

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 22.05.2025 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**

**Технологии вычислительного эксперимента**

---

(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

Целью освоения дисциплины «Технологии вычислительного эксперимента» является овладение в комплексе научно-методическим аппаратом моделирования сложных систем и планирования вычислительного эксперимента, методами постановки задач системного исследования, формализации исходной информации, разработки имитационных моделей с использованием существующих аппаратно-программных средств, подготовки и обработки исходных данных для системного моделирования, планирования вычислительного эксперимента.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Технологии вычислительного эксперимента» 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)
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-3	Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	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
		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

		<p>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-1	Способен проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива	ПК-1.1 Знать: классические методы, применяемые в прикладной математике и информатике; необходимые и достаточные условия их реализации
		ПК-1.2 Уметь: самостоятельно выбирать эффективные методы решения поставленных задач и разрабатывать новые методы для получения новых научных и прикладных результатов
		ПК-1.3 Владеть: Научеёмкими технологиями и пакетами прикладных программ для решения прикладных задач
ПК-3	Способен разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности	ПК-3.1 Знает современные тенденции развития, научные и прикладные достижения в области собственной научно-исследовательской деятельности, физико-математический 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
ПК-4	Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности	ПК-4.1 Знать: современные методы цифровой обработки изображений и средства компьютерной графики
		ПК-4.2 Уметь: формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской деятельности и требующие углубленных профессиональных знаний; выбирать необходимые методы исследования, модифицировать существующие и разрабатывать новые методы, исходя из задач конкретного исследования; обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющихся литературных данных
		ПК-4.3 Владеть: фундаментальными знаниями в области математического моделирования, навыками

		самостоятельной научноисследовательской деятельности, требующей широкого образования в соответствующем направлении, способностью использовать полученные знания в профессиональной деятельности
<b>ПК-8</b>	Способен разрабатывать корпоративные стандарты и профили функциональной стандартизации приложений, систем, информационной инфраструктуры	ПК-8.1 Знать: базовые <b>стандарты</b> управления корпорацией
		ПК-8.2 Уметь: <b>разрабатывать корпоративные стандарты.</b>
		ПК-8.3 Владеть: методами <b>разработки корпоративных стандартов.</b>

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Технологии вычислительного эксперимента» 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 «Технологии вычислительного эксперимента».

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

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
<b>ОПК-1</b>	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	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
<b>ОПК-3</b>	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 Технологии вычислительного эксперимента Математические модели экономических процессов	Научно-исследовательская работа Преддипломная практика Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
		Прогнозирование в экономике Математические методы в управлении Математические модели динамических процессов биосферы Прогнозирование в экологии Моделирование в задачах техносферной безопасности Теория и методы разработки управленческих решений	
ПК-1	Способен проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива	Численные методы решения задач математического моделирования	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 Математическая статистика и эконометрика Дифференциальные уравнения Дискретная математика Вариационное исчисление и оптимальное управление Языки и методы программирования Теория игр Дискретные математические модели Непрерывные математические модели Технологии вычислительного эксперимента Математические модели экономических процессов Прогнозирование в экономике Математические методы в управлении Математические модели динамических процессов биосферы Прогнозирование в экологии Моделирование в задачах техносферной безопасности	Научно-исследовательская работа Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ПК-4	Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности	Математические модели экономических процессов Прогнозирование в экономике Математические методы в управлении Финансовое моделирование и прогнозирование Математические модели динамических процессов биосферы Прогнозирование в экологии Моделирование в задачах техносферной безопасности Управление природными ресурсами	Научно-исследовательская работа Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы
ПК-8	Способен разрабатывать корпоративные стандарты и профили функциональной стандартизации приложений, систем, информационной инфраструктуры	Численные методы решения задач математического моделирования	Научно-исследовательская работа Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

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

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

Общая трудоемкость дисциплины «Технологии вычислительного эксперимента» составляет 3 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>18</i>				<i>18</i>
Лекции (ЛК)	9				9
Лабораторные работы (ЛР)	9				9
Практические/семинарские занятия (СЗ)					
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	<i>63</i>				<i>63</i>
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	<i>27</i>				<i>27</i>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	ак.ч.	<b>108</b>			<b>108</b>
	зач.ед.	<b>3</b>			<b>3</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>	22					22
Лекции (ЛК)	11					11
Лабораторные работы (ЛР)	11					11
Практические/семинарские занятия (СЗ)						
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	68					68
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	18					18
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	ак.ч.	<b>108</b>				<b>108</b>
	зач.ед.	<b>3</b>				<b>3</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*
Математическая обработка результатов эксперимента	Термины и базовые методы основных разделов статистического анализа, методы научного познания, анализа и синтеза информации, инновационной Методы постановки и реализации задач обработки экспериментальных данных. Использование средств хранения и предварительной обработки информации для представления в доступной и понятной форме результатов своей профессиональной деятельности.	ЛК, ЛР
Общая технология вычислительного эксперимента	Термины и простейшие методы основных разделов теории вычислительного эксперимента. Точечные оценки параметров регрессионной модели, анализ свойств оценок параметров регрессионной модели, выявление и представление постановки и результатов исследований в различных формах, оптимальное планирование экспериментов с использованием различных критериев. Решение задач статистической обработки данных, требующих выполнения небольшого объема вычислений.	ЛК, ЛР
Современные средства вычислительной техники, используемые при проведении ВЭ	Программное обеспечение для поиска, размещения и математической обработки информации, для автоматизации вычислений в рамках проведения и численной обработки результатов вычислительного эксперимента.	ЛК, ЛР
Модели организации комплексных исследований	Математические основы обработки результатов вычислительного эксперимента. Использование ПО для ввода, хранения и предварительной обработки информации для решения задач профессиональной сферы	ЛК, ЛР
Инструментальные средства	Правила работы в ППП (пакеты прикладных программ) для определения неизвестных параметров по выборке.	ЛК, ЛР

вычислительного эксперимента	Создание средствами ППП моделей для компьютерной обработки результатов.	
Перспективные направления использования вычислительного эксперимента в информационном обществе	Актуальные достижения, проблемы и пути дальнейшего развития науки в области современных методов статистического анализа экспериментальных данных.	ЛК, 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. В. М. Конюхов, А. Н. Чекалин, И. В. Конюхов ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И МЕТОД ПЛАНИРОВАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ. 2016

[https://kpfu.ru/portal/docs/F562714371/ChIS\\_MET\\_PLAN\\_VE\\_VMK.pdf](https://kpfu.ru/portal/docs/F562714371/ChIS_MET_PLAN_VE_VMK.pdf)

2. Методы обработки экспериментальных данных. Сборник учебнометодических материалов для магистров направления подготовки 03.04.01 – «Прикладные математика и физика». / сост. И.Б. Копылова, – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2017

[https://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/9901.pdf](https://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/9901.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>

Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке: Методы планирования эксперимента. Пер. с англ. – М.: Мир, 1981.

*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 «Технологии вычислительного эксперимента» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

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

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:**

Доцент департамента ЭБиМКП

\_\_\_\_\_  
Должность, БУП



\_\_\_\_\_  
Подпись

**Ледашева Т.Н.**

\_\_\_\_\_  
Фамилия И.О.

**Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине**  
**«Технологии вычислительного эксперимента»**

**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**

1. Математическая модель типа «чёрный ящик». Пространство состояний, воздействия, отклик.
2. Структурные модели. Полуэмпирические и эмпирические модели, области их применения.
3. Аналитические методы.
4. Теория размерностей и подобия. Приведение математических моделей к безразмерному виду.
5. П-теорема, использование для построения полуэмпирических моделей.
6. Особенности вычислительного компьютерного эксперимента по сравнению с натурным экспериментом.
7. Основные этапы вычислительного эксперимента.
8. Постановка задачи планирования вычислительного эксперимента. Математическая модель. Функция отклика.
9. Полный факторный эксперимент типа  $2^k$ . План-матрица.
10. Дробный факторный эксперимент. Полуреплика  $2^{k-1}$ .
11. Графическая интерпретация результатов факторного вычислительного эксперимента.
12. Оценка адекватности полиномиальной модели по результатам вычислительного эксперимента.
13. Ортогональные планы второго порядка. Центральный композиционный ортогональный план.

14. Симплексно-решетчатое планирование вычислительного эксперимента.
15. Вычислительный эксперимент в задачах оптимизации без ограничений. Восхождение по градиенту.
16. Оценка коэффициентов чувствительности.
17. Параметрические исследования. Метод малого параметра.
18. Параметрическое исследование при конечной вариации параметра в случае линейной зависимости матрицы системы от параметра.
19. Параметрическое исследование при конечной вариации параметра в случае полиномиальной зависимости матрицы системы от параметра.
20. Типовая структура пакета программ математического моделирования.
21. Постпроцессорные средства в вычислительном эксперименте. Задачи постпроцессорной обработки данных.
22. Пакет программ Surfer. Основные возможности.
23. Пакет программ Grapher. Основные возможности.
24. Пакет программ Leonardo. Основные возможности.