

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ФИЗИКА

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

Декан физико-математического факультета

_____/ Нальгиева М. А.
от « 12 » 03 2025 г.

_____/ Кульбужев Б. С.
от « 14 » 03 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.В.13 Физическая кинетика

(индекс дисциплины по учебному плану, наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки (бакалавриат)

03.03.02 Физика

(код, наименование)

Направленность

Физика конденсированного состояния

(наименование профиля, магистерской программы, специализации)

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения очная

(очная, заочная, очно-заочная)

Магас, 2025г.

1. Цели и задачи учебной дисциплины

Физическая кинетика - это один из разделов теоретической физики, который является основным в общей системе современной подготовки физиков – профессионалов. Задачей дисциплины является создание фундаментальной базы знаний, на основе которой в дальнейшем можно развивать более углубленное и целеустремленное изучение разделов физики в рамках теоретической физики – специализированных дисциплин. Первая - это мировоззренческая и методологическая направленность курса. Необходимо формировать у студентов единую, стройную, логически непротиворечивую физическую картину окружающего нас мира природы. Для этого необходимо обобщить экспериментальные данные и на их основе произвести построение моделей наблюдаемых явлений со строгим обоснованием приближений и рамок, в которых эти модели действуют. Во вторых, в рамках единого подхода классической физики необходимо рассматривать все основные явления и процессы происходящие в природе, установить связь между ними, вывести основные законы и получить их выражения в виде математических уравнений, в третьих, необходимо научить студентов самостоятельно применять полученные теоретические знания для решения конкретных задач с последующим анализом и оценкой полученных результатов.

Студент должен познакомиться с некоторыми методами, применяемыми к описанию наблюдаемых физических явлений и приобрести навыки самостоятельных научных исследований, включая формирование навыков изучения научной физической литературы.

№ п/п	Код профессионального стандарта	Наименование области профессиональной деятельности. Наименование профессионального стандарта
01 Образование и наука		
1.	01.001	Профессиональный стандарт «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18 октября 2013 г. № 544н(зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 6 декабря 2013 г., регистрационный №30550), с изменением, внесенным приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 5 августа 2016г.№422н (зарегистрирован Министерством юстиции РФ 23 августа 2016г., регистрационный № 43326)
2.	01.003	Профессиональный стандарт «Педагог дополнительного образования детей и взрослых», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 5 мая 2018г. № 298н (зарегистрирован Министерством юстиции РФ 28 августа 2018г., регистрационный № 52016

Формируемые дисциплиной знания и умения готовят выпускника данной образовательной программы к выполнению следующих обобщенных трудовых функций:

Код и наименование профессионального стандарта	Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
	Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень (подуровень) квалификации
01.001 Педагог (педагогическая деятельность в	А	Педагогическая деятельность по проектированию и	6	Общепедагогическая функция. Обучение	А/01.6	6

дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель)		реализации образовательного процесса образовательных организациях дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования		Воспитательная деятельность	A/02.6	6
				Развивающая деятельность	A/03.6	6
	<i>В</i>	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации основных общеобразовательных программ	6	Педагогическая деятельность по реализации программ основного и среднего общего образования	В/03.6	6

Перечень задач профессиональной деятельности выпускников:

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности (или области знания)
01 Образование	Педагогический	Разработка и реализация образовательных программ СПО и программ ДО	Образовательные программы и образовательный процесс в системе СПО и ДО
06 Связь, информационные и коммуникационные технологии	Научно-исследовательский	Исследование, разработка, внедрение и сопровождение информационных технологий и систем	Информационные процессы, технологии, системы и сети, их инструментальное (программное, техническое, организационное) обеспечение, способы 6 и методы проектирования, отладки, производства и эксплуатации информационных технологий и систем в различных областях и сферах цифровой экономики

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата.

Физическая кинетика является базовой дисциплиной Б1.В.12.

Дисциплина изучается на 4 курса 8 семестре.

При изучении физической кинетики используются знания:

а) по всему объему общей физики (механика, молекулярная физика, электричество и магнетизм, оптика, атомная и ядерная физика);

б) разделы теоретической физики: теоретическую механику, электродинамику основные положения квантовой механики, термодинамику и статистическую физику, физическую кинетику;

в) основные сведения из математического анализа, т.е. умение дифференцирования, интегрирования, методы решения дифференциальных уравнений обыкновенных и в частных производных, теория вероятности, математическая статистика, аналитическая геометрия, высшая алгебра.

Курс посвящен проблемам процессов в статистически неравновесных системах. Освоение дисциплины «Физическая кинетика» необходимо для специалистов в области изучения плазмы, а также при решении прикладных задач математической физики.

Таблица 2.1.

Связь дисциплины «Физическая кинетика» с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения.

Код дисциплины	Дисциплины, предшествующие дисциплине «Физическая кинетика»	Семестр
Б1.О.06.01	Мат.анализ	1,2,3
Б1.О.06.02	Аналитическая геометрия и линейная алгебра	1,2
Б1.О.06.04	Диф.уравнения	3
Б1.О.06.06	Теория вероятности и математическая статистика	5
Б1.О.09	Общая физика	1,2,3,4,5,6
Б.1.О.16	Теоретическая механика. Механика сплошных сред	4,5
Б.1.О.17	Квантовая теория	7
Б.1.В.12	Статистическая физика	7

Таблица 2.3.

Связь дисциплины «Физическая кинетика» со смежными дисциплинами

Код дисциплины	Дисциплины, смежные с дисциплиной «Физическая кинетика»	Семестр
Б.1.В.ДВ.07.01	Методы исследования твердых тел	8

3. Результаты освоения дисциплины (модуля) – Физическая кинетика

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Код компетен-ц	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции	В результате освоения дисциплины обучающийся
----------------	--------------------------	----------------------------------	----------------------------------------------

ии		(закрепленный за дисциплиной)	должен:
УК-1	УК-6. Способен осуществить поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач. образования в течение всей жизни	<p>УК-1.1.. Анализирует задачу, выделяя ее базовые соотношения.</p> <p>УК-1-2. Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи по различным вопросам.</p> <p>УК-1-3. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов.</p> <p>УК-1-4. При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точки зрения.</p> <p>УК-1-5. Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.</p>	<p>Знать: Анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие</p> <p>Уметь: Осуществлять поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов</p> <p>Владеть: При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения</p>
ПК -3	Способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин.	<p>ПК3.1. Владеет возможностями современных научных методов на уровне, необходимом для постановки и решения задач, имеющих естественно-научное содержание.</p> <p>ПК 3.2. Умеет выбирать наиболее эффективные методы решения основных задач, встречающихся в физике.</p> <p>ПК-3.3. Знает способы определения видов и типов профессиональных задач, структурирования задач различных групп..</p>	<p>Знать: способы определения видов и типов профессиональных задач, а также методы их решения при проведении физических исследований</p> <p>Владеть: методами нахождения, отбора и объединения различных методов проведения физических исследований.</p> <p>Уметь: осмысленно выбирать научный метод проведения физических исследований.</p>

4. Структура и содержание дисциплины «Физическая кинетика»
4.1. Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	8 семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)									Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)						
			Контактная работа					Самостоятельная работа				Собеседование	Коллоквиум	Проверка тестов	Проверка контрол. работ	Проверка реферата	Проверка эссе и иных творческих работ	курсовая работа (проект)
			Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Др. виды контакт. работы	Всего	Курсовая работа(проект)	Подготовка к экзамену	Другие виды самостоятельной работы							
1.	Раздел 1.																	
1.	Основные понятия физической кинетики. Число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул в газах.	21	6	4	2			2		1	1	+						
2	Явления переноса в газах. Физическая кинетика диффузии. Закон Фика. Вывод закона Ньютона для силы вязкого трения.	28	8	4	4			2		2	2	+						
3	Коэффициенты переноса. Молекулярное течение. Эффузия газов. Понятие о вакууме.	20	6	4	2			2		2	2	+	+					
4	Уравнение Смолуховского. Принцип детального равновесия .	20	6	4	2			4		2	2	+		+	+			
5	Уравнение Фокера-Планка. Броуновское движение	20	6	4	2			4		2	2	+						
6	Уравнение кинетического баланса. Вывод формулы Планка по Эйнштейну	20	6	4	2			4		2	2	+			+			
7	Кинетическое уравнение Больцмана ..	20	6	4	2			4		2	2	+						

8	Уравнение Боголюбова. Вывод уравнения Больцмана по Боголюбову. Стадии эволюции неравновесной системы.	20	6	4	2			4		2	2	+						
9	Безразмерная форма уравнений Боголюбова. Свободно-молекулярное течение	20	6	4	2			4		2	2	+	+	+				
10	Уравнения самосогласованного поля. Бесстолкновительная плазма	20	6	4	2			4		2	2	+		+				
11	Уравнения самосогласованного поля. Бесстолкновительная плазма	20	6	4	2			4		2	2	+			+	+		
12	Законы сохранения и закон возрастания энтропии.	24	8	4	4			2		2	2	+			+	+		
13	Локальное равновесие	20	6	4	2			2		2	2	+						
14	Кинетическое уравнение для плазмы	20	6	4	2			4		2	2	+						
15	Уравнения газовой динамики. Уравнения баланса массы, импульса, энергии, энтропии	20	6	4	2			4		2	2	+		+	+			
16	Малые отклонения от равновесия. Принцип Онсагера. Состояния, далекие от равновесия.	20	6	4	2			4		2	2	+	+			+		
	Общая трудоемкость, в часах	144	90	54	36			54		27	27	Промежуточная аттестация						
												Форма						
												Зачет						+
												Зачет с оценкой						
												Экзамен						

4.2. Содержание дисциплины (модуля)

Основные понятия физической кинетики. Число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул в газах.

Явления переноса в газах. Физическая кинетика диффузии. Закон Фика. Вывод закона Ньютона для силы вязкого трения.

Теплопроводность газов. Закон Фурье..

Коэффициенты переноса. Молекулярное течение. Эффузия газов. Понятие о вакууме.

Уравнение Смолуховского. Принцип детального равновесия .

Уравнение Фокера-Планка. Броуновское движение.

Уравнение кинетического баланса. Вывод формулы Планка по Эйнштейну

Кинетическое уравнение Больцмана .

Уравнение Боголюбова. Вывод уравнения Больцмана по Боголюбову. Стадии эволюции неравновесной системы.

Безразмерная форма уравнений Боголюбова. Факторизация и корреляционные функции.
Свободно-молекулярное течение.
Уравнения самосогласованного поля. Бесстолкновительная плазма.
Колебания электронной плазмы.
Законы сохранения и закон возрастания энтропии.
Локальное равновесие. Локальное равновесие в потенциальном поле.
Кинетическое уравнение для плазмы.
Уравнения газовой динамики.
Уравнения баланса массы, импульса, энергии, энтропии
Малые отклонения от равновесия. Принцип Онсагера. Состояния, далекие от равновесия.
Следствия соотношений Онсагера. Теорема о минимуме производства энтропии для стационарных состояний.

Практические занятия.

1. Найти производство энтропии при процессе перехода теплоты от одного тела к другому.
2. Определить производство энтропии в электрической цепи.
3. Рассмотреть применение принципа Ле Шателье для случая стационарного состояния при термодиффузии.
4. Выразить коэффициенты Пельте, Томпсона и термоэлектродвижущие силы через поток энтропии, вызванные движением заряженных частиц.
5. Вычислить среднюю энергию, переносимую молекулами газа Кнудсена при прохождении через малые отверстия, соединяющие два резервуара с газом.
6. Для системы с фиксированным числом частиц получить оценку для дисперсии температуры (A) при условии $V = \text{const}$ и $P = \text{const}$.
7. Оценить ЭДС шума сопротивления в полосе частот Δ , используя в качестве схемы модель замкнутого (или разомкнутого) сопротивления.
8. С помощью кинетического уравнения с релаксационным членом оценить коэффициент диффузии в приближении постоянной величины времени свободного пробега τ .
9. Исходя из уравнения Эйнштейна-Фокера-Планка, определить средний квадрат смещения броуновской частицы, находящейся в поле силы тяжести.
10. Частицы диффундируют в стационарном режиме через одномерный потенциальный барьер $U(x)$. Найти плотность потока частиц, если известна плотность числа частиц в сечениях x_1 и x_2 .
11. Легкий маятник совершает случайные колебания под действием ударов молекул воздуха. Длина маятника L , масса m , случайный угол отклонения от вертикали ϕ . Найти $\langle \phi \rangle$ и $\langle \phi^2 \rangle$, считая средние отклонения маятника малыми.
12. Найти среднеквадратичную флуктуацию дипольного момента газа, состоящего из жестких электрических диполей.

5. Образовательные технологии

В течение семестра студенты посещают лекции, решают задачи, указанные преподавателем, к каждому семинару. В семестре проводятся контрольные работы (на семинарах). Зачет выставляется после решения всех задач контрольных работ, выполнения домашних и самостоятельных работ. При проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской. Обучающие и контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере ИнГГУ, к которым студенты имеют свободный доступ. Для подготовки к занятиям также подготовлен электронный курс лекций. Данный электронный курс лекций будет способствовать подготовке к сдаче зачета

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

6.1. План самостоятельной работы студентов

Для получения глубоких и прочных знаний, твёрдых навыков и умений, необходима систематическая самостоятельная работа студента.

В рабочей программе предусмотрена самостоятельная работа для проработки лекционного (теоретического) материала при подготовке к контрольным мероприятиям (в частности к тестированию)

Самостоятельная работа студентов:

- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях;
- написание рефератов;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- решение некоторых задач с применением компьютера.

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
Основные представления физической кинетики. Случайные процессы.	Случайные процессы и их характеристика. Вычисление вероятностей ω и P . Броуновское движение как пример случайных процессов. Функция распределения и принцип детального равновесия. Уметь вывести уравнение Смолуховского. Рассмотреть характер броуновской частицы и вывести уравнение для функции распределения $(, , \backslash,) 0 0 \rho t x z x$ в одномерном случае.
Структура кинетического уравнения для одночастичной функции распределен	Рассмотреть вопросы, связанные с выводом кинетического уравнения для одночастичной функции распределения. Умение использовать данные уравнения для решения конкретных задач.
Кинетическое уравнение Больцмана.	Используя уравнение Лиувилля, получить кинетическое уравнение Больцмана и обосновать то, что в правой части уравнения должен быть, так называемый, интеграл столкновений. Получить выражение для интеграла столкновений и знать какой физический смысл имеет он. Рассмотреть возможности применения уравнения Больцмана. Основные положения вывода кинетического уравнения Больцмана. Представления об интеграле столкновений. Понять смысл H – теоремы. Отметить, что уравнение (кинетическое) Больцмана, даже при простых предположениях о характере взаимодействия между частицами, не может быть решено точно аналитически. Рассмотреть идею одного из приближенных методов решения кинетического уравнения Чапмена (1916г.)
Диффузионное приближение.	Рассмотреть вопросы диффузии легкого газа в твердом и наоборот. Анализировать уравнение Фоккера – Планка. Уметь вывести уравнение Фоккера-Планка из уравнения Смолуховского
Самосогласованное поле и уравнение Власова	Понять смысл самосогласованного поля и почему нужно им пользоваться. Что означает самосогласованное поле. Уметь записывать уравнение Власова для электронов и ионов. Получить уравнение Власова. Рассмотреть проблему собственных частот в линеаризованном уравнении Власова. Построение S -частичной функции распределения. Обоснование того, что зная S - частичную функцию распределения (где $S = 1, 2, 3 \dots$) мы можем получить i -частичную. Для системы одинаковых частиц важность наличия такой цепочки уравнений.
Затухания в бесстолкновительной	Знать о том, что и в бесстолкновительной плазме могут быть

плазме.	затухания. Уметь получать выражение для диэлектрической проницаемости плазмы.
Столкновения в плазме.	Интеграл столкновения Ландау. Флуктуации в плазме. Рассмотреть диэлектрическую проницаемость плазмы и показать возникновение диссипации энергии уже бесстолкновительной плазме. Затухание Ландау в магнитном поле.

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Целью самостоятельной работы является самостоятельное приобретение новых знаний и выработка способности к постоянному самообучению и самосовершенствованию в профессиональной и социально-общественных сферах деятельности.

Самостоятельная учебная работа представлена такими формами учебного процесса, как лекция, семинар, практические и лабораторные занятия, экскурсии, подготовка к ним. Студент должен уметь вести краткие записи лекций, составлять конспекты, планы и тезисы выступлений, подбирать литературу и т.д.

Научная самостоятельная работа студента заключается в его участии в работе кружков на кафедрах, в научных конференциях разного уровня, а также в написании контрольных, курсовых и выпускных квалификационных (дипломных работ) работ.

Самостоятельная работа студентов включает следующие компоненты:

№№ п/п	Наименование работы	Кол-во часов	Форма контроля
1	Проработка лекционного материала	37	Экзамен
2	Подготовка к практическим занятиям	14	Работа у доски; контрольные, самостоятельные работы.
3	Подготовка к лабораторным работам	19	Допуск к каждой лабораторной работе и защита отчета.

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

Контрольные вопросы.

- Основное уравнение термодинамики неравновесных процессов.
- Уравнение баланса. Закон сохранения различных физических величин.
- Уравнение производства энтропии и её производство в однородном твердом теле.
- Соотношение взаимности Онзагера.
- Устойчивость стационарных состояний, принцип Ле Шателье. Невозможность упорядочения в области линейных необратимых процессов.
- Термоэлектрические явления. Эффект Зеебека. Эффект Пельтье. Эффект Томсона.
- Термомеханические и механокалорические эффекты
- Характерные времена релаксации для изучения броуновского движения.
- Плотность изображающих точек или функция распределения неравновесного состояния. Цепи Маркова.
- Уравнение Смолуховского.
- Принцип детального равновесия.
- Уравнение Ланжевена.
- Связь между B и D . Соотношение Эйнштейна.
- Основная задача броуновского движения. Вычисление плотности вероятности произвольной обобщенной координаты.

15. Определение плотности вероятности перехода системы из состояния $q(x)$ в момент t_0 в состояние $q(x)=q$ в момент t (Уравнение Смолуховского).
16. Уравнение Эйнштейна - Фоккера - Планка.
17. Формула Найквиста.
18. Неравновесная функция распределения.
19. Точные решения для функции распределения. Цепочка уравнений Боголюбова.
20. Кинетические уравнение самосогласованного поля. Уравнение Власова.
21. Газокинетические уравнение Больцмана.
22. Н- теорема Больцмана. Связь Н- теоремы с энтропией.
23. Теория флуктуации. Расчет функции энергии малой подсистемы заданного объема в термостате, когда к ней применимо каноническое распределение.
24. Ограничение точности пружинных весов за счет флуктуаций.
25. Флуктуации основных термодинамических параметров. Принцип Больцмана.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

Лекции

- посещение занятий – 10 баллов,
- активное участие на лекциях – 15 баллов,
- устный опрос, тестирование, коллоквиум – 60 баллов,
- и др. (доклады, рефераты) – 15 баллов.

Практические занятия

- посещение занятий – 10 баллов,
- активное участие на практических занятиях – 15 баллов,
- выполнение домашних работ – 15 баллов,
- выполнение самостоятельных работ – 20 баллов,
- выполнение контрольных работ – 40 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос – 60 баллов,
- письменная контрольная работа – 30 баллов,
- тестирование – 10 баллов.

7. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины

7.1. Учебная литература:

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е. М. , Питаевский Л.П. Физическая кинетика / М.:Наука, 1978;
2. Куни Ф.М. Статистическая физика и термодинамика / М.: Наука, 1981;
3. Квасников И.А. Термодинамика и статистическая физика. Теория неравновесных систем / М.: изд. МГУ, 1987.

б) дополнительная литература:

1. Румер Ю.Б., Рывкин М.С. Термодинамика, статистическая физика и кинетика. Учебное пособие. М.: Наука, 1977;
2. Боголюбов Н.Н. Проблемы динамической теории в статистической физике / Избранные труды. Киев: Наука, 1970;
3. Де Гротт, Мазур П. Неравновесная термодинамика / М.: Мир, 1965;
4. Гречко Л.Г., Сугаков В.И., Томасевич Д.Ф., Федорченко А.М. Задачи по теоретической физике / Изд. «Высшая школа», 1984;

5. Базаров И.П., Геворкян Э.В., Николаев П.Н. Задачи по термодинамике и стат. физике / М.: изд. « Высшая школа», 1997.

7.2. Интернет-ресурсы

Название ресурса	Ссылка/доступ
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru
«Образовательный ресурс России»	http://school-collection.edu.ru
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	http://www.edu.ru
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	http://fcior.edu.ru
Русская виртуальная библиотека	http://rvb.ru
Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm
Научная электронная библиотека «e-Library»	http://elibrary.ru/defaultx.asp
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru
Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информо»	http://www.informio.ru
Информационно-правовая система «Консультант-плюс»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	https://www.biblio-online.ru

7.3. Программное обеспечение

1. Microsoft Windows 7, Windows 8, Windows 8.1, Windows 10
2. Microsoft Windows server 2003, 2008, 2012, 2016
3. Microsoft Office 2007, 2010, 2016
4. Антивирусное ПО Kaspersky endpoint security
5. Справочно-правовая система “Консультант”
6. Операционная система Microsoft Windows XP Professional.
7. Пакет прикладных программ Microsoft Office 2003 Professional.
8. Программный продукт «Антивирус Касперского».
9. Программный продукт FineReader 7.0 Professional Edition.
10. Программный продукт MATLAB 6.

7.4. Материально-техническое обеспечение

Лекционные и практические занятия проводятся в аудиториях факультета.

Технические средства обучения, используемые в учебном процессе для освоения дисциплины:

1. компьютерное оборудование, которое используется в ходе изложения лекционного материала;
2. пакет плакатов и графиков, используемых в ходе текущей работы, а также для промежуточного и итогового контроля;
3. электронная библиотека курса и Интернет-ресурсы – для самостоятельной работы.

Учебная аудитория для лекционных занятий (№ 306) 386132, РИ, г.Назрань, Гамурзиевский округ, ул. Магистральная, 39а, Корпус 3Е	Стол для преподавателя - 1 шт. (состоит из 2-х секций); стул для преподавателя -1 шт.; доска - 1 шт.; трибуна-1 шт, стол - 28 шт.; скамья-56 шт
Учебная аудитория для семинарских занятий (№116) 386132, РИ, г.Назрань,	Стол для преподавателя - 1 шт; стул для преподавателя -1 шт.; доска - 1 шт.; стол -

Гамурзиевский округ, ул. Магистральная, 39а, Корпус 3Е	14 шт.; скамья-28 шт. Учебные пособия по дисциплинам. Тесты рубежного, итогового контроля, наглядные пособия, УМК по дисциплинам
--------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине (модулю)

Б.1.В.13 Физическая кинетика

Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – является обязательным приложением к рабочей программе дисциплины «Физическая кинетика» и обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Цели и задачи фонда оценочных средств

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям федерального государственного образовательного стандарта. Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Физическая кинетика» решаются следующие задачи:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков предусмотренных в рамках данной дисциплины;
- контроль и оценка степени освоения компетенций предусмотренных в рамках данной дисциплины;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данной дисциплины.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1. Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОП бакалавриата

Компоненты компетенций, как правило, формируются при изучении нескольких дисциплин, а также в немалой степени в процессе прохождения практик, НИР и во время самостоятельной работы обучающегося. Выполнение и защита ВКР являются видом учебной деятельности, который завершает процесс формирования компетенций.

Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины:

- **начальный** этап – на этом этапе формируются знаниевые и инструментальные основы компетенции, осваиваются основные категории, формируются базовые умения. Студент воспроизводит термины, факты, методы, понятия, принципы и правила; решает учебные задачи по образцу;
- **основной** этап – знания, умения, навыки, обеспечивающие формирование компетенции, значительно возрастают, но еще не достигают итоговых значений. На этом этапе студент осваивает аналитические действия с предметными знаниями по дисциплине, способен самостоятельно решать учебные задачи, внося коррективы в алгоритм действий, осуществляя коррекцию в ходе работы, переносит знания и умения на новые условия;
- **завершающий** этап – на этом этапе студент достигает итоговых показателей по заявленной компетенции, то есть осваивает весь необходимый объем знаний, овладевает всеми умениями и навыками в сфере заявленной компетенции. Он способен использовать эти знания, умения, навыки при решении задач повышенной сложности и в нестандартных условиях.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь»,

«владеть», расписанные по отдельным компетенциям, которые приведены в п.1.1. Формирование этих дескрипторов происходит в процессе изучения дисциплины по этапам в рамках различного вида учебных занятий и самостоятельной работы. Выделяются три уровня сформированности компетенций на каждом этапе: пороговый, продвинутый и высокий.

3.МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Физической кинетики» организуется в виде лекций, практических занятий и самостоятельной работы. Продолжительность изучения дисциплины -1 семестр. Уровень и качество знаний обучающихся оцениваются по результатам входного контроля, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в виде экзамена. Лекция - основная форма систематического, последовательного устного изложения учебного материала. Чтение лекций, как правило, осуществляется наиболее профессионально подготовленными преподавателями университета.

Основными задачами лекций являются: - ознакомление обучающихся с целями, задачами и структурой изучаемой дисциплины, ее местом в системе наук и связями с другими дисциплинами; - изложение комплекса основных научных понятий, законов, методов, принципов данной дисциплины;

Лекции мотивируют обучающегося на самостоятельный поиск и изучение научной и специальной литературы и других источников по темам дисциплины, ориентируют на выявление, формулирование и исследование наиболее актуальных вопросов и проблем физической кинетики. Значимым фактором полноценной и плодотворной работы обучающегося на лекции является культура ведения конспекта. Слушая лекцию, необходимо научиться выделять и фиксировать ее ключевые моменты, записывая их более четко и выделяя каким-либо способом из общего текста. Кроме того, необходимо научиться делать понятные для обучающегося сокращения при записи текста лекции и стремиться освоить быструю манеру письма и рубрикацию материала.

Практические занятия по дисциплине «Физической кинетики» проводятся в соответствии с учебно-тематическим планом. Цель практических занятий - закрепить теоретические знания, полученные студентами на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих разделов рекомендуемой литературы, а также приобрести начальные практические навыки анализа наблюдаемых физических явлений. Темы практических занятий заранее сообщаются обучающимся для того, чтобы они имели возможность подготовиться и проработать соответствующие теоретические вопросы дисциплины. В начале каждого практического занятия преподаватель кратко доводит до обучающихся цель и задачи занятия и сообщает обучающимся основные законы необходимые для решения задач на занятии.

В рамках практического занятия обучающиеся решают задачи и разбирают практические задачи самостоятельно или при помощи преподавателя. Преподаватель выступает в роли консультанта, осуществляет контроль полученных обучающимися результатов.

Отсутствие обучающихся на занятиях или их неактивное участие на них может быть компенсировано самостоятельным выполнением дополнительных заданий и представлением их на проверку преподавателю. Целью самостоятельной работы обучающихся при изучении настоящей учебной дисциплины является выработка ими навыков работы с научной и учебной литературой, а также развитие у обучающихся устойчивых способностей к самостоятельному изучению и обработке полученной информации. В процессе самостоятельной работы обучающийся должен воспринимать, осмысливать и углублять получаемую информацию, решать практические задачи, подготавливать доклады, выполнять домашние задания, овладевать профессионально необходимыми навыками. Самостоятельная работа обучающегося весьма многообразна и содержательна. Она включает следующие виды занятий:

-самостоятельный подбор, изучение, конспектирование, анализ учебно-методической и научной литературы, периодических научных изданий,

-индивидуальная творческая работа по осмыслению собранной информации, проведению сравнительного анализа и синтеза материалов, полученных из разных источников, интерпретации информации, выполнение домашних заданий;

-завершающий этап самостоятельной работы;

-подготовка к сдаче экзамена по дисциплине, предполагающая интеграцию и систематизацию всех полученных при изучении учебной дисциплины знаний.

Опрос — это выяснение мнения сообщества по тем или иным вопросам. По итогам опроса могут быть изменены или отменены существующие либо приняты новые правила и руководства (за исключением противоречащих общим принципам проекта).

Опрос студентов проводится с целью:

– систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;

– углубления и расширения теоретических знаний;

– формирования умений использовать справочную и специальную литературу; – развития познавательных способностей и активности студентов:

– творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности; – формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;

– развития исследовательских умений.

Требование к опросу:

– точность ответа на поставленный вопрос; – формулировка целей и задач работы;

– раскрытие (определение) рассматриваемого понятия (определения, проблемы, термина);

– четкость структуры работы; – самостоятельность, логичность изложения;

– наличие выводов, сделанных самостоятельно.

Критерии оценки по опросу:

Отметка «5». Выступление выполнено в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Работа соответствует требованию.

Отметка «4». Выступление отвечает предъявленным требованиям. Допускаются отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата.

Отметка «3». Студенты показывают знания не в полной мере и испытывают затруднение при решении задач.

Отметка «2» выставляется в том случае, когда студенты не подготовлены к выполнению этой работы.

Решение задач — процесс выполнения действий или мыслительных операций, направленный на достижение цели, заданной в рамках проблемной ситуации задачи; является составной частью мышления. Процесс решения задач является наиболее сложной из всех функций интеллекта и определяется как когнитивный процесс более высокого порядка, требующий согласования и управления более элементарными или фундаментальными навыками

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

Критериями оценок результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

-уровень освоения студентами учебного материала;

-умения студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач;

-сформированность общеучебных умений;

-умения студента активно использовать электронные образовательные ресурсы; находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;

-обоснованность и четкость изложения ответа;

-оформление материала в соответствии с требованиями;

-умение ориентироваться в потоке информации, выделять главное;

-умение четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;

-умение показать, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;

-умение сформировать свою позицию, оценку и аргументировать ее.

ПРИМЕРЫ ОПРОСОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА ПО ОСВОЕНИЮ МАТЕРИАЛА

1. Что изучает физическая кинетика?
2. Что изучает кинетическая теория газов?
3. Что такое функция распределения?
4. Что такое принцип детального равновесия?
5. Какой физический смысл имеет кинетическое уравнение Больцмана?
6. Как определяют теплопроводность газа?
7. Где принимается приближенное решение кинетического уравнения?
8. Где принимается диффузионное приближение?
9. Как можно доказать уравнение Фоккера-Планка?
10. Как ведет себя слабо ионизированный газ в электрическом поле?
11. Как определяется флуктуация в слабо ионизованном неравновесном газе?
12. Как происходят процессы рекомбинация и ионизация?
13. Что такое амбиполярная диффузия?
14. На какой свойство действует подвижность ионов в растворах сильных электролитов?
15. Что означает самосогласованное поле?
16. Как определяют пространственная дисперсия в плазме?
17. Что такое диэлектрическая проницаемость?
18. Какой физический смысл имеет затухание Ландау?
19. Что означает диэлектрическая проницаемость максвелловской плазмы?
20. Как определяют продольные плазменные волны?

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

1. Основные законы и уравнений кинетической теории газов.
2. Кинетические явления в газах.
3. Вязкость газа.
4. Симметрия кинетических коэффициентов.
5. Приближенное решение кинетического уравнения.
6. Роль и методы применения диффузионного приближения в кинетической теории.
7. Рекомбинация и ионизация.
8. Амбиполярная диффузия.
9. Подвижность ионов в растворах сильных электролитов.
10. Основные законы бесстолкновительной плазмы.
11. Гидродинамика двух температурной плазмы.
12. Солитоны в слабо диспергирующей среде.
13. Диэлектрическая проницаемость вырожденной бесстолкновительной плазмы
14. Взаимодействия плазма с магнитным полем.
15. Взаимодействие через плазменные волны.
16. Поглощение в плазме в высокочастотном пределе.
17. Квазилинейная теория затухания Ландау.
18. Кинетическое уравнение для релятивистской плазмы.
19. Флуктуации в плазме.
20. Теория диэлектриков.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ФИЗИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА

Тестовое задание – это один из методов педагогического контроля, задание стандартной формы, выполнение которого позволяет установить уровень и наличие определенных умений, навыков, способностей, умственного развития и других характеристик личности с помощью специальной шкалы результатов, позволяющие за сравнительно короткое время оценить результативность познавательной деятельности, т.е. оценить степень и качество достижения каждым учащимся целей обучения (целей изучения).

1. Что изучает физическая кинетика?

- А) Изучает процессы происходящие в неравновесных системах;
- В) Изучает процессы происходящие в равновесных системах;
- С) Изучает процессы происходящие в равновесных открытых системах;
- Д) Изучает процессы происходящие в равновесных закрытых системах;
- Е) Изучает процессы происходящие в равновесных изолированных системах;

2. Откуда исходит статистическая теория неравновесных процессов в классической системе?

- А) из уравнения Лиувилля;
- В) из уравнения Неймана;
- С) из уравнения Фоккера-Планка;
- Д) из уравнения Смолуховского;
- Е) из уравнения Боголюбова;

3. Откуда исходит статистическая теория неравновесных процессов в квантовой системе?

- А) из уравнения Неймана;
- В) из уравнения Лиувилля;
- С) из уравнения Фоккера-Планка;
- Д) из уравнения Смолуховского;
- Е) из уравнения Боголюбова;

4. Что такое броуновское движение?

- А) Это тепловое хаотическое движение мельчайших частиц, взвешенных в жидкости или газе;
- В) Это тепловое упорядоченное движение мельчайших частиц, взвешенных в жидкости или газе;
- С) Это поступательное движение мельчайших частиц, взвешенных в жидкости или газе;
- Д) Это вращательное движение мельчайших частиц, взвешенных в жидкости или газе;
- Е) Это тепловое упорядоченное движение мельчайших частиц в твердом теле;

6. Что такое броуновское частица?

- А) Это частица, которая в состоянии двигаться от воздействия теплового движения молекул среды, в которой она находится;
- В) Это частица, которая в состоянии двигаться от воздействия теплового движения молекул среды, в которой она находится;
- С) Это частица, которая имеет упорядоченное движение в среде, которой она находится;
- Д) Это частица, которая она находится в состоянии инертности от воздействия теплового движения молекул среды;
- Е) Это частица, которая в состоянии цепятся к другим частицам от воздействия теплового движения молекул среды, в которой она находится;

7. Какие эффекты можно не учитывать, чтобы газ считался идеальным?

- A) размер и взаимодействия;
- B) плотность газа;
- C) столкновения молекул; D) масса молекул;
- E) кинетической энергии;

8. Кто установил, что броуновское движение происходит тем интенсивнее, чем меньше вязкость жидкости, и что внешнее электромагнитное поле не оказывает влияния на это движение? Он точно так же объяснял броуновское движение влиянием молекулярного теплового движения.

- A) Гуи;
- B) Неймана;
- C) Планка;
- D) Смолуховский;
- E) Боголюбов;

9. Кто впервые разработал количественную теорию броуновского движения?

- A) Эйнштейн;
- B) Неймана;
- C) Гуи;
- D) Смолуховский; E) Боголюбов;

10. ... является одним из первых прямых экспериментальных доказательств существования молекул и хаотического теплового движения?

- A) Броуновское движение;
- B) Температура;
- C) Столкновения молекул;
- D) Упорядоченное движение;
- E) Кинетическая энергия;

11. Что такое диффузия?

- A) это процесс проникновения молекул одного вещества между молекулами другого вещества;
- B) это процесс столкновение молекул одного вещества между молекулами другого вещества;
- C) это процесс столкновение молекул вещества разной плотности; D) это упругое столкновение молекул одного вещества между молекулами другого вещества;
- E) это процесс столкновение молекул газа между молекулами твёрдыми и жидкими вещества;

12. Что является причиной диффузии?

- A) постоянное движение молекул;
- B) градиент температуры;
- C) вращательное движение молекул;
- D) градиент скорости;
- E) градиент давления;

13. Для функции Гамильтона системы, исходя из какой уравнений, записывают уравнение для функции распределения объединенной системы, которое затем формально решается путем разложения по малому параметру?

- A) из уравнения Лиувилля;
- B) из уравнения Неймана;
- C) из уравнения Фоккера-Планка;
- D) из уравнения Смолуховского; E) из уравнения Боголюбова;

14. Феноменологическое описание броуновского движения частиц наиболее строго может быть реализовано какими методами?

- A) методами теории вероятностей;
- B) методами статистической теории;
- C) методами термодинамической теории;
- D) методами теории флуктуации;
- E) методами теории катастрофы;

15. Чему равно среднее межмолекулярное расстояние в жидкости при нормальных условиях?

- А) приблизительно 1 ангстрем;
- В) приблизительно 1 мкм;
- С) приблизительно 1 мм; D) приблизительно 10 мм;
- Е) приблизительно 10 мкм;

16. Что означает коэффициент стоксовская сила трения $\gamma = 6\pi\eta a$?

- А) радиус частицы;
- В) диаметр частицы;
- С) объем частицы;
- Д) среднее расстояние между частицами;
- Е) среднее значение свободного пробега частиц;

17. Что называется довольно общей формой соотношения, связывающего коэффициент переноса (коэффициент диффузии) интегралом по времени от соответствующей временной корреляционной функции (скорости)?

- А) соотношения Эйнштейна;
- В) соотношения Неймана;
- С) соотношения Гуи;
- Д) соотношения Смолуховский;
- Е) соотношения Боголюбова;

18. Что называется частными формами записи весьма общего соотношения между флуктуационными и диссипативными характеристиками систем?

- А) флуктуационно-диссипационной теоремы;
- В) флуктуационно-диссипационной законы;
- С) диссипационной теоремы;
- Д) флуктуационной законы;
- Е) флуктуационной теоремы.

Вопросы к зачету.

- 26. Основное уравнение термодинамики неравновесных процессов.
- 27. Уравнение баланса. Закон сохранения различных физических величин.
- 28. Уравнение производства энтропии и её производство в однородном твердом теле.
- 29. Соотношение взаимности Онзагера.
- 30. Устойчивость стационарных состояний, принцип Ле Шателье. Невозможность упорядочения в области линейных необратимых процессов.
- 31. Термоэлектрические явления. Эффект Зеебека. Эффект Пельтье. Эффект Томсона.
- 32. Термомеханические и механокалорические эффекты
- 33. Характерные времена релаксации для изучения броуновского движения.
- 34. Плотность изображающих точек или функция распределения неравновесного состояния. Цепи Маркова.
- 35. Уравнение Смолуховского.
- 36. Принцип детального равновесия.
- 37. Уравнение Ланжевена.
- 38. Связь между B и D . Соотношение Эйнштейна.
- 39. Основная задача броуновского движения. Вычисление плотности вероятности произвольной обобщенной координаты.
- 40. Определение плотности вероятности перехода системы из состояния $q(x)$ в момент t_0 в состояние $q(x)=q$ в момент t (Уравнение Смолуховского).
- 41. Уравнение Эйнштейна - Фоккера - Планка.
- 42. Формула Найквиста.
- 43. Неравновесная функция распределения.
- 44. Точные решения для функции распределения. Цепочка уравнений Боголюбова.
- 45. Кинетические уравнение самосогласованного поля. Уравнение Власова.

46. Газокинетические уравнение Больцмана.
47. Н- теорема Больцмана. Связь Н- теоремы с энтропией.
48. Теория флуктуации. Расчет функции энергии малой подсистемы заданного объема в термостате, когда к ней применимо каноническое распределение.
49. Ограничение точности пружинных весов за счет флуктуаций.
50. Флуктуации основных термодинамических параметров. Принцип Больцмана.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

Лекции

- посещение занятий – 10 баллов,
- активное участие на лекциях – 15 баллов,
- устный опрос, тестирование, коллоквиум – 60 баллов,
- и др. (доклады, рефераты) – 15 баллов.

Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная литература:

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е. М. , Питаевский Физическая кинетика / М.:Наука, 1978;
2. Куни Ф.М. Статистическая физика и термодинамика / М.: Наука, 1981;
3. Квасников И.А. Термодинамика и статистическая физика. Теория неравновесных систем / М.: изд. МГУ, 1987.

б) дополнительная литература:

1. Румер Ю.Б, Рывкин М.С. Термодинамика, статистическая физика и кинетика. Учебное пособие. М.: Наука, 1977;
2. Боголюбов Н.Н. Проблемы динамической теории в статистической физике / Избранные труды. Киев: Наука, 1970;
3. Де Гротт, Мазур П. Неравновесная термодинамика / М.: Мир, 1965;
4. Гречко Л.Г., Сугаков В.И., Томасевич Д.Ф., Федорченко А.М. Задачи по теоретической физике / Изд. «Высшая школа», 1984;
5. Базаров И.П., Геворкян Э.В., Николаев П.Н. Задачи по термодинамике и стат. физике / М.: изд. « Высшая школа», 1997.

Интернет-ресурсы

Название ресурса	Ссылка/доступ
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru
«Образовательный ресурс России»	http://school-collection.edu.ru
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	http://www.edu.ru
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	http://fcior.edu.ru
Русская виртуальная библиотека	http://rvb.ru
Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm
Научная электронная библиотека «e-Library»	http://elibrary.ru/defaultx.asp
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru

Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информо»	http://www.informio.ru
Информационно-правовая система «Консультант-плюс»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	https://www.biblio-online.ru

Программное обеспечение

1. Microsoft Windows 7, Windows 8, Windows 8.1, Windows 10
2. Microsoft Windows server 2003, 2008, 2012, 2016
3. Microsoft Office 2007, 2010, 2016
4. Антивирусное ПО Kaspersky endpoint security
5. Справочно-правовая система «Консультант»
6. Операционная система Microsoft Windows XP Professional.
7. Пакет прикладных программ Microsoft Office 2003 Professional.
8. Программный продукт «Антивирус Касперского».
9. Программный продукт FineReader 7.0 Professional Edition.
10. Программный продукт MATLAB 6.

Рабочая программа дисциплины «Физическая кинетика» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от « 07 » августа 2020 г. № 981.

Программу составил: к.ф-м.н., профессор кафедры «Физика» З.С. Торшхоева

Программа одобрена на заседании кафедры «Физика»

Протокол № 8 от « 11 » марта 2025 года

Программа одобрена Учебно-методическим советом физико-математического факультета

Протокол № 7 от « 13 » марта 2025 года

Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой