

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Белгородский Валерий Савельевич
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
энергоресурсоэффективных технологий, промышленной экологии и
Кафедра _____ безопасности

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Системный анализ и моделирование экологических процессов

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 «Системный анализ и моделирование экологических процессов» основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол №9 от 15.03.2024 г.

Разработчик рабочей программы «Системный анализ и моделирование экологических процессов»

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

Заведующий кафедрой: О. И. Седяров

1. Цели освоения дисциплины.

Целями освоения учебной дисциплины «Системный анализ и моделирование экологических процессов» является:

- формирование экспериментально-теоретического подхода к моделированию экологических процессов и методологии построения моделей;
- формирование понимания теоретических основ, приемов и методов составления статистических (эмпирических) моделей;
- формирование понимания теоретических основ системного анализа
- освоение навыков идентификации параметров, статистического анализа моделей, исследования адекватности моделей и оценки значимости факторов процесса;
- формирование основных навыков применения математических моделей.
- 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 «Системный анализ и моделирование экологических процессов» включена в часть 2.1 Дисциплины (модули) Образовательного компонента, семестр 2.

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 осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Знать: методы исследования теоретических и практических задач экологии Уметь: самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность Владеть: современные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии, используемые для улучшения экологической обстановки	лекции (Л), практические занятия (ПЗ) самостоятельная работа (СР) выполнение
Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Знать: методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Уметь: анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов Владеть: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	лекции (Л), практические занятия (ПЗ) самостоятельная работа (СР) выполнение
Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе	Знать: Основные концепции современной философии науки, основные стадии	лекции (Л), практические занятия (ПЗ)

Результаты обучения	Критерии результатов обучения	Технологии формирования
междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	эволюции науки, функции и основания научной картины мира Уметь: использовать положения и категории философии науки для анализа и оценивания различных фактов и явлений Владеть: навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих в науке на современном этапе ее развития	<i>самостоятельная работа (СР) выполнение</i>
Иметь представление об источниках негативного воздействия на окружающую среду, их классификации, взаимодействии загрязнителей с окружающей средой	Знать: основные группы методов, применяемых в современном естествознании, их области применения; терминологию, принципы, методологию, структуру и область применения системного анализа Уметь: уметь прогнозировать по математической модели развития экосистемы Владеть: современными методами моделирования; навыками в прикладном использовании единых принципов системного анализа при решении различных задач с целью углубления знаний об объекте и изучения взаимосвязи и взаимозависимостей между его элементами	<i>лекции (Л), практические занятия (ПЗ) самостоятельная работа (СР) выполнение</i>
Способность оценивать последствия для окружающей среды принимаемых технических, организационно-управленческих и других решений при организации и проведении практической деятельности	Знать: базовые (типовые) модели экологических объектов и систем разного уровня Уметь: анализировать явления и процессы Владеть: методами оценки последствий технологических решений для окружающей среды	<i>лекции (Л), практические занятия (ПЗ) самостоятельная работа (СР) выполнение</i>
Способность оценивать затраты и результаты природоохранной деятельности	Знать: основные этапы и методы проектирования типовых конструкций и технологических процессов изделий легкой промышленности; общие понятия и содержание этапов проектирования и реконструкции предприятий; инженерное обеспечение производства; принципы и методы проектирования производственных процессов предприятий Уметь: оптимизировать технико-экономическую эффективность при выборе технических и организационных решений производств; разрабатывать основные экологические разделы проектной документации. Владеть: навыками выполнения необходимых расчетов по охране окружающей среды	<i>лекции (Л), практические занятия (ПЗ) самостоятельная работа (СР) выполнение</i>
Способность формулировать и разрабатывать технические задания и использовать средства автоматизации при планировании	Знать: инженерное обеспечение производства; принципы и методы проектирования производственных процессов предприятий	<i>лекции (Л), практические занятия (ПЗ) самостоятельная работа (СР)</i>

Результаты обучения	Критерии результатов обучения	Технологии формирования
природоохранных мероприятий	Уметь: делать на основании анализа выводы; давать необходимые на данном этапе анализа рекомендации и принимать решения; пользоваться определенными математическими методами, часто применяемыми в моделировании; разрабатывать алгоритмы и программы с использованием структурного подхода; уметь прогнозировать по математической модели развития экосистемы Владеть: основными средствами автоматизации природоохранных мероприятий	<i>выполнение</i>
Способность использовать современные достижения науки и передовых информационных технологий в научно-исследовательских работах	Знать: современные компьютерные и информационные технологии, применяемые в области обеспечения техносферной безопасности Уметь: организовывать на предприятии современные системы управления экологической безопасностью с применением компьютерных и информационных технологий Владеть: программами обеспечения безопасности в процессе создания и эксплуатации оборудования	<i>лекции (Л), практические занятия (ПЗ) самостоятельная работа (СР) выполнение</i>
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	<i>лекции (Л), практические занятия (ПЗ) самостоятельная работа (СР) выполнение</i>

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)	8
Практические занятия (семинары) (ч)	18
Самостоятельная работа (ч)	38
Форма контроля (зач./экз.)	зачет (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 Основные положения системного анализа и моделирования.	1. Системный подход и моделирование в экологии.	2	Системная динамика. Математические модели процессов в биологических системах	6	Круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты
II Модели локальных популяций	2. Основы моделирования сложных систем.	4	Математическое моделирование в системе «Человек-Окружающая среда»	6	Круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты
III Агент-ориентированные модели популяций.	3. Методы экологических исследований.	2	Агент-ориентированное моделирование.	6	Круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты
ВСЕГО часов в семестре		8		18	<i>Зачет</i>

5. Самостоятельная работа обучающихся

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Содержание самостоятельной работы	Трудоемкость в часах
1	I Основные положения системного анализа и моделирования.	Разработка и анализ моделей на основе уравнений Вальтерра-Лотки. Модель неограниченного потребления; Модель ограниченного потребления; Модель ограниченной скорости размножения; Обобщенные модели «хищник-жертва» и др.	12
2	II Модели локальных популяций	Изучение моделей (модель Мальтуса; модель популяционного взрыва; модель Ферхюльста; модели Пелла-Томлинсона и Фокса; модель Базыкина). Модели Форрестера и Медоуза; глобальные модели биосферы.	14
3	III Агент-ориентированные модели популяций.	Прогнозирование динамики показателей систем.	12
		Подготовка к зачету	32
ВСЕГО часов в семестре:			70

6. Образовательные технологии

При освоении дисциплины «Экология» 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 круглых столов:**

Модель Вольтерра для однородной популяции

Модели «хищник – жертва»

Модель неограниченного потребления

Модели ограниченного потребления

Модели с ограниченной скоростью размножения

Обобщение модели «хищник – жертва»

Модель Мальтуса

Модель популяционного взрыва

Модель Ферхюльста

Модели Пелла-Томлинсона и Фокса

Принцип Олли. Модель Базыкина

Модели Форрестера и Медоуза

Глобальная модель биосферы

Полный комплект оценочных средств приведен в приложении к рабочей программе.

Контрольные вопросы к зачету:

1. Основные области, объекты и направления экологических исследований.
2. Холистический и мерологический подходы в экологических исследованиях.
3. Принцип эмерджентности.
4. Система. Суть системного подхода и ЭКОЛОГИИ. Состав системы. Структура системы и функция системы.
5. Эколога-географический метод (полевые наблюдения). Особенности и задачи метода. Измерение количественных характеристик объектов окружающей среды в ходе наблюдений.
6. Эксперимент как метод экологических исследований. Типы эксперимента.
7. Контролируемый и неконтролируемый эксперимент. Полевые и лабораторные эксперименты.
8. Модели и моделирование в экологии. Моделирующее отображение. Зависимость степени отображения от задачи исследования.
9. Классификация моделей. Реальные, знаковые, концептуальные и математические модели.
10. Виды математических моделей. Аналитические и численные модели (дискретные - непрерывные, детерминированные - стохастические).
11. Виды математических моделей. Аналитические и численные модели (точечные - пространственные, статические - динамические).
12. Реализация научного метода исследований в экологии. Постановка задачи и концептуализация экологического исследования.
13. Реализация научного метода исследований в экологии. Спецификация и идентификация, их связь с наблюдением и экспериментом.
14. Реализация научного метода исследований в экологии. Реализация и проверка модели. Способы проверки адекватности модели системе-оригиналу. Исследование модели.
15. Реализация научного метода исследований в экологии. Оптимизация и заключительный синтез результатов экологических исследований. Роль оптимизации в управлении состоянием окружающей среды.

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.	Суховольский В. Г., Тарасова О. В.	Системная экология	Учебное пособие	Красноярск : СФУ	2020	https://e.lanbook.com/book/181610	
Дополнительная литература, в том числе электронные издания							
1.	Севостьянов П.А.	Методы и модели вероятностных процессов и систем	Учебное пособие	М.: МГУДТ	2010		5
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.	И. П. Капитальчук, Б. И. Кочуров	Системный геоэкологический анализ	Монография	Москва : ИНФРА-М	2022	https://znanium.com/catalog/document?id=397751	
5.	Белоусов А.С.	Построение статистической модели процесса методом регрессионного анализа	Методически е указания	М.: МГУДТ	2013	http://znanium.com/bookread2.php?book=459646	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) ;
Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	подключение к сети «Интернет» 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