Министерство образования и науки РФ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина

(Технологии. Дизайн. Искусство)»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**«Системный анализ и моделирование экологических процессов»**

Направление(я) подготовки:05.06.01 «Науки о Земле»

Направленность (и): Экология

Форма обучения:очная

Квалификация: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Нормативный срок освоения образовательной программы – 3 года

Кафедра промышленной экологии и безопасности

**Москва 2022 г.**

**1. Цели освоения дисциплины.**

В результате освоения учебной дисциплины (модуля) «Системный анализ и моделирование экологических процессов» обучающийся должен:

- владеть навыками 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 вариативную часть Блока 1 Дисциплины (модули), семестр 2.

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

**3. Компетенции, формируемые в результате освоения учебной дисциплины (модуля)**

**Таблица 1**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Код и содержание компетенции | Критерии результатов обучения | Технологииформированиякомпетенций |
| ОПК-1 способностью 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 экологииУметь: самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельностьВладеть: современные методы исследования и информационно-коммуникационных технологии, использующиеся для улучшения экологической обстановки | *лекции (Л), практические занятия (ПЗ)* *самостоятельная работа (СР)**выполнение*  |
| УК-1 способностью 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*  |
| УК-2 способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки | **Знать:** Основные концепции современной философии науки, основные стадии 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 | *лекции (Л), практические занятия (ПЗ)* *самостоятельная работа (СР)**выполнение*  |
| УК-3 готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач | **Знать:** особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах**Уметь**: следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач**Владеть:** навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в.т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах | *лекции (Л), практические занятия (ПЗ)* *самостоятельная работа (СР)**выполнение*  |
| ПК-1 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 | *лекции (Л), практические занятия (ПЗ)* *самостоятельная работа (СР)**выполнение*  |
| ПК-2 способностью 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 | *лекции (Л), практические занятия (ПЗ)* *самостоятельная работа (СР)**выполнение*  |
| ПК-3 способностью 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 | *лекции (Л), практические занятия (ПЗ)* *самостоятельная работа (СР)**выполнение*  |
| ПК-4 способностью формулировать и разрабатывать технические задания и использовать средства автоматизации при планировании природоохранных мероприятий | **Знать:** инженерное обеспечение производства; принципы и методы проектирования производственных процессов предприятий**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 | *лекции (Л), практические занятия (ПЗ)* *самостоятельная работа (СР)**выполнение*  |
| ПК-6 способностью получать и обрабатывать информацию из различных источников, используя современные информационные технологии и критически ее осмысливать | **Знать:** критически анализировать и оценивать современные научные достижения в области экологии, применять критический подход в оценке и анализу различных научных гипотез, концепций, теорий и парадигм, применяемых в экологической науке;**Уметь:** адекватно выбирать средства и методы для решения поставленных в научном исследовании задач**Владеть:** навыками работы с информационными источниками, учебной и справочной литературой по экологической проблематике | *лекции (Л), практические занятия (ПЗ)* *самостоятельная работа (СР)**выполнение*  |
| ПК-7 способностью 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 | *лекции (Л), практические занятия (ПЗ)* *самостоятельная работа (СР)**выполнение*  |
| ПК-10 способностью 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 | *лекции (Л), практические занятия (ПЗ)* *самостоятельная работа (СР)**выполнение*  |

**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 | 108 |
| Лекции (ч) | 18 |
| Практические занятия (семинары) (ч) | 36 |
| Самостоятельная работа (ч) | 54 |
| Форма контроля (зач./экз.) | зачет |

**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. | 6 | Системная динамика. Математические модели процессов в биологических системах  | 12 | Круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты |
| II Модели локальных популяций | 2. Основы моделирования сложных систем. | 6 | Математическое моделирование в системе «Человек-Окружающая среда» | 12 | Круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты |
| III Агент-ориентированные модели популяций. | 3. Методы экологических исследований. | 6 | Агент-ориентированное моделирование.  | 12 | Круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты |
| **ВСЕГО часов в семестре** |  | 18 |  | 36 | *Зачет* |

**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. | 18 |
| 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. | 18 |
| **3** | III Агент-ориентированные модели популяций. | Прогнозирование динамики показателей систем. | 18 |
| **ВСЕГО часов в семестре:** | **54** |

**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. Эколого-географический метод (полевые наблюдения). Особенности и зада-чи 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 лаборатор-ные эксперименты.

8. Модели и моделирование в экологии. Моделирующее отображение. Зависи-мость степени отображения от задачи исследования.

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

10. Виды математических моделей. Аналитические и численные модели (дис-кретные - непрерывные, детерминированные - стохастические).

11. Виды математических моделей. Аналитические и численные модели (точеч-ные - 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 провер-ка модели. Способы проверки адекватности модели системе-оригиналу. Исследование мо-дели.

15. Реализация научного метода исследований в экологии. Оптимизация и за-ключительный 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, учебное пособие, ….) | Издательство | Год издания |
|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| **Основная литература**  |
| 1 | М. М. Редина, А. П. Хаустов | Нормирование и снижение загрязнений окружающей среды: учебник | Учебник | М.: Юрайт | 2014 |
| 2 | А.С. Братусь, А.С. Новожилов, А.П. Платонов | Динамические системы и модели биологии |  | М.: ФИЗМАТЛИТ | 2010 |
| 3 | Ризниченко Г.Ю. | Лекции по математическим моделям в биологии |  | М.. Регулярная и хаотическая динамика | 2011 |
| 4 | В.А.Садовничий, А.А.Акаев, А.В.Коротаев, С.Ю.Малков. | Моделирование и прогнозирование мировой динамики |  | М.: ИСПИ РАН | 2012 |
| 5 | Белов, П. Г. | Управление рисками, системный анализ и моделирование : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры |  | М. : Из- дательство Юрайт | 2014 |
| **Дополнительная литература** |
| 1 | Медоуз Д., Рандерс Й., Медоуз Д. | Пределы роста. 30 лет спустя |   | М.: Академкнига | 2007 |

**8.2. Электронные издания**

**Таблица 6**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Автор(ы) | Наименование издания | Вид издания (учебник, учебное пособие, ….) | Издательство, год издания | Адрес сайта ЭБС или др. источника |
|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

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

1. Библиотека РГУ им. А.Н. Косыгина <http://biblio.mgudt.ru/jirbis2/>.

2. Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ИНФРА-М» «Znanium.com» <http://znanium.com/>.

3. Реферативная база данных «Web of Science» <http://webofknowledge.com/> .

4. Реферативная база данных «Scopus» <http://www.scopus.com/> .

5. Патентная база данных компании «QUESTEL – ORBIT» <https://www37.orbit.com/#PatentEasySearchPage>.

6. Электронные ресурсы издательства «SPRINGERNATURE» <http://www.springernature.com/gp/librarians>.

7. ООО «ИВИС» <http://dlib.eastview.com/>.

8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» <http://www.elibrary.ru/>.

9. Национальная электронная библиотека («НЭБ») [http://нэб.рф/](http://xn--90ax2c.xn--p1ai/).

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа |
| помещение для проведения занятий лекционного типа, помещение для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для текущего контроля и промежуточной аттестации, № 6113 | преподавательский – 1 шт., доска – 1 шт., персональный компьютер – 10 шт., мультимедийное оборудование (проектор и экран) – 1 шт., письменный стол – 10 шт., стул – 11 шт.,  | Microsoft Windows 10 HOME Russian OLP NL Academic Edition Legalization GetGenuine, 60 лицензий, артикул KW9-00322, Договор с ЗАО «Софт Лайн Трейд» №510/2015 от 15.12.2015г.Microsoft Office Standard 2016 Russian OLP NL Academic Edition, 60 лицензий, артикул 021-10548, Договор бюджетного учреждения с ЗАО «Софт Лайн Трейд» №511/2015 от 15.12.2015г. |