

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 10.06.2022 11:41:46  
Уникальный программный ключ:  
ca953a0120d891083f939673078e144a3d4e1ba

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский университет дружбы народов»**

**Факультет физико-математических и естественных наук**  
(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Вычислительный эксперимент в физике сложных систем**

(наименование дисциплины/модуля)

**Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:**

**03.04.02. Физика**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

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

**Фундаментальная и прикладная физика**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2022 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Вычислительный эксперимент в физике сложных систем» является обеспечение базовой подготовки студентов магистратуры в области вычислительного эксперимента; изучение основ постановки численного эксперимента в современной прикладной физике; изучение принципов организации и проведения вычислительного эксперимента; изучение принципов и методов, лежащих в основе вычислительного эксперимента; ознакомление студентов с основными направлениями в вычислительном эксперименте в физике, а также приобретение студентами знаний и навыков по самостоятельной разработке численных моделей для изучения сложных физических явлений и процессов, протекающих в действующих и проектируемых экспериментальных установках.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Вычислительный эксперимент в физике сложных систем» 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-7	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.	УК-7.1. 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-7.2. Проводит оценку информации, ее достоверность, строит логические умозаключения на основании поступающих информации и данных.

<b>Шифр</b>	<b>Компетенция</b>	<b>Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)</b>
ОПК-3	Способен применять знания в области информационных технологий, использовать современные компьютерные сети, программные продукты и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет») для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки.	ОПК-3.1 Использует специализированные интернет-ресурсы для поиска научной информации и анализа трендов развития наук;
		ОПК-3.2 Использует современное программное обеспечение для анализа научных данных и подготовки научных презентаций.

### **3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО**

Дисциплина «Вычислительный эксперимент в физике сложных систем» относится к обязательной части блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Вычислительный эксперимент в физике сложных систем».

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

<b>Шифр</b>	<b>Наименование компетенции</b>	<b>Предшествующие дисциплины/модули, практики*</b>	<b>Последующие дисциплины/модули, практики*</b>
УК-7	Способен: искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при	Компьютерные технологии в науке и образовании	Преддипломная практика

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	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.		
ОПК-3	ОПК-3. Способен применять знания в области информационных технологий, использовать современные компьютерные сети, программные продукты и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет») для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки.	Компьютерные технологии в науке и образовании Научно-исследовательская работа	Преддипломная практика

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

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Вычислительный эксперимент в физике сложных систем» составляет 288 часов, 8 зачетных единиц.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для **ОЧНОЙ** формы обучения

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)			
		1	2	3	4
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	144	-	-	144	-
в том числе:					
Лекции (ЛК)	-	-	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	144	-	-	144	-
Практические/семинарские занятия (СЗ)	-	-	-	-	-
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	117	-	-	117	-
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	27	-	-	27	-
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	ак.ч.	<b>288</b>	-	-	<b>288</b>
	зач.ед.	<b>8</b>	-	-	<b>8</b>

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Раздел 1. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент – новая технология научных исследований.	Тема 1.1. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент.	ЛР
	Тема 1.2. Цикл вычислительного эксперимента.	ЛР
	Тема 1.3. Особенности вычислительного эксперимента.	ЛР
	Тема 1.4. Основные особенности новой технологии научных исследований.	ЛР
	Тема 1.5. Вычислительный эксперимент в прикладной физике.	ЛР
Раздел 2. Моделирование физических систем, состоящих из большого числа взаимодействующих частиц.	Тема 2.1. Метод частиц и его реализации.	ЛР
	Тема 2.2. Моделирование реального газа по методу молекулярной динамики.	ЛР
	Тема 2.3. Метод частиц в ячейке для моделирования бесстолкновительной плазмы.	ЛР
	Тема 2.4. Моделирование галактик.	ЛР
	Тема 2.5. Метод частиц для моделирования течения несжимаемой жидкости.	ЛР
Раздел 3. Модели плазмы, основанные на уравнении Власова.	Тема 3.1. Уравнение Власова.	ЛР
	Тема 3.2. Решение системы уравнений Власова-Пуассона методом преобразований.	ЛР

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	Тема 3.3. Метод «водяного мешка».	ЛР
	Тема 3.4. Численное решение уравнения Власова.	ЛР
Раздел 4. Метод частиц в ячейке для описания одномерных электростатических процессов.	Тема 4.1. Общая схема моделирования.	ЛР
	Тема 4.2. Вычисление распределения плотности заряда.	ЛР
	Тема 4.3. Нахождение самосогласованного электрического поля.	ЛР
	Тема 4.4. Метод прогонки для решения уравнения Пуассона с неперiodическими граничными условиями.	ЛР
	Тема 4.5. Метод Фурье для периодических граничных условий.	ЛР
	Тема 4.6. Формирование начального распределения частиц на фазовой плоскости.	ЛР
Раздел 5. Примеры моделирования одномерных плазменных систем.	Тема 5.1. Двухпотоковая неустойчивость.	ЛР
	Тема 5.2. Нелинейные колебания плазмы в цилиндрическом волноводе под действием локализованного электрического импульса.	ЛР
	Тема 5.3. Электронные колебания в пучковом двойном слое.	ЛР
Раздел 6. Моделирование одномерных электромагнитных процессов.	Тема 6.1. Одномерная электромагнитная модель плазмы.	ЛР
	Тема 6.2. Численное решение релятивистских уравнений движения частиц в электромагнитном поле.	ЛР
	Тема 6.3. Задание поля электромагнитного импульса в вакуумной области.	ЛР
Раздел 7. Примеры одномерного электромагнитного моделирования.	Тема 7.1. Возбуждение кильватерных волн в плазме мощным лазерным импульсом.	ЛР
	Тема 7.2. Самомодуляция правополяризованной волны в области электронного циклотронного резонанса.	ЛР
	Тема 7.3. Распространение электромагнитных солитонов поперек сильного магнитного поля в плазме.	ЛР

\* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – 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)
Лаборатория	Аудитория для проведения лабораторных работ, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и оборудованием.	Лаб. 171, 355.
Для самостоятельной работы обучающихся	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. Калиткин Н.Н., Костомаров Д.П. Математические модели физики плазмы // Математическое моделирование. – 2006. –Т. 18. – № 11. – С. 67–94.
2. Цветков, И.В. Применение численных методов для моделирования процессов в плазме: учебное пособие. – М.: МИФИ, 2007. – 84 с.

### Дополнительная литература:

1. Самарский А. А., Вабищевич П. Н. Аддитивные схемы для задач математической физики. – М.: Наука, 2001. – 312 с.
2. Самарский А.А., Вабищевич П.Н. Математическое моделирование и численный эксперимент. – Институт математического моделирования ММ РАН, 2000. – (Интернет-публикация). – <http://www.imamod.ru/~vab/matmod/MatMod.htm>.
3. Самарский А.А., Вабищевич П.Н. Вычислительная теплопередача. – М.: УРСС, 2003. – 784 с.
4. Сигов Ю.С. Вычислительный эксперимент: мост между прошлым и будущим физики плазмы. – М: Физматлит, 2001. – 286 с.

### 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](http://www.studentlibrary.ru)

- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

- 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. Лабораторный практикум по дисциплине «Вычислительный эксперимент в физике сложных систем».

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

## **8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система\* оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины «Вычислительный эксперимент в физике сложных систем» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

\* - ОМ и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН.

**РАЗРАБОТЧИКИ:**

Доцент, ИФИТ

\_\_\_\_\_  
Должность, БУП

  
\_\_\_\_\_  
Подпись

Николаев Н.Э.

\_\_\_\_\_  
Фамилия И.О.

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:**

Директор ИФИТ

\_\_\_\_\_  
Наименование БУП

  
\_\_\_\_\_  
Подпись

Лоза О.Т.

\_\_\_\_\_  
Фамилия И.О.

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:**

Директор ИФИТ

\_\_\_\_\_  
Должность, БУП

  
\_\_\_\_\_  
Подпись

Лоза О.Т.

\_\_\_\_\_  
Фамилия И.О.