МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента науки и инноваций
_____ В. М. Рулевский
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математические модели и прогнозирование изменения физических свойств конденсированных веществ

Уровень образования: **высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации**
Направление подготовки / специальность: **03.06.01 Физика и астрономия**
Направленность (профиль) / специализация: **Физика конденсированного состояния**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**
Курс: **2**
Семестр: **4**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	4 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Всего аудиторных занятий	36	36	часов
4	Самостоятельная работа	36	36	часов
5	Всего (без экзамена)	72	72	часов
6	Общая трудоемкость	72	72	часов
		2.0	2.0	З.Е.

Дифференцированный зачет: 4 семестр

Томск 2018

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 31.05.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Согласована на портале № 39106

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 91 от «19» 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 03.06.01 Физика и астрономия, утвержденного 30.07.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФЭ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

профессор каф. ФЭ	_____	С. В. Смирнов
Заведующий обеспечивающей каф. ФЭ	_____	П. Е. Троян

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ	_____	А. И. Воронин
Заведующий выпускающей каф. ФЭ	_____	П. Е. Троян

Эксперты:

Заведующий аспирантурой	_____	Т. Ю. Коротина
Доцент кафедры физической электроники (ФЭ)	_____	И. А. Чистоедова

Согласована на портале № 39106

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Формирование углубленных практических и теоретических знаний и навыков, необходимых для математического моделирования, разработки и планирования методов исследования физических свойств конденсированных материалов.

1.2. Задачи дисциплины

– Изучить основные математические модели прогнозирования изменения физических свойств конденсированных материалов.

– Изучить методы исследования физических свойств и оценки функциональных характеристик конденсированных веществ.

– Изучить теоретический материал по модернизации существующих и разработке новых методов и технологий получения конденсированных материалов.

– Формирование у аспирантов теоретических знаний и практических навыков в области математического моделирования.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Математические модели и прогнозирование изменения физических свойств конденсированных веществ» (Б1.В.ДВ.2.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Основы организации научных исследований, Физика конденсированного состояния, Физикохимия упорядоченных и неупорядоченных конденсированных веществ, Физические основы воздействия излучений на свойства конденсированных веществ.

Последующими дисциплинами являются: Научно-исследовательская деятельность (рассред.), Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научная практика), Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-4 способность разрабатывать и применять экспериментальные методы исследования физических свойств конденсированных веществ, а также модернизировать существующие и разрабатывать новые технологии получения конденсированных веществ;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основные закономерности формирования конденсированных материалов. Основные математические модели расчета, используемые для прогнозирования и изменения физических свойств конденсированных материалов. Перспективные методы исследования физических свойств твердых тел и их применение в научно-исследовательской деятельности. Методы математической обработки результатов экспериментальных исследований в области физики конденсированного состояния. Основы численного моделирования. Основные принципы и возможности математического моделирования, методику постановки и проведения модельного эксперимента.

– **уметь** развивать подходы к решению поставленных задач, разрабатывать новые технологии создания конденсированных веществ. Проводить теоретические и экспериментальные исследования в физике конденсированного состояния. Обрабатывать и анализировать экспериментальную и теоретическую физическую информацию о свойствах конденсированных веществ. Разрабатывать математические модели и прогнозирования изменения физических свойств конденсированных веществ в зависимости от внешних условий их нахождения. Использовать передовые отечественные и зарубежные достижения в области создания конденсированных сред, с целью проведения научных исследований и разработки перспективных приборов и устройств на их основе. Практически применять методы численного моделирования для решения различных задач. Оценивать точность результатов численного моделирования.

– **владеть** навыками анализа, выбора и расчета математических моделей. Владеть методами исследования физических свойств конденсированных веществ. Владеть методологией сопоставления результатов теоретических и экспериментальных исследований физических свойств конденсированных материалов. Методами математического моделирования при исследовании фи-

Согласована на портале № 39106

зических свойств конденсированных материалов. Практическими навыками моделирования случайных величин и случайных процессов с заданными законами распределения.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		4 семестр
Аудиторные занятия (всего)	36	36
Лекции	18	18
Практические занятия	18	18
Самостоятельная работа (всего)	36	36
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	20	20
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	16	16
Всего (без экзамена)	72	72
Общая трудоемкость, ч	72	72
Зачетные Единицы	2.0	2.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
4 семестр					
1 Предмет, проблемы и задачи курса. Введение в математическое моделирование. Имитация случайных величин Элементы прикладной математической статистики.	4	6	9	19	ПК-4
2 Моделирование случайных процессов Статистическое моделирование (метод Монте-Карло). Применение метода Монте-Карло	6	4	10	20	ПК-4
3 Основные этапы математического моделирования. Уравнения и задачи математической физики конденсированных материалов.	6	4	9	19	ПК-4
4 Экспериментальные методы физики конденсированного состояния	2	4	8	14	ПК-4
Итого за семестр	18	18	36	72	
Итого	18	18	36	72	

Согласована на портале № 39106

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1 Предмет, проблемы и задачи курса. Введение в математическое моделирование. Имитация случайных величин Элементы прикладной математической статистики.	Структура курса и цели обучения. Основные понятия и принципы математического моделирования. Организация процесса моделирования. Метод численного моделирования. Генерация дискретных случайных величин с геометрическим, отрицательно биномиальным, биномиальным и пуассоновским распределениями. Моделирование непрерывных случайных величин: метод обратной функции, метод суперпозиции, метод исключения.Точечные и интервальные оценки. Общие критерии согласия. Критерии согласия для равномерного распределения. Проверка гипотез относительно вида закона распределения.	4	ПК-4
	Итого	4	
2 Моделирование случайных процессов Статистическое моделирование (метод Монте-Карло). Применение метода Монте-Карло	Понятие случайного процесса, численные характеристики случайного процесса. Моделирование случайных процессов: дискретная цепь Маркова с дискретным временем, дискретная цепь Маркова с непрерывным временем, винеровский случайный процесс, арифметическое броуновское движение. Потоки событий и их моделирование.Математические основы метода Монте-Карло. Центральная предельная теорема. Закон больших чисел. Особенности сбора и статистической обработки результатов моделирования при использовании ЭВМ. Определение эмпирических законов распределения результатов эксперимента. Анализ и интерпретация результатов моделирования.Вычисление многократных интегралов. Выделение главной части интегрируемой функции. Метод Монте-Карло с повышенной скоростью сходимости. Метод расщепления. Способы повышения точности вычислений интегралов. Решение линейных уравнений: интегральные преобразования, неоднородные интегральные уравнения, однородные интегральные уравнения. Решение линейных алгебраических систем уравнений.	6	ПК-4
	Итого	6	
3 Основные этапы математического моделирования. Уравнения и задачи	Построение математической модели. Классификация математических моделей: непрерывные математические модели, дискретные и вероятностные модели. Особенности решение математической за-	6	ПК-4

Согласована на портале № 39106

математической физики конденсированных материалов.	дачи, к которой приводит модель. Проверка адекватности модели, модификация модели. Интерпретация полученных следствий из математической модели. Анализ модели на чувствительность.Основные понятия и определения. Одноканальные и многоканальные системы массового обслуживания и их характеристики. Аналитические модели систем массового обслуживания. Марковские модели. Методы приближенной оценки характеристик систем массового обслуживания. Теплоемкость твердых тел. Температурная зависимость решеточной и электронной теплоемкости. Предельные случаи высоких и низких температур. Температура Дебая. Тепловое расширение твердых тел. Закон Видемана – Франца для электрон-ной теплоемкости и теплопроводности. Проводимость, эффект Холла, термоЭДС, фотопроводимость, оптическое поглощение. Граничные условия Борна – Кармана.		
	Итого	6	
4 Экспериментальные методы физики конденсированного состояния	Рентгенография. Электронография и электронная микроскопия. Синхротронное излучение и его использование. Нейтронография. Эффект Мессбауэра. Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс.	2	ПК-4
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин			
	1	2	3	4
Предшествующие дисциплины				
1 Основы организации научных исследований				+
2 Физика конденсированного состояния	+	+	+	+
3 Физикохимия упорядоченных и неупорядоченных конденсированных веществ	+		+	
4 Физические основы воздействия излучений на свойства конденсированных веществ		+	+	+
Последующие дисциплины				
1 Научно-исследовательская деятельность (рассред.)		+	+	+
2 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельно-	+	+	+	+

Согласована на портале № 39106

сти (научная практика)				
3 Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)		+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ПК-4	+	+	+	Опрос на занятиях, Тест, Дифференцированный зачет

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1 Предмет, проблемы и задачи курса. Введение в математическое моделирование. Имитация случайных величин Элементы прикладной математической статистики.	С помощью пакета Mathcad получение выборок из показательного распределения, распределения , распределения Стьюдента. Генерация случайных чисел с заданным законом распределения . Законы распределения случайных величин (распределение Стьюдента, экспоненциальное, биномиальное, Пуассона). Построение выборок с заданным законом распределения. С помощью пакета Mathcad получение выборок случайных чисел с заданным законом распределения, вычисление выборочных моментов. Вычисление вероятностей попадания случайных величин с заданными законами распределения в данный интервал , с использованием пакета Mathcad. Точечные и интервальные оценки параметров распределений вероятностей. Интервальная оценка параметров нормального распределения. Интервальная оценка параметров экспоненциального распределения. Интервальная оценка параметров биномиального распределения. Интервальные оценки параметров при неизвестном зако-	6	ПК-4

Согласована на портале № 39106

	не распределения.		
	Итого	6	
2 Моделирование случайных процессов Статистическое моделирование (метод Монте-Карло). Применение метода Монте-Карло	Критерии проверки гипотезы о законе распределения выборочных данных. Критерии, основанные на сравнении теоретической плотности распределения и эмпирической гистограммой. Критерии, основанные на сравнении теоретической и эмпирической функций. Моделирование ионной имплантации и диффузии методом Монте Карло.	4	ПК-4
	Итого	4	
3 Основные этапы математического моделирования. Уравнения и задачи математической физики конденсированных материалов.	Способы построения моделирующих алгоритмов. Моделирование неперекрывающихся заявок. Моделирование перекрывающихся заявок. Моделирование перекрывающихся заявок с приоритетом. Моделирование процессов обслуживания заявок в условиях отказов. Метод секущих. Измерение размеров зерен. Определение механических характеристик по зависимости σ-ε.	4	ПК-4
	Итого	4	
4 Экспериментальные методы физики конденсированного состояния	Устройство и работа электронного микроскопа.Расшифровка электронограмм.Анализ электронномикроскопических изображений.Определение плотности дислокаций.	4	ПК-4
	Итого	4	
Итого за семестр		18	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
4 семестр				
1 Предмет, проблемы и задачи курса. Введение в математическое моделирование. Имитация случайных величин Элементы прикладной математической статистики.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-4	Опрос на занятиях, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	5		
	Итого	9		
2 Моделирование случайных процессов Статистическое моделирование (метод	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-4	Опрос на занятиях, Тест
	Самостоятельное изуче-	6		

Согласована на портале № 39106

Монте-Карло). Применение метода Монте-Карло	ние тем (вопросов) теоретической части курса			
	Итого	10		
3 Основные этапы математического моделирования. Уравнения и задачи математической физики конденсированных материалов.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-4	Опрос на занятиях, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	5		
	Итого	9		
4 Экспериментальные методы физики конденсированного состояния	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-4	Опрос на занятиях, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4		
	Итого	8		
Итого за семестр		36		
Итого		36		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется.

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Голубева Н.В. Математическое моделирование систем и процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие. -СПб. Издательство "Лань", 2013. - 192 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/book/76825/#1 (дата обращения: 19.07.2018).

2. Лекции по уравнениям математической физики [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: учебное посо -бие / М. М. Карчевский ; рец. О. А. Задворнов, И. Н. Сидоров ; худож. Е. А. Власова. - 2-е изд., испр. - Электрон. текстовые дан. - СПб. Лань, 2016 [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/book/72982/#1 (дата обращения: 19.07.2018).

3. Физика конденсированного состояния [Текст] : учебное пособие для вузов / Ю. А. Байков, В. М. Кузнецов. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 294 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 46 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Начальные сведения о MathCAD [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Д. О. Ноздреватых - 2016. 215 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6336 (дата обращения: 19.07.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Жданов Э.Р., Маликов Р.Ф., Хисматуллин Р.К. Компьютерное моделирование физических явлений и процессов методом Монте-Карло [Электронный ресурс]: Учебно-метод. пособие. – Уфа Изд-во БГПУ, 2005. – 124с. (пособие используется для практических занятий) - Режим доступа: http://simulation.su/uploads/files/default/2005-uch-posob-gdanov-malikov-hismatullin-1.pdf (дата обращения: 19.07.2018).

2. Mathcad для студента / А. М. Половко , И. В. Ганичев. - СПб. : БХВ-Петербург, 2006. -

Согласована на портале № 39106

336 с. (пособие используется для самостоятельной работы) (наличие в библиотеке ТУСУР - 27 экз.)

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. https://elibrary.ru (свободный доступ)
2. https://edu.tusur.ru (свободный доступ)
3. https://materials.springer.com (свободный доступ)
4. https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh (свободный доступ)

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Компьютерный класс

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 227 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютер в сборке №2 (26 шт);
- Проектор Acer;
- Экран для проектора настенный;
- Ноутбук;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Google Chrome
- Mozilla Firefox
- PTC Mathcad13, 14

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

Согласована на портале № 39106

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Математическая модель- это..
а) математическое представление связей и отношений исследуемой системы
б) математические уравнения, описывающие динамику системы
в) математические обозначения, используемые в постановке задачи
г) математический метод исследования поведения системы
2. Компьютерный эксперимент - это ...
а) обработка результатов вычислений на компьютере
б) эксперимент с помощью компьютера или на компьютере
в) построение таблиц и графиков в MS Office
г) любое использование любого математического пакета
3. Компьютерная модель -это...
а) компьютер + программа + технология моделирования (их использования)

Согласована на портале № 39106

б) компьютер + программа
в) компьютер + MS Office
г) пакет решения математических задач
4.Соотношение F=ma является моделью...
а) физико-математической
б) физической
в) математической
г) экономической
5. Математическая модель не зависит от ...
а) предложений о поведении моделируемой системы
б) средств (языка) описания системы
в) методов изучения системы
г) обозначений
6. Математическая модель используется в основном для ...
а) применения системы
б) управления системой
в) изучения системы
г) всего перечисленного выше
7. Результатом выполнения заданного фрагмента программы является:
begin a:=5; b:=2; c:=a/b+b/a; write(c); end. является:
а) 2
б) 2.9
в) 4.9
г) 5
8. Сильная взаимосвязь между факторами в корреляционно-регрессионной модели — это:
а) коллинеарность
б) мультикорреляция
в) внутренняя регрессия
г) дисперсия
9. Коэффициент множественной корреляции характеризует:
а) значимость модели
б) достоверность исследования
в) рекомендуемое количество переменных
г) взаимосвязь между переменными факторами
10. Математическая модель, решаемая с помощью методов линейного программирования, — это:
а) экономико-математическая модель
б) статистическая модель
в) математическая модель, записанная с помощью системы линейных уравнений и неравенств
г) линейная модель
11. По виду функциональных зависимостей математические модели подразделяются:
а) на функциональные
б) на линейные
в) на корреляционные
г) на нелинейные
12. Если будет выполнен фрагмент программы, то ее результатом является:
p:=1; for i:=1 to 10 do if i mod 3=0 then p:=p*2; writeln(p);
а) 4
б) 8
в) 10
г) 12
13. Погрешность математической модели связана с …
а) несоответствием физической реальности, так как абсолютная истина недостижима

Согласована на портале № 39106

б) неадекватностью модели
в) неэкономичностью модели
г) неэффективностью модели
14. Теория Линдхарда-Шарфа-Шиотта используется при моделировании процесса:
а) напыления металла.
б) жидкостного химического травления.
в) быстрого термического отжига.
г) ионной имплантации
15. Статистический ряд относительных частот оценивает
а) функцию распределения вероятностей дискретной случайной величины
б) ряд распределения вероятностей дискретной случайной величины
в) плотность распределения вероятностей непрерывной случайной величины
г) функцию распределения вероятностей непрерывной случайной величины
16. Гистограмма частот оценивает:
а) сгруппированный статистический ряд дискретной случайной величины
б) вариационный ряд непрерывной случайной величины
в) плотность распределения дискретной случайной величины
г) плотность распределения непрерывной случайной величины
17. Для вычисления точечных оценок используют:
а) либо метод максимального правдоподобия
б) либо метод моментов
в) либо метод наименьших квадратов
г) все перечисленные методы
18. Общие критерии согласия – это:
а) критерии, основанные на изучении разницы между теоретической плотностью распределения и эмпирической гистограммой
б) критерии, основанные на расстоянии между теоретической и эмпирической функциями распределения вероятностей
в) корреляционно-регрессионные критерии, основанные на изучении корреляционных и регрессионных связей между эмпирическими и теоретическими порядковыми статистиками
г) все перечисленные критерии
19. Для оценки связей между статистическими совокупностями случайных величин используются методы:
а) дисперсионного анализа
б) дискриминационного анализа
в) регрессионного анализа
г) математического анализа
д) корреляционного анализа
е) комплексного анализа
20. Имитационное моделирование целесообразно при наличии следующих условий:
а) не существует законченной математической постановки данной задачи, либо еще не разработаны аналитические методы решения сформулированной математической модели
б) аналитические методы имеются, но математические процедуры столь сложны и трудоемки, что имитационное моделирование дает более простой способ решения задачи
в) аналитические решения существуют, но их реализация невозможна вследствие недостаточной математической подготовки имеющегося персонала
г) имитационное моделирование может оказаться единственной возможностью вследствие трудностей постановки экспериментов и наблюдения явлений в реальных условиях

14.1.2. Темы опросов на занятиях

Компьютерный эксперимент в физике. Этапы решения задачи на компьютере. Приближенные числа, погрешности. Приёмы минимизации погрешности. Представление данных в компьютере. Использование метода Монте-Карло в технологическом моделировании. Генерация случайных чисел с заданным законом распределения. Оценка закона распределения на основе выборочных данных. Дисперсионный анализ данных. Корреляционный анализ случайных данных. Линей-

Согласована на портале № 39106

ная регрессия. Системы линейных уравнений. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Классификация интегральных уравнений.

14.1.3. Вопросы дифференцированного зачета

1. Понятие выборки и формы ее записи. Эмпирическая функция распределения. Числовые характеристики выборки.

2. Оценка неизвестных параметров закона распределения. Точечные и интервальные оценки. Понятие состоятельности, несмещенности и эффективности оценки.

3. Функция правдоподобия и оценка максимального правдоподобия. Метод моментов. Оценки математического ожидания и дисперсии случайной величины. Их свойства.

4. Оценки параметров нормального распределения, экспоненциального, равномерного, биномиального.

5. Интервальные оценки среднего при известной и неизвестной дисперсии,

6. Оценки дисперсии нормального распределения. Интервальные оценки дисперсии и стандартного отклонения нормального распределения.

7. Интервальная оценка параметров экспоненциального распределения.

8. Интервальная оценка параметров биномиального распределения.

9. Оценки для центра распределения при неизвестном законе распределения. Оценка рассеяния распределения при неизвестном законе распределения

10. Планирование экспериментов для оценки параметров нормального распределения. Оценка среднего при известной дисперсии, Оценка среднего при неизвестной дисперсии

11. Планирование экспериментов для оценки параметров Экспоненциального и биномиального распределений.

12. Задачи статистической проверки гипотез. Понятие гипотезы. Уровень значимости, уровень достоверности.

13. Критерии, основанные на сравнении теоретической плотности распределения и эмпирической гистограммы. Критерий (Пирсона) для простой гипотезы. Критерий (Пирсона) для сложной гипотезы. Критерий Колмогорова-Смирнова. Критерий Крамера-фон Мизеса.

14. Критерии нормальности распределения. Модифицированный критерий . Критерий типа Колмогорова – Смирнова.

15. Критерий проверки экспоненциальности распределения. Критерии типа Колмогорова – Смирнова. Критерий Фишера.

16. Критерии согласия для равномерного распределения. Критерии типа Колмогорова-Смирнова.

17. Проверка гипотезы о числовом значении математического ожидания нормального распределения при известной дисперсии (случаи равных дисперсий). Проверка гипотезы о числовом значении дисперсии нормального распределения.

18. Проверка гипотезы о числовом значении параметра экспоненциального распределения.

19. Проверка гипотезы о числовом значении параметра биномиального распределения.

20. Дисперсионный анализ зависимостей. Основные понятия. Однофакторный параметрический дисперсионный анализ.

21. Однофакторный непараметрический анализ на основе критерия Краскела-Уоллеса (произвольные альтернативы) и на основе критерия Джонкхиера (альтернативы с упорядочением).

22. Двухфакторный дисперсионный анализ. Двухфакторный параметрический дисперсионный анализ.

23. Корреляционный анализ. Вычисление параметрических коэффициентов корреляции.

24. Вычисление непараметрических коэффициентов корреляции. Коэффициент ранговой корреляции Спирмана. Коэффициент ранговой корреляции Кендалла. Коэффициент конкордации.

25. Регрессионный анализ.

26. Построение модели регрессии. Оценка адекватности регрессии. Доверительный интервал для уравнения регрессии. Оценка дисперсии коэффициентов регрессии и доверительных интервалов.

27. Использование метода Монте-Карло в технологическом моделировании.

28. Математические модели травления.

29. Математические модели осаждения.

Согласована на портале № 39106

30. Математические модели имплантации и диффузии.

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов проце-

Согласована на портале № 39106

дура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.