.167                                                                                                                                         | спектрометрии и спектрометрии ионной подвижности, композиционных материалов.;<br>У-ПК-2.1[1] - Уметь применять физико-теоретические концепции, аналитические методы, методы обработки экспериментальных данных в области физики наноразмерных и неравновесных систем, масс-спектрометрии и спектрометрии ионной подвижности, композиционных материалов.;<br>В-ПК-2.1[1] - Владеть аналитическими методами, методами обработки экспериментальных данных в области физики наноразмерных и неравновесных систем, масс-спектрометрии и спектрометрии ионной подвижности, композиционных материалов. |
| Применение эффективных методов исследования физико-технических объектов, процессов и материалов. Проведение стандартных и сертификационных испытаний технологических процессов и изделий с использованием современных | Наноразмерные системы, атомно-молекулярные смеси, масс-спектрометрия и спектрометрия ионной подвижности, композиционные материалы. | ПК-1 [1] - Способен применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных | З-ПК-1[1] - Знать эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, современные аналитические средства технической физики ;<br>У-ПК-1[1] - Уметь проводить стандартные и сертификационные                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|                                           |  |                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| аналитических средств технической физики. |  | аналитических средств технической физики<br><br><i>Основание:</i><br>Профессиональный стандарт: 40.011, 40.167 | испытания технологических процессов и изделий с использованием современных аналитических средств технической физики ;<br>В-ПК-1[1] - Владеть эффективными методами исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, современными аналитическими средствами технической физики испытаний технологических процессов и изделий |
|-------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

| Направления/цели воспитания | Задачи воспитания (код)                                                                                                                              | Воспитательный потенциал дисциплин                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Профессиональное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18) | Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий. |

#### 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

| № п.п | Наименование раздела учебной дисциплины     | Недели | Лекции/ Практ. (семинары )/ Лабораторные работы, час. | Обязат. текущий контроль (форма*, неделя) | Максимальный балл за раздел** | Аттестация раздела (форма*, неделя) | Индикаторы освоения компетенции                      |
|-------|---------------------------------------------|--------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------|
|       | <i>8 Семестр</i>                            |        |                                                       |                                           |                               |                                     |                                                      |
| 1     | Первый раздел                               | 1-5    | 12/12/0                                               |                                           | 30                            | КИ-5                                | 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2.1, У-ПК-2.1, В-ПК-2.1 |
| 2     | Второй раздел                               | 6-12   | 12/12/0                                               |                                           | 28                            | КИ-12                               | 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2.1, У-ПК-2.1, В-ПК-2.1 |
|       | <i>Итого за 8 Семестр</i>                   |        | 24/24/0                                               |                                           | 58                            |                                     |                                                      |
|       | <b>Контрольные мероприятия за 8 Семестр</b> |        |                                                       |                                           | 42                            | Э                                   | В-ПК-2.1, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2.1, У-ПК-2.1 |

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

| Обозначение | Полное наименование |
|-------------|---------------------|
| КИ          | Контроль по итогам  |
| Э           | Экзамен             |

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

| Недели     | Темы занятий / Содержание                                                                                                                                                                                                                             | Лек., час.             | Пр./сем., час. | Лаб., час. |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------|------------|
|            | <i>8 Семестр</i>                                                                                                                                                                                                                                      | 24                     | 24             | 0          |
| <b>1-5</b> | <b>Первый раздел</b>                                                                                                                                                                                                                                  | 12                     | 12             | 0          |
| 1 - 2      | <b>Введение в композитные технологии.</b><br>Введение в композитные технологии. Основные компоненты в композитных материалах. Способы изготовления композитных материалов. Примеры использования композитных материалов в современном машиностроении. | Всего аудиторных часов |                |            |
|            |                                                                                                                                                                                                                                                       | 4                      | 2              | 0          |
|            |                                                                                                                                                                                                                                                       | Онлайн                 |                |            |
|            |                                                                                                                                                                                                                                                       | 0                      | 0              | 0          |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                        |    |   |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----|---|
| 3 - 4   | <b>Принципы моделирования и анализа композитных материалов</b><br>Методы испытания композитных конструкций и изделий. Основы «конечно-элементного анализа» и программные продукты конечно-элементного анализа. Принципы моделирования и анализа слоистых композитов. | Всего аудиторных часов |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                      | 4                      | 2  | 0 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                      | Онлайн                 |    |   |
| 5 - 6   | <b>Конструкторская документация.</b><br>Особенности оформления конструкторской документация на композитные изделия.                                                                                                                                                  | Всего аудиторных часов |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2                      | 4  | 0 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                      | Онлайн                 |    |   |
| 7 - 8   | <b>Технологическая документация и разработка управляющей программы.</b><br>Технологическая документация для изготовления композитных изделий. Разработка управляющей программы для изготовления оснастки на станке с ЧПУ.                                            | Всего аудиторных часов |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2                      | 4  | 0 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                      | Онлайн                 |    |   |
| 6-12    | <b>Второй раздел</b>                                                                                                                                                                                                                                                 | Всего аудиторных часов |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                      | 12                     | 12 | 0 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                      | Онлайн                 |    |   |
| 9 - 10  | <b>Разработка программы для станка с ЧПУ</b><br>Импорт 3-D модели. Выбор постпроцессора. Оптимизация программы. Примеры.                                                                                                                                             | Всего аудиторных часов |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3                      | 3  | 0 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                      | Онлайн                 |    |   |
| 11 - 12 | <b>Композитные материалы и техника безопасности</b><br>Виды материалов. Что такое карбон. Его основные свойства. Техника безопасности при работе с композитными материалами.                                                                                         | Всего аудиторных часов |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3                      | 3  | 0 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                      | Онлайн                 |    |   |
| 13 - 14 | <b>Формовка</b><br>Что такое матрица, мастер модель. Технология формовки кополитных материалов. Процесс дегазирования. Процесс инфузии.                                                                                                                              | Всего аудиторных часов |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3                      | 3  | 0 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                      | Онлайн                 |    |   |
| 15 - 16 | <b>Постобработка</b><br>Щлифовальные материалы. Методика полировки.                                                                                                                                                                                                  | Всего аудиторных часов |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3                      | 3  | 0 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                      | Онлайн                 |    |   |

Сокращенные наименования онлайн опций:

| Обозначение | Полное наименование              |
|-------------|----------------------------------|
| ЭК          | Электронный курс                 |
| ПМ          | Полнотекстовый материал          |
| ПЛ          | Полнотекстовые лекции            |
| ВМ          | Видео-материалы                  |
| АМ          | Аудио-материалы                  |
| Прз         | Презентации                      |
| Т           | Тесты                            |
| ЭСМ         | Электронные справочные материалы |
| ИС          | Интерактивный сайт               |

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Курс реализует компетентностный подход и предусматривает широкое использование в учебном процессе активных форм проведения занятий (компьютерные практикумы, разбор домашних заданий, система контрольно-измерительных материалов, включая тесты) а также, проведение занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

| Компетенция | Индикаторы освоения | Аттестационное мероприятие (КП 1) |
|-------------|---------------------|-----------------------------------|
| ПК-1        | З-ПК-1              | Э, КИ-5, КИ-12                    |
|             | У-ПК-1              | Э, КИ-5, КИ-12                    |
|             | В-ПК-1              | Э, КИ-5, КИ-12                    |
| ПК-2.1      | З-ПК-2.1            | Э, КИ-5, КИ-12                    |
|             | У-ПК-2.1            | Э, КИ-5, КИ-12                    |
|             | В-ПК-2.1            | Э, КИ-5, КИ-12                    |

## Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

| Сумма баллов | Оценка по 4-ех балльной шкале | Оценка ECTS | Требования к уровню освоению учебной дисциплины                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 90-100       | 5 – «отлично»                 | A           | Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы. |
| 85-89        | 4 – «хорошо»                  | B           | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.                                                                                                     |
| 75-84        |                               | C           |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 70-74        |                               | D           |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 65-69        | 3 – «удовлетворительно»       | E           | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности,                                                                                                                      |
| 60-64        |                               |             |                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|         |                              |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------|------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         |                              |   | недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.                                                                                                                                                                                           |
| Ниже 60 | 2 –<br>«неудовлетворительно» | F | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ 3-55 Конструкционные упаковочные материалы : учебное пособие, Земсков Ю. П., Квашнин Б. Н., Дворянинова О. П., Санкт-Петербург: Лань, 2022
2. 531 Д 46 Механика композитных конструкций при высоких температурах : , Димитриенко Ю. И., Москва: Физматлит, 2019

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ П 85 Наноматериалы и нанотехнологии : учебное пособие, Ганзуленко О. Ю. [и др.], Санкт-Петербург: Лань, 2022
2. ЭИ С 90 Общая химическая технология полимеров : учебное пособие, Сутягин В. М., Ляпков А. А., Санкт-Петербург: Лань, 2020

### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ



При освоении дисциплины студенту необходимо подготовиться к сдаче зачёта, приближенного по формату к демонстрационному экзамену по компетенции "Технологии композитов" по стандартам WorldSkills. Рекомендуется самостоятельно ознакомиться с форматом проведения демонстрационного экзамена по стандартам WorldSkills на сайте <https://worldskills.ru/nashi-proektyi/demonstracziionnyij-ekzamen/obshhaya-informacziya.html>. Обратить внимание и досконально разобрать следующие темы: конструкторская и технологическая документация, прочностной анализ изделий из композитных материалов методом конечных элементов и разработка управляющей программы для станка с ЧПУ.

## **11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

В рамках дисциплины преподавателю рекомендуется дать студентам общую информацию по основным компонентам композитных материалов и основным технологиям изготовления изделий из композитных материалов. Познакомить студентов с использованием композитных материалов в современном машиностроении. Дать краткое описание методов испытания композитных конструкций и изделий. Следует сделать акцент на основах «конечно-элементного анализа», принципах моделирования и анализа слоистых композитов в программных продуктах. Также необходимо уделить особое внимание конструкторской документации на композитные изделия, технологической документации и принципам разработки управляющей программы для станка с ЧПУ.

Автор(ы):

Белогорлов Антон Анатольевич, к.ф.-м.н., доцент

Рецензент(ы):

Грехов А.М.