

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КЕРЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МОРСКОЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГМТУ»)  
Технологический факультет  
Кафедра экологии моря**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Системный анализ и моделирование экосистем**

Уровень основной профессиональной образовательной программы – бакалавриат  
Направление подготовки – 05.03.06 Экология и природопользование  
Направленность (профиль) – Экология и природопользование  
Учебный план 2016 года разработки

**Описание учебной дисциплины по формам обучения**

Очная													Заочная												
Курс	Семестр	Всего часов / зач. единиц	Всего аудиторных часов	Лекции, часов	Лабораторные занятия, часов	Практические занятия, часов	Семинары, часов	Самостоятельная работа, часов	КП (КР), часов	РГР, часов	Консультации, часов	Семестровый контроль, часов (вид)	Курс	Семестр	Всего часов / зач. единиц	Всего аудиторных часов	Лекции, часов	Лабораторные занятия, часов	Практические занятия, часов	Семинары, часов	Самостоятельная работа, часов	КП (КР), часов	Контрольная работа, часов	Консультации, часов	Семестровый контроль, часов (вид)
4	8	180/5	72	24	24	24		46	24		2	36 (экз.)	4	8	180/5	18	6	6	6		127	24		2	9 (экз.)
Всего		180/5	72	24	24	24		46	24		2	36 (экз.)	Всего		180/5	18	6	6	6		127	24		2	9 (экз.)

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование, учебного плана.

Программу разработала Е.О. Спиридонова, канд. геогр. наук, доцент кафедры экологии моря ФГБОУ ВО «КГМТУ».

Рабочая программа рассмотрена на заседании выпускающей кафедры экологии моря ФГБОУ ВО «КГМТУ»

Протокол № 11 от 24.04.2023 г.

## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения ОПОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
ОПК-5. Владением знаниями основ учения об атмосфере, гидросфере, биосфере и ландшафтоведения	<b>Знать:</b> - фундаментальные понятия системного анализа, его основные принципы и методы. <b>Уметь:</b> - анализировать информацию об параметрах, характеризующих экологическое состояние исследуемого региона. <b>Владеть:</b> - методами прикладного системного анализа и моделирования экологических процессов и систем.
ПК-2. Владением методами отбора проб и проведения химико-аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, геохимических исследований, обработки, анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации, методами составления экологических и техногенных карт, сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методами оценки воздействия на окружающую среду, выявления источников, видов и масштабов техногенного воздействия	<b>Знать:</b> - методологию отбора проб и проведения химико-аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду. <b>Уметь:</b> - использовать данные для обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды. <b>Владеть:</b> - методами оценки воздействия на окружающую среду.
ПК-21. Владением методами геохимических и геофизических исследований, общего и геоэкологического картографирования, обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной геоэкологической информации, методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации	<b>Знать:</b> - модели экосистем и популяций, средства обработки и анализа данных с применением ПК. <b>Уметь:</b> - применять полученные знания на практике в системном анализе экологической ситуации, работать самостоятельно со стандартным инструментарием пакетных программных средств анализа. <b>Владеть:</b> - основными методами, способами и средствами обработки экологической информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части ОПОП, формируемой участниками образовательных отношений.

Изучению дисциплины предшествует освоение программ следующих дисциплин: современные информационные технологии в прикладной экологии, оценка воздействия на окружающую среду, геоинформационные системы в экологии и природопользовании.

Успешное освоение материала дисциплины в рамках установленных компетенций даст возможность обучающимся применять полученные знания при работе над выпускной квалификационной работой и в практической деятельности.

## 3 Объем дисциплины в зачетных единицах

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 часов.

#### 4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Структура дисциплины

Наименования разделов, тем	Общее количество часов	Очная форма									Заочная форма									
		Распределение часов по видам занятий									Распределение часов по видам занятий									
		Ауд.	ЛК	ЛЗ	ПЗ (сем)	СР	КП (КР)	РГР	Консультации	Контроль	Ауд.	ЛК	ЛЗ	ПЗ (сем)	СР	КП (КР)	Контрольная работа	Консультации	Контроль	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Тема 1. Общие вопросы системного анализа. Методология экосистемного анализа	14	8	2	2	4	6						3	1	1	1	11				
Тема 2. Методы системного анализа	16	8	2	2	4	8						3	1	1	1	13				
Тема 3. Методы моделирования экосистем	18	10	4	2	4	8						3	1	1	1	15				
Тема 4. Математическое моделирование экосистем	26	18	6	8	4	8						3	1	1	1	23				
Тема 5. Моделирование динамики популяций и экосистем	22	14	6	4	4	8						3	1	1	1	19				
Тема 6. Мягкие вычисления и логико-лингвистическое моделирование в экологии	22	14	4	6	4	8						3	1	1	1	19				
Курсовой проект (работа)	24						24										24			
Консультации	2								2										2	
Контроль	36									36						27				9
<b>Всего часов в семестре</b>	<b>180</b>	<b>72</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>46</b>	<b>24</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>127</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	
<b>Всего часов по дисциплине</b>	<b>180</b>	<b>72</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>46</b>	<b>24</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>127</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	

##### 4.2 Содержание лекций

№	Наименование темы	Количество часов по формам обучения	
		очная	заочная
<b>Раздел 1. Системный анализ в экологии</b>			
<b>Тема 1. Общие вопросы системного анализа. Методология экосистемного анализа</b>			
1	Основные понятия системного анализа (СА). Определение системы. Понятие структуры. Виды структур системы. Понятие обратной связи. Виды систем. Системный анализ и его этапы	2	1
<b>Тема 2. Методы системного анализа</b>			
2	Обзор методов. Экспертные системы. Метод декомпозиции. Метод "мозговой атаки". Метод "Дельфи". Метод "дерева целей". Метод сценариев. Морфологический метод	2	1

<b>Раздел 2. Экологическое моделирование и прогнозирование</b>			
<b>Тема 3. Методы моделирования экосистем</b>			
3-4	Экосистема как объект математического моделирования. Семейства моделей. Словесные и математические модели. Детерминистские модели. Стохастические модели. Динамические модели. Матричные модели. Марковские модели. Оптимизационные модели. Компьютерное моделирование для оценки воздействия потенциальных источников опасности на экосистемы	4	1
<b>Тема 4. Математическое моделирование экосистем</b>			
5-7	Классификация и особенности экологических математических моделей. Корреляционный и регрессионный анализ. Аллометрическая функция. Временные ряды. Спектральный анализ. Метод сезонной декомпозиции. Прогноз временного ряда	6	1
<b>Тема 5. Моделирование динамики популяций и экосистем</b>			
8-10	Дискретные и непрерывные модели. Разностные уравнения и дифференциальные уравнения динамики популяций. Портрет динамической системы на фазовой плоскости. Модель неограниченного роста популяции Мальтуса. Уравнение Ферхюльста. Модель трофического взаимодействия Лотки-Вольтерра. Колебания численности видов. Глобальные модели развития человечества	6	1
<b>Тема 6. Мягкие вычисления и логико-лингвистическое моделирование в экологии</b>			
11-12	Понятие нечеткого множества. Функция принадлежности. Построение функции принадлежности. Лингвистическая переменная. Построение экспертных систем на базе нечетких оценок для экосистем	4	1
<b>Всего часов</b>		<b>24</b>	<b>6</b>

### 4.3 Темы лабораторных занятий

№	Наименование темы	Количество часов по формам обучения	
		очная	заочная
<b>Раздел 1. Системный анализ в экологии</b>			
<b>Тема 1. Общие вопросы системного анализа. Методология экосистемного анализа</b>			
1	Классификация систем. Элементы системного анализа	2	1
<b>Тема 2. Методы системного анализа</b>			
2	Методы системного анализа	2	1
<b>Раздел 2 Экологическое моделирование и прогнозирование</b>			
<b>Тема 3. Методы моделирования экосистем</b>			
3	Инструменты, применяемые при численном моделировании динамики популяций	2	1
<b>Тема 4. Математическое моделирование экосистем</b>			
4-7	Классификация и особенности экологических математических моделей. Корреляционный и регрессионный анализ. Временные ряды. Спектральный анализ. Метод сезонной декомпозиции. Прогноз временного ряда	8	1
<b>Тема 5. Моделирование динамики популяций и экосистем</b>			
8-9	Моделирование и прогнозирование временных рядов экологических показателей. Анализ и прогнозирование тренда и циклических изменений в оценке техногенного воздействия на экосистемы	4	1
<b>Тема 6. Мягкие вычисления и логико-лингвистическое моделирование в экологии</b>			
10-12	Моделирование динамики популяций и экосистем. Модели изолированных популяций. Модели взаимодействия популяций	6	1
<b>Всего часов</b>		<b>24</b>	<b>6</b>

#### 4.4 Темы практических занятий

№	Наименование темы	Количество часов по формам обучения	
		очная	заочная
<b>Раздел 1 Системный анализ в экологии</b>			
<b>Тема 1. Общие вопросы системного анализа. Методология экосистемного анализа</b>			
1-2	Построение статических моделей в популяционной экологии	4	1
<b>Тема 2. Методы системного анализа</b>			
3-4	Методы системного анализа в экологии	4	1
<b>Раздел 2 Экологическое моделирование и прогнозирование</b>			
<b>Тема 3. Методы моделирования экосистем</b>			
5-6	Моделирования поверхностей с целью определения загрязнения среды	4	1
<b>Тема 4. Математическое моделирование экосистем</b>			
7-8	Моделирование роста организмов	4	1
<b>Тема 5. Моделирование динамики популяций и экосистем</b>			
9-10	Моделирование и прогнозирование разбавления сточных вод в морской среде	4	1
<b>Тема 6. Мягкие вычисления и логико-лингвистическое моделирование в экологии</b>			
11-12	Расчет кратности разбавления сточных вод в озерах и водохранилищах	4	1
<b>Всего часов</b>		<b>24</b>	<b>6</b>

#### 4.5 Темы семинарских занятий

Семинарские занятия не предусмотрены учебным планом.

#### 5 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине

Наименование темы	Трудоемкость самостоятельной работы, час.		Содержание работы
	очная	заочная	
Тема 1. Общие вопросы системного анализа. Методология экосистемного анализа	6	11	Освоение учебного материала. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям, оформление отчетов
Тема 2. Методы системного анализа	8	13	Освоение учебного материала. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям, оформление отчетов
Тема 3. Методы моделирования экосистем	8	15	Подготовка к практическим занятиям, оформление отчетов
Тема 4. Математическое моделирование экосистем	8	23	Освоение учебного материала. Подготовка к лабораторным занятиям, оформление отчетов
Тема 5. Моделирование динамики популяций и экосистем	8	19	Освоение теоретического курса. Выполнение практических и лабораторных работ
Тема 6. Мягкие вычисления и логико-лингвистическое моделирование в экологии	8	19	Подготовка и выполнение практических и лабораторных работ
Контроль		27	Подготовка к экзамену
<b>Всего часов</b>	<b>46</b>	<b>127</b>	

## 6 Тематика курсового проектирования (курсовой работы)

Курсовая работа по дисциплине «Системный анализ и моделирование экосистем» должна закрепить знания, полученные в ходе теоретической подготовки согласно учебному плану и помочь студентам научиться самостоятельно осваивать научный материал, выполнять необходимый анализ, расчеты, обобщения и делать выводы. Для написания курсовой работы выделяется 24 часа работы студента.

Курсовая работа носит реферативно-расчетный характер, основывается на изучении и переработке литературных источников, сборе исходных количественных и качественных данных, обработке их изучаемыми в данном курсе методами. В отдельных работах предусматриваются использование и обобщение собственных исследований, проведенных во время лабораторных работ.

Работа проводится под руководством научного руководителя курсовой работы. В обязанности руководителя входит выбор совместно со студентом темы курсовой работы, рекомендация необходимой литературы. По мере надобности проведение консультаций. Проверка завершенной работы.

Структура курсовой работы включает титульный лист, оглавление, введение, основную часть, заключение, список литературы, если необходимо – приложение. Объем курсовой должен быть 25-30 страниц стандартного размера (формат А4).

Рекомендованные темы не являются строго обязательными. По желанию студентов при согласовании с научным руководителем могут быть сформулированы и другие темы, соответствующие программе «Системный анализ и моделирование экосистем».

Ориентировочные темы курсовых работ по курсу «Системный анализ и моделирование экосистем»:

1. Экспертные оценки при моделировании и прогнозировании состояния экосистем.
2. Использование геопространственного анализа при прогнозировании эколого-экономического развития.
3. Использование метода Монте-Карло в моделировании.
4. Анализ и прогнозирование уровней загрязнения атмосферного воздуха в городе.
5. Модели общей циркуляции атмосферы.
6. Моделирование динамики популяции.
7. Эволюционные алгоритмы при математическом моделировании морских экосистем.
8. Математическое моделирование и прогнозирование загрязнений грунтов и растительной среды.
9. Теория игр.
10. Биологическая эволюция и теория игр.
11. Моделирование самоорганизующихся систем в природе.
12. Методы прогнозирования чрезвычайных ситуаций.
13. Прогнозирование экологических процессов.
14. Модели, предназначенные для оценки будущих изменений климата.
15. Моделирование гидроэкологических процессов и функционирования водных экосистем.
16. Математическое моделирование и прогнозирование загрязнений атмосферы.
17. Имитационное математическое моделирование и проблемы гидроэкологического мониторинга.
18. Методы оптимизации в экологических моделях.
19. Самоорганизующиеся системы в природе.
20. Моделирование экологических процессов с использованием теории хаоса.
21. Моделирование экологических процессов с использованием нечетких множеств.
22. Моделирование цепных реакций. Теория графов.
23. Компьютерное моделирование в экологии.
24. Метод компьютерного моделирования межвидового взаимодействия.
25. Моделирование и прогнозирование состояния водного объекта в результате антропогенного воздействия.

26. Моделирование экологических процессов и систем окружающей среды при помощи прикладного программного обеспечения.
27. Моделирование состояния загрязнения атмосферного воздуха автомобильным транспортом в г. Керчь.
28. Прогнозирование экологического состояния региона на основе многофакторной линейной модели.
29. Применение нейронных сетей для анализа и прогноза состояния экосистем.

## **7 Методы обучения**

В процессе преподавания используются следующие образовательные технологии:

- лекции, в том числе мультимедийные;
- проведение лабораторных и практических занятий;
- консультации преподавателей;
- самостоятельная работа студентов.

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

–изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий и информационных библиотечных ресурсов;

–самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием *Internet*-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;

–закрепление теоретического материала и практических навыков анализа материалов при выполнении проблемно-ориентированных, поисковых, творческих заданий.

При изложении теоретического материала используются активные методы проведения занятий – каждая лекция начинается с блиц-опроса по материалам предыдущей лекции. Использование мультимедийного комплекса позволяет сделать лекции более доступными по уровню восприятия теоретического материала, а разбор конкретных ситуаций, дает возможность расширить интерактивные формы обучения студентов.

На лекциях рассматриваются основополагающие понятия теории устойчивого развития, методы обращения с соответствующей информацией и ее анализ. При изложении теоретического материала используются активные методы проведения занятий – каждая лекция начинается с блиц-опроса по материалам предыдущей лекции. Использование мультимедийного комплекса позволяет сделать лекции более доступными по уровню восприятия теоретического материала, а разбор конкретных ситуаций, возникающих в процессе обучения, дает возможность расширить интерактивные формы обучения студентов.

Лабораторные работы являются активной формой занятий, на которых студенты овладевают навыками обработки экологической информации, выполняя ряд работ по основным темам лекционных занятий, что способствует формированию у студентов грамотного подхода к анализу имеющейся информации и выбору средств решения конкретных задач в области экологии и природопользования. Лабораторные работы проводятся в компьютерном классе. На этапе подготовке к лабораторной работе используются такие интерактивные формы обучения, как блиц-опрос, дискуссия, поиск исходной экологической информации из разных источников, в том числе ресурсов Интернет, и т.д.

Практические занятия являются активной формой учебного процесса. Здесь студенты овладевают навыками работы по поиску и обработке статистических материалов в глобальной сети Интернет, изучают основные направления международной деятельности в области достижения курса устойчивого развития, а также имеют возможность ознакомиться с оригинальными текстами российских и международных документов в области устойчивого развития. Практические занятия способствуют формированию у студентов грамотного подхода к анализу имеющейся информации и выбору средств решения конкретных задач в области устойчивого развития.

На этапе подготовке к практическому занятию используются такие интерактивные формы обучения, как блиц-опрос, фрагменты видеоуроков, поиск исходной информации из разных источников, в том числе ресурсов Интернет, и т.д.

Самостоятельная работа при изучении дисциплины «Системный анализ и моделирование экосистем» подразделяется на три вида: 1) аудиторная самостоятельная работа (выполнение контрольных работ, тестов, отчеты по лабораторным работам); 2) самостоятельная работа под контролем преподавателя (творческие контакты, плановые консультации, зачет); 3) внеаудиторная самостоятельная работа при выполнении студентом домашних заданий учебного и творческого характера (подготовка к лекциям, выполнение и написание курсовой работы, индивидуальные работы по отдельным разделам содержания дисциплины, подготовка к зачету).

Самостоятельные занятия под руководством преподавателя обеспечивают более эффективную подготовку и качество усвоения теоретического материала, приобретение определенных практических навыков студентов. Основная задача самостоятельной работы - привить умение учиться. По результатам самостоятельных работ проводятся интерактивные занятия – студенты работают в группах, каждая группа выполняет определенное задание по выбранной теме, представители других групп задают вопросы и выставляют оценки выступающим.

Текущая и опережающая СРС, направленная на углубление и закрепление знаний, а также развитие практических умений заключается в:

- работе студентов с лекционным материалом, поиск и анализ литературы и электронных источников информации по заданной проблеме;
- подготовке к устным опросам, к текущей аттестации;
- использовании материалов из тематических информационных ресурсов на иностранных языках;
- изучении теоретического материала к домашним заданиям;
- подготовке к экзамену.

Консультации включают помощь при самостоятельном освоении материала.

## **8 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Приведен в обязательном приложении к рабочей программе.

## **9 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

Наименование	Количество экземпляров в библиотеке ФГБОУ ВО «КГМТУ»
<b>Основная литература:</b>	
1. Заграновская, А. В. Системный анализ : учебное пособие для вузов / А. В. Заграновская, Ю. Н. Эйсснер. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 424 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13893-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <a href="https://urait.ru/bcode/519739">https://urait.ru/bcode/519739</a>	
2. Спиридонова Е.О. Системный анализ и моделирование экосистем : конспект лекций для студентов направления подгот. 05.03.06 «Экология и природопользование» оч. и заоч. форм обучения / сост.: Е.О. Спиридонова ; Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Керч. гос. мор. технолог. ун-т», Каф. математики, физики и информатики. — Керчь, 2017. — 130 с. — Текст : электронный // Электронная библиотека ФГБОУ ВО «КГМТУ». — URL: <a href="https://lib.kgmtu.ru/?p=2262">https://lib.kgmtu.ru/?p=2262</a>	
3. Спиридонова Е.О. Системный анализ и моделирование экосистем : практикум для студентов направления подгот. 05.03.06 Экология и природопользование оч. и заоч. форм обучения / сост.: Е.О. Спиридонова ; Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Керч. гос. мор. технолог. ун-т», Каф. экологии моря. — Керчь, 2020. — 35 с. — Текст : электронный // Электронная библиотека ФГБОУ ВО «КГМТУ». — URL: <a href="https://lib.kgmtu.ru/?p=6100">https://lib.kgmtu.ru/?p=6100</a>	

Дополнительная литература:	
4. Подлипенская Л.Е. Системный анализ и моделирование экосистем : метод. указ. по выполнению контрол. работы для студентов направления подгот. 05.03.06 «Экология и природопользование» заоч. формы обучения / сост. Подлипенская Л.Е. ; Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Керч. гос. мор. технолог. ун-т», Каф. экологии моря. — Керчь, 2016. — 26 с. — Текст : электронный // Электронная библиотека ФГБОУ ВО «КГМУ». — URL: <a href="https://lib.kgmtu.ru/?p=1080">https://lib.kgmtu.ru/?p=1080</a>	

## 10 Состав современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование информационного ресурса	Ссылка на информационный ресурс
Электронная библиотека ФГБОУ ВО «КГМУ»	<a href="http://lib.kgmtu.ru/">http://lib.kgmtu.ru/</a>
Образовательная платформа «Юрайт»	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
Государственная система правовой информации - официальный интернет-портал правовой информации	<a href="http://pravo.gov.ru/">http://pravo.gov.ru/</a>
Справочная правовая система «Консультант Плюс»	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
RSCI платформа Web of Science - база данных лучших российских журналов	<a href="http://www.technosphera.ru/news/">http://www.technosphera.ru/news/</a>
Информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
База данных Научной электронной библиотеки	<a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>

## 11 Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование программного продукта	Назначение (базы и банки данных, тестирующие программы, практикум, деловые игры и т.д.)	Тип продукта (полная лицензионная версия, учебная версия, демоверсия и т.п.)
Операционная система (Microsoft Windows 10 Pro или Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level или Microsoft Windows Vista Business Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level)	Комплекс системных и управляющих программ	Лицензионное программное обеспечение
Офисный пакет (Microsoft Office Pro Plus 2016 или Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level или Microsoft Office Professional Plus 2007 Russian Academic OPEN 1 License No Level)	Текстовый редактор, табличный редактор, редактор презентаций	Лицензионное программное обеспечение
Офисный пакет LibreOffice	Текстовый редактор, табличный редактор, редактор презентаций	Свободно-распространяемое программное обеспечение

## 12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Специализированная аудитория, оснащенная ПК.

Содержание лабораторной работы	Оборудование, используемое в работе
Классификация систем. Элементы системного анализа	Персональный компьютер
Методы системного анализа	Персональный компьютер
Инструменты, применяемые при численном моделировании динамики популяций	Персональный компьютер

Классификация и особенности экологических математических моделей. Корреляционный и регрессионный анализ. Временные ряды. Спектральный анализ. Метод сезонной декомпозиции. Прогноз временного ряда	Персональный компьютер
Моделирование и прогнозирование временных рядов экологических показателей. Анализ и прогнозирование тренда и циклических изменений в оценке техногенного воздействия на экосистемы	Персональный компьютер
Моделирование динамики популяций и экосистем. Модели изолированных популяций. Модели взаимодействия популяций	Персональный компьютер
Построение статических моделей в популяционной экологии	Персональный компьютер
Методы системного анализа в экологии	Персональный компьютер
Моделирование поверхностей с целью определения загрязнения среды	Персональный компьютер
Моделирование роста организмов	Персональный компьютер
Моделирование и прогнозирование разбавления сточных вод в морской среде	Персональный компьютер
Программа ООН 2000 года – «Цели развития тысячелетия»	Персональный компьютер
«Повестка дня в области устойчивого развития до 2030 года»	Персональный компьютер
Основные положения стратегии перехода к устойчивому развитию Российской Федерации	Персональный компьютер

### 13 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

#### ***Рекомендации по освоению лекционного материала, подготовке к лекциям***

Лекции являются основным видом учебных занятий в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится изложение современных научных взглядов и освещение основных проблем изучаемой области знаний. Значительную часть теоретических знаний студент должен получать самостоятельно из рекомендованных основных и дополнительных информационных источников (учебников, Интернет-ресурсов, электронной образовательной среды университета). В тетради для конспектов лекций должны быть поля, где по ходу конспектирования делаются необходимые пометки. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникшие в ходе лекций, рекомендуется делать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснениями к преподавателю. После окончания лекции рекомендуется перечитать записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций рекомендуется использовать при подготовке к лабораторным и практическим работам, экзамену, контрольным тестам, при выполнении самостоятельных заданий

#### ***Рекомендации по подготовке к лабораторным занятиям***

Для подготовки к лабораторным занятиям необходимо заранее ознакомиться с перечнем вопросов, которые будут рассмотрены на занятии, рекомендуемой литературой, содержанием рекомендованных Интернет-ресурсов. Необходимо прочитать соответствующие разделы из литературы, рекомендованной преподавателем, выделить основные понятия и процессы.

#### ***Рекомендации по подготовке к практическим занятиям***

Для подготовки к практическим занятиям необходимо заранее ознакомиться с перечнем вопросов, которые будут рассмотрены на занятии, рекомендуемой основной и дополнительной литературы, содержанием рекомендованных Интернет-ресурсов. Необходимо прочитать соответствующие разделы из литературы, рекомендованной преподавателем, выделить основные понятия и процессы, их закономерности и движущие силы, и взаимные связи. При подготовке к занятию не нужно заучивать учебный материал. На практических занятиях нужно выяснять у преподавателя ответы на интересующие или затруднительные вопросы, высказывать и аргументировать свое мнение.

#### ***Рекомендации по организации самостоятельной работы***

Самостоятельная работа включает изучение учебной литературы, поиск информации в сети Интернет, подготовку к лабораторным и практическим занятиям, экзамену, выполнение домашних практических заданий, оформление отчетов по лабораторным работам, изучение теоретического материала, вынесенного на самостоятельное изучение, изучение отдельных функций прикладного программного обеспечения и т.д.).