

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 22.05.2023 10:59:11  
Уникальный программный ключ:  
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

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

**Институт экологии**

---

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

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дополнительные главы математического моделирования**

---

(наименование дисциплины/модуля)

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

**01.04.02 Прикладная математика и информатика**

---

(код и наименование направления подготовки/специальности)

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

**Моделирование и прогнозирование процессов в экологии и экономике**

---

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2023 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Дополнительные главы математического моделирования» является научить студентов грамотно классифицировать типы протекающих процессов и сформировать у них научно-инженерное мышление — умение находить адекватную замену любого процесса соответствующей математической моделью, её последующее изучение методами вычислительной математики с привлечением средств современной вычислительной техники.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Дополнительные главы математического моделирования» 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-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Способен анализировать большие массивы информации профессионального содержания
		УК-6.2 Способен проводить анализ, синтез и оптимизацию решений поставленных задач
		УК-6.3 Определение приоритетов собственной деятельности, личностного развития и профессионального роста.
ОПК-1	Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	ОПК-1.1 Знать основные разделы научной дисциплины и ее базовые идеи и методы, формулировки актуальных и значимых задач фундаментальной и прикладной математики.
		ОПК-1.2 Уметь использовать методы математического моделирования, информационные технологии для решения задач фундаментальной и прикладной математики..
		ОПК-1.3 Владеть практическими навыками решения задач фундаментальной и прикладной математики, методами математического моделирования, информационными технологиями и основами их использования в профессиональной деятельности, навыками профессионального мышления и арсеналом методов и подходов, необходимыми для адекватного использования методов современной математики в теоретических и прикладных задачах.
ОПК-2	Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	ОПК-2.1 Знать литературные и другие информационные источники по разрабатываемой теме исследований; профессиональную терминологию; основные понятия, методы и принципы математического моделирования, методы построения и исследования математических моделей в естественных науках.

		<p>ОПК-2.2 Уметь применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач, грамотно использовать математические модели в научных исследованиях, ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования; выявлять общие закономерности исследуемых объектов, выбирать методы исследования математических моделей.</p> <p>ОПК-2.3 Владеть основными методами научных исследований, статистической обработки экспериментальных данных, методами и алгоритмами интерпретации натурального эксперимента на основе его математической модели с помощью современных программных комплексов</p>
ОПК-3	Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	<p>ОПК-3.1 Знать основные методы и принципы математического моделирования, области их применения, особенности объектов моделирования и методики исследования моделей; основные проблемы конкретной предметной области, требующие использования современных научных методов исследования; методы и средства теоретических научных исследований, позволяющие решать конкретные проблемы данной предметной области</p> <p>ОПК-3.2 Уметь ориентироваться в круге основных проблем, возникающих в различных областях профессиональной деятельности и использовать методы анализа и синтеза для получения новых научных знаний; разрабатывать математические модели типовых профессиональных задач, находить способы их решения и профессионально интерпретировать смысл полученного результата</p> <p>ОПК-3.3 Владеть методологией математического моделирования; навыками применения математического инструментария для создания и исследования новых математических моделей в области профессиональной деятельности, навыками построения и реализации основных математических алгоритмов; способами содержательной интерпретации полученных результатов; методами математической обработки результатов решения профессиональных задач; пакетами прикладных программ</p>
ПК-2	Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач	<p>ПК-2.1 Знать: Современные тенденции и направления в научных исследованиях, проводимых в мире</p> <p>ПК-2.2 Уметь: Исследовать и разрабатывать математические модели, методы и алгоритмы по тематике проводимых научных исследований</p> <p>ПК-2.3 Владеть: инструментальными средствами по тематике проводимых научноисследовательских проектов</p>
ПК-3	Способен разрабатывать и применять математические	ПК-3.1 Знает современные тенденции развития, научные и прикладные достижения в области собственной научно-исследовательской деятельности, физико-математический

методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности	аппарат для моделирования (формализации) объектов или процессов реального мира
	ПК-3.2 Умеет решать стандартные и не стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности, анализировать и систематизировать результаты собственных исследований, представляет материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций
	ПК-3.3 Владеет математический аппаратом для моделирования (формализации) объектов или процессов реального мира, анализом отечественной и зарубежной научно-технической информации по профессиональной тематике

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Дополнительные главы математического моделирования» относится к *вариативной* компоненте блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Дополнительные главы математического моделирования».

*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-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	История математики и методология науки	Научно-исследовательская работа Преддипломная практика Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-1	Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	Численные методы решения задач математического моделирования Прикладные задачи математического моделирования Математические модели экономических процессов Математические модели динамических процессов биосферы	Технологии вычислительного эксперимента Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
ОПК-2	Способен совершенствовать и реализовывать новые	Численные методы решения задач математического моделирования	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

<b>Шифр</b>	<b>Наименование компетенции</b>	<b>Предшествующие дисциплины/модули, практики*</b>	<b>Последующие дисциплины/модули, практики*</b>
	математические методы решения прикладных задач	Математическая статистика и эконометрика Дифференциальные уравнения Дискретная математика Вариационное исчисление и оптимальное управление	
ОПК-3	Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	Математическая статистика и эконометрика Дифференциальные уравнения Дискретная математика Вариационное исчисление и оптимальное управление Теория игр Дискретные математические модели Непрерывные математические модели Дополнительные главы математического моделирования Математические модели экономических процессов Прогнозирование в экономике Математические модели динамических процессов биосферы Прогнозирование в экологии	Теория и методы разработки управленческих решений Технологии вычислительного эксперимента Научно-исследовательская работа Преддипломная практика , Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
ПК-2	Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач	Прикладные задачи математического моделирования Современные проблемы экологии Макроэкономика Математические модели экономических процессов Прогнозирование в экономике Математические модели динамических процессов биосферы Прогнозирование в экологии	Научно-исследовательская работа Преддипломная практика Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы
ПК-3	Способен разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности	Численные методы решения задач математического моделирования Математические модели экономических процессов Дифференциальные уравнения Дискретная математика Вариационное исчисление и оптимальное управление	Теория и методы разработки управленческих решений Технологии вычислительного эксперимента Научно-исследовательская работа Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
		Языки и методы программирования Теория игр Дискретные математические модели Непрерывные математические модели Математические модели экономических процессов Математические модели динамических процессов биосферы	Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

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

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

Общая трудоемкость дисциплины «Дополнительные главы математического моделирования» составляет 4 зачетных единицы.

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>	<i>51</i>			<i>51</i>	
Лекции (ЛК)	17			17	
Лабораторные работы (ЛР)	17			17	
Практические/семинарские занятия (СЗ)	17			17	
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	<i>22</i>			<i>22</i>	
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	<i>20</i>			<i>20</i>	
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	ак.ч.	<b>144</b>		<b>144</b>	
	зач.ед.	<b>4</b>		<b>4</b>	

Таблица 4.2. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для **ОЧНО-ЗАОЧНОЙ** формы обучения\*

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)				
		1	2	3	4	5
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	<i>33</i>					<i>33</i>
Лекции (ЛК)	11					11
Лабораторные работы (ЛР)	11					11
Практические/семинарские занятия (СЗ)	11					11
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	<i>93</i>					<i>93</i>
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	<i>18</i>					<i>18</i>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	ак.ч.	<b>144</b>				<b>144</b>
	зач.ед.	<b>4</b>				<b>4</b>

\* - заполняется в случае реализации программы в очно-заочной форме

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Введение	Понятие математической модели и роль вычислительного эксперимента. Качественное исследование математических моделей физических процессов; методы теории подобия и малые параметры; асимптотические разложения решений по малому параметру; методы возмущений. Сходящиеся и расходящиеся ряды. Равномерные и неравномерные приближения.	ЛК, СЗ, ЛР
Элементы теории асимптотических рядов	Основные понятия и количественные характеристики физических процессов. Пример Эйлера расходящегося ряда. Соотношения порядка, их определения и свойства. Асимптотическая эквивалентность функций. Асимптотические шкалы, определение асимптотической шкалы, равномерные, нормальные и простые шкалы, эквивалентные шкалы.	ЛК, СЗ, ЛР
Методы возмущений по малому параметру	Асимптотические ряды и разложения. Определение асимптотического ряда и связанные понятия, определение асимптотического разложения, равномерные разложения. Теорема о единственности разложения функции. Асимптотически равные функции, суммируемость асимптотических рядов. Прямые разложения и источники их неравномерности: неограниченная область изменения аргумента, малый параметр при старшей производной. Пограничный слой.	ЛК, СЗ, ЛР
Метод многих масштабов	Метод сращивания. Внешнее и внутреннее разложения. Теорема Каплуна и ее следствия. Общая процедура сращивания внешнего и внутреннего разложений. Правило сращивания Ван Дайка, составное разложение. Метод многих масштабов: общие понятия на примере составного разложения. Формулировка задачи теплопроводности в периодических структурах. Двухмасштабное разложение температурного поля в периодических структурах. Осредненное описание процесса теплопроводности.	ЛК, СЗ, 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)
Компьютерный класс	Компьютерный класс для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная персональными компьютерами (в количестве ___ шт.), доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	MS Windows 10 64bit Microsoft Office 2010
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.	MS Windows 10 64bit Microsoft Office 2010

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

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература:

1. 5.Олвер Ф. Введение в асимптотические методы и специальные функции. М.: Наука, 1978
2. Видилина, О.В., Щетинина, Е.В. Асимптотические методы в анализе : методические указания / О.В. Видилина, Е.В. Щетинина. - Самара : Изд-во «Универе групп», 2010  
<http://repo.ssau.ru/bitstream/Methodicheskie-izdaniya/Asimptoticheskie-metody-v-analize-metod-ukazaniya-Tekst-elektronnyi-82461/1/Видилина%20О.В.%20Асимптотические%20методы%202010.pdf>
3. А.Х.Найфэ МЕТОДЫ ВОЗМУЩЕНИЙ. [https://ftfsite.ru/wp-content/files/fiz\\_nayfeh\\_metod\\_vozm\\_2.2.pdf](https://ftfsite.ru/wp-content/files/fiz_nayfeh_metod_vozm_2.2.pdf)

### Дополнительная литература:

- Щетинина, Е.В. Методы возмущений и решение обыкновенных дифференциальных уравнений : методические указания /Е.В. Щетинина. - Самара : Изд-во «Универе групп», 2010.  
<http://repo.ssau.ru/bitstream/Methodicheskie-izdaniya/Metody-vozmushenii-i-reshenie-obyknovennyh-differencialnyh-uravnenii-metod-ukazaniya-Tekst-elektronnyi-82472/1/Щетинина%20Е.В.%20Методы%20возмущений%202010.pdf>

### 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:

Yandex, Goole, MathNet.

Информационная справочно-правовая система Консультант плюс (локальная версия)

Справочно-правовая система Гарант (локальная версия)

## 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 «Дополнительные главы математического моделирования» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

\* - Ом и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН (положения/порядка).

### РАЗРАБОТЧИКИ:

Доцент департамента ЭБиМКП

Должность, БУП

Ледашева Т.Н.

Подпись

Фамилия И.О.

### РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Доцент департамента ЭБиМКП

Должность, БУП



Подпись

Ледашева Т.Н.

Фамилия И.О.

## Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

### «Дополнительные главы математического моделирования»

#### Описание балльно - рейтинговой системы.

Знания студентов оцениваются по рейтинговой системе. Оценка знаний по рейтинговой системе основана на идее поощрения систематической работы студента в течение всего периода обучения.

При выставлении оценок используется балльно-рейтинговая система, в соответствии с Положением о БРС оценки качества освоения основных образовательных программ, принятого Решением Ученого совета университета (протокол №6 от 17.06.2013 г) и утвержденного Приказом Ректора Университета от 20.06.2013 года.

#### Система оценок

Баллы БРС	Традиционные оценки РФ	ESTC
95-100	5	A
86-94		B
69-85	4	C
61-68	3	D
51-60		E
31-50	2	FX
0-30		F
51-100	Зачет	Passed

#### Правила применения БРС

1. Раздел (тема) учебной дисциплины считаются освоенными, если студент набрал более 50 % от возможного числа баллов по этому разделу (теме).
2. Студент не может быть аттестован по дисциплине, если он не освоил все темы и разделы дисциплины.
3. По решению преподавателя и с согласия студентов, не освоивших отдельные разделы (темы) изучаемой дисциплины, в течение учебного семестра могут быть повторно проведены мероприятия текущего контроля успеваемости или выданы дополнительные учебные задания по этим темам или разделам. При этом студентам за данную работу засчитывается минимально возможный положительный балл (51 % от максимального балла).
4. При выполнении студентом дополнительных учебных заданий или повторного прохождения мероприятий текущего контроля полученные им баллы засчитываются за конкретные темы. Итоговая сумма баллов не может превышать максимального количества баллов, установленного по данным темам.
5. График проведения мероприятий текущего контроля успеваемости формируется в соответствии с календарным планом курса. Студенты обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем.

6. Время, которое отводится студенту на выполнение мероприятий текущего контроля успеваемости, устанавливается преподавателем. По завершении отведенного времени студент должен сдать работу преподавателю, вне зависимости от того, завершена она или нет.
7. Использование источников (в том числе конспектов лекций и лабораторных работ) во время выполнения контрольных мероприятий возможно только с разрешения преподавателя.
8. Отсрочка в прохождении мероприятий текущего контроля успеваемости считается уважительной только в случае болезни студента, что подтверждается наличием у него медицинской справки. В этом случае выполнение контрольных мероприятий осуществляется после выздоровления студента в срок, назначенный преподавателем. В противном случае, отсутствие студента на контрольном мероприятии признается не уважительным.
9. Студент допускается к итоговому контролю знаний с любым количеством баллов, набранных в семестре.

### **Контрольные вопросы**

Понятие математической модели и роль вычислительного эксперимента.

Качественное исследование математических моделей физических процессов

Методы теории подобия и малые параметры;

Асимптотические разложения решений по малому параметру; методы возмущений.

Сходящиеся и расходящиеся ряды.

Равномерные и неравномерные приближения.

Основные понятия и количественные характеристики физических процессов.

Пример Эйлера расходящегося ряда

Соотношения порядка, их определения и свойства.

Асимптотическая эквивалентность функций.

Асимптотические шкалы, определение асимптотической шкалы, равномерные, нормальные и простые шкалы, эквивалентные шкалы.

Асимптотические ряды и разложения.

Определение асимптотического ряда и связанные понятия, определение асимптотического разложения, равномерные разложения.

Теорема о единственности разложения функции. Асимптотически равные функции

Суммируемость асимптотических рядов.

Прямые разложения и источники их неравномерности: неограниченная область изменения аргумента, малый параметр при старшей производной.

Пограничный слой.

Метод сращивания.

Внешнее и внутреннее разложения.

Теорема Каплуна и ее следствия.

Общая процедура сращивания внешнего и внутреннего разложений.

Правило сращивания Ван Дайка, составное разложение.

Метод многих масштабов: общие понятия на примере составного разложения.

Формулировка задачи теплопроводности в периодических структурах.

Двухмасштабное разложение температурного поля в периодических структурах.

Осредненное описание процесса теплопроводности.