

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
базового высшего образования
по направлению подготовки
02.03.02 Фундаментальная информатика и
информационные технологии,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Кратные интегралы и теория поля

Направление подготовки: 02.03.02 Фундаментальная информатика и
информационные технологии

Направленность (профиль): Квантовые вычислительные системы и сети

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде
электронного документа выгружена из единой
корпоративной информационной системы управления
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная ФГАОУ ВО РУТ
(МИИТ)

ID подписи: 1343395

Подписал: И.о. заведующего кафедрой Тищенко Сергей
Александрович

Дата: 01.09.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения дисциплины (модуля) является:

- формирование фундаментальной физико-математической базы: обеспечение глубокого понимания математического аппарата теории поля, необходимого для описания физических процессов в квантовых системах, а также для моделирования и проектирования квантовых вычислительных устройств и каналов связи;
- развитие навыков моделирования квантовых явлений: научить студентов применять полевые методы для формализации и анализа сложных квантовых эффектов, что является основой для разработки методов коррекции ошибок и оптимизации архитектуры квантовых процессоров;
- подготовка к исследованию передовых технологий: сформировать способность понимать и анализировать современные научные публикации, посвящённые топологическим квантовым вычислениям, сверхпроводящим цепям, квантовой электродинамике в резонаторах и другим перспективным направлениям, лежащим в основе развития квантовых сетей.

Задачами освоения дисциплины (модуля) являются:

- изучить ключевые разделы математики для описания симметрий физических систем;
- изучение физических моделей;
- применение теории к задачам профиля.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ОПК-1 - Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

- математический аппарат теории поля: ключевые понятия тензорного анализа (тензоры, операции над ними) и основы вариационного исчисления для вывода полевых уравнений;
- принципы симметрии и законы сохранения;

- физические модели взаимодействия: основные принципы классической электродинамики и основы квантования полей как базис для понимания физики сверхпроводящих кубитов, квантовых точек и взаимодействия света с веществом.

Уметь:

- применять математический формализм к физическим задачам: записывать физические законы в ковариантной тензорной форме, что является основой для моделирования сложных квантовых систем;

- решать базовые задачи на нахождение характеристик полей: находить потенциалы, напряжённости полей и энергию взаимодействия для заданных распределений зарядов и токов;

- анализировать влияние граничных условий: корректно ставить краевые задачи для уравнений поля при моделировании реальных структур, таких как волноводы, резонаторы и топологические изоляторы, используемые в квантовой электронике.

Владеть:

- навыком математического моделирования физических процессов: способностью строить математические модели на основе фундаментальных принципов и анализировать поведение квантовых систем с помощью полученного аппарата;

- инструментарием теоретического исследования: владением методами тензорного исчисления и теории групп для классификации состояний системы и предсказания новых физических эффектов, значимых для разработки элементной базы квантовых вычислений;

- методологией применения фундаментальных знаний к прикладным проблемам: умением переносить абстрактные математические концепции на решение конкретных инженерных задач, связанных с проектированием и оптимизацией компонентов квантовых вычислительных систем и сетей.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами,

привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №2
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	48	48
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	16	16

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 96 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Скалярные поля. Рассматриваемые вопросы: - основные понятия; - поверхности и линии уровня; - производная по направлению; - градиент скалярного поля.
2	Переменная векторная величина. Рассматриваемые вопросы: - вектор-функция скалярного аргумента - предел и непрерывность вектор-функции скалярного аргумента; - производная вектор-функции по ее скалярному аргументу; - правила дифференцирования.
3	Векторное поле. Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- векторная величина; - векторные линии; - дифференциальные уравнения векторных линий.
4	Криволинейные интегралы. Рассматриваемые вопросы: - криволинейный интеграл I рода, геометрический смысл; - криволинейный интеграл II рода, физическое истолкование; - свойства криволинейных интегралов.
5	Вычисление криволинейных интегралов. Рассматриваемые вопросы: - вычисление криволинейных интегралов 1-го рода; - вычисление криволинейного интеграла 2-го рода; - связь между криволинейными интегралами 1-го и 2-го рода; - приведение квадратичной формы к каноническому виду.
6	Двойной интеграл. Рассматриваемые вопросы: - понятие двойного интеграла; - свойства двойного интеграла; - вычисление двойного интеграла.
7	Связь двойного и криволинейного интегралов. Рассматриваемые вопросы: - формула Грина; - условие независимости криволинейного интеграла от пути интегрирования; - обобщение теоремы на случай трехмерного пространства.
8	Потенциальное векторное поле. Рассматриваемые вопросы: - циркуляция вектора; - условие потенциальности векторного поля; - вычисление криволинейного интеграла в потенциальном поле.
9	Поверхностные интегралы. Рассматриваемые вопросы: - понятие поверхностного интеграла 1-го рода, физическое истолкование; - понятие односторонние и двусторонние поверхности; - понятие поверхностного интеграла 2-го рода.
10	Общие свойства поверхностных интегралов. Рассматриваемые вопросы: - формула связи между поверхностными интегралами 1-го и 2-го рода; - общие свойства; - теорема о среднем.
11	Поток векторного поля через поверхность. Рассматриваемые вопросы: - основные понятия; - свойства потока вектора через поверхность; - зависимость потока от ориентации поверхности.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
12	Поток вектора через незамкнутую поверхность. Рассматриваемые вопросы: - метод проектирования на одну из координатных плоскостей; - метод проектирования на все координатные плоскости; - поток вектора через замкнутую поверхность, теорема Остроградского-Гаусса.
13	Дивергенция векторного поля. Рассматриваемые вопросы: - основные понятия; - правила вычисления дивергенции; - трубчатое (соленоидальное) поле и его свойства.
14	Циркуляция векторного поля. Рассматриваемые вопросы: - ротор вектора; - теорема Стокса; - инвариантное определение ротора поля; - физический смысл ротора; - правила вычисления ротора.
15	Операторы Гамильтона и Лапласа. Рассматриваемые вопросы: - оператор Гамильтона; - оператор Лапласа; - решение задач.
16	Простейшие векторные поля. Рассматриваемые вопросы: - потенциальные векторные поля; - соленоидальные векторные поля; - гармонические векторные поля.

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Поверхности и линии уровня. Производная по направлению, градиент. В результате практического занятия студент будет иметь представление о линиях уровня, сможет вычислять производную по направлению и градиент.
2	Векторные линии. В результате практического занятия студент сможет находить уравнения векторных линий.
3	Криволинейный интеграл. В результате практического занятия студент будет иметь представления об интегралах первого и второго типа, и их вычислениях.
4	Двойной интеграл. В результате практического занятия студент сможет вычислять двойной интеграл в прямоугольной системе координат.
5	Потенциальное векторное поле. В результате практического занятия студент сможет отвечать на вопрос является ли поле потенциальным, вычислять потенциал.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
6	Поверхностные интегралы. В результате практического занятия студент будет иметь представление о вычислении поверхностных интегралов.
7	Поток векторного поля. Дивергенция. В результате практического занятия студент сможет вычислять дивергенцию и поток вектора через поверхность.
8	Ротор векторного поля. В результате практического занятия студент сможет находить ротор поля и циркуляцию вектора.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Работа с лекционным материалом
2	Подготовка к практическим работам
3	Подготовка к промежуточной аттестации.
4	Подготовка к текущему контролю.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	«Ракул Е. А. Кратные интегралы : учебно-методическое пособие / Е. А. Ракул. — Брянск : Брянский ГАУ, 2020. — 57 с.» (Ракул, Е. А. Кратные интегралы : учебно-методическое пособие / Е. А.Ракул. — Брянск : Брянский ГАУ, 2020. — 57 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-	URL: https://e.lanbook.com/book/172098
2	Теория поля: основные понятия и прикладные задачи : учебное пособие / И. В. Бодрова, А. Б. Дюбуа, Н. В. Елкина, Т. Л. Львова. — Рязань: РГРТУ, 2023. — 96 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. —Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 13. 2023	https://e.lanbook.com/book/439673
3	Белова, И. М. Теория поля. Математический анализ : учебно-методическое пособие / И. М. Белова, Т. А. Манаенкова, В. М. Кессельман. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. — 68 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-	https://e.lanbook.com/book/171438

	библиотечная система. Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 4. 2020	
4	Задачник по высшей математике для вузов : учебное пособие для вузов / В. Н. Земсков, С. Г. Кальней, В. В. Лесин [и др.] ; под редакцией А. С. Пospelов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — ISBN 978-5-507-56264-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 512. 2026	https://e.lanbook.com/book/514706

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>);

Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru);

Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru/>);

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<http://e.lanbook.com/>).

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Операционная система Windows;

Microsoft Office;

MS Teams;

Поисковые системы.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет во 2 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры
«Математическое моделирование
сложных систем» Института
железнодорожного транспорта

Е.В. Родина

Согласовано:

Заведующий кафедрой ВСиКК
и.о. заведующего кафедрой ММСС
Председатель учебно-методической
комиссии

Б.В. Желенков

С.А. Тищенко

Н.А. Андриянова