

№6

Минобрнауки России
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕН-
НЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт физики

УТВЕРЖДАЮ
Директор института физики
С.Б. Вениг



23 06 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины
Математические основы физики**

Направление подготовки бакалавриата
09.03.02 «Информационные системы и технологии»


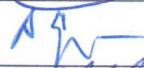
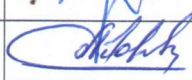
Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

очная

Саратов, 2023 г.

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Савин Дмитрий Владимирович		19.06.23
Председатель НМС	Скрипаль Анатолий Владимирович		21.06.23
Заведующий кафедрой	Короновский Алексей Александрович		19.06.23
Специалист Учебно-го управления			

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Математические основы физики» являются:

1. развитие на начальном этапе обучения компетенций в соответствии с требованиями учебного плана и ФГОС ВО по направлению подготовки «Информационные системы и технологии»;
2. ознакомление студентов с особенностями основных математических методов физических и естественнонаучных исследований;
3. приобретение навыков самостоятельного решения прикладных задач.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Математические основы физики» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана ООП и изучается студентами дневного отделения института физики СГУ, обучающимися в бакалавриате направления 09.03.02 «Информационные системы и технологии», в течение 3 учебного семестра. Для усвоения дисциплины обучаемый должен обладать знаниями в рамках дисциплин «Математический анализ и ТФКП», «Аналитическая геометрия и линейная алгебра», «Механика», «Введение в математические основы физики», изучаемых в 1 и 2 семестрах в соответствии с учебным планом подготовки бакалавров по направлению «Информационные системы и технологии».

Дисциплина «Математические основы физики» содержит описание теоретических методов и приемов, знание которых необходимо уже на ранней стадии обучения для освоения ООП по направлению «Информационные системы и технологии».

Методически курс построен так, чтобы дать представление о том, как нужно бакалавру на практике пользоваться математическим аппаратом.

3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ИД-1ОПК-1 применяет знания в области основ математики, физики, вычислительной техники и программирования ИД-2ОПК-1 решает стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования ИД-3ОПК-1 осуществляет теоретическое и экспериментальное исследование объектов профессиональной деятельности	<u>Знает</u> определения собственного вектора и собственного числа матрицы и способы их расчёта, способы записи комплексных чисел, основные свойства функций комплексного переменного, способ представления тригонометрических функций через показательные функции, основные правила действий с комплексными амплитудами, основные свойства рядов и преобразования Фурье, основные свойства дельта-функции. <u>Умеет</u> находить собственные числа и собственные векторы матриц 2x2 и 3x3, записывать комплексные числа в показательной форме и произво-

		<p>дять с ними в этой форме основные операции, работать с гиперболическими функциями, определять комплексную амплитуду гармонического сигнала, осуществлять простейшие операции с дельта-функцией.</p> <p><u>Владеет</u> навыками решения задач, связанных с расчётом собственных чисел и векторов матриц, операциями с комплексными числами и функциями комплексного переменного, использованием дельта-функции.</p>
<p>ОПК-8. Способен применять математические модели, методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем</p>	<p>ИД-1ОПК-8 ориентируется в методологии и основных методах математического моделирования, классификации и условиях применения моделей, методах и средствах проектирования информационных и автоматизированных систем, инструментальных средствах моделирования и проектирования</p> <p>ИД-2ОПК-8 проводит моделирование процессов и систем с применением современных инструментальных средств</p> <p>ИД-3ОПК-8 способен к моделированию и проектированию информационных и автоматизированных систем</p>	<p><u>Знает</u> способы математического описания колебательных систем, принципы применения комплексных амплитуд при анализе цепей переменного тока, основы гармонического анализа функций, способы применения преобразования Фурье для анализа систем, заданных дифференциальными уравнениями, виды зависимостей, встречающихся в физике, свойства спектров дельта-импульса и бесконечного гармонического сигнала, метод решения задач через функцию Грина.</p> <p><u>Умеет</u> производить линеаризации уравнений колебательной системы вблизи положения равновесия и проводить анализ его устойчивости, применять гиперболические функции для описания движения осциллятора вблизи седлового положения равновесия, выполнять операции с комплексными сигналами, раскладывать периодическую функцию в ряд Фурье, описывать разрывные функции и производные при помощи дельта-функции</p> <p><u>Владеет</u> навыками решения задач, связанных с анализом устойчивости положения равновесия колебательных систем, работой с комплексными амплитудами гармонических сигналов, преобразованием Фурье, применением дельта-функции к физическим и техническим приложениям.</p>

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах				СРС	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Всего	Лекции	Практические занятия			
						Общая трудоемкость	Из них – практическая подготовка		
1.	Собственные числа и собственные векторы матриц	3	1-5	21	-	10	-	11	Выполнение домашних заданий Проверочная работа
2.	Комплексные числа в физике и технике	3	6-12	29	-	14	-	15	Выполнение домашних заданий Проверочная работа
3.	Основы гармонического анализа функций	3	13-14	9	-	4	-	5	Выполнение домашних заданий Проверочная работа
4.	Специальные функции	3	15-17	13	-	6	-	7	Выполнение домашних заданий Проверочная работа
	Промежуточная аттестация	3							Зачёт
	Итого	3	17	72		34		38	

Содержание учебной дисциплины

3 семестр

Раздел 1. Собственные числа и собственные векторы матриц

1.1. Основные представления о собственных числах и векторах матриц

Повторение основных сведений о матрицах. Произведение матриц, умножение квадратной матрицы на вектор.

Определение собственного числа и собственного вектора. Алгоритм нахождения собственных чисел на примере матрицы 2×2 . Характеристическое уравнение. След и определитель двумерной матрицы, их связь с собственными числами. Нахождение собственных векторов.

Матрица как оператор. Запись матриц в различных базисах. Столбцы матрицы как результат действия оператора на базисные векторы. Инвариантность

собственных чисел, инварианты матриц. Представление матрицы в собственном базисе (спектральное, или каноническое, разложение).

Количество собственных чисел и векторов у матриц 2×2 . Примеры матриц с числом собственных векторов меньше 2: различные случаи. Преобразование подобия.

1.2. Собственные числа и собственные векторы для матриц размерности более 2

Расчёт собственных чисел и собственных векторов матрицы 3×3 . Кратные собственные числа, вырожденные задачи: соответствие двух разных собственных векторов одному кратному собственному числу. Примеры матриц с менее чем 3 собственными векторами.

1.3. Применение аппарата собственных чисел и векторов к анализу поведения колебательных систем на примере систем с размерностью фазового пространства 2

Способы математического описания колебательных систем: дифференциальные уравнения и дискретные отображения. Определение неподвижной точки в том и в другом случае. Линеаризация уравнений в окрестности неподвижной точки и получение линейного оператора, собственные числа и векторы этого оператора. Физический смысл собственных чисел и векторов, условия устойчивости. Разложение вектора возмущения по собственным векторам. Пример: седловая точка линейного осциллятора в консервативном и диссипативном случае. Расчёт собственных чисел и векторов для различных положений равновесия. Седловая точка в отображении «кот Арнольда».

1.4. Анализ неподвижных точек систем размерности 3

Системы с точками типа седло-узел и седло-фокус, устройство фазового пространства в окрестности таких точек. Система Лоренца: уравнения, линеаризация, неподвижные точки.

Раздел 2. Комплексные числа в физике и технике

2.1. Основы работы с комплексными числами

Алгебраическая, тригонометрическая и показательная формы комплексного числа, модуль и аргумент комплексного числа. Формула Эйлера и обоснование её справедливости. Простейшие операции с комплексными числами в показательной форме: умножение, деление, возведение в степень, извлечение корней. Логарифм комплексного числа.

2.2. Функции комплексного аргумента

Представление тригонометрических функций через показательные функции. Тригонометрические функции мнимого аргумента, гиперболические синус, косинус и тангенс. Свойства гиперболических функций и действия с ними: построение графиков, разложение в ряды, дифференцирование, алгебраические операции.

Применение гиперболических функций для анализа неустойчивого положения равновесия, связь решений через экспоненты и через гиперболические функции.

Операция комплексного сопряжения. Аналитичность функций вещественного и комплексного переменного. Дифференцирование функций комплексного

аргумента. Независимость производной от направления, условия Коши-Римана. Гармонические функции. Проверка аналитичности основных операций.

2.3. Комплексные амплитуды

Представление гармонических колебаний как вещественной части комплексной экспоненты и как суммы двух комплексно сопряжённых экспонент, эквивалентность этих представлений для линейных преобразований. Операции с комплексными сигналами: сложение гармонических колебаний с разными фазами, дифференцирование, интегрирование. Вычисление средних величин: расчёт среднего значения и среднего значения квадрата гармонической функции с вещественной и комплексной амплитудой. Среднее значение произведения гармонических сигналов.

Применение комплексных амплитуд при анализе цепей переменного тока: вращение векторов тока и напряжения на комплексной плоскости, импеданс, активные и реактивные сопротивления.

Медленно меняющиеся амплитуды. Дополнительное условие на комплексные амплитуды.

Раздел 3. Основы гармонического анализа функций

Нелинейные преобразования сигналов, перемножение гармонических сигналов на разных частотах: появление гармоник.

Гармонический анализ функций. Гармоники и субгармоники. Периодическая функция и её разложение в ряд Фурье. Частотный спектр функции: дискретный и непрерывный. Непрерывное преобразование Фурье и его свойства, спектральная плотность. Примеры разложения периодических функций в ряд Фурье, возникновение бесконечного числа гармоник.

Применение преобразования Фурье для анализа вынужденных колебаний осциллятора.

Раздел 4. Специальные функции

Виды зависимостей, встречающихся в физике: функции, операторы, функционалы. Примеры операторов и функционалов.

Необходимость описания разрывных функций, а также функций, принимающих бесконечные значения в точке: математическая запись идеализированных моделей. Примеры моделей и ситуаций, требующих введения таких функций.

Задача об импульсном воздействии на тело. Предельный переход при уменьшении времени действия импульса: дельта-функция Дирака. Её определение и основные свойства. Функции, допускающие предельный переход к дельта-функции. Примеры расчёта величин с помощью дельта-функции.

Описание разрывных функций и их производных через дельта-функцию. Дифференцирование дельта-функции. Обобщение дельта-функции на многомерный случай.

Дельта-функция и преобразование Фурье. Спектры дельта-импульса и бесконечного гармонического сигнала.

Функция Грина. Решение задачи о движении тела под действием произвольной силы через функцию Грина.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки «Информационные системы и технологии» реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций, работа над проектами) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Эффективность применения интерактивных форм обучения обеспечивается реализацией следующих условий:

1. создание диалогического пространства в организации учебного процесса;
2. использование принципов социально-психологического обучения в учебной и внеучебной деятельности;
3. мониторинг личностных особенностей и профессиональной направленности студентов;
4. формирование психологической готовности преподавателей к использованию интерактивных форм обучения, направленных на развитие внутренней активности студентов.

Использование интерактивных форм и методов обучения направлено на достижение ряда важнейших образовательных целей:

4. стимулирование мотивации и интереса в области анализа сложных систем и обработки данных и в общеобразовательном, общекультурном и профессиональном плане;
5. повышение уровня активности и самостоятельности обучающихся;
6. развитие навыков анализа, критичности мышления, взаимодействия, коммуникации;
7. саморазвитие и развитие обучающихся благодаря активизации мыслительной деятельности и диалогическому взаимодействию с преподавателем и другими участниками образовательного процесса.

При освоении дисциплины в учебном процессе используется интерактивная форма проведения практических занятий, и в целом по дисциплине они составляют 100% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа не предусмотрены.

В институте предусмотрена также возможность получения высшего образования *гражданами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами*. В данном случае при изучении дисциплины применяются следующие адаптивные технологии:

1. индивидуальные консультации;
2. педагогическое сопровождение учебного процесса студентов с ограниченными возможностями здоровья в зависимости от нозологий, например, опорные конспекты материалов занятий для студентов с патологиями слуха, аудиозаписи занятий для студентов с патологиями зрения;
3. увеличение времени на 30% при подготовке к ответу во время промежуточной аттестации.

4. предоставление инвалидам по зрению или слабовидящим возможностей использовать крупноформатные наглядные материалы;
5. организация коллективных занятий в студенческих группах с целью оказания помощи в получении информации инвалидам и лицам с ограниченными возможностями по здоровью;
6. проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья;
7. использование индивидуальных графиков обучения;
8. использование дистанционных образовательных технологий.

Методы обучения, применяемые при изучении дисциплины, способствуют закреплению и совершенствованию знаний, овладению умениями и получению навыков работы с литературой и представления своих результатов.

6. Учебно-методическое обеспечение работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Важную роль при освоении дисциплины играет **самостоятельная работа** студентов. Самостоятельная работа способствует:

- углублению и расширению знаний;
- формированию интереса к познавательной деятельности;
- овладению приёмами процесса познания;
- развитию познавательных способностей.

Самостоятельная работа студентов имеет основную цель – обеспечить качество подготовки выпускников в соответствии с требованиями основной образовательной программы по направлению подготовки бакалавров «Информационные системы и технологии».

К самостоятельной работе относятся:

1. самостоятельная работа на практических занятиях;
2. внеаудиторная самостоятельная работа.

В процессе обучения предусмотрены следующие виды самостоятельной работы обучающегося:

1. подготовка к практическим занятиям;
2. выполнение домашних заданий;
3. изучение литературы;
4. подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.

Студент организует самостоятельную работу в соответствии с рабочим учебным планом и графиком, рекомендованным преподавателями по дисциплине и научным руководителем. Студент должен выполнить объем самостоятельной работы, предусмотренный рабочим учебным планом, максимально используя возможности индивидуального, творческого и научного потенциала для освоения образовательной программы в целом.

Студенту при выполнении самостоятельной работы следует:

1. Внимательно изучить материалы, характеризующие курс и тематику самостоятельного изучения. Это позволит четко представить как круг, изучаемых тем, так и глубину их постижения.

2. Составить подборку литературы, достаточную для изучения предлагаемых тем. Списки литературы носят рекомендательный характер: это означает, что всегда есть литература, которая может не входить в данный список, но является необходимой для освоения темы. При этом следует иметь в виду, что нужна литература различных видов:

1. учебники, учебные и учебно-методические пособия;
2. монографии, сборники научных статей, публикации в журналах, любой эмпирический материал;
3. справочная литература – энциклопедии, словари, тематические, терминологические справочники, раскрывающие категориально-понятийный аппарат.

3. Основное содержание той или иной проблемы следует уяснить, изучая учебную литературу. Работа с учебником требует постоянного уточнения сущности и содержания категорий посредством обращения к энциклопедическим словарям и справочникам.

4. Абсолютное большинство проблем носит не только теоретический, умозрительный характер, но самым непосредственным образом выходят на жизнь, они тесно связаны с практикой социального развития, преодоления противоречий и сложностей в обществе. Это предполагает наличие у студентов не только знания категорий и понятий, но и умения использовать их в качестве инструмента для анализа различных проблем. Иными словами, студент должен совершать собственные интеллектуальные усилия, а не только механически заучивать понятия и положения.

5. Соотнесение изученных закономерностей с жизнью, умение достигать аналитического знания предполагает развитие у студента мировоззренческой культуры. Формулирование выводов осуществляется прежде всего в процессе творческой дискуссии, протекающей с соблюдением методологических требований к научному познанию.

Контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации, задания для самостоятельной работы, лабораторных занятий приведены в приложении «Фонд оценочных средств дисциплины «Математические основы физики».

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
3	0	0	20	40	0	0	40	100

Программа оценивания учебной деятельности студента

3 семестр

Лекции

Не предусмотрены.

Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

Практические занятия

Оценивается выполнение проверочных работ на занятиях (до 10 баллов) и участие в обсуждениях и решении задач во время практических занятий в течение семестра (до 10 баллов); максимальный балл за практические занятия — **20**.

Самостоятельная работа

Самостоятельная работа студентов заключается в выполнении домашних заданий — самостоятельном решении задач по материалам практических занятий. Оценивается качество и своевременность выполнения заданий, максимальный балл за семестр — **40**.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности

Не предусмотрены.

Промежуточная аттестация

Зачёт проводится в форме контрольной работы. Каждая задача контрольной работы оценивается в баллах, максимальная сумма баллов, которую может получить студент за прохождение промежуточной аттестации — **40**.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 3 семестр по дисциплине «Математические основы физики» составляет **100** баллов.

Таблица 2.1. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Математические основы физики» в оценку:

60-100 баллов	«зачтено»
0-59 баллов	«не зачтено»

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) литература:

1. Зельдович, Я.Б. Элементы прикладной математики : учебник / Я.Б. Зельдович, А.Д. Мышкис. - М. : Лань, 2002. - 592 с. Экз. в ЗНБ: 4.
(М. : Физматлит, 2008. - 592 с. ЭБС «Инфра-М»
URL <http://znanium.com/catalog/document/?pid=944876&id=303193>)
2. Кряквин, В.Д. Линейная алгебра в задачах и упражнениях : учебное пособие / В.Д. Кряквин. - С.-Пб. : Лань, 2016. - 592 с.
ЭБС «Лань», URL: <https://e.lanbook.com/book/72583>
3. Кузнецов, А.П. Нелинейные колебания / А.П. Кузнецов, С.П. Кузнецов, Н.М. Рыскин. - М. : Физматлит, 2002. - 292 с. Экз. в ЗНБ: 131.
4. Ганичева, А.В. Основы теории функций комплексного переменного. Операционное исчисление : учебное пособие / А.В. Ганичева. - Тверь : ТвГТУ, 2020. - 128 с. ЭБС «Лань», URL: <https://e.lanbook.com/book/171320>

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Интернет-ресурсы

1. Зельдович, Я.Б. Высшая математика для начинающих физиков и техников / Я.Б. Зельдович, И.М. Яглом. - М. : Наука, 1982. Книга доступна в библиотеке Московского центра непрерывного математического образования, URL <http://ilib.mccme.ru/djvu/zeld-yag.htm>

Программное обеспечение

2. OS MS Windows
3. Adobe Acrobat Reader
4. MS Office

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Мультимедийное оборудование;
2. Компьютерное оборудование с лицензионным или свободно распространяемым программным обеспечением.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 09.03.02 Информационные системы и технологии

Автор: доцент кафедры физики открытых систем, к.ф.-м.н. Д.В. Савин.

Программа одобрена на заседании кафедры физики открытых систем от 21 сентября 2021 года, протокол № 2.

Программа актуализирована на заседании кафедры физики открытых систем от 19 июня 2023 года, протокол № 11.