

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	108 (3)	34	34	0	40	зачет
<b>Итого</b>	<b>108 (3)</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>40</b>	<b>зачет</b>

Димитровград  
2023 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; У-ОПК-1 – уметь применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера; 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 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 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: - 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 - 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 3 зачетных единицы (ЗЕТ), 108 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> в том числе: – аудиторная по видам учебных занятий	<b>68</b>	<b>68</b>
– лекции	34	34
– практические занятия	34	34
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> в том числе:	<b>40</b>	<b>40</b>
Выполнение домашних заданий	10	10
Проработка теоретического материала	10	10
Подготовка к текущему и промежуточному контролю	20	20
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)</b>	<b>зачет</b>	<b>зачет</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

Таблица 5.2 - Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

Р/з	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, включая самостоятельную работу студентов, акад. часы	Формируемые
-----	---------------------------------	---	-------------

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, включая самостоятельную работу студентов, акад. часы						Формируемые индикаторы освоения компетенций
		Недели	Лекции	Практические занятия	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Самостоятельная работа	Всего часов	
1	Часть 1	1-8	16	16	к.р. -8	20	52	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1
2	Часть 2	9-17	18	18	к.р - 17	20	56	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1
Итого за 3 Семестр			34	34		40	108	
Контрольные мероприятия за 3 Семестр					зачет			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 (34 часа)	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.	2	
2	Дифференцирование и интегрирование вектор-функции.	2	0
3	Соприкасающаяся плоскость. Главная нормаль, бинормаль. Кривизна, кручение. Формулы Френе.	3	0
4	Понятие скалярного поля. Поверхности и линии уровня скалярного поля.	2	0
5	Производная по направлению вектора и кривой.	3	0
6	Градиент скалярного поля.	2	0
7	Векторные линии векторного поля.	2	0
<b>Часть 2.</b>			
Поток векторного поля. Циркуляция и ротор векторного поля. Элементы тензорной алгебры.			
8	Поток векторного поля через поверхность	2	0
9	Способы вычисления потока векторного поля	2	0

10	Поток векторного поля через замкнутую поверхность. Теорема Гаусса-Остроградского.	2	0
11	Дивергенция векторного поля. Соленоидальное поле.	2	0
12	Линейный интеграл от векторного поля.	2	0
13	Циркуляция векторного поля.	2	0
14	Ротор векторного поля. Теорема Стокса. Потенциальное векторное поле.	2	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.	2	0
<b>ИТОГО:</b>		<b>34</b>	<b>0</b>

Таблица 5.4 - Практические занятия

№	Темы практических занятий (34 часа)	Трудоёмкость, 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.	2	0
15	Сложение тензоров. Произведение тензоров.	2	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>34</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	2
	2	Соприкасающаяся плоскость. Кривизна, кручение: выполнение домашних заданий	2
	3	Поверхности и линии уровня скалярного поля: выполнение домашних заданий, выполнение типовых расчетов	2
	4	Производная по направлению вектора и кривой. Градиент скалярного поля: выполнение домашних заданий, выполнение типовых расчетов	2
	5	Векторные линии векторного поля: выполнение домашних заданий, выполнение типовых расчетов	2
	6	Подготовка к контрольной работе	10
2	7	Поток векторного поля: выполнение домашних заданий, выполнение типовых расчетов	2
	8	Теорема Гаусса-Остроградского: выполнение домашних заданий, выполнение типовых расчетов	2
	9	Дивергенция векторного поля: выполнение домашних заданий, выполнение типовых расчетов	2
	10	Линейный интеграл от векторного поля: выполнение домашних заданий, выполнение типовых расчетов	2
	11	Циркуляция векторного поля. Теорема Стокса: выполнение домашних заданий, выполнение типовых расчетов	2
	12	Действия над тензорами: выполнение домашних заданий, выполнение типовых расчетов	2
	13	Тензоры ранга 1 и 2: выполнение домашних заданий, выполнение типовых расчетов	2
	14	Подготовка к контрольной работе	6
<b>ВСЕГО ЧАСОВ:</b>			<b>40</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 зачета включает:

- контрольные вопросы;
- контрольные задания;

## 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	Еремеева Н.И.	Векторный анализ и элементы тензорной алгебры: учебное пособие для студентов технических специальностей. ДИТИ НИЯУ МИФИ,	Димитровград	ДИТИ НИЯУ МИФИ	2023	50
2	М.Л. Краснов, А.И. Киселев, Г. И. Макаренко	Векторный анализ	Москва	УРСС	2002	32

3	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
4	Келлер И.Э.	Тензорное исчисление. Учебн. пос., 1-е изд.	СПб.	Лань	2012	15
<b>Дополнительная литература</b>						
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_Izbrannye_razdely_kursa_Vektornyj_analiz_teoriya_i_primeiry_2009.pdf">http://library.mephi.ru/Data-IRBIS/book-mephi/UII/Loginov_Izbrannye_razdely_kursa_Vektornyj_analiz_teoriya_i_primeiry_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).