МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра интеллектуальных информационных радиофизических систем

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета
_____ И.С. Огнев
(подпись)

«17» мая 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
«Численные методы и математическое моделирование»

Направление подготовки
03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль)
Телекоммуникационные системы и технологии

Форма обучения
очная

Программа одобрена
на заседании кафедры
от «28» апреля 2022 года, протокол № 9

Программа одобрена НМК
физического факультета
протокол № 5 от «11» мая 2022 года

Ярославль

1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина обеспечивает приобретение знаний и умений в соответствии с государственным образовательным стандартом, содействует овладению и развитию математических методов анализа полей и явлений, лежащих в основе радиофизики, освоению новых методов исследований основных закономерностей природы.

Цель преподавания дисциплины – ознакомление студентов с основными методами моделирования для решения задач в своей профессиональной деятельности.

Основная задача курса – научить студентов методически грамотному подходу при моделировании, выработать способности использовать математический аппарат и, в частности, его различные численные методы при анализе радиофизических явлений, а также закрепить практические навыки работы при изучении моделей на ЭВМ.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 и является частью модуля «Математика». Она основывается на знаниях, полученных слушателями при изучении предыдущих дисциплин этого блока.

Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины, используются студентами при изучении общепрофессиональных и специальных дисциплин, а также в научно-исследовательской работе.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	**Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)**	**Перечень планируемых результатов обучения**
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-2 Способен проводить теоретические и экспериментальные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ИД-ОПК-2.1 Осуществляет обоснованный выбор способов и средств измерений и применяет их при проведении экспериментальных исследований. ИД-ОПК-2.2 Проводит обработку и представление полученных данных и оценку погрешности результатов измерений.	**Знает:** – основные погрешности моделирования; – основные численные методы решения задач математического моделирования. **Умеет:** – выбрать численный метод и разработать алгоритм решения задачи; – осуществить оценку погрешности полученного решения. **Владеет:** – навыками практического использования численных методов для приобретения новых знаний об исследуемых объектах, процессах, явлениях.
ОПК-3 Способен понимать принципы работы современных ин-	ИД-ОПК-3.1 Обоснованно выбирает и использует современные информационные техно-	**Знает:** – принципы работы современных вычислительных систем. **Умеет:**

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
формационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	логии для решения задач профессиональной деятельности.	– обосновывать выбор необходимых численных методов с использованием современных информационных технологий. **Владеет:** – навыками поиска необходимых численных методов с использованием современных информационных технологий для решения задач профессиональной деятельности.

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 акад. часа.

Дисциплина реализуется с применением дистанционных образовательных технологий (ДОТ), предоставляемых образовательной площадкой «Электронный университет Moodle ЯрГУ».

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)* *Формы ЭО и ДОТ (при наличии)*
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Введение. Погрешности численного моделирования.	4		1				1	
	в том числе с ЭО и ДОТ							*0,5*	
2	Численные методы решения линейных и нелинейных уравнений	4		5	10	0,5		3	Защита лабораторных работ
	в том числе с ЭО и ДОТ							*1*	
3	Интерполяция и приближение функций	4		3	6	0,5		3	Защита лабораторных работ
	в том числе с ЭО и ДОТ							*1*	
4	Численное интегрирование	4		4	8	1		3	Защита лабораторных работ
	в том числе с ЭО и ДОТ							*1*	
5	Численные методы решения задач с обыкновенными дифференциальными уравнениями	4		4	10	1		4	Защита лабораторных работ

	в том числе с ЭО и ДОТ							*1*	
		4					0,3	3,7	Зачёт
	в том числе с ЭО и ДОТ								
	Всего за 4 семестр 72 часа			**17**	**34**	**3**	**0,3**	**17,7**	
	в том числе с ЭО и ДОТ							***4,5***	
	ИТОГО			**17**	**34**	**3**	**0,3**	**17,7**	
	в том числе с ЭО и ДОТ							***4,5***	

Содержание разделов (тем) дисциплины

Раздел 1
Введение

Введение. Основные задачи курса. Приближенные числа, погрешности. Вычислительные погрешности.

Раздел 2
Численные методы решения линейных и нелинейных уравнений

Вычислительные методы линейной алгебры. Прямые и итерационные процессы. Поиск корней нелинейных уравнений. Итерационные методы. Метод деления отрезка пополам, метод хорд. Метод Ньютона. Численные методы решения систем линейных уравнений.

Раздел 3
Интерполяция и приближение функций

Постановка задачи приближения функций. Интерполяционные полиномы. Многочлены Лагранжа. Сплайн интерполяция. Метод наименьших квадратов. Ортогональные многочлены. Понятие быстрого преобразования Фурье.

Раздел 4
Численное интегрирование

Численное дифференцирование. Методы численного интегрирования. Методы прямоугольников, трапеции, Симпсона. Многомерные интегралы. Методы Монте-Карло. Погрешности методов численного интегрирования.

Раздел 5
Численные методы решения задач с обыкновенными дифференциальными уравнениями

Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. Методы Рунге-Кутта. Интегрирование уравнений второго и высших порядков.

Перечень лабораторных работ

1. Итерационные методы решения нелинейных уравнений.
2. Решение системы линейных алгебраических уравнений методами Крамера и Гаусса с частичным выбором главного элемента.
3. Аппроксимация функций методом наименьших квадратов.
4. Численное интегрирование.
5. Решение дифференциальных уравнений методами Рунге-Кутта.

5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Семинар (практическое занятие) – форма занятия, на котором происходит обсуждение студентами под руководством преподавателя алгоритмов решения практических заданий, которые будут выполняться на лабораторных работах. Семинар даёт возможность детального изучения конкретных численных методов и совершенствования навыков представления знаний перед аудиторией.

Лабораторное занятие – дает возможность получить навыки практической работы с современными системами компьютерного моделирования.

Консультация – занятие, посвящённое консультациям по организации самостоятельной работы, ответам на вопросы студентов или разбору трудных тем.

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии:

Электронный учебный курс «Численные методы и математическое моделирование» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ, в котором:

- представлены тексты лекций по отдельным темам дисциплины;
- осуществляется проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в режиме онлайн;
- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины;
- представлены правила прохождения аттестации по дисциплине.

6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- программы Microsoft Office;
- издательская система LaTex;
- Adobe Acrobat Reader.

7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT» http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Бахвалов, Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М.. Численные методы. М. : Наука, 1987. 598 с.
2. Волков, Е. А. Численные методы : учебное пособие для вузов / Е. А. Волков. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 252 с. — ISBN 978-5-8114-7899-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/167179
3. Волков, Е. А. Численные методы : учебник / Е. А. Волков. — 5-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2008. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-0538-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/54
4. Афонин А.А., Тимофеев В.А. Практикум на ЭВМ по математическому моделированию и вычислительной физике. Методические указания. Ярославль : ЯрГУ. 2013. 42 с. Электронный вариант: http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20130705.pdf

б) дополнительная литература

1. Численные методы : учебник и практикум для академического бакалавриата / У. Г. Пирумов [и др.] ; под редакцией У. Г. Пирумова. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 421 с. — URL: https://urait.ru/bcode/412770
2. Зализняк, В. Е. Численные методы. Основы научных вычислений : учебник и практикум для академического бакалавриата / В. Е. Зализняк. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2018. — 356 с. — URL: https://urait.ru/bcode/412710
3. Копченова, Н. В., Марон И. А. Вычислительная математика в примерах и задачах. СПб.: Лань, 2008. 367 с.
4. Маликов, Р. Ф. Основы математического моделирования. М.: Горячая линия - Телеком, 2010. 366 с.

в) ресурсы сети «Интернет»

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ (http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php).

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения лабораторных работ;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций,
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Автор:

Старший преподаватель кафедры инфокоммуникаций и радиофизики		А.А. Афонин
должность, ученая степень	*подпись*	*И.О. Фамилия*

Приложение №1 к рабочей программе дисциплины
«Численные методы и математическое моделирование»

Фонд оценочных средств
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов
по дисциплине

1.1 Контрольные задания и иные материалы, используемые в процессе текущей аттестации

Задания к лабораторному практикуму

Задания по теме №2
1. Для варианта, предложенного преподавателем для каждого студента, индивидуально выполнить лабораторную работу №2 из методических указаний «Практикум на ЭВМ по математическому моделированию и вычислительной физике» (Афонин А.А., Тимофеев В.А./ ЯрГУ, 2013).
2. Для варианта, предложенного преподавателем для каждого студента, индивидуально выполнить лабораторную работу №3 из методических указаний «Практикум на ЭВМ по математическому моделированию и вычислительной физике» (Афонин А.А., Тимофеев В.А./ ЯрГУ, 2013).

Задания по теме №3
Для варианта, предложенного преподавателем для каждого студента, индивидуально выполнить лабораторную работу №4 из методических указаний «Практикум на ЭВМ по математическому моделированию и вычислительной физике» (Афонин А.А., Тимофеев В.А./ ЯрГУ, 2013).

Задания по теме №4
Для варианта, предложенного преподавателем для каждого студента, индивидуально выполнить лабораторную работу №5 из методических указаний «Практикум на ЭВМ по математическому моделированию и вычислительной физике» (Афонин А.А., Тимофеев В.А./ ЯрГУ, 2013).

Задания по теме №5
Для варианта, предложенного преподавателем для каждого студента, индивидуально выполнить лабораторную работу №6 из методических указаний «Практикум на ЭВМ по математическому моделированию и вычислительной физике» (Афонин А.А., Тимофеев В.А./ ЯрГУ, 2013).

Критерии оценивания выполнения и защиты лабораторных работ

«Зачтено» - выполнены все условия задания, программа работает, выдаёт адекватные результаты, ответы на вопросы при защите корректные, дан ответ на все вопросы.

«Незачтено» - задание выполнено не полностью, программа не работает или выдаёт неадекватные результаты, дан ответ не на все вопросы или ответы при защите неверные.

2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ

1. Какова структура программы, решающей поставленную в работе задачу?
2. Какие её блоки отвечают за реализацию именно данной конкретной задачи?
3. Какие функции или алгоритмы Вы использовали для реализации данной конкретной задачи? Почему? Является ли этот путь решения самым эффективным?
4. Объясните, как работают элементы Вашей программы?
5. Каковы возможности Вашей программы, в том числе предельные?

3. Описание процедуры выставления оценки

Для успешного освоения дисциплины обязательно:

– выполнение и защита всех лабораторных работ (являются формой текущей аттестации и основанием выставления зачёта).

По итогам зачёта выставляется одна из оценок: «зачтено», «не зачтено».

Зачёт выставляется по результатам выполнения и защиты лабораторных работ. Для получения отметки «зачтено» необходимо получить отметку «зачтено» по всем лабораторным работам данной дисциплины.