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)**

**«Математические модели экологических систем»**

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) «Математические модели экологических систем» обучающийся должен:

- владеть навыками систематизации теоретических знаний и практических навыков экологических исследований при проектировании предприятий 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 вариативную часть Блока 1 Дисциплины (модули), семестр 4.

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 | Технологии  формирования  компетенций |
| ПК-9 способностью 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* |
| 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 |
| 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 |

**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) | 18 |
| Самостоятельная работа (ч) | 72 |
| Форма контроля (зач./экз.) | экзамен |

**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 | 9 | 1.Системная динамика. Математические модели процессов в биологических системах. | 9 | Круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты |
| II Модели конкурентного взаимодействия биологических видов | 2. Модели взаимодействия | 9 | 2.Современное праграммное обеспечение для моделирования экологических систем | 9 | Круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты |
| **ВСЕГО часов в семестре** |  |  |  |  | *Экзамен* |

**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. | 20 |
| 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. | 25 |
| 3 |  | Подготовка к экзамену | 27 |
| **ВСЕГО часов в семестре:** | | | **72** |

**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, 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 | М.: Юрайт | 2014 |
| 2 | Братусь А.С., Новожилов А.С., Платонов А.П. | Динамические системы и модели биологии | Учебное пособие | М.: ФИЗМАТЛИТ | 2010 |
| 3 | Ризниченко Г.Ю. | Лекции по математическим моделям в биологии | Учебное пособие | М.. Регулярная и хаотическая динамика | 2011 |
| 4 | В.А.Садовничий, А.А.Акаев, А.В.Коротаев, С.Ю.Малков | Моделирование и прогнозирование мировой динамики | Учебное пособие | М.: ИСП РАН | 2012 |
| 5 | П. Г. Белов | Управление рисками, системный анализ и моделирование : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры | Практикум | М. : Из-дательство Юрайт | 2014 |
| **Дополнительная литература** | | | | | |
| 1 | Р. Пэнтл | Методы системного анализа окружающей среды | Учебное пособие | М.: Мир | 1979 |
| 2 | Медоуз Д., Рандерс Й., Медоуз Д. | Пределы роста. 30 лет спустя | Учебное пособие | М.: Академкнига | 2007 |
| 3 | Донелла Х. Медоуз | Азбука системного мышления | Учебное пособие | М.: БИНОМ | 2011 |
| 4 | Форрестер Д. | Мировая динамика | Учебное пособие | М.: АСТ | 2006 |
| 5 | Форрестер Д. | Основы кибернетики предприятия (Индустриальная динамика) | Учебное пособие | М.: Прогресс | 1971 |
| 6 | Шеннон Р. | Имитационное моделирование систем - искусство и наука | Учебное пособие | М.: Мир | 1978 |
| 7 | Базыкин А.Д. | Математическая биофизика взаимодействующих по-пуляций | Учебное пособие | М.: Наука | 1985 |

**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  Доступ в глобальную и локальную сеть. |