

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт технологий и инженерной механики
Кафедра физики

УТВЕРЖДАЮ

Директор института технологий и
инженерной механики

« 18 »  Могильная Е.П.
2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА»

По направлению подготовки 03.03.02 Физика
Профиль подготовки «Физика»

Луганск 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Вычислительная физика» по направлению подготовки 03.03.02 Физика. — 14 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Вычислительная физика» составлена с учетом Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «07» августа 2020 года №891.

СОСТАВИТЕЛЬ:

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры физики Воробьев С.Г.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физики
«18» 04 2023 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой физики  Корсунов К.А.

Переутверждена: « » 20 г., протокол №

Директор института технологий и инженерной механики  Могильная Е.П.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики

«18» 04 2023 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической комиссии
института технологий и инженерной механики  Ясуник С.Н.

© Воробьев С.Г., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. ДАЛЯ», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины «Вычислительная физика» – формирование у студентов систематических знаний в области численных методов решения задач, возникающих при анализе математических моделей физических систем.

Задачи изучения дисциплины «Вычислительная физика»:

сформировать у студентов профессиональные компетенции, связанные с использованием современных теоретических концепций в области вычислительной физики;

сформировать у студентов представления, позволяющий выбирать наиболее эффективный численный метод решения;

сформировать у студентов навыки самостоятельной работы, предполагающие изучение алгоритмов, инструментов и средств, необходимых для решения задач с использованием вычислительной физики.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Основы радиоэлектроники» дисциплина входит в модуль естественных дисциплин обязательной части учебного плана подготовки студентов по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Содержание дисциплины является логическим продолжением таких дисциплин: «Программное обеспечение и алгоритмизация», «Дифференциальные уравнения», опирается на знание курсов общей и теоретической физики, программирования и математического моделирования и служит основой для освоения дисциплин «Электронные методы в физике», «Методы математической физики».

Изучение дисциплины «Вычислительная физика» позволяет обучаемым подготовиться к будущей профессиональной деятельности, овладеть практическими и теоретическими знаниями, необходимыми как при прохождении учебной практики, так и при дальнейшей самостоятельной работе по профилю.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-3. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Понимает принципы работы современных информационных технологий ОПК-3.2. Использует современные информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности	Знать: основы теории погрешностей и теории приближений; основные численные методы алгебры; методы приближения функций и представления данных; основные методы интерполяции; методы численного дифференцирования и интегрирования; методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

		Уметь: численно решать нелинейные уравнения; численно решать системы линейных уравнений; численно решать системы нелинейных уравнений; применять формулы численного дифференцирования и интегрирования; численно решать обыкновенные дифференциальные уравнения. Владеть: применением вычислительных методов для решения конкретных задач из различных областей физики; методологией определения оценки точности результатов, полученных в ходе решения вычислительных задач.
--	--	---

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	144 (4 зач. ед)	Не предусмотрена
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	68	-
в том числе:		
Лекции	34	-
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	-	-
Лабораторные работы	34	-
Курсовая работа (курсовой проект)		-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i>)	-	-
Самостоятельная работа студента / форма контактной работы	40/36	-
Форма аттестации	Экзамен	-

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 4

Тема 1. Введение. Машинная арифметика и ошибки вычислений.

Машинное представление целых чисел. Машинное представление вещественных чисел. Арифметика с плавающей точкой. Машинные константы. Ошибки в научных вычислениях.

Тема 2. Нахождение корней нелинейных уравнений.

Метод деления отрезка пополам. Вычисление корней с использованием итерационных функций.

Тема 3. Решение систем линейных уравнений.

Необходимые сведения из линейной алгебры. Системы линейных уравнений.

Тема 4. Метод Гаусса.

Вырожденная матрица. Метод Гаусса. Решение треугольной системы уравнений.

Тема 5. Решение систем нелинейных уравнений.

Метод простой итерации. Метод Ньютона.

Тема 6. Численное интегрирование.

Простейшие квадратурные формулы: формула прямоугольников; формула трапеций.

Тема 7. Конечно-разностные схемы для обыкновенных дифференциальных уравнений.

Понятие конечно-разностной схемы. Определения аппроксимации и устойчивости.

Тема 8. Интерполяция и приближение функций.

Интерполяционные полиномы Лагранжа и Ньютона.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Введение. Машинная арифметика и ошибки вычислений.	4	-
2	Нахождение корней нелинейных уравнений.	4	-
3	Решение систем линейных уравнений	4	-
4	Метод Гаусса	4	-
5	Решение систем нелинейных уравнений	4	-
6	Численное интегрирование.	4	-
7	Конечно-разностные схемы для обыкновенных дифференциальных уравнений.	5	-
8	Интерполяция и приближение функций	5	-
Итого:		34	-

4.4. Лабораторные занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Машинная арифметика и ошибки вычислений.	4	-

2	Нахождение корней нелинейных уравнений I	4	-
3	Нахождение корней нелинейных уравнений II	4	-
4	Системы линейных уравнений.	4	-
5	Решение систем нелинейных уравнений.	6	-
6	Численное интегрирование I	6	-
7	Численное интегрирование II	6	-
Итого:		34	-

4.5. Практические работы. Не предусмотрены

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Введение. Машинная арифметика и ошибки вычислений	Выполнение домашнего задания	5	-
2	Нахождение корней нелинейных уравнений	Выполнение домашнего задания	5	-
3	Решение систем линейных уравнений	Выполнение домашнего задания	5	-
4	Вычисление собственных значений и векторов	Выполнение домашнего задания	5	-
5	Решение систем нелинейных уравнений	Выполнение домашнего задания	5	-
6	Численное интегрирование	Выполнение домашнего задания	5	-
7	Конечно-разностные схемы для обыкновенных дифференциальных уравнений	Выполнение домашнего задания	5	-
8	Интерполяция и приближение функций	Выполнение домашнего задания	5	-
Итого:			40	-

4.7. Курсовые работы по дисциплине «Вычислительная физика» не предполагаются учебным

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий: объяснительно-иллюстративного обучения (технология поддерживающего обучения, технология проведения учебной дискуссии), информационных технологий (презентационные материалы), развивающих и инновационных образовательных технологий.

Практические занятия проводятся с использованием развивающих, проблемных, проектных, информационных (использование электронных образовательных ресурсов (электронный конспект) образовательных технологий.

6. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Бахвалов Н.С., Численные методы. Решения задач и упражнения: учебное пособие для вузов / Н.С. Бахвалов, А.А. Корнев, Е.В. Чижонков – М.: Лаборатория знаний, 2016. – 355 с. (Классический университетский учебник) – ISBN 978-5-93208-205-8 – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785932082058.html> – Режим доступа: по подписке.

2. Лихачев А.В., Методы математического моделирования процессов и систем: учебное пособие / Лихачев А.В. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. – 96 с. – ISBN 978-5-7782-2655-5 – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778226555.html> – Режим доступа: по подписке.

3. Юрчук С.Ю., Методы математического моделирования: учеб. пособие / С.Ю. Юрчук – М.: МИСиС, 2018. – 96 с. – ISBN 978-5-906953-43-8 – Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785906953438.html> – Режим доступа: по подписке.

б) дополнительная литература:

4. Барашков В.А., Методы математической физики / Барашков В.А. – Красноярск: СФУ, 2012. – 152 с. – ISBN 978-5-7638-2497-1 – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763824971.html> – Режим доступа: по подписке.

5. Пытьев Ю.П., Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем / Пытьев Ю.П. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 428 с. – ISBN 978-5-9221-1276-5 – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922112765.html> – Режим доступа: по подписке.

6. Гурьянова И.Э., Методы математической физики: волновое уравнение для бесконечной и полубесконечной струны. Уравнение теплопроводности для бесконечного и полубесконечного стержня: учеб. пособие / И.Э. Гурьянова, В.Г. Облаков. – М.: МИСиС, 2012. – 30 с. – ISBN 978-5-87623-604-3 – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876236043.html> – Режим доступа: по подписке.

7. Гурьянова И.Э., Методы математической физики: волновое уравнение на отрезке: учеб. пособие / И.Э. Гурьянова, В.Г. Облаков. – М.: МИСиС, 2011. – 28 с. – ISBN 978-5-87623-396-7 – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876233967.html> – Режим доступа : по подписке.

8. Гурьянова И.Э., Методы математической физики: уравнение теплопроводности на отрезке : учеб. пособие / И.Э. Гурьянова, В.Г. Облаков. –

М.: МИСиС, 2011. – 34 с. – ISBN 978-5-87623-397-4 – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876233974.html> – Режим доступа: по подписке.

в) методические указания:

– Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Вычислительная физика» Особенности машинных вычислений. для студентов, обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 «Физика», специальность «Теоретическая физика». / Сост.: Г.С. Калюжный. – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2018. – 24 с.

г) Интернет-ресурсы:

- Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>
- Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>
- Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>
- Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>
- Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>
- Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>
- Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

- Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>
- Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

- Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Вычислительная физика» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Оценочные средства по дисциплине «Вычислительная физика»

Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Вычислительная физика»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенций (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1.	ОПК-3	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-3.1., ОПК-3.2.	Тема 1. Введение. Машинная арифметика и ошибки вычислений	4
				Тема 2. Нахождение корней нелинейных уравнений.	4
				Тема 3. Решение систем линейных уравнений.	4
				Тема 4. Метод Гаусса.	4
				Тема 5. Решение систем нелинейных уравнений.	4
				Тема 6. Численное интегрирование.	4
				Тема 7. Конечно-разностные схемы для обыкновенных дифференциальных уравнений.	4
				Тема 8. Интерполяция и приближение функций	4

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции, индикаторы	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ОПК-3 ОПК-3.1., ОПК-3.2.	Знать: основы теории погрешностей и теории приближений; основные численные методы алгебры; методы приближения функций и представления данных; основные методы интерполяции; методы численного дифференцирования и интегрирования; методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Уметь: численно решать нелинейные уравнения; численно решать системы линейных уравнений; численно решать системы нелинейных уравнений; применять формулы численного дифференцирования и интегрирования; численно решать обыкновенные дифференциальные уравнения. Владеть: навыками применения вычислительных методов для решения конкретных задач из различных областей физики; практической оценки точности результатов, полученных в ходе решения вычислительных задач.	Темы 1-8	Вопросы экзаменационных работ, контрольные работы.

Фонды оценочных средств по дисциплине «Вычислительная физика»

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

Теоретические вопросы:

1. Погрешность. Абсолютная, относительная погрешность. Интервал неопределенности. Оценка погрешности. Формулы суммы, произведения и частного.

2. Погрешность. Прямая и обратная задачи теории погрешностей. Приближенная оценка погрешности.
3. Конечные методы решения систем линейных уравнений. Метод Гаусса. Выбор главного элемента.
4. Конечные методы решения систем линейных уравнений. Метод Жордана. Вычисление определителя и обратной матрицы.
5. Конечные методы решения систем линейных уравнений. Общая характеристика и сравнение методов. Метод Халецкого.
6. Итерационные методы решения систем линейных уравнений. Методы итераций и Зейделя. Сходимость метода итераций.
7. Итерационные методы решения систем линейных уравнений. Метод релаксации.
8. Методы решения нелинейных уравнений. Отделение и уточнение корней. Метод отделения корней уравнения.
9. Методы решения нелинейных уравнений. Методы дихотомии и хорд.
10. Итерационные вычисления. Методы решения нелинейных уравнений. Методы итераций и касательных.
11. Итерационные вычисления. Методы решения нелинейных уравнений. Метод Ньютона-Чебышева. Метод обратной интерполяции.
12. Решения систем нелинейных уравнений. Методы Ньютона и простой итерации.
13. Методы численного интегрирования Гаусса и разложения в ряд.
14. Интерполяция, экстраполяция, аппроксимация функций.
15. Интерполяционные полиномы. Полином Лагранжа. Оценка погрешности полинома Лагранжа.
16. Интерполяционные полиномы. Разделенные разности. Полином Ньютона. Интерполирование вперед и назад.
17. Полиномы Чебышева и его свойства. Полином наилучшего равномерного приближения.
18. Сплайн интерполяция.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (экзамен)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.

хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)