

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Проректор по учебной работе и
довузовской подготовке**

А.А. Воронов

| | |
|----------------------------|--|
| | Рабочая программа дисциплины (модуля) |
| по дисциплине: | Математические методы решения задач общей физики |
| по направлению: | Информатика и вычислительная техника |
| профиль подготовки: | Программная инженерия передовая инженерная школа радиолокации, радионавигации и программной инженерии кафедра общей физики |
| курс: | 1 |
| квалификация: | бакалавр |

Семестры, формы промежуточной аттестации:

- 1 (осенний) - Дифференцированный зачет
- 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

- лекции: 60 час.
- семинары: 0 час.
- лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Количество контрольных работ, заданий: 2

Программу составили:

- В.Ф. Козлов, канд. физ.-мат. наук, доцент
- Н.В. Сидоренко, канд. физ.-мат. наук, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры общей физики 06.03.2020

Аннотация

В курсе приведены основные сведения (без строгих доказательств) из векторной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, теории обыкновенных дифференциальных уравнений, теории вероятностей и многомерного математического анализа, необходимые для успешного освоения студентами 1 курса программ по общей физике. Приемы практического использования указанных элементов высшей математики демонстрируются на примерах решения типичных для семестровых заданий по общей физике задач.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Изучение общей физики в Московском физико-техническом институте (государственном университете) традиционно начинается в первом семестре с раздела "Механика". Без использования аппаратов дифференциального и интегрального исчисления обучение предмету невозможно. Однако в программах средней школы изучение соответствующих разделов высшей математики не предполагается, а в МФТИ (НИУ) они излагаются последовательно на строгом математическом уровне в течение первых 2-3 лет обучения.

Цель курса – компенсировать указанную несогласованность во времени учебных программ МФТИ по общей физике и высшей математике и дать студентам 1-го года обучения учебного и научно-исследовательского центра по аэромеханике и лектательной технике (УНИЦ АЛТ) необходимый минимум сведений по методам высшей математики, применяемым при решении задач в таких разделах общей физики, как механика, термодинамика и молекулярная физика.

Задачи дисциплины

- ☐ целенаправленное знакомство студентов первого года обучения с основами дифференциального и интегрального исчисления;
- ☐ формирование у студентов навыков решения задач общей физики, предполагающих использование методов высшей математики;
- ☐ формирование у студентов умений и навыков построения математических моделей физических явлений и процессов;
- ☐ демонстрация роли и значения в физических задачах начальных и граничных условий.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- ☐ основные сведения из разделов высшей математики, без которых решение типовых задач из таких разделов общей физики, как механика, термодинамика и молекулярная физика и др., невозможно;
- ☐ ограничения на применение конкретных результатов высшей математики, используемых при решении соответствующих задач общей физики;
- ☐ основные способы построения математических моделей физических явлений и процессов.

уметь:

- ☐ применять соответствующие математические средства для решения задач по механике, термодинамике, молекулярной физике и др. разделам общей физики;
- ☐ строить математические модели физических явлений и процессов, изучаемых в механике, термодинамике, молекулярной физике и др. разделах общей физики;
- ☐ формулировать начальные и граничные условия при постановке соответствующих задач.

владеть:

- ☐ навыками освоения большого объема незнакомой информации;
- ☐ культурой постановки и математического моделирования физических задач;
- ☐ практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

| № | Тема (раздел) дисциплины | Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час. | | | |
|-----------------------|---|---|----------|-----------------|----------------|
| | | Лекции | Семинары | Лаборат. работы | Самост. работа |
| 1 | Векторный анализ в задачах общей физики | 2 | | | |
| 2 | Дифференциальное исчисление в задачах общей физики. Основные сведения. | 10 | | | 5 |
| 3 | Интегральное исчисление и его приложения в задачах общей физики. | 12 | | | 5 |
| 4 | Дискретные математические модели непрерывных физических процессов. Элементы теории обыкновенных дифференциальных уравнений. | 6 | | | 5 |
| 5 | Элементарная статистическая механика | 12 | | | 5 |
| 6 | Элементы многомерного математического анализа в типовых задачах термодинамики | 12 | | | 5 |
| 7 | Применение теории функций двух переменных в равновесной термодинамике. | 6 | | | 5 |
| Итого часов | | 60 | | | 30 |
| Подготовка к экзамену | | 0 час. | | | |
| Общая трудоёмкость | | 90 час., 2 зач.ед. | | | |

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 1 (Осенний)

1. Векторный анализ в задачах общей физики

Системы отсчета и системы координат. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета. Математический аппарат векторного исчисления и его применение в физике. Истинные (полярные) векторы и псевдовекторы (аксиальные векторы). Скалярное и векторное произведения.

2. Дифференциальное исчисление в задачах общей физики. Основные сведения.

1. Прямая и обратная задачи кинематики. Необходимость использования аппаратов дифференциального и интегрального исчисления при решении задач механики. Дифференцирование. Определения дифференциала и производной функции одной независимой переменной. Геометрический смысл дифференциала и производной. Производная суммы, произведения и частного двух функций. Производная сложной функции. Производная обратной функции. Производные основных элементарных функций.

2. Дифференцирование векторных функций и векторов. Использование аппарата векторного исчисления для вычисления производных векторов. Дифференцирование векторов по времени в инерциальных и неинерциальных системах отсчета.

3. Основные сведения о разложении функций в ряды Тейлора. Понятие сходимости степенного ряда – основные сведения. Ряды Тейлора основных элементарных функций.

3. Интегральное исчисление и его приложения в задачах общей физики.

1. Интегрирование. Первообразная и неопределенный интеграл. Таблица основных неопределенных интегралов. Основные способы отыскания неопределенных интегралов: интегрирование подстановкой, разложение на простые дроби рациональных подынтегральных функций, интегрирование по частям.

2. Определенные интегралы. Геометрический смысл определенного интеграла. Геометрические приложения определенного интеграла: площадь под кривой, объем тела вращения, длина кривой, площадь поверхности вращения.

3. Понятие об интегралах по поверхности и объему. Элементарные площади и объемы в прямоугольных декартовых, цилиндрических и сферических координатах.

Вычисление потоков вектора напряженности гравитационного поля через плоские, цилиндрические и сферические поверхности. Нахождение центров масс и центров тяжести твердых тел. Теорема Гюйгенса-Штейнера и теорема о моменте инерции относительно полюса и их применение для нахождения моментов инерции твердых тел.

4. Дискретные математические модели непрерывных физических процессов. Элементы теории обыкновенных дифференциальных уравнений.

1. Дискретные математические модели физических процессов. Переход к дифференциальным уравнениям. Примеры.

2. Комплексные числа. Модуль и аргумент, тригонометрическая форма. Формула Эйлера. Операции с комплексными числами.

3. Основные типы обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) первого порядка, встречающихся в курсе механики, и методы их решения. Однородные и неоднородные ОДУ. Основные способы интегрирования линейных неоднородных ОДУ. Роль начальных и граничных условий.

4. Линейные ОДУ второго порядка с постоянными коэффициентами (однородные и неоднородные) и их решения. Применение в теории колебаний.

Семестр: 2 (Весенний)

5. Элементарная статистическая механика

1. Факториал и формула Стирлинга. Производная факториала при больших значениях аргумента.

2. Степенные ряды, зависящие от параметра. Критерии сходимости. Суммирование, дифференцирование и интегрирование степенных рядов, зависящих от параметра.

3. Биноминальное распределение. Распределения Пуассона и Гаусса как предельные формы биномиального распределения. Их основные свойства.

4. Несобственные интегралы, зависящие от параметра – основные сведения и признаки сходимости. Интеграл Пуассона и его применение в статистической физике. Производные интеграла Пуассона по параметру.

6. Элементы многомерного математического анализа в типовых задачах термодинамики

1. Функции нескольких переменных. Первые частные производные функций нескольких переменных. Дифференцируемость функции нескольких переменных в точке, дифференциал. Необходимые и достаточные условия дифференцируемости. Локальные экстремумы функций нескольких переменных. Полный дифференциал.

2. Градиент функции нескольких переменных – геометрический смысл, производная по направлению.

3. Частные производные высших порядков функций двух переменных. Независимость смешанной частной производной от порядка дифференцирования для функций, имеющих полный дифференциал.

Основные сведения из теории линейных дифференциальных уравнений в частных производных.

7. Применение теории функций двух переменных в равновесной термодинамике.

Термодинамические потенциалы и их свойства. Вывод основных термодинамических тождеств и соотношений Максвелла.

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

Лекционная аудитория.

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Основы физики. Курс общей физики [Текст] : в 2 т. Т. 1 : Механика, электричество и магнетизм, колебания и волны, волновая оптика : учебник для вузов / А. С. Кингсеп, Г. Р. Локшин, О. А. Ольхов .— М. : Физматлит, 2001 .— 560 с.
2. Общий курс физики [Текст] : в 5 т. Т. 1 : Механика : учеб. пособие для вузов / Д. В. Сивухин .— 4-е изд., стереотип. — М. : Физматлит, 2002, 2006, 2010, 2014 .— 560 с. — 560 с.
3. Общий курс физики [Текст] : в 5 т. Т. 2 : Термодинамика и молекулярная физика : учеб. пособие для вузов / Д. В. Сивухин .— 4-е изд., стереотип. = 3-е изд., испр. и доп. — М. : Физматлит : МФТИ, 1990, 2003 .— 576 с. — 576 с.
4. Сборник задач по общему курсу физики [Текст] : в 3 ч. Ч. 1 : Механика. Термодинамика и молекулярная физика : учеб. пособие для вузов / под ред. В. А. Овчинкина .— 2-е изд., испр. и доп. — М. : МФТИ, 2002 .— 448 с
5. Задачи по общей и прикладной физике [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / В. Ф. Козлов [и др.] .— Долгопрудный : Интеллект, 2015 .— 456 с.
6. Краткий курс математического анализа [Текст] : в 2-х т. : учебник для студ.вузов : рек.М-вом обр.РФ. Т.1. Дифференциальное и интегральное исчисления функций одной переменной.Ряды / Л. Д. Кудрявцев .— 3-е изд., перераб. — М. : Физматлит, 2000, 2002, 2003, 2005 .— 400с.
7. Курс математического анализа [Текст] : учебник для вузов / С. М. Никольский .— 5-е изд., перераб. — М. : Физматлит, 2000 .— 592 с.
8. Курс лекций по теории обыкновенных дифференциальных уравнений [Текст] : учеб. пособие для вузов / Л. П. Купцов, В. С. Николаев ; М-во образов. РФ, Моск. физ.-техн. ин-т(гос.ун-т) .— М. : МФТИ, 2003 .— 271с.
9. Зельдович Я.Б. Высшая математика для начинающих и ее приложения к физике. 6-е изд., испр. и доп., — М.: Физматлит, 2010.

Дополнительная литература

1. Методы решения задач в общем курсе физики. Механика [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / В. П. Корявов .— М. : Высшая школа, 2007 .— 375 с.
2. Методы решения задач в общем курсе физики. Термодинамика и молекулярная физика [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. П. Корявов .— 2-е изд., испр. — М. : Студент, 2013 .— 358 с.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://lib.mipt.ru/> - электронная библиотека Физтеха.
2. <https://mipt.ru/education/chair/physics/index.php> – сайт кафедры общей физики.
3. <http://www.exponenta.ru> - образовательный математический сайт.
4. <http://mathnet.ru> - общероссийский математический портал.

5. <http://www.edu.ru> - федеральный портал «Российское образование».
6. <http://benran.ru> -библиотека по естественным наукам Российской академии наук.
7. <http://www.i-exam.ru> - единый портал Интернет-тестирования в сфере образования.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

На лекционных занятиях могут использоваться мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций.

Для самоконтроля и коррекции знаний обучающиеся могут использовать компьютерное тестирование, в том числе на портале www.i-exam.ru.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Студент, изучающий факультативный курс “Математические методы решения задач общей физики”, должен овладеть основными математическими методами решения задач из таких разделов общей физики, как механика, термодинамика, молекулярная физика и др.

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы,
- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебникам, задачникам и учебно-методической литературе);
- решение задач, предлагаемых студентам на лекциях.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

| | |
|----------------------------|--|
| по направлению: | Информатика и вычислительная техника |
| профиль подготовки: | Программная инженерия передовая инженерная школа радиолокации, радионавигации и программной инженерии кафедра общей физики |
| курс: | 1 |
| квалификация: | бакалавр |

Семестры, формы промежуточной аттестации:

- 1 (осенний) - Дифференцированный зачет
- 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Разработчики:

В.Ф. Козлов, канд. физ.-мат. наук, доцент
Н.В. Сидоренко, канд. физ.-мат. наук, доцент

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Математические методы решения задач общей физики» обучающийся должен:

знать:

- ☐ основные сведения из разделов высшей математики, без которых решение типовых задач из таких разделов общей физики, как механика, термодинамика и молекулярная физика и др., невозможно;
- ☐ ограничения на применение конкретных результатов высшей математики, используемых при решении соответствующих задач общей физики;
- ☐ основные способы построения математических моделей физических явлений и процессов.

уметь:

- ☐ применять соответствующие математические средства для решения задач по механике, термодинамике, молекулярной физике и др. разделам общей физики;
- ☐ строить математические модели физических явлений и процессов, изучаемых в механике, термодинамике, молекулярной физике и др. разделах общей физики;
- ☐ формулировать начальные и граничные условия при постановке соответствующих задач.

владеть:

- ☐ навыками освоения большого объёма незнакомой информации;
- ☐ культурой постановки и математического моделирования физических задач;
- ☐ практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

В течение семестра текущий контроль осуществляется путем собеседований преподавателя-семинариста с обучающимся и оценки его уровня математической подготовки при сдаче заданий.