

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ястребов Олег Александрович

Должность: Ректор

Дата подписания: 15.05.2025 12:19:54

Уникальный программный ключ:

sa953a01204891083f939673076ef1a989aae18a

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»

Факультет физико-математических и естественных наук

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

03.03.02 ФИЗИКА

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):

ФИЗИКА

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2025 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Численные методы и математическое моделирование» входит в программу бакалавриата «Физика» по направлению 03.03.02 «Физика» и изучается в 6, 7 семестрах 3, 4 курсов. Дисциплину реализует Научно-образовательный институт физических исследований и технологий. Дисциплина состоит из 8 разделов и 8 тем и направлена на изучение практических методов решения физических задач.

Целью освоения дисциплины является изучение и освоение численных методов решения физических и математических задач, в частности: нелинейных уравнений, задач математической физики; получение практических навыков в разработке численных моделей физических процессов и явлений, и совершенствование практических навыков программирования на алгоритмическом языке Фортран.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Численные методы и математическое моделирование» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
УК-12	Способен: искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных. искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на	УК-12.1 Осуществляет поиск нужных источников информации и данных, воспринимает, анализирует, запоминает и передает информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; УК-12.2 Проводит оценку информации, ее достоверность, строит логические умозаключения на основании поступающих информации и данных;

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
	основании поступающих информации и данных. искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использо	
ОПК-2	Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-2.1 Осуществляет выбор оборудования и методик для решения конкретных задач, эксплуатирует современную физическую аппаратуру и оборудование; ОПК-2.2 Анализирует и интерпретирует экспериментальные и теоретические данные, полученные в ходе научного исследования, обобщает полученные результаты, формулирует научно обоснованные выводы по результатам исследования; ОПК-2.3 Владеет практическими навыками представления результатов научных исследований в устной и письменной форме;
ОПК-3	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-3.1 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения, обработки и анализа научной информации; ОПК-3.2 Соблюдает основные требования информационной безопасности при решении задач профессиональной деятельности;
ОПК-4	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.	ОПК-4.1 Использует современные информационные технологии при сборе, анализе и представлении физической информации; ОПК-4.2 Использует стандартные и оригинальные программные продукты, при необходимости адаптируя их для решения задач профессиональной деятельности;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Численные методы и математическое моделирование» относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Численные методы и математическое моделирование».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
УК-12	Способен: искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными	Вычислительная физика; Алгоритмы и языки программирования. Цифровая грамотность; Основы экономики и менеджмента; Базовые пакеты и искусственный интеллект;	Преддипломная практика;

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	<p>из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач;</p> <p>проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных. искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач;</p> <p>проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных. искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использов</p>		
ОПК-2	Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	<p>Вычислительная физика;</p> <p>Радиофизика;</p> <p>Введение в радиоэлектронику;</p> <p>Радиоэлектроника;</p> <p>Физический практикум по механике;</p> <p>Физический практикум по молекулярной физике;</p> <p>Физический практикум по электричеству и магнетизму;</p> <p>Физический практикум по оптике;</p> <p>Физический практикум по атомной физике;</p>	Преддипломная практика;
ОПК-3	Способен понимать принципы работы современных информационных	<p>Вычислительная физика;</p> <p>Алгоритмы и языки программирования. Цифровая грамотность;</p>	Преддипломная практика;

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности		
ОПК-4	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.	Вычислительная физика;	Преддипломная практика;

* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

** - элективные дисциплины /практики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Численные методы и математическое моделирование» составляет «7» зачетных единиц.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)	
			6	7
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	136		64	72
Лекции (ЛК)	0		0	0
Лабораторные работы (ЛР)	136		64	72
Практические/семинарские занятия (СЗ)	0		0	0
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	98		62	36
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	18		18	0
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	252	144	108
	зач.ед.	7	4	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
Раздел 1	Математическое моделирование и его роль в современной науке.	1.1	Триада вычислительного эксперимента "Модель-алгоритм-программа". Основные этапы вычислительного эксперимента.	ЛР
Раздел 2	Ошибки вычислений.	2.1	Устранимые и неустраняемые ошибки вычислений. Ошибки округления (ограничения). Ошибки метода. Вычисление числовых рядов.	ЛР
Раздел 3	Метод конечных разностей.	3.1	Численное дифференцирование. Численное интегрирование. Методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). Моделирование колебательных процессов в колебательном контуре с вариацией параметров.	ЛР
Раздел 4	Модели движения заряженных частиц в электрическом и магнитном полях.	4.1	Моделирование дрейфового движения заряженных частиц. Градиентный дрейф. Электрический дрейф (дрейф в скрещенных E и B полях).	ЛР
Раздел 5	Моделирование взаимодействия заряженных частиц с СВЧ электрическим полем.	5.1	Двумерное моделирование электронного циклотронного резонанса и гиромагнитного авторезонанса.	ЛР
Раздел 6	Моделирование циклических ускорителей заряженных частиц.	6.1	Малогобаритный бетатрон. Ультрамимниатюрный синхротрон. Ультрамимниатюрный ускоритель электронов с комбинированной схемой ускорения.	ЛР
Раздел 7	Модель нагрева и удержания заряженных частиц в пробкотроне.	7.1	Изучение закономерностей движения заряженных частиц в магнитной ловушке пробочного типа в условиях ЭЦР и ГА с помощью интерактивной визуализированной программной среды TRAP-1.	ЛР
Раздел 8	Метод частиц в ячейке для моделирования сложных систем взаимодействующих тел и частиц.	8.1	Модель эволюции спиральной галактики. Модель создания сгустков релятивистских электронов в ловушке пробочного типа в условиях ГА.	ЛР

* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/семинарские занятия.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Компьютерный класс	Компьютерный класс для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная	

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
	персональными компьютерами (в количестве 14 шт.), доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Для самостоятельной работы	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	

* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Немнюгин, С. А. Современный Фортран. Самоучитель / С. А. Немнюгин, О. Л. Стесик. — СПб: БХВ-Петербург, 2015. — 496 с. ISBN: 5-94157-302-2.
2. Аръен, М. Современный Fortran на практике / М. Аръен. — М.: «ДМК Пресс», 2015. — 318 с. — ISBN: 978-5-97060-302-4.
3. Калиткин, Н. Н. Численные методы : учеб. пособие в 2 кн. / Н. Н. Калиткин, Е. А. Альшина. — М.: Академия, 2013. — Кн. 1 : «Численный анализ». — 302 с.
4. Калиткин, Н. Н. Численные методы : учеб. пособие в 2 кн. / Н. Н. Калиткин, Е. А. Альшина. — М.: Академия, 2013. — Кн. 2 : «Методы математической физики». — 302 с.
5. Скворцов, Л. М. Численное решение обыкновенных дифференциальных и дифференциально-алгебраических уравнений / Л. М. Скворцов. — М: «ДМК Пресс», 2018.
6. Geller, R. Electron Cyclotron Resonance Ion Sources and ECR Plasmas / R. Geller // IOP Publishing Ltd, 2018. — 449 с.

Дополнительная литература:

1. Самарский, А. А. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент / А. А. Самарский, П. Н. Вабищевич // Институт математического моделирования ММ РАН, 2000 (Интернет-публикация).
2. Сигов, Ю. С. Вычислительный эксперимент: мост между прошлым и будущим физики плазмы / Ю. С. Сигов. — М: Физматлит, 2001. — 286 с.
3. Вабищевич, П. Н. Численное моделирование / П. Н. Вабищевич. — М.: МГУ, 1993. 152 с.
4. Хокни, Р. Численное моделирование методом частиц / Р. Хокни, Дж. Иствуд; пер. с англ. А. С. Липатова, А. Н. Полюдова; под ред. Р. З. Сагдеева, В. И. Шевченко. — М: Мир, 1987. — 638 с.
5. Бэдсел, Ч. Физика плазмы и численное моделирование / Ч. Бэдсел, А. Ленгдон. — М: Энергоатомиздат, 1989. — 348 с.
6. Поттер, Д. Вычислительные методы в физике / Д. Поттер. // М.: Наука, 1975.
7. Самарский, А. А. Введение в численные методы / А. А. Самарский. — СПб: Лань, 2009.
8. Туриков, В. А. Численное моделирование плазменных процессов / В. А. Туриков, И. В. Ульяницкий, А. М. Умнов. — М: Изд. РУДН, 2003. — 126 с.

9. Рошаль, А. С. Моделирование заряженных пучков / А. С. Рошаль. — М: Атомиздат, 1979. — 224 с.

10. Красовицкий, В. Б. Распадная неустойчивость лазерной волны при поперечном распространении в магнитоактивной плазме / В. Б. Красовицкий, В. Г. Дорофеенко, В. А. Туриков, В. И. Сотников // Физика плазмы, 32, 2006. — с. 26–32.

11. Andreev, V. V. Relativistic plasma and electron bunches in plasma synchrotrons of GYRAC / V. V. Andreev, A. M. Umnov // Plasma Sources Sci. Technol. 1999. — V. 8. — P. 479–487.

12. Милантьев, В. П. / В. П. Милантьев, В. А. Туриков // Вопросы атомной науки и техники. — Но. 5. — 2007. — с. 185.

13. Birdsall, C. K. Particle-in-Cell Charged-Particle Simulations, Plus Monte Carlo Collisions With Neutral Atoms, PIC-MCC / C. K. Birdsall // IEEE Trans. Plasma Sci. — 1991. — v. 19. — n. 2. — pp. 65–85.

14. Андреев, В. В. Плазма ЭЦР-разряда как источник рентгеновского излучения: эксперимент и численное моделирование / В. В. Андреев, А. М. Умнов, А. А. Балмашнов, Г. В. Никитин, В. Ю. Саванович // Известия РАН. Серия Физическая, 2003. — Т. 67. — Но. 9. — с. 1314–1321.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН

<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru

- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации

<http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS

<http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля:*

1. Курс лекций по дисциплине «Численные методы и математическое моделирование».

* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент ИФИТ

Должность, БУП

Подпись

Синицын Александр

Владимирович

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Ио. директора ИФИТ

Должность БУП

Подпись

Кравченко Николай

Юрьевич

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Профессор

Должность, БУП

Подпись

Лоза Олег Тимофеевич

Фамилия И.О.