

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 15.05.2024 10:42:17  
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**

### **ВАРИАЦИОННОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ И ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ**

(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)

**2024 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Вариационное исчисление и оптимальное управление» входит в программу магистратуры «Моделирование и прогнозирование процессов в экологии и экономике» по направлению 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» и изучается во 2 семестре 1 курса. Дисциплину реализует Департамент экологической безопасности и менеджмента качества продукции. Дисциплина состоит из 5 разделов и 13 тем и направлена на изучение основных понятий и методов вариационного исчисления и оптимального управления.

Целью освоения дисциплины является получение представления о классических задачах вариационного исчисления и оптимального управления и об эффективных методах их решения · получение знаний о приложениях вариационного исчисления и оптимального управления в экологии и экономике · умение решать конкретные задачи оптимизации

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Вариационное исчисление и оптимальное управление» 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 владеет навыками построения и реализации основных математических алгоритмов, анализа математических проблем; понятийным и формальным математическим аппаратом; ОПК-1.2 умеет правильно ставить задачи по выбранной тематике, выбирать для исследования необходимые методы; применять выбранные методы к решению научных задач, оценивать значимость получаемых результатов; ОПК-1.3 знает методы решения актуальных и значимых проблем фундаментальной и прикладной математики, профессиональную терминологию;
ПК-10	Способен к преподаванию математических дисциплин и информатики в общеобразовательных организациях, профессиональных образовательных организациях и образовательных организациях высшего образования	ПК-10.1 Знает основные математические методы и прикладные программные продукты; ПК-10.2 Знает особенности преподавания математических дисциплин и информатики; ПК-10.3 Владеет навыками изложения математических концепций и методов и способов использования программных продуктов для решения прикладных задач;
ПК-2	Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых проблем и задач в научной и проектной деятельности	ПК-2.1 Знает методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых проблем и задач в области профессиональной деятельности.;

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Вариационное исчисление и оптимальное управление» 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 «Вариационное исчисление и оптимальное управление».

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

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ОПК-1	Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	Дискретная математика; Дифференциальные уравнения; Математическая статистика и эконометрика;	
ПК-10	Способен к преподаванию математических дисциплин и информатики в общеобразовательных организациях, профессиональных образовательных организациях и образовательных организациях высшего образования	История математики и методология науки; Языки и методы программирования; Иностранный язык в профессиональной деятельности;	Иностранный язык в профессиональной деятельности;
ПК-2	Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых проблем и задач в научной и проектной деятельности	Макроэкономика; Современные проблемы экологии;	<i>Математические методы в управлении**;</i> <i>Моделирование в задачах техносферной безопасности**;</i> <i>Прогнозирование в экономике**;</i> <i>Прогнозирование в экологии**;</i>

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

\*\* - элективные дисциплины /практики

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

Общая трудоемкость дисциплины «Вариационное исчисление и оптимальное управление» составляет «4» зачетные единицы.  
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)
	ак.ч.	зач.ед.	
Контактная работа, ак.ч.	34		2
Лекции (ЛК)	17		34
Лабораторные работы (ЛР)	0		17
Практические/семинарские занятия (СЗ)	17		0
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	90		17
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	20		90
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ак.ч.</b>	<b>144</b>	<b>20</b>
	<b>зач.ед.</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
			<b>4</b>

Общая трудоемкость дисциплины «Вариационное исчисление и оптимальное управление» составляет «4» зачетные единицы.  
Таблица 4.2. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очно-заочной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)
	ак.ч.	зач.ед.	
Контактная работа, ак.ч.	40		2
Лекции (ЛК)	20		40
Лабораторные работы (ЛР)	0		20
Практические/семинарские занятия (СЗ)	20		0
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	77		20
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	27		77
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ак.ч.</b>	<b>144</b>	<b>27</b>
	<b>зач.ед.</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
			<b>4</b>

## 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	Постановка задач оптимального управления	1.1	Основные понятия и терминология	ЛК, СЗ
		1.2	Примеры задач оптимального управления.	ЛК, СЗ
Раздел 2	Интегральное вариационное исчисление	2.1	Простейшая задача ИВИ	ЛК, СЗ
		2.2	Изопериметрическая задача	ЛК, СЗ
		2.3	Задача с подвижными концами	ЛК, СЗ
		2.4	Классы искомых функций.	ЛК, СЗ
Раздел 3	Гладкие задачи с ограничениями в виде равенств и неравенств	3.1	Условия экстремума функционалов	ЛК, СЗ
		3.2	Правило множителей Лагранжа.	ЛК, СЗ
Раздел 4	Оптимизация в бесконечномерных пространствах	4.1	Градиентные методы	ЛК, СЗ
		4.2	Задача ОУ с линейным уравнением состояний и квадратичным функционалом	ЛК, СЗ
		4.3	Оптимальное управление температурой стержня	ЛК, СЗ
Раздел 5	Методы решения задач оптимального управления	5.1	Принцип максимума Понтрягина	ЛК, СЗ
		5.2	Динамическое программирование Беллмана	ЛК, СЗ

\* - 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)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Семинарская	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Для самостоятельной работы	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и	

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
	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. С.Ю. Городецкий Лекции по вариационному исчислению и оптимальному управлению. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2020.

2. Толпегин, О. А. Математическое программирование. Вариационное исчисление : учебное пособие для вузов / О. А. Толпегин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 233 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11755-4

### Дополнительная литература:

1. Галеев Э. М., Зеликин М. И., Конягин С.В. и др. Оптимальное управление, МЦНМО, 2008.

2. Алексеев В.М., Тихомиров В.М., Фомин С.В. Оптимальное управление, М.: Наука, 1979

-

### 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 «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 «Вариационное исчисление и оптимальное управление».

\* - 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 «Вариационное исчисление и оптимальное управление» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

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

**РАЗРАБОТЧИК:**

Доцент

*Должность, БУП*

*Подпись*

Шаталов Андрей

Борисович

*Фамилия И.О.*

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:**

Директор департамента  
экологической безопасности и  
менеджмента качества  
продукции

*Должность БУП*

*Подпись*

Савенкова Елена

Викторовна

*Фамилия И.О.*

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:**

Доцент

*Должность, БУП*

*Подпись*

Ледащева Татьяна

Николаевна

*Фамилия И.О.*