

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ


**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы

 **Б.И. Кунижев**
«30» Мая 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института физики и
математики

 **Б.И. Кунижев**
«30» Мая 2023 г.

Направление подготовки

03.03.02. Физика

(код и наименование направления подготовки)

Профиль подготовки

«Физика конденсированного состояния вещества»

(наименование профиля подготовки)

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

очная

Нальчик 2023

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование в физике» / сост. В.З. Канчуков, М.Х.Хоконов – Нальчик: КБГУ, 2023. – 35 с.

Рабочая программа предназначена для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 03.03.02 Физика, профиль «Физика конденсированного состояния вещества» 7 семестра, 4 курса.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта ФГОС 3++ высшего образования по направлению 03.03.02 Физика (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 7 августа 2020 г. N 891, который зарегистрирован в Минюсте РФ 24 августа 2020 г. N 59412.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цели и задачи освоения дисциплины	4
2.	Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО	4
3.	Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	4
4.	Содержание и структура дисциплины (модуля)	5
5.	Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации	8
6.	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	17
7.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)	20
7.1.	Нормативно-законодательные акты	20
7.2.	Основная литература	20
7.2.	Дополнительная литература	21
7.3.	Периодические издания (газета, вестник, бюллетень, журнал)	21
7.4.	Интернет-ресурсы	21
7.5.	Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы	23
8.	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	29
9.	Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля)	32
10.	Приложения	34

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Численные методы и математическое моделирование физических явлений является одной из важнейших составных частей подготовки выпускников направления 03.03.02 – Физика.

Целью преподавания дисциплины «Математическое моделирование в физике» является ознакомление студентов с основами моделирования физических процессов и численными методами, используемыми для получения решения модельных задач.

Задача изучения дисциплины – получение практических навыков по моделированию и численной реализации математических моделей физических процессов и явлений.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к блоку дисциплин по выбору студента блока профессионально-ориентированных дисциплин. Дисциплина изучается на 4 курсе во 7 семестре и предполагает, что студент изучил следующие курсы, логически и содержательно-методически взаимосвязанных между собой: «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Программирование», «Классическая механика».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

В результате прохождения курса студент должен приобрести знания и навыки практического моделирования физических процессов и явлений, ознакомиться с основными численными методами исследования модельных физических задач.

На практических занятиях студент должен овладеть способами разработки и машинной реализации алгоритмов математического моделирования физических процессов и явлений. Студент должен иметь представление об основных численных методах, способах упрощения физических моделей, о планировании вычислительного эксперимента и правильной интерпретации полученных численных результатов с учетом границ применимости исследуемых моделей.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО 3++ и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

ПКС-1.1 Способен использовать современные методы исследования свойств конденсированных состояний

ПКС-2.2 Способен проводить физико-техническое обеспечение современных методов исследования конденсированных фаз и поверхностей раздела между ними, проводить теоретические расчёты и моделирование, включая прохождение частиц через вещество

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать:

основные методы численной реализации моделирования физических процессов и явлений с оценкой погрешности расчётов;

уметь:

создавать математические модели физических явлений с помощью современных языков программирования;

владеть:

навыками применения основных методов физико-математического анализа для разработки и численного исследования прикладных физических задач.

Для достижения поставленных целей студент должен получить знание основ метода математического моделирования физических процессов и явлений; основных источников и классификацию погрешностей, способы оценки погрешностей; знать аппроксимацию функций и их производных и оценку погрешностей интерполяционных формул; постановку задачи численного дифференцирования с контролем погрешности формул численного дифференцирования; численное интегрирование (квадратурные формулы Ньютона-Котеса; интерполяционные квадратурные формулы; формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона, Гаусса); численные методы алгебры

(метод простой итерации, метод Зейделя; сходимость и оценка погрешности этих методов; численные методы решения нелинейных задач (метод простой итерации решения нелинейных уравнений, метод Ньютона и секущей, их сходимость); численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений (одношаговые методы, метод Эйлера и его модификации, схема Рунге-Кутты четвертого порядка, особенности его реализации на ЭВМ); численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений (однородные разностные схемы, методы построения разностных схем, аппроксимация и устойчивость, сходимость схем, метод прогонки и стрельбы решения сеточных уравнений).

При этом студент приобретёт умение реализовывать основные методы, применяемые в численном анализе; создавать математические модели типовых профессиональных задач; интерпретировать результаты вычислительного эксперимента с учетом границ применимости моделей и получит навык владеть базовыми знаниями фундаментальных разделов математики и физики; навыками применения основных методов физико-математического анализа для разработки и численного исследования прикладных физических задач.

4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Таблица 1. Содержание дисциплины (модуля) «Математическое моделирование в физике», перечень оценочных средств и контролируемых компетенций

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Введение. Математические модели. Численные методы. Точность вычислительного эксперимента	Математическое моделирование и его роль в процессе познания. Вычислительный эксперимент – новый способ исследования сложных процессов.	ПКС-1.1, ПКС-2.2	К, Т, КР, СР, Э
2	Аппроксимация функций	Интерполяционный многочлен Лагранжа. Минимизация оценки остаточного члена интерполяционного многочлена Лагранжа. Приближение сплайнами. Метод наименьших квадратов.	ПКС-1.1, ПКС-2.2	К, Т, КР, СР, Э
3	Интерполяционный многочлен Ньютона	Конечные и разделенные разности. Многочлен Ньютона. Точность интерполяции.	ПКС-1.1, ПКС-2.2	К, Т, КР, СР, Э
4	Численное интегрирование	Интерполяционные квадратичные формулы; формулы прямоугольников, Симпсона, Гаусса. Оптимизация распределения узлов квадратурной формулы.	ПКС-1.1, ПКС-2.2	К, Т, КР, СР, Э
5	Численное дифференцирование	Аппроксимация производных. Погрешность численного дифференцирования. Улучшение	ПКС-1.1, ПКС-2.2	К, Т, КР, СР, Э

		аппроксимации..		
6	Численные методы алгебры	Метод Гаусса. Метод простой итерации. Метод Зейделя, релаксации Методы решения проблемы собственных значений.	ПКС-1.1, ПКС-2.2	К, Т, КР, СР, Э
7	Численные методы решения нелинейных задач	Метод простой итерации. Метод Ньютона. Методы минимизации функционалов	ПКС-1.1, ПКС-2.2	К, Т, КР, СР, Э
8	Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений	Методы Эйлера и Рунге-Кутты. Оценка погрешности метода Эйлера. Методы решения жестких систем.	ПКС-1.1, ПКС-2.2	К, Т, КР, СР, Э
9	Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений	Разностная аппроксимация простейших дифференциальных операторов. Погрешность аппроксимации на сетке. однородные разностные схемы для уравнения второго порядка с переменными коэффициентами. Консервативные схемы.. Сходимость и устойчивость.	ПКС-1.1, ПКС-2.2	К, Т, КР, СР, Э
10	Решение задач классической механики	Численное решение задачи о движении в центральном поле. Сравнение с аналитическим решением для потенциала кулоновского типа. Задача Кеплера.	ПКС-1.1, ПКС-2.2	
11	Метод Монте-Карло	Аналитические модели для моделирования функции распределения методом Монте-Карло. Моделирование процессов пуассоновского типа, резерфордовского рассеяния, многократного рассеяния быстрых частиц при прохождении через вещество.	ПКС-1.1, ПКС-2.2	
12	Метод молекулярной динамики (ММД)	Решение уравнений движения для системы многих частиц с учётом парного взаимодействия. Моделирование ММД в среде LAMMPS процессов конденсации.	ПКС-1.1, ПКС-2.2	
13	Процессы прохождения релятивистских частиц через ориентированн	Одномерное движение при плоскостном каналировании позитронов в параболическом потенциале и электронов в потенциале Пешеля-Теллера.	ПКС-1.1, ПКС-2.2	

	ые кристаллы	Двумерное аксиальное каналирование в кулоновском поле, сравнение с аналитическим решением.		

На изучение курса отводится 108 часов (3 з.е.), из них: контактная работа 70 ч., в том числе лекционных – 42 часов; практических (семинарских) – 28 часов; самостоятельная работа студента 29 час; контроль-9 часов, завершается зачётом.

Структура дисциплины (модуля)
«Математическое моделирование в физике»

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 час)

Вид работы	Трудоемкость, часы	
	Семестр 7	Всего
Общая трудоемкость (в зачетных единицах)	3 з.е. – 108ч.	3 з.е. – 108 ч.
Контактная работа (в часах):	70	70
<i>Лекции (Л)</i>	42	42
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	28	28
<i>Семинарские занятия (СЗ)</i>	Не предусмотрены	Не предусмотрены
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	Не предусмотрены	Не предусмотрены
Самостоятельная работа (в часах), в том числе контактная работа:		
Расчетно-графическое задание	Не предусмотрены	Не предусмотрены
Реферат (Р)	Не предусмотрены	Не предусмотрены
Эссе (Э)	Не предусмотрены	Не предусмотрены
Контрольная работа (КР)		
Самостоятельное изучение разделов	29	29
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	Не предусмотрены	Не предусмотрены
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	9	9
Вид промежуточной аттестации	зачёт	зачёт

Таблица 3. Лекционные занятия

№п/п	Тема
1.	Численные методы и математическое моделирование- важный раздел современной математики. Основные источники и классификация погрешностей. Действия с приближенными числами. Простейшие способы оценки погрешностей.
2.	Общая задача интерполирования. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Погрешность интерполяционной формулы Лагранжа.
3.	Основные формулы численного дифференцирования. Погрешность формул численного дифференцирования. Некорректность задачи численного дифференцирования
4.	Метод наименьших квадратов. Обработка результатов наблюдения
5.	Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. Интерполяционные квадратурные формулы. Формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона, Гаусса.
6.	Метод простой итерации решения уравнений.
7.	Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера и его модификации .Схема Рунге-Кутты четвертого порядка

	точности;
8.	Методы построения разностных схем. Аппроксимация и устойчивость. Оценка погрешности и сходимость конечно-разностных схем.
9.	Метод прогонки решения сеточных уравнений.
10	Численное решение задачи о движении в центральном поле. Задача Кеплера.
11	Метод Монте-Карло. Аналитические модели для моделирования функции распределения методом Монте-Карло.
12	Метод молекулярной динамики- ММД. Моделирование ММД в среде LAMMPS.
13	Моделирование прохождения релятивистских частиц через ориентированные кристаллы.

Таблица 4. Практические занятия (семинарские занятия)

№	Тема
1.	Математические модели и вычислительный эксперимент. Элементарная теория погрешностей.
2.	.Аппроксимация функций
3.	Интерполяционный многочлен Ньютона
4.	Численное дифференцирование
5.	Численное интегрирование
6.	Численные методы алгебры
7.	Численные методы решения нелинейных задач
8.	Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений
9	Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений
10	Численное решение задачи о движении в центральном поле. Сравнение с аналитическим решением для потенциала кулоновского типа. Задача Кеплера.
11	Аналитические модели для моделирования функции распределения методом Монте-Карло. Моделирование процессов пуассоновского типа, резерфордского рассеяния, многократного рассеяния быстрых частиц при прохождении через вещество.
12	Решение уравнений движения для системы многих частиц с учётом парного взаимодействия. Моделирование ММД в среде LAMMPS процессов конденсации.
13	Одномерное движение при плоскостном каналировании позитронов в параболическом потенциале и электронов в потенциале Пешеля-Теллера. Двумерное аксиальное каналирование в кулоновском поле, сравнение с аналитическим решением.

Таблица 5. Лабораторные работы по дисциплине (модулю) – не предусмотрены

Таблица 6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины (модуля)

№	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1	Многочлены Чебышева. Конечные и разделенные разности.
2	Сплайн-интерполяция.

3	Формулы Гаусса численного интегрирования
4	Прямые методы решения задачи о собственных значениях
5	Метод Монте-Карло численного интегрирования.
6	Неявный метод Эйлера
7	Метод Адамса для решения системы уравнений
8	Метод Рунге повышения точности результата
9	Метод стрельбы решения граничных задач

5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих дескрипторов происходит в течение всего семестра по этапам в рамках различного вида занятий и самостоятельной работы.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются **текущий, рубежный контроль и промежуточная аттестация.**

Оценочные материалы для текущего контроля. Цель текущего контроля – оценка результатов работы в семестре и обеспечение своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающегося. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины и включает: ответы на теоретические вопросы на практическом занятии, решение практических задач и выполнение заданий на практическом занятии, самостоятельное выполнение индивидуальных домашних заданий с отчетом в установленный срок, написание рефератов.

Оценка качества подготовки на основании выполненных заданий ведется преподавателем (с обсуждением результатов), баллы начисляются в зависимости от сложности задания.

5.1.1. Вопросы на зачёт по темам дисциплины «Математическое моделирование в физике» (контролируемые компетенции ПКС-1.1, ПКС-2.2):

Тема: «Приближение функций и их производных»

1. Общая задача интерполирования;
2. Интерполяционный многочлен Лагранжа;
3. Погрешность интерполяционной формулы Лагранжа;
4. Многочлены Чебышева;
5. Минимизация оценки остаточного члена интерполяционного многочлена Лагранжа;
6. Конечные и разделенные разности;
7. Интерполяционная формула Ньютона для неравноотстоящих узлов интерполирования;
8. Интерполяционные формулы Ньютона для равноотстоящих узлов интерполирования;
9. Погрешность интерполяционных формул Ньютона.
10. Постановка задач численного дифференцирования;
11. Основные формулы численного дифференцирования;
12. Погрешность формул численного дифференцирования;

13. Некорректность задачи численного дифференцирования;
14. Задача наилучшего равномерного приближения функции;
15. Метод наименьших квадратов;
16. Обработка результатов наблюдения.

Тема: «Численное интегрирование»

1. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса;
2. Интерполяционные квадратурные формулы;
3. Формулы прямоугольников;
4. Формулы трапеций;
5. Формулы Симпсона;
6. Формулы Гаусса.

Тема: «Численные методы алгебры»

1. Метод простой итерации;
2. Сходимость метода простой итерации;
3. Процесс практической оценки погрешности метода простой итерации.
4. Метод Зейделя;
5. Сходимость метода Зейделя;
6. Прямые методы решения задачи о собственных значениях;
7. Численные методы решения нелинейных задач;
8. Метод простой итерации решения нелинейных уравнений;
9. Метод Ньютона;
10. Сходимость методов

Тема: «Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений»

1. Метод Эйлера и его модификации;
2. Схема Рунге-Кутты четвертого порядка точности;
3. Особенности ее реализации на ЭВМ;
4. Метод Рунге-Кутты для систем уравнений;
5. Особенности ее реализации на ЭВМ;

Тема: «Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений»

1. Однородные разностные схемы;
2. Методы построения разностных схем;
3. Аппроксимация и устойчивость;
4. Оценка погрешности и сходимость конечно-разностных схем;
5. Метод прогонки и стрельбы решения сеточных уравнений;

Тема: «Решение задач классической механики»

1. Задача двух тел с центральным взаимодействием.
2. Численное решение задачи о движении в центральном поле. Сравнение с аналитическим решением для потенциала кулоновского типа.
3. Задача Кеплера.
4. Рассеяние Резерфорда.
5. Рассеяние в кулоновском поле в малоугловом приближении.

Тема: «Метод Монте-Карло»

1. Моделирование произвольного распределения случайной величины с помощью генератора случайных чисел.
2. Моделирование гауссова распределения.
3. Моделирование процессов пуассоновского типа.
4. Моделирование угла рассеяния быстрой заряженной частицы в импульсном приближении методом Монте-Карло.
5. Моделирование многократного рассеяния быстрых частиц при прохождении через вещество.

Тема: «Метод молекулярной динамики (ММД)»

1. Решение уравнений Ньютона для системы многих частиц с парным взаимодействием.
2. Нахождение макроскопических характеристик системы в ММД (давления, температуры, внутренней энергии и т.д.).
3. Нахождение уравнения состояния ММД.
4. Моделирование ММД в среде LAMMPS процессов конденсации.

Тема: «Процессы прохождения релятивистских частиц через ориентированные кристаллы»

1. Одномерное движение при плоскостном каналировании позитронов в параболическом потенциале
2. Одномерное движение при плоскостном каналировании электронов в потенциале Пешеля-Теллера.
3. Двумерное аксиальное каналирование в кулоновском поле, сравнение с аналитическим решением.

Критерии формирования оценок (оценивания) устного опроса

Устный опрос является одним из основных способов учёта знаний обучающегося по дисциплине «Математическое моделирование в физике». Развёрнутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения.

В результате устного опроса знания, обучающегося оцениваются по следующей шкале:

3 балла, ставится, если обучающийся:

- 1) полно излагает изученный материал;
- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;
- 3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

2 балла, ставится, если обучающийся даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для балла «3», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочёта в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

1 балл, ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но:

- 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий;
- 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

0 баллов, ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке.

Баллы «3», «2», «1» могут ставиться не только за единовременный ответ, но и за

рассредоточенный во времени, т.е. за сумму ответов, данных студентом на протяжении занятия

5.1.2. Оценочные материалы для самостоятельной работы обучающегося (типовые задачи) (контролируемые компетенции ОПК-2, ОПК-4):

1. Методом Эйлера, методом Рунге-Кутты и методом Адамса найдите решения дифференциального уравнения первого порядка $F(x, y, y') = 0$, удовлетворяющего начальным условиям $y(x_0) = y_0$ на промежутке $[a, b]$ с шагом $h=0,1$ и сравните результаты.

Варианты заданий.

№№	$F(x, y, y') = 0$	$y(x_0) = y_0$	$[a, b]$
1.	$y' = x + \cos \frac{y}{\sqrt{5}}$	$y_0(1,8)=2,6$	$[1,8; 2,8]$
2.	$y' = x + \cos \frac{y}{3}$	$y_0(1,6)=4,6$	$[1,6; 2,6]$
3.	$y' = x + \cos \frac{y}{\sqrt{10}}$	$y_0(0,6)=0,8$	$[0,6; 1,6]$
4.	$y' = x + \cos \frac{y}{\sqrt{7}}$	$y_0(0,5)=0,6$	$[0,5; 1,5]$
5.	$y' = x + \cos \frac{y}{\pi}$	$y_0(1,7)=5,3$	$[1,7; 2,7]$
6.	$y' = x + \cos \frac{y}{2,25}$	$y_0(1,4)=2,2$	$[1,4; 2,4]$
7.	$y' = x + \cos \frac{y}{e}$	$y_0(1,4)=2,5$	$[1,4; 2,4]$
8.	$y' = x + \cos \frac{y}{\sqrt{2}}$	$y_0(0,8)=1,4$	$[0,8; 1,8]$
9.	$y' = x + \cos \frac{y}{\sqrt{3}}$	$y_0(1,2)=2,1$	$[1,2; 2,2]$
10.	$y' = x + \cos \frac{y}{\sqrt{11}}$	$y_0(2,1)=2,5$	$[2,1; 3,1]$
11.	$y' = x + \sin \frac{y}{\sqrt{5}}$	$y_0(1,8)=2,6$	$[1,8; 2,8]$
12.	$y' = x + \sin \frac{y}{3}$	$y_0(1,6)= 4,6$	$[1,6; 2,6]$
13.	$y' = x + \sin \frac{y}{\sqrt{10}}$	$y_0(0,6)=0,8$	$[0,6; 1,6]$
14.	$y' = x + \sin \frac{y}{\sqrt{7}}$	$y_0(0,5)=0,6$	$[0,5; 1,5]$
15.	$y' = x + \sin \frac{y}{\pi}$	$y_0(1,7)=5,3$	$[1,7; 2,7]$

16.	$y' = x + \sin \frac{y}{\sqrt{2,8}}$	$y_0(1,4)=2,2$	[1,4; 2,4]
17.	$y' = x + \sin \frac{y}{e}$	$y_0(1,4)=2,5$	[1,4; 2,4]
18.	$y' = x + \sin \frac{y}{\sqrt{2}}$	$y_0(0,8)=1,3$	[0,8; 1,8]
19.	$y' = x + \sin \frac{y}{\sqrt{3}}$	$y_0(1,1)=1,5$	[1,1; 2,1]
20.	$y' = x + \sin \frac{y}{\sqrt{11}}$	$y_0(0,6)=1,2$	[0,6; 1,6]
21.	$y' = x + \sin \frac{y}{1,25}$	$y_0(0,5)=1,8$	[0,5; 1,5]
22.	$y' = x + \sin \frac{y}{\sqrt{15}}$	$y_0(0,2)=1,1$	[0,2; 1,2]
23.	$y' = x + \sin \frac{y}{\sqrt{1,3}}$	$y_0(0,1)=0,8$	[0,1; 1,1]
24.	$y' = x + \sin \frac{y}{\sqrt{0,3}}$	$y_0(0,5)=0,6$	[0,5; 1,5]
25.	$y' = x + \sin \frac{y}{\sqrt{0,7}}$	$y_0(1,2)=1,4$	[1,2; 2,2]
26.	$y' = x + \cos \frac{y}{1,25}$	$y_0(0,4)=0,8$	[0,4; 1,4]
27.	$y' = x + \cos \frac{y}{\sqrt{1,5}}$	$y_0(0,3)=0,9$	[0,3; 1,3]
28.	$y' = x + \cos \frac{y}{\sqrt{1,3}}$	$y_0(1,2)=1,8$	[1,2; 2,2]
29.	$y' = x + \cos \frac{y}{\sqrt{0,3}}$	$y_0(0,7)=2,1$	[0,7; 1,7]
30.	$y' = x + \cos \frac{y}{\sqrt{0,7}}$	$y_0(0,9)=1,7$	[0,9; 1,9]

Задания для проведения практических работ содержатся в пособиях:

1. Березин И.С., Жидков Н.П. Методы вычислений. Т.1, М.: Физматгиз, 1966.
2. Рихтмайер Р., Марон К. Разностные методы решения краевых задач. М.: Мир, 1972.
3. Поттер Д.. Вычислительные методы в физике. 390 стр. PDF. 15.1 Мб.
4. Шхануков-Лафишев М.Х., Нахушева Ф.М. Численные методы: лабораторный практикум. Нальчик: Полиграфический участок ИПЦ КБГУ, 2010.
5. А.А. Алиханов, М.Х. Бештоков. Практикум «Численные методы решения нелинейных уравнений: практикум. – Нальчик: Каб.-Балк. ун-т, 2011. - 33с.
6. А.А. Алиханов, М.Х. Бештоков. Лабораторный практикум по численным методам: лабораторный практикум. – Нальчик: Каб.-Балк. ун-т, 2013. - 75с.

Критерии формирования оценок по заданиям для самостоятельной работы студента (типовые задачи):

5 баллов) - обучающийся показал глубокие знания материала, свободно использует необходимые формулы при решении задач;

3-4 балла - обучающийся твердо знает материал, грамотно его излагает, не допускает

существенных неточностей в процессе решения задач;

1-2 балла - обучающийся имеет знания основного материала, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности при решении задач;

0 баллов – обучающийся допускает грубые ошибки при решении задач.

5.2. Оценочные материалы для рубежного контроля. Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам – учебным модулям курса и проводится по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится **три таких контрольных мероприятия по графику.**

В качестве форм рубежного контроля можно использовать тестирование (письменное или компьютерное), проведение коллоквиума или контрольных работ. Выполняемые работы должны храниться на кафедре в течение учебного года и по требованию предоставляться в Управление контроля качества. На рубежные контрольные мероприятия рекомендуется выносить весь программный материал (все разделы) по дисциплине.

5.2.1. Оценочные материалы для контрольной работы:
(контролируемые компетенции ПКС-1.1, ПКС-2.2):

Типовые образцы заданий для проведения контрольных работ

Вариант 1

1. Минимизация оценки остаточного члена интерполяционного многочлена Лагранжа.
2. Погрешность интерполяционных формул Ньютона.
3. Погрешность формул численного дифференцирования.
4. Некорректность задачи численного дифференцирования.
5. Задача наилучшего равномерного приближения функции.

Вариант 2

1. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса.
2. Интерполяционные квадратурные формулы.
3. Формулы прямоугольников.
4. Формулы трапеций.
5. Формулы Симпсона.

Вариант 3

1. Сходимость метода простой итерации.
2. Процесс практической оценки погрешности метода простой итерации.
3. Сходимость метода Зейделя.
4. Прямые методы решения задачи о собственных значениях.
5. Численные методы решения нелинейных задач.

Вариант 4

1. Метод Эйлера и его модификации.
2. Особенности реализации на ЭВМ схемы Рунге-Кутты четвертого порядка точности.
3. Метод Рунге-Кутта для систем уравнений и особенности ее реализации на ЭВМ.
4. Методы построения разностных схем.
5. Оценка погрешности и сходимость конечно-разностных схем.

Вариант 5

1. Метод наименьших квадратов обработки результатов наблюдений
2. Формулы Гаусса
3. Метод простой итерации решения нелинейных уравнений
4. Метод прогонки и стрельбы решения сеточных уравнений
5. Аппроксимация и устойчивость

Критерии формирования оценок по контрольным точкам (контрольные работы; коллоквиум)

8 баллов - ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов; обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, решено 100% задач;

5-7 балла – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, допуская незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

2-4 балла – ставится за работу, если бакалавр правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач;

менее **2 баллов** – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50 % задач.

5.2.2. Оценочные материалы: Типовые тестовые задания по дисциплине (контролируемые компетенции ПКС-1.1, ПКС-2.2): Полный перечень тестовых заданий представлен в ЭОИС – <http://open.kbsu.ru/moodle/course/view.php?id=1579>

Тест – система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений студента.

1. При графическом отделении корня уравнения $f(x)=0$ на $[a,b]$ используется свойство функции

- ☐ $f(a) \cdot f(b) > 0$
- ☒ $f(a) \cdot f(b) < 0$
- ☐ $f(a) \cdot f(b) = 0$
- ☐ $f(a) \cdot f(b) = A$

2. Степень интерполяционного многочлена связана с количеством узлов интерполирования n

- ☐ равна n
- ☐ больше n
- ☒ не больше n
- ☐ меньше n

3. Действительные корни уравнения $f(x)=0$ это точки графика функции $f(x)$ пересекающие

- ☐ ось ординат
- ☒ ось абсцисс
- ☐ прямую $x=a$
- ☐ прямую $y=b$

4. Численные методы решения ДУ – это методы, когда искомая функция получается в виде

- ☐ аналитического выражения
- ☒ таблицы
- ☐ графика
- ☐ числа

5. Повысить точность интерполяции путем увеличения числа узлов и уменьшения расстояний между ними можно

- ☒ все зависит от сходимости интерполяционного процесса
- ☐ если число точек деления ограничено
- ☐ когда берутся различные наборы узлов
- ☐ все зависит от выбора узлов

6. Основная идея метода Лагранжа интерполирования функции состоит в том, чтобы, прежде всего, найти многочлен, который принимает

- ☐ значение 0 в одной узловой точке и 1 во всех других
- ☐ значение 2 в одной узловой точке и 0 во всех других

- ☐ значение 1 в одной узловой точке и 2 во всех других
 - ☒ значение 1 в одной узловой точке и 0 во всех других
7. Метод интерполяции Ньютона позволяет получить аппроксимирующее значение функции
- ☐ с построением в явном виде аппроксимирующего полинома
 - ☒ без построения в явном виде аппроксимирующего полинома
 - ☐ с построением в неявном виде аппроксимирующего полинома
 - ☐ без построения в неявном виде аппроксимирующего полинома
8. Фактически формулы Лагранжа и Ньютона интерполирования функции порождают:
- ☒ один и тот же полином, разница только в алгоритме его построения
 - ☐ разные полиномы с одним алгоритмом его построения
 - ☐ один и тот же полином с одним и тем же построением алгоритма
 - ☐ один и тот же алгоритм построения
9. На погрешность интерполяции влияет
- ☐ только число узлов
 - ☒ число узлов и их распределение
 - ☐ распределение узлов
 - ☐ не влияет распределение узлов
10. Все численные методы решения уравнений представляют собой
- ☐ арифметические приближения к корню уравнения
 - ☒ итерационные алгоритмы последовательного приближения к корню уравнения
 - ☐ численные приближения
 - ☐ положительные значения корней уравнения
11. При решении уравнения $f(x)=0$ методом простой итерации используется выражение
- ☐ независимой переменной от зависимого
 - ☐ зависимой переменной от исходного
 - ☐ зависимой переменной от неизвестного
 - ☒ независимой переменной из исходного уравнения
12. Недостатком сходимости метода простой итерации решения уравнения $f(x)=0$ является локальной и резко зависит от
- ☐ левой части уравнения
 - ☐ преобразований уравнения
 - ☒ выбора итерационной формулы
 - ☐ графического изображения функции $f(x)$
13. В случае сходимости метода простой итерации решения уравнения $f(x)=0$, скорость схождения
- ☐ не выше второй степени
 - ☒ не выше первой степени
 - ☐ не ниже первой степени
 - ☐ не выше n-ой степени

Критерии формирования оценок по тестовым заданиям:

5 баллов – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы. Выполнено 100 % предложенных тестовых вопросов;

4 балла – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 80 –99 % от общего объема заданных тестовых вопросов;

3 балла – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 60 –79% от общего объема заданных тестовых вопросов;

1-2 балла – получают обучающиеся правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 40-59 % от общего объема заданных тестовых вопросов.

5.3 Оценочные материалы для промежуточной аттестации.

Целью промежуточных аттестаций по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины. Осуществляется в конце семестра и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика» в виде проведения экзамена.

Промежуточная аттестация может проводиться в устной, письменной форме, и в форме тестирования. На промежуточную аттестацию отводится до 30 баллов.

Вопросы к зачёту (контролируемые компетенции ПКС-1.1, ПКС-2.2):

1. Численные методы и математическое моделирование- важный раздел современной математики;
2. Основные источники и классификация погрешностей;
3. Действия с приближенными числами;
4. Простейшие способы оценки погрешностей.
5. Общая задача интерполирования;
6. Интерполяционный многочлен Лагранжа;
7. Погрешность интерполяционной формулы Лагранжа;
8. Многочлены Чебышева;
9. Минимизация оценки остаточного члена интерполяционного многочлена Лагранжа;
10. Конечные и разделенные разности;
11. Интерполяционная формула Ньютона для неравноотстоящих узлов интерполирования;
12. Интерполяционные формулы Ньютона для равноотстоящих узлов интерполирования;
13. Погрешность интерполяционных формул Ньютона;
14. Основные формулы численного дифференцирования;
15. Погрешность формул численного дифференцирования;
16. Некорректность задачи численного дифференцирования;
17. Метод наименьших квадратов;
18. Обработка результатов наблюдения.
19. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса;
20. Интерполяционные квадратурные формулы;
21. Формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона, Гаусса.
22. Метод простой итерации;
23. Сходимость, оценка погрешности;
24. Процесс практической оценки погрешности;
25. Метод Зейделя, релаксация;
26. Сходимость методов Зейделя и релаксации;
27. Прямые методы решения задачи о собственных значениях;
28. Метод простой итерации решения нелинейных уравнений;
29. Метод Ньютона и секущих;
30. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений;
31. Метод Эйлера и его модификации;
32. Схема Рунге-Кутты четвертого порядка точности;
33. Особенности ее реализации на ЭВМ;
34. Метод Рунге-Кутты для систем уравнений;
35. Методы решения жестких систем.
36. Методы построения разностных схем;
37. Аппроксимация и устойчивость;

38. Оценка погрешности и сходимость конечно-разностных схем;
39. Метод прогонки решения сеточных уравнений;
40. Задача двух тел с центральным взаимодействием.
41. Численное решение задачи о движении в центральном поле. Сравнение с аналитическим решением для потенциала кулоновского типа.
42. Задача Кеплера.
43. Рассеяние Резерфорда.
44. Рассеяние в кулоновском поле в малоугловом приближении.
45. Моделирование произвольного распределения случайной величины с помощью генератора случайных чисел.
46. Моделирование гауссова распределения.
47. Моделирование процессов пуассоновского типа.
48. Моделирование угла рассеяния быстрой заряженной частицы в импульсном приближении методом Монте-Карло.
49. Моделирование многократного рассеяния быстрых частиц при прохождении через вещество.
50. Решение уравнений Ньютона для системы многих частиц с парным взаимодействием в ММД.
51. Нахождение макроскопических характеристик системы в ММД (давления, температуры, внутренней энергии и т.д.).
52. Нахождение уравнения состояния ММД.
53. Моделирование ММД в среде LAMMPS процессов конденсации.

Тема: «Процессы прохождения релятивистских частиц через ориентированные кристаллы»

4. Одномерное движение при плоскостном каналировании позитронов в параболическом потенциале
5. Одномерное движение при плоскостном каналировании электронов в потенциале Пешеля-Теллера.
6. Двумерное аксиальное каналирование в кулоновском поле, сравнение с аналитическим решением.
- 54.

Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации:

«отлично» (26-30 баллов) – получают обучающиеся, которые свободно ориентируются в материале и отвечают без затруднений. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий, постановке целей и выборе путей их реализации. Работа выполнена полностью без ошибок, решено 100% задач;

«хорошо» (21-25 баллов) – получают обучающиеся, которые относительно полно ориентируются в материале, отвечают без затруднений, допускают незначительное количество ошибок. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий. Работа выполнена полностью, но имеются не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Допускаются незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

«удовлетворительно» (11-20 баллов) – получают обучающиеся, у которых недостаточно высок уровень владения материалом. В процессе ответа на экзамене допускаются ошибки и затруднения при изложении материала. Обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач;

«неудовлетворительно» (менее 10 баллов) – получают обучающиеся, которые

допускают значительные ошибки. Обучающийся имеет лишь начальную степень ориентации в материале. В работе число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50% задач.

6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Максимальная сумма (100 баллов), набираемая студентом по дисциплине включает две составляющие:

– *первая составляющая* – оценка регулярности, своевременности и качества выполнения студентом учебной работы по изучению дисциплины в течение периода изучения дисциплины (семестра, или нескольких семестров) (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ.

– *вторая составляющая* – оценка знаний студента по результатам промежуточной аттестации (не более 30 –баллов).

Критерием оценки уровня сформированности компетенций в рамках учебной дисциплины «Математическое моделирование в физике» является экзамен.

В период подготовки к экзамену студенты вновь обращаются к учебно-методическому материалу и закрепляют промежуточные знания.

Подготовка обучающегося к экзамену включает три этапа:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену по темам курса;
- подготовка к ответу на экзаменационные вопросы.

При подготовке к экзамену обучающимся целесообразно использовать материалы лекций, учебно-методические комплексы, нормативные документы, основную и дополнительную литературу.

На экзамен выносится материал в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Экзамен проводится в письменной / устной форме.

При проведении экзамена в письменной (устной) форме ведущий преподаватель составляет экзаменационные билеты, которые могут включать в себя: тестовые задания; теоретические вопросы; задачи или ситуации. Формулировка теоретических заданий совпадает с формулировкой перечня экзаменационных вопросов, доведенных до сведения студентов накануне экзаменационной сессии. Содержание вопросов одного билета относится к различным разделам программы с тем, чтобы более полно охватить материал учебной дисциплины.

В аудитории, где проводится устный экзамен, должно одновременно находиться не более десяти студентов на одного преподавателя, принимающего экзамен. На подготовку ответа на билет на экзамене отводится 40 минут.

При проведении письменного экзамена на работу отводится до 60 минут.

Результат устного или письменного экзамена выражается оценками:

Критерии оценки качества освоения дисциплины

Оценка «отлично» – от 91 до 100 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. На экзамене студент демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

Оценка «хорошо» – от 81 до 90 баллов – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На экзамене студент демонстрирует твердые знания

основного (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» – от 61 до 80 баллов – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене студент демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала

Оценка «неудовлетворительно» – от 36 до 60 баллов – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На экзамене студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины.

Не допуск – от 0 до 35 баллов – во время прохождения учебных занятий обучающийся не набрал пороговое количество баллов и не допускается к прохождению промежуточной аттестации.

Типовые задания, обеспечивающие формирование компетенций ОПК-2 и ОПК-4 представлены в таблице 7.

Таблица 7. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Результаты обучения (компетенции)	Освоенные показатели оценки результатов обучения	Вид оценочного материала
ПКС-1.1 Способен использовать современные методы исследования свойств конденсированных состояний	Знать: основные методы численной реализации моделирования физических процессов и явлений с оценкой погрешности расчётов на уровне, позволяющем использовать современные методы исследования свойств конденсированных состояний	Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1); Типовые оценочные материалы для самостоятельной работы (раздел 5.1.2); Типовые оценочные материалы для практических работ (раздел 5.2.1.); Типовые тестовые задания (раздел 5.2.1.); Типовые оценочные материалы к экзамену (раздел 5.3)
	Уметь: создавать математические модели физических явлений с помощью современных языков программирования и использовать эти модели для исследования свойств конденсированных состояний	Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1); Типовые оценочные материалы для самостоятельной работы (раздел 5.1.2); Типовые оценочные материалы для практических работ (раздел 5.1.3); Типовые оценочные материалы к экзамену (раздел 5.3)

	Владеть: навыками применения основных методов физико-математического анализа для разработки и численного исследования прикладных физических задач и использовать эти методы для исследования свойств конденсированных состояний	Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1); Типовые оценочные материалы для самостоятельной работы (раздел 5.1.2); Типовые оценочные материалы для практических работ (раздел 5.1.3); Типовые тестовые задания (раздел 5.2.1.); Типовые оценочные материалы к экзамену (раздел 5.3)
<p>ПКС-2.2</p> <p>Способен проводить физико-техническое обеспечение современных методов исследования конденсированных фаз и поверхностей раздела между ними, поводить теоретические расчёты и моделирование, включая прохождение частиц через вещество</p>	Знать: основные методы численной реализации моделирования физических процессов и явлений с оценкой погрешности расчётов и применять эти знания для осуществления физико-технического обеспечения современных методов исследования конденсированных фаз и поверхностей раздела между ними, поведения теоретических расчётов и моделирования, включая прохождение частиц через вещество	Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1); Типовые оценочные материалы для самостоятельной работы (раздел 5.1.2); Типовые оценочные материалы для практических работ (раздел 5.2.1.); Типовые тестовые задания (раздел 5.2.1.); Типовые оценочные материалы к экзамену (раздел 5.3)
	Уметь: создавать математические модели физических явлений с помощью современных языков программирования на уровне, позволяющем проводить физико-техническое обеспечение современных методов исследования конденсированных фаз и поверхностей раздела между ними, поводить теоретические расчёты и моделирование, включая прохождение частиц через вещество	Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1); Типовые оценочные материалы для самостоятельной работы (раздел 5.1.2); Типовые оценочные материалы для практических работ (раздел 5.1.3); Типовые оценочные материалы к экзамену (раздел 5.3)
	Владеть: навыками применения основных методов физико-математического анализа для разработки и численного исследования прикладных физических задач на уровне, позволяющем проводить физико-техническое обеспечение современных методов исследования конденсированных фаз и поверхностей раздела между ними, поводить теоретические расчёты и моделирование, включая прохождение частиц через вещество.	Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1); Типовые оценочные материалы для самостоятельной работы (раздел 5.1.2); Типовые оценочные материалы для практических работ (раздел 5.1.3); Типовые тестовые задания (раздел 5.2.1.); Типовые оценочные материалы к экзамену (раздел 5.3)

Таким образом, выполнение типовых заданий, представленных в разделе 5 «Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации» позволит критично, оценить способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать результаты с учетом границ

применимости моделей; способность понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, осознавать опасность и угрозу, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности.

7 Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

7.1. Нормативно-законодательные акты

1. Приказ Минобрнауки Российской Федерации 7 августа 2020 г. № 891, зарегистрирован в Минюсте РФ 24 августа 2020 г., регистрационный № 59412.

7.2. Основная литература

1. Игумнов Л.А. Методы вычислительной математики. Анализ и исследование функций [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Игумнов Л.А., Литвинчук С.Ю., Юрченко Т.В.— Электрон. текстовые данные.— Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2018.— 88 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80905.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Игумнов Л.А. Методы вычислительной математики. Решение уравнений и систем уравнений [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Игумнов Л.А., Литвинчук С.Ю., Юрченко Т.В.— Электрон. текстовые данные.— Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2018.— 101 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80906.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Юрчук С.Ю. Методы математического моделирования [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Юрчук С.Ю.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский Дом МИСиС, 2018.— 96 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/78562.html>.— ЭБС «IPRbooks»

7.3. Дополнительная литература

1. Самарский А.А. Введение в численные методы. М.: Наука, 1987.
2. Самарский А.А. Теория разностных схем. М.: Наука, 1989.
3. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. М.: Наука, 1989.
4. Березин И.С., Жидков Н.П. Методы вычислений. Т.1, М.: Физматгиз, 1966.
5. Рихтмайер Р., Марон К. Разностные методы решения краевых задач. М.: Мир, 1972.
6. Д. Поттер. Вычислительные методы в физике. 390 стр. PDF. 15.1 Мб.
7. Шхануков-Лафишев М.Х., Нахушева Ф.М. Численные методы: лабораторный практикум. Нальчик: Полиграфический участок ИПЦ КБГУ, 2010.
8. Ракитин, Первушин. Практическое руководство по методам вычислений с приложением программ для персональных компьютеров. djvu. Размер: 5,4 Мб.
9. А.А. Алиханов, М.Х. Бештоков. Практикум «Численные методы решения нелинейных уравнений: практикум. – Нальчик: Каб.-Балк. ун-т, 2011. - 33с.
10. А.А. Алиханов, М.Х. Бештоков. Лабораторный практикум по численным методам: лабораторный практикум. – Нальчик: Каб.-Балк. ун-т, 2013. - 75с.

7.4. Периодические издания

1. Журнал вычислительной математики и математической физики (ЖВМ и МФ).
2. Журнал прикладная математика и техническая физика (ЖПМ и ТФ).

7.5. Интернет-ресурсы

При изучении дисциплины «Численные методы и математическое моделирование» студентам полезно пользоваться следующими Интернет – ресурсами:

1. <http://elibrary.ru>
2. www.studentlibrary.ru
3. <http://www.mathnet.ru>
4. <http://www.iprbookshop.ru>
5. www.ufn.ru
6. <http://lib.kbsu.ru>
7. <http://www.scopus.com>
8. <http://www.isiknowledge.com/>

общие информационные, справочные и поисковые:

1. Справочная правовая система «Гарант». URL: <http://www.garant.ru>.
2. Справочная правовая система «КонсультантПлюс». URL: <http://www.consultant.ru>

**Перечень актуальных электронных информационных баз данных,
к которым обеспечен доступ пользователям КБГУ (2023-2024 уч.г.)**

№ п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Наименование организации-владельца; реквизиты договора	Условия доступа
1.	Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)	Электр. библиотека научных публикаций - около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тыс. журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций; 2800 росс. журналов на безвозмездной основе	http://elibrary.ru	ООО «НЭБ» Лицензионное соглашение №14830 от 01.08.2014г. Бессрочное	Полный доступ
2.	ЭБС «Консультант студента»	13800 изданий по всем областям знаний, включает более чем 12000 учебников и учебных пособий для ВО и СПО, 864 наименований журналов и 917 монографий.	http://www.studentlibrary.ru http://www.medcollegelibrary.ru	ООО «Консультант студента» (г. Москва) Договор №750КС/07-2022 От 26.09.2022 г. Активен до 30.09.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
3.	«Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента»)	Коллекция «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Books in English (книги на английском языке)»	http://www.studentlibrary.ru	ООО «Политехресурс» (г. Москва) Договор №849КС/03-2023 от 11.04.2023 г. Активен до 19.04.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)

4.	ЭБС «Лань»	Электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://e.lanbook.com/	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) Договор №41ЕП/223 от 14.02.2023 г. Активен до 15.02.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
5.	Национальная электронная библиотека РГБ	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	https://ru.sneb.ru/	ФГБУ «Российская государственная библиотека» Договор №101/НЭБ/1666-п от 10.09.2020г. Бессрочный	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ
6.	ЭБС «IPSMART»	107831 публикаций, в т.ч.: 19071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудиоизданий.	http://iprbookshop.ru/	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Москва) Договор №75/ЕП-223 от 23.03.2023 г. Активен до 02.04.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
7.	ЭБС «IPSMART» (ЭОР РКИ)	Тематическая коллекция «Русский язык как иностранный» Издательские коллекции: «Златоуст»; «Русский язык. Курсы»; «Русский язык» (Курсы УМК «Русский язык сегодня» - 6 книг)	http://iprbookshop.ru/ http://www.ros-edu.ru/	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Москва) Договор №142/ЕП-223 от 18.05.2023 г. срок предоставления лицензии: с 01.06.2023 по 01.06.2024	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
8.	ЭБС «Юрайт» для СПО	Электронные версии учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для СПО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://urait.ru/	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) Договор №305/ЕП-223 От 27.10.2022 г. Активен до 31.10.2023	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)

9.	ЭБС «Юрайт» для ВО	Электронные версии 8000 наименований учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для ВО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://urait.ru/	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) Договор №44/ЕП-223 От 16.02.2023 г. Активен с 01.03.2023 г. по 29.02.2024 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
10.	Polpred.com . Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье	Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям	http://polpred.com	ООО «Полпред справочники» Безвозмездно (без официального договора)	Доступ по IP-адресам КБГУ
11.	Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина	Более 500 000 электронных документов по истории Отечества, российской государственности, русскому языку и праву	http://www.prilib.ru	ФГБУ «Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт-Петербург) Соглашение от 15.11.2016г. Бессрочный	Авторизованный доступ из библиотеки (ауд. №115, 214)

7.6. Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы

Учебная работа по дисциплине «Математическое моделирование в физике» состоит из контактной работы (лекции, практические занятия) и самостоятельной работы. Доля контактной учебной работы в общем объеме времени, отведенном для изучения дисциплины, составляет 25 % (в том числе лекционных занятий – 12,5%, практических занятий – 12,5%), доля самостоятельной работы – 75 %. Соотношение лекционных, семинарских, практических занятий к общему количеству часов соответствует учебному плану Направления 03.03.02 – Физика, профиль «Физика конденсированного состояния вещества».

Для подготовки к семинарским занятиям необходимо рассмотреть контрольные вопросы, при необходимости обратиться к рекомендуемой литературе, записать непонятные моменты в вопросах для уяснения их на предстоящем занятии.

Методические рекомендации по изучению дисциплины «Математическое моделирование в физике» для обучающихся

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной учебной литературы. Необходимо уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий, занести в свою рабочую тетрадь темы и сроки проведения семинаров, написания учебных и творческих работ. При изучении дисциплины студенты: изучают рекомендованную учебную и научную литературу; пишут контрольные работы, готовят домашнее задание и сообщения к практическим занятиям; выполняют самостоятельную работу, участвуют при проведении практических заданий. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий

Курс изучается на лекциях, семинарах, при самостоятельной и индивидуальной работе студентов. Студент для полного освоения материала не должен пропускать занятия и активно участвовать в учебном процессе. Лекции включают все темы в соответствии с программой подготовки по данной дисциплине. Для максимальной эффективности изучения необходимо постоянно вести конспект лекций, знать рекомендуемую преподавателем литературу, позволяющую дополнить знания и лучше подготовиться к семинарским занятиям.

В соответствии с учебным планом на каждую тему выделено необходимое количество часов семинарских занятий, которые проводятся в соответствии с вопросами, рекомендованными к изучению по темам дисциплины. Студенты должны регулярно готовиться к семинарским занятиям и участвовать в обсуждении вопросов. При подготовке к занятиям следует руководствоваться конспектом лекций и рекомендованной литературой. Тематический план дисциплины, учебно-методические материалы, а также список рекомендованной литературы приведены в рабочей программе.

Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции

Во время лекционных занятий необходимо конспектировать учебный материал. Для этого используются общие и утвердившиеся в практике правила, и приемы конспектирования лекций:

Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля, на которых делаются пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Целесообразно записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и фломастеры.

Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их. В конспекте дословно записываются определения понятий, категории и законы. Остальное должно быть записано своими словами.

Каждому студенту необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

Методические рекомендации по подготовке к семинарским занятиям

Семинары – составная часть учебного процесса, групповая форма занятий при активном участии студентов. Семинары способствуют углубленному изучению наиболее сложных проблем науки и служат основной формой подведения итогов самостоятельной работы студентов. Целью семинарских занятий является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных студентами на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, а, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков.

В ходе практических работ студенты воспринимают и осмысливают новый учебный материал. Практические занятия носят систематический характер, регулярно следуя за каждой лекцией или двумя-тремя лекциями.

В ходе подготовки к семинарскому занятию необходимо прочитать конспект лекции, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, выполнить выданные преподавателем практические задания. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы.

Желательно при подготовке к практическим занятиям по дисциплине одновременно использовать несколько источников, раскрывающих заданные вопросы.

На семинарах студенты учатся грамотно излагать проблемы, свободно высказывать свои мысли и суждения, рассматривают ситуации, способствующие развитию

профессиональной компетентности. Следует иметь в виду, что подготовка к семинару зависит от формы, места проведения семинара, конкретных заданий и поручений.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа является одним из видов учебной деятельности обучающихся, способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Самостоятельная работа студентов направлена на приобретение студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия преподавателей.

Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, ответственности и организованности;
 - формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
 - развития исследовательских умений.

Самостоятельная работа приводит студента к получению нового знания, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений. Самостоятельная работа выполняет ряд функций:

- развивающую;
- информационно-обучающую;
- самоорганизующую;
- ориентирующую и стимулирующую;
- воспитывающую;
- исследовательскую.

В рамках курса выполняются следующие виды самостоятельной работы:

1. Конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
2. Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
3. Выполнение разноуровневых задач и заданий;
4. Работа с тестами и вопросами для самопроверки;
5. Выполнение итоговой контрольной работы.

Студентам рекомендуется с самого начала освоения курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала.

Необходимо отметить, что некоторые задания для самостоятельной работы по курсу имеют определенную специфику. При освоении курса студент может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой. Значительную помощь в подготовке к очередному занятию может оказать имеющийся в учебно-методическом комплексе краткий конспект лекций. Он же может использоваться и для закрепления полученного в аудитории материала. Самостоятельная работа студентов предусмотрена учебным планом и выполняется в обязательном порядке. Задания предложены по каждой изучаемой теме и могут готовиться индивидуально или в группе. По необходимости студент может обращаться за консультацией к преподавателю. Выполнение заданий контролируется и оценивается преподавателем.

Для успешного самостоятельного изучения материала сегодня используются различные средства обучения, среди которых особое место занимают информационные технологии разного уровня и направленности: электронные учебники и курсы лекций, базы тестовых заданий и задач. Электронный учебник может интегрировать в себе возможности различных

педагогических программных средств: обучающих программ, справочников, учебных баз данных, тренажеров, контролирующих программ.

Для успешной организации самостоятельной работы все активнее применяются разнообразные образовательные ресурсы в сети Интернет: системы тестирования по различным областям, виртуальные лекции, лаборатории, при этом пользователю достаточно иметь компьютер и подключение к Интернету для того, чтобы связаться с преподавателем, решать вычислительные задачи и получать знания. Использование сетей усиливает роль самостоятельной работы студента и позволяет кардинальным образом изменить методику преподавания.

Студент может получать все задания и методические указания через сервер. Студент имеет возможность выполнять работу дома или в аудитории. Большое воспитательное и образовательное значение в самостоятельном учебном труде студента имеет самоконтроль. Самоконтроль возбуждает и поддерживает внимание и интерес, повышает активность памяти и мышления, позволяет студенту своевременно обнаружить и устранить допущенные ошибки и недостатки, объективно определить уровень своих знаний, практических умений. Самое доступное и простое средство самоконтроля с применением информационно-коммуникационных технологий - это ряд тестов «on-line», которые позволяют в режиме реального времени определить свой уровень владения предметным материалом, выявить свои ошибки и получить рекомендации по самосовершенствованию.

Методические рекомендации по работе с литературой

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

При работе с литературой необходимо учитывать, что имеются различные виды чтения, и каждый из них используется на определенных этапах освоения материала.

Предварительное чтение направлено на выявление в тексте незнакомых терминов и поиск их значения в справочной литературе. В частности, при чтении указанной литературы необходимо подробнейшим образом анализировать понятия.

Сквозное чтение предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из приведенного списка дает возможность студенту сформировать свод основных понятий из изучаемой области и свободно владеть ими.

Выборочное – наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. В рамках данного курса выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим разделам.

Аналитическое чтение – это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Освоение указанных понятий будет наиболее эффективным в том случае, если при чтении текстов студент будет задавать к этим текстам вопросы. Часть из этих вопросов сформулирована в ФОС в перечне вопросов для собеседования. Перечень этих вопросов ограничен, поэтому важно не только содержание вопросов, но сам принцип освоения литературы с помощью вопросов к текстам.

Целью *изучающего* чтения является глубокое и всестороннее понимание учебной информации. Есть несколько приемов изучающего чтения:

1. Чтение по алгоритму предполагает разбиение информации на блоки: название; автор; источник; основная идея текста; фактический материал; анализ текста путем сопоставления имеющихся точек зрения по рассматриваемым вопросам; новизна.
2. Прием постановки вопросов к тексту имеет следующий алгоритм:
 - медленно прочитать текст, стараясь понять смысл изложенного;
 - выделить ключевые слова в тексте;
 - постараться понять основные идеи, подтекст и общий замысел автора.

3. Прием тезирования заключается в формулировании тезисов в виде положений, утверждений, выводов.

Подготовка к экзамену должна проводиться на основе лекционного материала, материала практических занятий с обязательным обращением к основным учебникам по курсу. Это позволит исключить ошибки в понимании материала, облегчит его осмысление, прокомментирует материал многочисленными примерами.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

8.1. Требования к материально-техническому обеспечению

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия.

При проведении занятий лекционного/ семинарского типа занятий используются:

лицензионное программное обеспечение:

- Продукты Microsoft (Desktop EducationALNG LicSaPk OLVS Academic Edition Enterprise) подписка (Open Value Subscription);

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition;

свободно распространяемые программы:

- Academic MarthCAD License - математическое программное обеспечение, которое позволяет выполнять, анализировать важнейшие инженерные расчеты и обмениваться ими;
- WinZip для Windows - программ для сжатия и распаковки файлов;
- Adobe Reader для Windows – программа для чтения PDF файлов;
- Far Manager - консольный файловый менеджер для операционных систем семейства Microsoft Windows.

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используются следующие информационно справочные системы: ЭБС «АйПиЭрбукс», ЭБС «Консультант студента», СПС «Консультант плюс», СПС «Гарант».

8.2 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования (ауд. 145 ГК). В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)
 - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ не визуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;
 - задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- зачет/экзамен проводится в письменной форме;

4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)
в рабочую программу по дисциплине «Математическое моделирование в физике» по
направлению подготовки 03.03.02. Физика,
Профиль: «Физика конденсированного состояния веществ» на 2023-2024 учебный год

№ п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание
1			

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры Прикладной математики и информатики № ____ от " ____ " _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____ / А.Р.Бечелова /

Приложения 1

Таблица 8. Распределение баллов текущего и рубежного контроля

Перечень, оцениваемых мероприятий	Количество Баллов	Распределение баллов по трем рейтинговым точкам		
		1	2	3
Посещаемость занятий	10	3	3	4
Выполнение домашних заданий	21	7	7	7
Тестирование	15	5	5	5
Коллоквиум, контрольная работа	24	8	8	8
Реферат		0	0	0
Итого	70	23	23	24
Зачет	30			
Всего	100			

Шкала оценивания планируемых результатов обучения
Текущий и рубежный контроль

Семестр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	61-70 баллов
Второй	Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение домашнего задания. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не допускается к промежуточной аттестации	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение домашнего задания. Частичное выполнение заданий для самостоятельной работы, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценку «удовлетворительно».	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение домашнего задания. Выполнение заданий для самостоятельной работы, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценку «хорошо».	Полное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение домашнего задания. Выполнение заданий для самостоятельной работы, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценку «отлично».

Промежуточная аттестация

Семестр	Шкала оценивания			
	Неудовлетворительно (36-60 баллов)	Удовлетворительно (61-80 баллов)	Хорошо (81-90 баллов)	Отлично (91-100 баллов)
Второй	Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос. Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос. Не решил задачу.	Студент имеет 36-50 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй. Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос или частично ответил на оба вопроса. Студент имеет по итогам текущего и рубежного контроля 61-70 баллов на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос. Приступил к решению задачи.	Студент имеет 51-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй. Студент имеет 61 – 65 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй. Студент имеет 66-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос. Приступил к решению задачи, ход решения верный, но задача не доведена до конца.	Студент имеет 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на оба вопроса. Задача решена правильно.

