

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Белгородский Валерий Сидельвич
Должность: Ректор
Дата подписания: 08.10.2024 11:54:45
Уникальный программный ключ:
8df276ee93e17c18e7bee9e7cad2d0ced9a082473

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)»

Институт _____ отдел аспирантуры и докторантуры ологии
энергоресурсоэффективных технологий, промышленной экологии и
Кафедра _____ безопасности

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Математические модели экологических систем

Уровень образования	аспирантура
Научная специальность	1.5.15 Экология
Направленность	Экология
Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения	4 года
Форма обучения	очная

Рабочая программа учебной дисциплины «Математические модели экологических систем» основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 9 от 15.03.2024 г.

Разработчик рабочей программы «Математические модели экологических систем»

зав. кафедрой О. И. Седяров
доцент Е. С. Бородина

Заведующий кафедрой: О. И. Седяров

1. Цели освоения дисциплины.

В результате освоения учебной дисциплины (модуля) «Математические модели экологических систем» обучающийся должен:

- формирование экспериментально-теоретического подхода к моделированию экологических процессов и методологии построения моделей;
- формирование понимания теоретических основ, приемов и методов составления статистических (эмпирических) моделей;
- освоение навыков идентификации параметров, статистического анализа моделей, исследования адекватности моделей и оценки значимости факторов процесса;
- формирование основных навыков выбора, построения и анализа математических моделей экологических систем, верификации моделей и полученных при их анализе результатов, оформления результатов моделирования в соответствии с требованиями проблемной и предметной областей, использования математических пакетов при моделировании.
- формирование навыков систематизации теоретических знаний и практических навыков экологических исследований в единую систему научного познания, основанного на применении системного анализа и моделирования.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП.

Дисциплина «Математические модели экологических систем» включена в часть 2.1 Дисциплины (модули) Образовательного компонента, семестр 4.

Дисциплина базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при освоении дисциплин предыдущей ступени образования: экология.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Таблица 1

Результаты обучения	Критерии результатов обучения	Технологии формирования
Способность самостоятельно выполнять научно-исследовательские разработки с использованием современного оборудования, приборов и методов, составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований	Знать: принципы организации научно-исследовательской деятельности Уметь: логично излагать результаты научных исследований и приобретать новые знания с опорой на те или иные методологические концепции или их синтез; адекватно выбирать средства и методы для решения поставленных в научном исследовании задач; обосновывать актуальность выбранной темы научного исследования; определять цели и задачи диссертационного исследования Владеть: методологией теоретических и экспериментальных исследований в области экологии, способами обработки получаемых эмпирических данных и их интерпретацией	лекции (Л), практические занятия (ПЗ) самостоятельная работа (СР) выполнение
Способность к разработке моделей образования, распространения и накопления загрязнителей в природных и антропогенных условиях и прогнозирования состояния здоровья населения и окружающей среды	Знать: подходы к конструированию уравнений экологической динамики на ряде базовых математических моделей Уметь: находить решение модели и интерпретировать полученные результаты Владеть: современными методами моделирования; технологией качественного и численного исследования экологической динамики с использованием прикладных математических пакетов	

Результаты обучения	Критерии результатов обучения	Технологии формирования
Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	<p>Знать: Основные концепции современной философии науки, основные стадии эволюции науки, функции и основания научной картины мира</p> <p>Уметь: использовать положения и категории философии науки для анализа и оценивания различных фактов и явлений</p> <p>Владеть: навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих в науке на современном этапе ее развития</p>	

4. Объем и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Таблица 2

Показатель объема дисциплины	Трудоемкость
Объем дисциплины в зачетных единицах	3
Объем дисциплины в часах	96
Лекции (ч)	10
Практические занятия (семинары) (ч)	20
Самостоятельная работа (ч)	34
Форма контроля (зач./экз.)	экзамен (32)

4.2 Содержание разделов учебной дисциплины (модуля)

Таблица 3

Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Лекции		Наименование практических (семинарских) занятий		Оценочные средства
	№ и тема лекции	Трудоемкость, час	№ и тема практического занятия	Трудоемкость, час	
I Элементы теории динамики популяций	1. Модели популяций	4	1. Системная динамика. Математические модели процессов в биологических системах.	10	Круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты
II Модели конкурентного взаимодействия биологических видов	2. Модели взаимодействия	6	2. Современное праграмное обеспечение для моделирования экологических систем	12	Круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты
ВСЕГО часов в семестре		10		22	<i>Экзамен</i>

5. Самостоятельная работа обучающихся

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Содержание самостоятельной работы	Трудоемкость в часах
1	I Элементы теории динамики популяций	Основные положения системного анализа и моделирования.	17
2	II Модели конкурентного взаимодействия биологических видов	Модели локальных популяций (модель Мальтуса; модель популяционного взрыва; модель Ферхюльста; модели Пелла-Томлинсона и Фокса; модель Базыкина). Модели Форрестера и Медоуза; глобальные модели биосферы.	17
3		Подготовка к экзамену	32
ВСЕГО часов в семестре:			66

6. Образовательные технологии

При освоении дисциплины «Математические модели экологических систем» используются следующие образовательные технологии:

- Круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты

7. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

7.1 Примерная тематика курсовых проектов (работ) – не предусмотрены.

7.2 Примеры используемых оценочных средств для текущего контроля

Темы для проведения круглых столов:

1. Модель Вольтерра для однородной популяции
2. Модели «хищник – жертва»
3. Модель неограниченного потребления
4. Модели ограниченного потребления
5. Модели с ограниченной скоростью размножения
6. Обобщение модели «хищник – жертва»
7. Модель Мальтуса
8. Модель популяционного взрыва
9. Модель Ферхюльста
10. Модели Пелла-Томлинсона и Фокса
11. Принцип Олли. Модель Базыкина
12. Модели Форрестера и Медоуза
13. Глобальная модель биосферы

Контрольные вопросы к экзамену:

Модели и моделирование в экологии. Моделирующее отображение. Зависимость степени отображения от задачи исследования.

Классификация моделей. Реальные, знаковые, концептуальные и математические модели.

Виды математических моделей. Аналитические и численные модели (дискретные - непрерывные, детерминированные - стохастические).

Виды математических моделей. Аналитические и численные модели (точечные - пространственные, статические - динамические).

Понятие популяции: плотность и методы ее оценки, основные динамические характеристики плотности популяции (рождаемость, смертность, скорость роста), структура популяции (возрастная, пространственная, генетическая).

Внутривидовая и межвидовая конкуренция.

Трофические уровни и пищевые цепи.

Типы конкурентного и неконкурентного взаимодействия популяций.

Основные принципы математического моделирования динамики одно- и многовидовых экосистем.

Элементы теории устойчивости динамических систем в непрерывном и дискретном времени.

Динамический хаос. Бифуркационная диаграмма.

Понятие о фракталах. Фрактальные размерности. Фрактальная геометрия и детерминированный динамический хаос.

Примеры фрактальных структур в экологии.

Нелинейная динамика и вычислительный эксперимент.

Модели одновидовой популяции, в том числе, модели, учитывающие возрастную и пространственную структуру популяции.

Модели типа «хищник–жертва»: классическая модель Лотки-Вольтерра и некоторые ее обобщения (модель Колмогорова).

Модели конкурентного взаимодействия биологических видов.

Симбиоз, комменсализм, аменсализм.

Модели эксплуатируемых популяций.

Модели антропогенного воздействия на экосистему.

8.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 5

№ п/п	Автор(ы)	Наименование издания	Вид издания (учебник, УП, МП и др.)	Издательство	Год издания	Адрес сайта ЭБС или электронного ресурса	Количество экземпляров в библиотеке Университета
Основная литература, в том числе электронные издания							
1.	А. А. Самарский, Гулин А.В.	Численные методы	Книга	М. : Наука	1989		38
2.	Попова Е. В., Замотайлова Д. А., Кумратова А. М.	Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ	Учебное пособие	Краснодар : КубГАУ	2019	https://e.lanbook.com/book/254183	
3.	О. М. Белоцерковский	Численное моделирование в механике сплошных сред	Книга	М. : Наука	1984 1994		3
4.	А.С. Братусь, А.С. Новожилов, А.П. Платонов	Динамические системы и модели биологии		М.: ФИЗМАТЛИТ	2010	https://znanium.com/catalog/document?id=38119	
5.	Мешалкин В.П., Бутусов О.Б., Гнаука А.Г.	Основы информатизации и математического моделирования экологических систем	Учебное пособие	М.: ИНФРА-М	2020	https://znanium.com/catalog/document?id=359494	
6.	Седяров О. И., Бородина Е. С., Отрубянных Е. В., Гужавина Е. Н.	Моделирование технологических процессов и аппаратов с использованием свободного программного обеспечения. Препроцессинг	Учебное пособие	М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»	2022		15
Дополнительная литература, в том числе электронные издания							
1.	Касаткин А.Г.	Основные процессы и аппараты химической технологии	Учебник	М.: ООО ТИД “Альянс”	2005		102
2.	Мешалкин В.П., Бутусов О.Б., Гнаука А.Г.	Основы информатизации и математического моделирования экологических систем	Учебное пособие	М.: ИНФРА-М	2020	https://znanium.com/catalog/document?id=359494	
3.	Красс М.С.	Теория глобальных систем и их имитационное управление	Учебное пособие	М.: НИЦ ИНФРА-М	2022	https://znanium.com/catalog/document?id=399313	
4.	Самарский А.А., Вабищевич П.Н.	Численные методы решения задач конвекции-диффузии	Книга	М. : УРСС	2004		1

5.	Белоусов А.С.	Построение статистической модели процесса методом регрессионного анализа	Методические указания	М.: МГУДТ	2013	http://znanium.com/bookread2.php?book=459646	5
6.	Белоусов А.С.	Разработка многофакторной модели на основе активного эксперимента	Методические указания	М.: МГУДТ	2013	http://znanium.com/catalog/product/465536	5
7.	Попалов В. В.	Математические модели в расчетах ЭВМ	Учебное пособие	М.: ФГБОУ ВПО «МГТУ им. А. Н. Косыгина	2012	http://znanium.com/catalog/product/466339	5
9.	Кобелев Н.Б.	Имитационное моделирование объектов с хаотическими факторами	Учебное пособие	М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М	2016	http://znanium.com/bookread2.php?book=535221	5

8.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, электронных образовательных ресурсов локальных сетей РГУ им. А.Н. Косыгина, необходимых для освоения дисциплины

№ пп	Электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы
1.	«Znanium.com» научно-издательского центра «Инфра-М» http://znanium.com/
2.	Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/
3.	«ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru
4.	О предоставлении доступа к информационно-аналитической системе SCIENCE INDEX (включенного в научный информационный ресурс elibrary.ru) https://www.elibrary.ru/
5.	ЭБС «Лань» http://www.e.lanbook.com/
6.	ООО «Национальная электронная библиотека» (НЭБ) http://нэб.рф/ Договор № 101/НЭБ/0486 – пот 21.09.2018 г.
7.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU http://www.elibrary.ru/ Лицензионное соглашение № 8076 от 20.02.2013 г.
8.	НЭИКОН http://www.neicon.ru/ Соглашение №ДС-884-2013 от 18.10.2013г
Профессиональные базы данных, информационные справочные системы	
1.	«Polpred.com Обзор СМИ» http://www.polpred.com Соглашение № 2014 от 29.10.2016 г.
2.	Scopus http://www.Scopus.com/ Сублицензионный Договор № Scopus /917 от 09.01.2018 г.
3.	«SpringerNature» http://www.springernature.com/gp/librarians Платформа Springer Link: https://rd.springer.com/ Платформа Nature: https://www.nature.com/ Базаданных Springer Materials: http://materials.springer.com/ Базаданных Springer Protocols: http://www.springerprotocols.com/ База данных zbMath: https://zbmath.org/ База данных Nano: http://nano.nature.com/ Сублицензионный договор № Springer/41 от 25 декабря 2017 г.
4.	http://arxiv.org — база данных полнотекстовых электронных публикаций научных статей по физике, математике, информатике
5.	http://www.garant.ru/ - Справочно-правовая система (СПС)«Гарант», комплексная правовая поддержка пользователей по законодательству Российской Федерации
6.	http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/databases/ -базы данных на Едином Интернет-портале Росстата

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины при обучении с использованием традиционных технологий обучения.

Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.	Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.
119071, г. Москва, Донская улица, дом 39, строение 4	
аудитории для проведения занятий лекционного типа	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – ноутбук; – проектор, – экран, – маркерная доска
аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – ноутбук, – проектор, – маркерная доска, – наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины.
аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: - экран переносной ClassicSolutionLibra 180x180, - проектор BenQMX511 9H.J3R77.33 Оборудования (стенды) для проведения лабораторных работ
аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: - экран переносной ClassicSolutionLibra 180x180, - проектор BenQMX511 9H.J3R77.33 Оборудования (стенды) для проведения лабораторных работ
аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций	компьютерная техника (15 компьютеров Aquarius) ; подключение к сети «Интернет»
Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект учебной мебели, маркерная доска, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: экран, проектор, колонки.
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся
119071, г. Москва, Малый Калужский переулок, дом 2, строение 6	
читальный зал библиотеки:	– компьютерная техника; подключение к сети «Интернет»

Перечень программного обеспечения

№п/п	Программное обеспечение	Реквизиты подтверждающего документа/Свободно распространяемое
1.	Windows 10 Pro, MS Office 2019	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
2.	PrototypingSketchUp: 3D modeling for everyone	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
3.	V-Ray для 3Ds Max	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
4.	NeuroSolutions	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
5.	Wolfram Mathematica	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
6.	Microsoft Visual Studio	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
7.	CorelDRAW Graphics Suite 2018	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
8.	Mathcad	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
9.	Matlab+Simulink	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019.
10.	Adobe Creative Cloud 2018 all Apps (Photoshop, Lightroom, Illustrator, InDesign, XD, Premiere Pro, Acrobat Pro, Lightroom Classic, Bridge, Spark, Media Encoder, InCopy, Story Plus, Muse и др.)	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
11.	SolidWorks	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
12.	Rhinoceros	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
13.	Simplify 3D	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
14.	FontLab VI Academic	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
15.	Pinnacle Studio 18 Ultimate	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
16.	КОМПАС-3d-V 18	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
17.	Project Expert 7 Standart	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
18.	Альт-Финансы	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
19.	Альт-Инвест	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
20.	Программа для подготовки тестов Indigo	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
21.	Диалог NIBELUNG	контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019
22.	Windows 10 Pro, MS Office 2019	контракт 85-ЭА-44-20 от 28.12.2020
23.	Adobe Creative Cloud for enterprise All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Enterprise Licensing Subscription New	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
24.	Mathcad Education - University Edition Subscription	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
25.	CorelDRAW Graphics Suite 2021 Education License (Windows)	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
26.	Mathematica Standard Bundled List Price with Service	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
27.	Network Server Standard Bundled List Price with Service	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
28.	Office Pro Plus 2021 Russian OLV NL Acad AP LTSC	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
29.	Microsoft Windows 11 Pro	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021
30.	LibreOffice GNU Lesser General Public License	Свободно распространяемое
31.	ScilabCeCILL (свободная, совместимая с GNU GPL v2)	Свободно распространяемое
32.	Linux Ubuntu GNU GPL	Свободно распространяемое
33.	FDS-SMV free and open-source software	Свободно распространяемое
34.	AnyLogic Personal Learning Edition	Свободно распространяемое
35.	Helyx-OS GNU General Public License	Свободно распространяемое
36.	OpenFoam v.4.0 GNU General Public License	Свободно распространяемое
37.	DraftSight 2018 SP3 Автономная бесплатная лицензия	Свободно распространяемое
38.	GNU Octave GNU General Public License	Свободно распространяемое