

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Димитровградский инженерно-технологический институт –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ДИТИ НИЯУ МИФИ)**

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
Заместитель руководителя

\_\_\_\_\_ Т.И. Романовская  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

*Б1.О.02.02 Векторный и тензорный анализ*

**Направление подготовки** \_\_\_\_\_ *14.05.01 Ядерные реакторы и материалы*

**Квалификация выпускника** \_\_\_\_\_ *Инженер-физик*

**Специализация** \_\_\_\_\_ *Ядерные реакторы*

**Форма обучения** \_\_\_\_\_ *очная*

**Выпускающая кафедра** \_\_\_\_\_ *Ядерные реакторы и материалы*

**Кафедра-разработчик рабочей программы** \_\_\_\_\_ *Кафедра высшей математики*

| Семестр      | Трудоемкость час. (ЗЕТ) | Лекций, час. | Практич. занятий, час. | Лаборат. работ, час. | СРС, час. | Форма промежуточного контроля (экз., час./зачет) |
|--------------|-------------------------|--------------|------------------------|----------------------|-----------|--|
| 3            | 180 (5)                 | 18           | 36                     | 0                    | 90        | Экзамен 36                                       |
| <b>Итого</b> | <b>180 (5)</b>          | <b>18</b>    | <b>36</b>              | <b>0</b>             | <b>90</b> | <b>Экзамен (36)</b>                              |

Димитровград  
2018 г.

# 1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

## Цель преподавания дисциплины.

Целью освоения дисциплины (модуля) Векторный и тензорный анализ является:

1. изучение теоретических вопросов и получение практических навыков решения задач, связанных с теорией векторных функций скалярного аргумента, теорией скалярных и векторных полей;
2. формирование у студентов знаний, умений и навыков, обеспечивающих им квалифицированное решение задач, связанных с приложениями перечисленных теорий.

## Задачи изучения дисциплины:

- 1) освоение основных понятий и идей;
- 2) обобщение полученных ранее знаний;
- 3) овладение навыками и приемами решения математических, физических и технических задач.

# 2 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ и ООП ВО по направлению подготовки:

| Код и наименование УК  | Код и наименование индикатора достижения УК   |
|--|---|
| ОПК-1 – Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания                                     | З-ОПК-1 – знать фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы;<br>У-ОПК-1 – уметь применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера;<br>В-ОПК-1 – владеть навыками моделирования, математического анализа, а также решать задачи в области естественнонаучных и общеинженерных знаний.  |
| УКЕ-1 – Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах | З-УКЕ-1 – знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования<br>У-УКЕ-1 – уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи<br>В-УКЕ-1 – владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами |

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

**Знать:** основные понятия теории поля, формулу Грина, Гаусса – Остроградского, Стокса в векторной форме, основные понятия тензорного исчисления.

**Уметь:** уметь выполнять основные дифференциальные и интегральные операции над скалярными и векторными полями, выполнять операции над тензорами.

**Владеть:** методами векторного и тензорного анализа, навыками использования математического аппарата для решения физических задач.

### 3 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Векторный и тензорный анализ относится к обязательной части естественно-научного модуля учебного плана по направлению подготовки 14.05.01 Ядерные реакторы и материалы.

### 4 ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

| Направления/цели воспитания     | Задачи воспитания (код)  | Воспитательный потенциал дисциплин   |
|---------------------------------|--|--|
| Духовно-нравственное воспитание | <b>В1</b> духовно-нравственное развитие на основе традиционной национальной системы ценностей (духовных, этических, эстетических, интеллектуальных, культурных и др. | Использование воспитательного потенциала дисциплины для:<br>- духовно-нравственного развития общечеловеческих духовных и нравственных ценностей, формирования культуры этического мышления, способности морального суждения посредством моделирования ситуаций нравственного выбора и др. интерактивных методов обучения (дискуссий, диспутов, ролевых ситуаций) на учебных занятиях<br>- приобщения к традиционным российским духовно-нравственным ценностям через содержание дисциплины. |
| ...                             |  |  |

### 5 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 5.1 Объем дисциплины

Общая трудоемкость (объем) Векторный и тензорный анализ составляет 5 зачетных единицы (ЗЕТ), 180 академических часов.

Таблица 5.1 Объем дисциплины по видам учебных занятий

| Вид учебной работы   | Всего, зачетных единиц (акад. часов) | Семестр        |
|--|--------------------------------------|----------------|
|  |                                      | 3              |
| <b>Контактная работа с преподавателем</b><br>в том числе:<br>– аудиторная по видам учебных занятий | <b>54</b>                            | <b>54</b>      |
| – лекции   | 18                                   | 18             |
| – практические занятия   | 36                                   | 36             |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся</b><br>в том числе:  | <b>90</b>                            | <b>90</b>      |
| Выполнение домашних заданий  | 30                                   | 30             |
| Проработка теоретического материала  | 30                                   | 30             |
| Подготовка к текущему и промежуточному контролю  | 30                                   | 30             |
| <b>Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)</b>   | <b>экзамен</b>                       | <b>экзамен</b> |
| <b>Итого по дисциплине</b>   | <b>180</b>                           | <b>180</b>     |

Таблица 5.2 - Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

| раз-дела | Наименование раздела дисциплины | Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, включая самостоятельную работу студентов, акад. часы | Формируемые |
|----------|---------------------------------|---|-------------|
|----------|---------------------------------|---|-------------|

|                                      |         | Недели | Лекции | Практические занятия | Аттестация раздела (форма*, неделя) | Самостоятельная работа | Всего часов | индикаторы освоения компетенций                      |
|--------------------------------------|---------|--------|--------|----------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------|--|
| 1                                    | Часть 1 | 1-8    | 8      | 16                   | к.р. -8                             | 45                     | 69          | 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1 |
| 2                                    | Часть 2 | 9-18   | 10     | 20                   | к.р - 18                            | 45                     | 75          | 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1 |
| Итого за 3 Семестр                   |         |        | 18     | 36                   |                                     | 90                     | 144         |  |
| Контрольные мероприятия за 3 Семестр |         |        |        |                      | экзамен                             |                        | 36          | 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1 |

## 5.2 Содержание дисциплины

Таблица 5.3 - Лекционный курс

| №  | Темы лекционных занятий (18 часов)  | Трудоемкость, акад. часов |   |
|--|---|---------------------------|---|
|  |   | всего                     | в том числе с использованием интерактивных образовательных технологий |
| <b>Часть 1.</b>  |   |                           |   |
| Вектор-функция скалярного аргумента. Скалярное поле. Векторные линии векторного поля.  |   |                           |   |
| 1  | Вектор-функция скалярного аргумента. Годограф вектор-функции.                             | 1                         |   |
| 2  | Дифференцирование и интегрирование вектор-функции.  | 1                         | 0   |
| 3  | Соприкасающаяся плоскость. Главная нормаль, бинормаль. Кривизна, кручение. Формулы Френе. | 1                         | 0   |
| 4  | Понятие скалярного поля. Поверхности и линии уровня скалярного поля.                      | 1                         | 0   |
| 5  | Производная по направлению вектора и кривой.  | 2                         | 0   |
| 6  | Градиент скалярного поля.   | 1                         | 0   |
| 7  | Векторные линии векторного поля.  | 1                         | 0   |
| <b>Часть 2.</b>  |   |                           |   |
| Поток векторного поля. Циркуляция и ротор векторного поля. Элементы тензорной алгебры. |   |                           |   |
| 8  | Поток векторного поля через поверхность   | 1                         | 0   |
| 9  | Способы вычисления потока векторного поля   | 1                         | 0   |
| 10   | Поток векторного поля через замкнутую поверхность. Теорема Гаусса-Остроградского.         | 1                         | 0   |

|               |   |           |          |
|---------------|---|-----------|----------|
| 11            | Дивергенция векторного поля. Соленоидальное поле.   | 1         | 0        |
| 12            | Линейный интеграл от векторного поля.   | 1         | 0        |
| 13            | Циркуляция векторного поля.   | 1         | 0        |
| 14            | Ротор векторного поля. Теорема Стокса. Потенциальное векторное поле.  | 1         | 0        |
| 15            | Евклидовы тензоры. Действия над тензорами (сложение, умножение на число, тензорное умножение, свертывание). | 2         | 0        |
| 16            | Основные тензоры ранга 1 и 2, их геометрический смысл. Симметрирование и альтернирование тензоров 2 ранга.  | 1         | 0        |
| <b>ИТОГО:</b> |   | <b>18</b> | <b>0</b> |

Таблица 5.4 - Практические занятия

| №  | Темы практических занятий (36 часов)  | Трудоемкость, акад. часов |   |
|--|---|---------------------------|---|
|  |   | всего                     | в том числе с использованием интерактивных образовательных технологий |
| <b>Часть 1.</b>  |   |                           |   |
| Вектор-функция скалярного аргумента. Скалярное поле. Векторные линии векторного поля.  |   |                           |   |
| 1  | Построение годографа вектор-функции.  | 2                         | 0   |
| 2  | Дифференцирование и интегрирование вектор-функции.  | 2                         | 0   |
| 3  | Нахождение кривизны и кручения. Уравнение соприкасающейся плоскости.  | 2                         | 0   |
| 4  | Построение поверхностей и линий уровня скалярного поля.   | 2                         | 0   |
| 5  | Градиент скалярного поля. Нахождение нормали к поверхности.   | 2                         | 0   |
| 6  | Нахождение производной по направлению вектора и по направлению кривой.  | 2                         | 0   |
| 7  | Уравнения векторных линий векторного поля.  | 2                         | 0   |
| 8  | Контрольная работа №1   | 2                         | 0   |
| <b>Часть 2.</b>  |   |                           |   |
| Поток векторного поля. Циркуляция и ротор векторного поля. Элементы тензорной алгебры. |   |                           |   |
| 9  | Вычисление потока векторного поля через плоскую поверхность.  | 2                         | 0   |
| 10   | Вычисление потока векторного поля через замкнутую поверхность.  | 2                         | 0   |
| 11   | Дивергенция векторного поля. Соленоидальное поле.   | 2                         | 0   |
| 12   | Вычисление циркуляции векторного поля.  | 2                         | 0   |
| 13   | Работа силы. Ротор векторного поля. Потенциальное векторное поле.   | 2                         | 0   |
| 14   | Евклидовы тензоры ранга 1 и 2, переход к новому базису.   | 3                         | 0   |
| 15   | Сложение тензоров. Произведение тензоров.   | 3                         | 0   |
| 16   | Свертывание тензора. Перестановка индексов. Разложение тензора 2 ранга в виде суммы симметрического и кососимметрического тензоров. | 2                         | 0   |
| 17   | Контрольная работа №2   | 2                         | 0   |
| <b>ИТОГО:</b>  |   | <b>36</b>                 | <b>0</b>  |

Таблица 5.6 - Самостоятельная работа студента

| Раздел дисциплины   | № п/п | Вид самостоятельной работы студента (СРС) и перечень дидактических единиц   | Трудоемкость, часов |
|---------------------|-------|---|---------------------|
| 1                   | 1     | Вектор-функция скалярного аргумента: выполнение домашних заданий, выполнение типовых расчетов                                   | 6                   |
|                     | 2     | Соприкасающаяся плоскость. Кривизна, кручение: выполнение домашних заданий  | 6                   |
|                     | 3     | Поверхности и линии уровня скалярного поля: выполнение домашних заданий, выполнение типовых расчетов                            | 6                   |
|                     | 4     | Производная по направлению вектора и кривой. Градиент скалярного поля: выполнение домашних заданий, выполнение типовых расчетов | 6                   |
|                     | 5     | Векторные линии векторного поля: выполнение домашних заданий, выполнение типовых расчетов                                       | 6                   |
|                     | 6     | Подготовка к контрольной работе   | 15                  |
| 2                   | 7     | Поток векторного поля: выполнение домашних заданий, выполнение типовых расчетов   | 5                   |
|                     | 8     | Теорема Гаусса-Остроградского: выполнение домашних заданий, выполнение типовых расчетов   | 5                   |
|                     | 9     | Дивергенция векторного поля: выполнение домашних заданий, выполнение типовых расчетов   | 5                   |
|                     | 10    | Линейный интеграл от векторного поля: выполнение домашних заданий, выполнение типовых расчетов                                  | 5                   |
|                     | 11    | Циркуляция векторного поля. Теорема Стокса: выполнение домашних заданий, выполнение типовых расчетов                            | 5                   |
|                     | 12    | Действия над тензорами: выполнение домашних заданий, выполнение типовых расчетов  | 5                   |
|                     | 13    | Тензоры ранга 1 и 2: выполнение домашних заданий, выполнение типовых расчетов   | 5                   |
|                     | 14    | Подготовка к контрольной работе   | 10                  |
| <b>ВСЕГО ЧАСОВ:</b> |       |   | <b>90</b>           |

## 6 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины используются различные образовательные технологии – во время аудиторных занятий они проводятся в форме лекций и практических (семинарских) занятий. Для контроля усвоения студентом разделов данного курса широко используются тестовые технологии.

Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы для подготовки к занятиям.

Предполагается использование современных образовательных технологий: компьютерная рассылка заданий, лекций и разбор опорных практических задач.

Для проведения занятий с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий используются следующие образовательные технологии и средства освоения дисциплины:

- электронная информационно-образовательная среда НИЯУ МИФИ – Режим доступа <https://eis.mephi.ru/>;
- платформа для проведения on-line конференций и вебинаров ZOOM – Режим доступа <https://zoom.us/>;
- файлообменная система Google Диск – Режим доступа <https://drive.google.com/>;

- система обмена текстовыми сообщениями для мобильных и иных платформ с поддержкой голосовой и видеосвязи WhatsApp;
- социальная сеть ВКонтакте;
- электронная почта преподавателей и студентов.

## 7 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)

Текущая и промежуточная аттестации студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущими практические занятия по дисциплине в следующих формах:

### Текущая аттестация:

- выполнение письменных домашних заданий;
- выполнение типовых расчетов;
- устные опросы;
- тестирование;

### Промежуточная аттестация:

- две контрольные работы в течение семестра.

**Итоговый контроль** по результатам семестров по дисциплине проходит в форме письменного экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы и решение задач)

Список учебно-методических материалов для проведения текущей и промежуточной аттестации включает:

- типовые расчетные задания;
- контрольные работы;
- контрольные тесты;

Список учебно-методических материалов для проведения экзамена включает:

- контрольные вопросы;
- практические задания для экзаменационных билетов.

## 8 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

| № п/п                      | Автор                                       | Название  | Место издания | Наименование издательства | Год издания | Количество экземпляров |
|----------------------------|---|---|---------------|---------------------------|-------------|------------------------|
| <b>Основная литература</b> |   |   |               |                           |             |                        |
| 1                          | М.Л. Краснов, А.И. Киселев, Г. И. Макаренко | Векторный анализ  | Москва        | УРСС                      | 2002        | 32                     |
| 2                          | Сандаков, Е.Б.                              | Начала тензорного исчисления [Электронный ресурс] : <a href="http://library.mephi.ru/Data-IRBIS/book-mephi/UII/Sandakov_Nachala_tenzornogo_ischisleniya_Metodicheskie_rekomendacii_2009.pdf">http://library.mephi.ru/Data-IRBIS/book-mephi/UII/Sandakov_Nachala_tenzornogo_ischisleniya_Metodicheskie_rekomendacii_2009.pdf</a> | Москва        | МИФИ                      | 2009        | 1                      |
| 3                          | Келлер И.Э.                                 | Тензорное исчисление. Учебн. пос., 1-е изд.   | СПб.          | Лань                      | 2012        | 15                     |

| Дополнительная литература |               |  |              |           |      |   |
|---------------------------|---------------|--|--------------|-----------|------|---|
| 1                         | Логинов, А.С. | Избранные разделы курса "Векторный анализ" (теория и примеры) [Электронный ресурс] <a href="http://library.mephi.ru/Data-IRBIS/book-mephi/UII/Loginov_Izbranye_razdely_kursa_Vektor_nyj_analiz_teoriya_i_prime_ry_2009.pdf">http://library.mephi.ru/Data-IRBIS/book-mephi/UII/Loginov_Izbranye_razdely_kursa_Vektor_nyj_analiz_teoriya_i_prime_ry_2009.pdf</a> | Москва       | МИФИ      | 2009 | 1 |
| 2                         | Шаров Г.А.    | Векторное, матричное и тензорное исчисление: справочник для технических университетов.   | Долгопрудный | Интеллект | 2014 | 2 |

## 8.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Таблица 8.2 – Рекомендуемые электронно-библиотечные системы

| № | Наименование ресурса  |
|---|---|
| 1 | <a href="http://www.library.mephi.ru/">http://www.library.mephi.ru/</a> |
| 2 | <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>             |
| 3 | ЭБС НИЯУ МИФИ   |
| 4 | ЭБС «Лань»  |
| 5 | ЭБС «Консультант студента»  |
| 6 | ЭБС «ЮРАЙТ»   |

## 8.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8.3 – Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

| № | Наименование   | Краткое описание   |
|---|--|--|
| 1 | Windows 10 Pro   | Операционная система   |
| 2 | Microsoft Office   | Пакет офисных приложений   |
| 3 | Браузеры: Internet Explorer 10, Internet Explorer 9, Internet Explorer 8, FireFox 10, Safari 5, Google Chrome 17 | Специальные программы для просмотра веб-страниц, поиска контента, файлов и их каталогов в Интернете          |
| 4 | Антиплагиат.ВУЗ  | Интернет-сервис для вузов, предназначенный для оценки степени самостоятельности письменных работ обучающихся |

## 9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## 10 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 N 245);



– Положением об организации обучения студентов-инвалидов и студентов с ограниченными возможностями здоровья в НИЯУ МИФИ, утвержденным 29.08.2017г.;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).