

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра прикладной и системной экологии

Рабочая программа по дисциплине

**ПРОГНОЗЫ В УПРАВЛЕНИИ ЭКОСИСТЕМАМИ**

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования программы магистратуры по направлению подготовки

**05.04.06 «Экология и природопользование»**

Направленность (профиль):  
**Управление экосистемами**

Квалификация:  
**Магистр**

Форма обучения  
**Очная**

Согласовано  
Руководитель ОПОП  
«Управление экосистемами»

  
Зуева Н.В.


Утверждаю  
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением  
Учебно-методического совета  
11 06 2019 г., протокол № 7

Рассмотрена и утверждена на заседании  
кафедры

27 01 2019 г., протокол № 6

Зав. кафедрой  Алексеев Д.К.

Авторы-разработчики:  
 Колесникова Е.В.

Санкт-Петербург 2019



## 1 Цели освоения дисциплины

*Целью изучения* дисциплины является формирование у будущих магистров теоретических знаний и практических навыков по анализу развития геоэкологических явлений и процессов, построению адекватных и в достаточной степени аппроксимирующих реальные явления и процессы прогностических моделей, на основе которых возможны количественные и качественные прогнозы развития экосистем и их реакции на изменение антропогенной нагрузки.

*Основные задачи* дисциплины связаны с изучением методов прогнозов состояния геоэкологических объектов и систем и управления их режимом.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Прогнозы в управлении экосистемами» по направлению подготовки 05.03.06 – Экология и природопользование, магистратура, относится к первой группе дисциплин по выбору (Б1.В.ДВ.01.02) вариативной части программы, читается на первом семестре.

Параллельно с дисциплиной «Прогнозы в геоэкологии» изучаются «Природно-технические комплексы», «Философские проблемы естествознания» и другие в зависимости от профиля подготовки магистров.

Данная дисциплина необходима как предшествующая для освоения дисциплин «Современные проблемы в экологии и природопользовании», «Управление лесными экосистемами», «Управление водными экосистемами» и других, в зависимости от профиля подготовки магистров.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Компетенция
ОПК-6	владением методами оценки репрезентативности материала, объема выборок при проведении количественных исследований, статистическими методами сравнения полученных данных и определения закономерностей
ПК-4	способностью использовать современные методы обработки и интерпретации экологической информации при проведении научных и производственных исследований

После освоения курса «Прогнозы в геоэкологии» магистр *должен знать*:

- основные понятия, методы и направления развития прогнозирования в геоэкологии,
- методическую и информационную основу прогнозов,
- прикладное и научное значение прогнозов,
- основные проблемы геоэкологического прогнозирования и способы их решения.

Магистр *должен уметь*:

- оперировать классическими математическими моделями всех основных звеньев окружающей среды,
- проводить оценку воздействия планируемых сооружений или иных форм хозяйственной деятельности на окружающую среду,
- осуществлять выбор метода прогноза для классических и плохо формализуемых задач геоэкологии,

- составлять прогнозы и грамотно интерпретировать результаты для конкретных практических задач в области геоэкологии.

Магистр должен *владеть* навыками и приемами по оценке воздействия планируемых сооружений или иных форм хозяйственной деятельности на окружающую среду и здоровье населения.

Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Этап (уровень) освоения компетенции	Основные признаки проявленности компетенции (дескрипторное описание уровня)				
	1.	2.	3.	4.	5.
минимальный	не владеет	слабо ориентируется в терминологии и содержании	Способен выделить основные идеи текста, работает с критической литературой	Владеет основными навыками работы с источниками и критической литературой	Способен дать собственную критическую оценку изучаемого материала
	не умеет	не выделяет основные идеи	Способен показать основную идею в развитии	Способен представить ключевую проблему в ее связи с другими процессами	Может соотнести основные идеи с современными проблемами
	не знает	допускает грубые ошибки	Знает основные рабочие категории, однако не ориентируется в их специфике	Понимает специфику основных рабочих категорий	Способен выделить характерный авторский подход
базовый	не владеет	плохо ориентируется в терминологии и содержании	Владеет приемами поиска и систематизации, но не способен свободно изложить материал	Свободно излагает материал, однако не демонстрирует навыков сравнения основных идей и концепций	Способен сравнивать концепции, аргументированно излагает материал
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит проблем	Выделяет конкретную проблему, однако излишне упрощает ее	Способен выделить и сравнить концепции, но испытывает сложности с их практической привязкой	Аргументированно проводит сравнение концепций по заданной проблематике
	не знает	допускает много ошибок	Может изложить основные рабочие категории	Знает основные отличия концепций в заданной проблемной области	Способен выделить специфику концепций в заданной проблемной области
продвинутый	не владеет	ориентируется в терминологии и содержании	В общих чертах понимает основную идею, однако плохо связывает ее с существующей проблематикой	Видит источники современных проблем в заданной области анализа, владеет подходами к их решению	Способен грамотно обосновать собственную позицию относительно решения современных проблем в заданной области
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит их в развитии	Может понять практическое значение основной идеи, но затрудняется выявить ее основания	Выявляет основания заданной области анализа, понимает ее практическую ценность, однако испытывает затруднения в описании сложных объектов анализа	Свободно ориентируется в заданной области анализа. Понимает ее основания и умеет выделить практическое значение заданной области
	не знает	допускает ошибки при выделении рабочей области анализа	Способен изложить основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа	Знает основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа, способен их сопоставить	Может дать критический анализ современным проблемам в заданной области анализа

#### 4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов для студентов, начавших обучение в 2019 году.

**Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий в академических часах  
год набора: 2019 очная форма обучения;**

Объем дисциплины по видам учебных занятий  
(в академических часах)

Объём дисциплины	Всего часов		
	Очная форма обучения	Очно-заочная форма обучения	Заочная форма обучения
Общая трудоёмкость дисциплины	108		
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	42		
в том числе:			
лекции	14		
практические занятия	28		
семинарские занятия			
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	66		
в том числе:			
курсовая работа			
контрольная работа			
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	экзамен		

## 4.1. Структура дисциплины

**Очная форма обучения**

Для студентов, начавших обучение в 2019 году

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
		Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа			
1	Введение	2					ПК-4
2	История прогнозов в геоэкологии Тема 1. Экосистема как объект прогнозирования. Тема 2. История развития прогнозов в геоэкологии	2	6	10	Доклады		ПК-4
3	Особенности и проблемы геоэкологического прогнозирования Тема 1. Особенности геоэкологического прогнозирования. Тема 2. Проблемы геоэкологического прогнозирования и пути их решения.	2	4	16	Доклады		ОПК-6
4	Научное и прикладное значение прогнозов при решении геоэкологических задач Тема 1. Классификации прогнозов в геоэкологии Тема 2. Основные виды прогнозов в геоэкологии	2	4	10			ПК-4
5	Методы регионального и местного прогнозирования	2	6	10	Доклады Круглый стол		ОПК-6

	<p>Тема 1. Методы регионального и местного прогнозирования</p> <p>Тема 2. Методы моделирования в геоэкологических прогнозах</p> <p>Тема 3. Нейронные сети</p> <p>Тема 4. Экспертные методы прогнозирования экологических последствий хозяйственной деятельности.</p>				Расчетно-графическая работа 1		
6	Методы прогнозирования глобального развития	2	4	10	Доклады		ПК-4
7	Оценка оправдываемости прогнозов и эффективности методик	2	4	10	Расчетно-графическая работа 2		ОПК-6
	ИТОГО	14	28	66			



## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### 4.2.1 Введение

Предмет и задачи курса. Место предмета среди других дисциплин. Основные понятия геоэкологического прогнозирования. Терминология и необходимые определения. Поисковое и нормативное прогнозирование.

### 4.2.2 История прогнозов в геоэкологии

#### *Тема 1. Экосистема как объект прогнозирования.*

Экосистема как объект прогнозирования. Предмет и задачи геоэкологии. Экологическое и геоэкологическое прогнозирование, эволюция взглядов.

#### *Тема 2. История развития прогнозов в геоэкологии*

История развития прогнозов в геоэкологии, основные направления развития. Прогнозы и проекты в СССР по масштабному изменению природных систем, опыт зарубежных стран. Оценка ошибок прогнозов, причины, альтернативные взгляды.

### 4.2.3 Особенности и проблемы геоэкологического прогнозирования

#### *Тема 1. Особенности геоэкологического прогнозирования.*

Современное состояние геоэкологического прогнозирования. Особенности геоэкологического прогнозирования при составлении долгосрочных и краткосрочных прогнозов. Принцип множественности моделей, принцип omnipotentности факторов, принцип контринтуитивного поведения сложных систем.

#### *Тема 2. Проблемы геоэкологического прогнозирования и пути их решения.*

Проблемы, индуцированные сбором и обработкой первичной информации. Информационные лакуны. Использование нерепрезентативных выборок наблюдений. Проблема предсказания и определения явлений и процессов, возникающих как следствие техногенных факторов, их совокупного аддитивного и синергетического действия. Проблемы, связанные с решением плохо формализуемых задач. Проблемы геоэкологического прогнозирования, связанные с применением неустойчивых статистик. Проблемы, порожденные сложностью экосистем и традиционной методологией гео-

экологического прогнозирования. Проблемы моделирования системы в точке бифуркации. Функционирование системы вблизи точки бифуркации.

#### *4.2.4 Научное и прикладное значение прогнозов при решении геоэкологических задач*

##### *Тема 1. Классификации прогнозов в геоэкологии*

Классификации прогнозов в геоэкологии. Возможные разновидности прогнозов по целевому назначению. Количественные и качественные методы прогнозирования. Глобальное, региональное и местное (объектное) прогнозирование. Прикладное и научное значение прогнозов. Методическая и информационная основа прогнозов.

##### *Тема 2. Основные виды прогнозов в геоэкологии*

Место прогнозов в основных типах геоэкологических задач: прогноз состояния объектов, управление режимом. Основные виды прогнозов в геоэкологии. Прогноз изменений геосистем в результате хозяйственной деятельности. Основные принципы применения прогнозов природных процессов (с учетом и без учета антропогенной деятельности). Гидрологические, метеорологические и океанологические прогнозы. Применение гидрометеорологических прогнозов в геоэкологии.

Социальные прогнозы. Прогнозирование геоэкологических катастроф.

#### *4.2.5 Методы регионального и местного прогнозирования*

##### *Тема 1. Методы регионального и местного прогнозирования*

Теоретические основы количественных методов прогнозирования. Методы прогнозирования, основанные на учете динамики развития рассматриваемых процессов во времени. Методы прогнозирования, основанные на учете причинно следственных связей и/или связей сопряженности с внешними факторами. Комбинированные методы. Системные методы и процедуры системного анализа, используемые в прогнозировании геоэкологических процессов.

##### *Тема 2. Методы моделирования в геоэкологических прогнозах*

Общее представление о системном моделировании как о методе прогнозирования. Идентификации моделей: задание начальных и граничных условий. Корректность математической постановки задач.

Динамические модели. Понятие динамической модели. Прогнозы распространения примесей в водных объектах. Сосредоточенный и рассредоточенный приток загрязняющих веществ в водоток.

Стохастические модели. Понятие стохастической модели. Основные типы стохастических моделей. Этапы построения моделей. Динамические и статистические закономерности, обобщение динамических моделей геоэкологических процессов в виде стохастических дифференциальных уравнений.

Статистические модели. Корреляционный и регрессионный анализы. Факторный анализ. Спектральный анализ. Цепи Маркова.

### *Тема 3. Нейронные сети*

Нейронные сети как частный случай методов распознавания образов, дискриминантного анализа, методов кластеризации и других методов классификации. Принципы работы биологической нейронной сети. Искусственная нейронная сеть, принципиальная схема работы, примеры. Построение искусственной нейронной сети. Обучение нейронных сетей. Основные схемы и алгоритмы работы нейронных сетей, примеры готовых нейронных сетей. Применение нейронной сети в геоэкологических прогнозах.

### *Тема 4. Экспертные методы прогнозирования экологических последствий хозяйственной деятельности.*

Экспертные методы прогнозирования экологических последствий хозяйственной деятельности. Примеры необходимости проведения прогнозирования с помощью метода экспертных оценок.

Индивидуальные и коллективные методы экспертных оценок. Методы коллективной работы экспертной группы: метод "мозговой атаки", "сценариев", "деловых игр", "совещаний", "суда". Методы получения индивидуального мнения членов экспертной группы: метод анкетного опроса, интервью и метод "Дельфи". Подготовка процедуры ЭО. Процедура проведения экспертизы. Статистическая обработка результатов экспертизы.

Преимущества экспертных методов для получения качественных оценок. Недостатки методов экспертных оценок, особенности их применения в Российской практике.

#### 4.2.6 Методы прогнозирования глобального развития

Теоретические основы, история развития. Роль блока прогнозной модели, связанного с геоэкологией. Анализ результатов прогнозирования будущего человечества. Прогноз кризиса мировой цивилизации в модели Форрестера-Медоуза. Прогноз последствий разрушения озонового слоя Земли. Ядерная ночь. Анализ и прогноз влияния гидратов на углеродный цикл и глобальный климат. Прогнозы последствий изменения климата.

#### 4.2.7 Оценка оправдываемости прогнозов и эффективности методик

Принципиальные основы оценки эффективности методик и оправдываемости прогнозов. Теоретические основы. Опорные сведения при оценке эффективности прогнозов. Методики оценки краткосрочных и долгосрочных прогнозов. Оценка оправдываемости поверочных и независимых прогнозов. Понятие природного прогноза. Оценка эффективности методики прогноза. Влияние характеристик прогнозируемого процесса на оценку его погрешностей.

### 4.3 Практические занятия, их содержание

#### Очная форма обучения

Для студентов, начавших обучение в 2017 и 2018 годах.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Темы практических занятий	Формы проведения	Формируемые компетенции
1	1	Введение		ПК-4
2	2	История прогнозов в геоэкологии	Практическое занятие	ПК-4
3	3	Особенности и проблемы геоэкологического прогнозирования	Практическое занятие	ОПК-6
4	4	Научное и прикладное значение прогнозов при решении геоэкологических задач	Практическое занятие	ПК-4
5	5	Методы регионального и местного прогнозирования	Практическое	ОПК-6

		<p>ния</p> <p>Методы моделирования в геоэкологических прогнозах</p> <p>Нейронные сети</p> <p>Экспертные методы прогнозирования экологических последствий хозяйственной деятельности.</p>	<p>ское занятие</p> <p>Круглый стол</p> <p>Практическое занятие</p>	
6	6	Методы прогнозирования глобального развития	Практическое занятие	ПК-4
7	7	Оценка оправдываемости прогнозов и эффективности методик	Практическое занятие	ОПК-6

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов и оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 5.1. Текущий контроль

#### а) Примерные темы докладов (эссе, сообщений)

#### **Раздел 2. «История прогнозов в геоэкологии».**

1. Экосистема как объект прогнозирования: проблемы и пути их решения.
2. Предмет и задачи геоэкологии. Экологическое и геоэкологическое прогнозирование, эволюция взглядов в трудах Н.Ф. Реймерса, В.Е. Соколова, Ю.З. Кулагина, Л.Н. Зимбалевской, Г.Е. Михайловского.
3. История развития прогнозов в геоэкологии, основные направления развития.
4. Прогнозы и проекты по масштабному изменению природных систем, отечественный и зарубежный опыт. Оценка ошибок прогнозов, причины, альтернативные взгляды.

#### **Раздел 3. «Особенности и проблемы геоэкологического прогнозирования»**

1. Проблемы, порожденные сложностью экосистем и традиционной методологией геоэкологического прогнозирования.
2. Особенности геоэкологического прогнозирования при составлении долгосрочных и краткосрочных прогнозов.
3. Принцип множественности моделей, принцип omnipotentности факторов, принцип контринтуитивного поведения сложных систем.
4. Проблемы прогнозирования в геоэкологии, индуцированные сбором и обработкой первичной информации. Информационные лакуны.
5. Использование нерепрезентативных выборок наблюдений при построении прогнозных моделей.

6. Проблема предсказания и определения явлений и процессов, возникающих как следствие техногенных факторов, их совокупного аддитивного и синергетического действия.
7. Проблемы геоэкологического прогнозирования, связанные с применением неустойчивых статистик.
8. Функционирование системы вблизи точки бифуркации. Проблемы моделирования системы в точке бифуркации.

## **Раздел 5. «Методы регионального и местного прогнозирования»**

1. Системные методы и процедуры системного анализа, используемые в прогнозировании геоэкологических процессов.
2. Идентификации моделей на конкретном примере. Корректность математической постановки задач.
3. Динамические модели. Прогнозы распространения примесей в водных объектах. Сосредоточенный и рассредоточенный приток загрязняющих веществ в водоток.
4. Основные типы стохастических моделей, используемых в прогнозировании. Этапы построения моделей.
5. Нейронные сети как частный случай методов распознавания образов, дискриминантного анализа, методов кластеризации и других методов классификации.
6. Принципы работы биологической нейронной сети. Искусственная нейронная сеть, принципиальная схема работы, примеры.
7. Построение искусственной нейронной сети. Обучение нейронных сетей. Основные схемы и алгоритмы работы нейронных сетей, примеры готовых нейронных сетей.
8. Применение нейронной сети в геоэкологических прогнозах.
9. Экспертные методы прогнозирования экологических последствий хозяйственной деятельности. Примеры необходимости проведения прогнозирования с помощью метода экспертных оценок.
10. Индивидуальные и коллективные методы экспертных оценок. Методы коллективной работы экспертной группы: метод "мозговой атаки", "сценариев", "деловых игр", "совещаний", "суда".

11. Преимущества экспертных методов для получения качественных оценок. Недостатки методов экспертных оценок, особенности их применения в Российской практике.

#### **Раздел 6. «Методы прогнозирования глобального развития»**

1. Роль блока прогнозной модели, связанного с геоэкологией.
2. Анализ результатов прогнозирования будущего человечества. Прогноз кризиса мировой цивилизации в модели Форрестера-Медоуза.
3. Прогноз последствий разрушения озонового слоя Земли.
4. Основные прогнозы сценария «Ядерная ночь».
5. Анализ и прогноз влияния гидратов на углеродный цикл и глобальный климат.
6. Прогнозы последствий изменения климата.

#### **б) Примерный перечень дискуссионных тем для проведения круглого стола**

#### **Раздел 5: «Методы регионального и местного прогнозирования».**

1. Оценка и прогноз безопасности ЛАЭС-2. Применение метода «Дерево принятия решений» при обеспечении безопасности объекта.
2. Прогноз влияния выбросов градирен ЛАЭС-2 на компоненты окружающей среды с учётом геоэкологической ситуации.
3. Прогноз развития проблемной ситуации, создаваемой предприятием СПб ГУПП "Полигон "Красный Бор". Оценка проекта мусоросжигательного завода как решение данной проблемы.
4. Оценка геоэкологического обоснования размещения полигона токсичных отходов «Красный бор». Прогноз развития ситуации с учётом геоэкологических параметров, а так же социальных, экономических, правовых и др.
5. Прогноз последствий влияния экстремальных гидрометеорологических явлений на взаимодействие полигона Кранный бор с окружающей средой. Влияние полигона на загрязнение атмосферного воздуха. Прогноз экологического состояния водной системы рек Ижора и Нева при влиянии полигона Красный Бор.



6. Оценка риска для здоровья населения от выбросов полигона токсичных отходов "Красный бор". Проблемы экологии как отражение культурных и политических традиций страны.

### **в) Описание расчетно-графических работ**

Все задания выполняются по индивидуальным вариантам, выбираемым студентами самостоятельно по исходным данным в библиотеке РГГМУ.

**Расчетно-графическая работа 1:** «Краткосрочный прогноз расходов воды методом соответственных уровней на бесприточном участке реки».

Работа выполняется по разделу дисциплины № 5: «**Методы регионального и местного прогнозирования**».

*Краткое изложение хода работы.*

1. Самостоятельно выбрать бесприточный участок реки, ограниченный двумя постами, расстояние между которыми составляет не менее 100 км. По данным ежедневных расходов воды за три месяца исследуемого года построить совмещенные графики колебаний уровня воды верхнего и нижнего створов, отметить и затем выбрать не менее 15 ясно выраженных пар соответственных расходов.

2. По найденным по рисунку парам соответственных точек составить таблицу соответственных расходов воды в верхнем и нижнем створах и построить два совмещенных хронологических графика хода расходов воды в верхнем и нижнем створах.

3. Составить таблицу соответственных расходов воды и определить среднее время добегания на исследуемом участке реки.

4. Построить таблицу связи расходов верхнего и нижнего створов с учётом постоянного времени добегания и график связи соответственных расходов воды  $Q_{Нt}=f(Q_{Вt-\tau})$ .

5. Дать поверочный прогноз расходов воды за исследуемый период. Нанести прогнозные значения на график, проанализировать отклонения от фактических значений.

**Расчетно-графическая работа 2:** «Методы оценки прогнозов и методик».

Работа выполняется по разделу дисциплины № 7: «**Оценка оправдываемости прогнозов и эффективности методик**».

*Краткое изложение хода работы.*

1. По данным натурных наблюдений и прогнозных значений, полученных методом моделирования (на примере ежедневных расходов воды), оценить погрешность прогноза.
2. За каждую дату, на которую выпускался прогноз, рассчитать природный прогноз.
3. За каждую дату, на которую выпускался прогноз, оценить ошибку поверочного прогноза. Оценить ошибки этих прогнозов по методу ГМС и ГГИ.
4. За каждую дату, на которую выпускается прогноз, оценить ошибку природного прогноза. Оценить ошибки этих прогнозов по методу ГМС и ГГИ.
5. Оценить эффективность методики, учитывая все проведенные расчеты прогнозных значений расходов воды и их ошибок разными методами. Сделать выводы и дать рекомендации по применению данной методики прогнозирования.

## 5.2 Методические указания по организации самостоятельной работы

При самостоятельной работе над разделами дисциплины, при подготовке к докладу и к написанию расчетно-графических заданий, к промежуточному контролю студент должен изучить и использовать лекционный материал, а так же свои конспекты, сделанные на семинарских и практических занятиях. Кроме того, нужно ознакомиться с соответствующими разделами основной и вспомогательной литературы по дисциплине, а также использовать указанные в перечне Интернет-ресурсы.

## 5.3. Промежуточный контроль:

Экзамен, 2 вопроса.

### **Перечень вопросов к экзамену**

1. Предвидение и прогнозирование. Прогнозирование в геоэкологии. Место предмета «Прогнозы в геоэкологии» среди других дисциплин.
2. Экосистема как объект прогнозирования. Предмет и задачи геоэкологии. Определение сферы исследований прогнозирования в геоэкологии.

3. История развития теории прогнозов в геоэкологии, основные направления.
4. Проекты и прогнозы по масштабному изменению природных систем в отечественной и зарубежной практике. Оценка ошибок прогнозов, причины, альтернативные взгляды.
5. Особенности и проблемы геоэкологического прогнозирования, обосновать научный подход к их решению. Проблемы прогнозирования, индуцированные сбором и обработкой первичной информации. Использование нерепрезентативных выборок наблюдений.
6. Проблема информационных лакун в рядах наблюдений по экологическим параметрам и экосистемами в целом. Минимальный объем данных наблюдений для построения соответствующего предиктора, привести примеры.
7. Проблемы прогнозирования, порожденные сложностью и принципиальной непредсказуемостью экосистем. Проблема предсказания явлений и процессов, возникающих как следствие техногенных факторов, их совокупного аддитивного и синергетического действия.
8. Проблемы геоэкологического прогнозирования, связанные с применением неустойчивых статистик. Проблемы построения прогнозных моделей на основе среднего значения исследуемых характеристик. Арифметические и мультипликативные методы определения средних значений.
9. Проблемы моделирования системы в точке бифуркации. Функционирование системы вблизи точки бифуркации.
10. Классификации прогнозов в геоэкологии, привести примеры. Возможные разновидности прогнозов по целевому назначению. Прикладное и научное значение прогнозов. Методическая и информационная основа прогнозов.
11. Социально-экономический блок геоэкологического прогнозирования.
12. Прогнозирование геоэкологических катастроф.
13. Методы регионального и местного прогнозирования.
14. Методы прогнозирования глобального развития. Теоретические основы, история развития. Роль блока прогнозной модели Форрестера-Медоуза, связанного с геоэкологией.
15. Прогноз последствий разрушения озонового слоя Земли.
16. Прогноз последствий «ядерной ночи».

17. Анализ и прогноз влияния гидратов на углеродный цикл и глобальный климат. Прогнозы последствий изменения климата.
18. Идентификация модели. Корректность математической постановки задач.
19. Динамические модели, примеры применения. Обобщение динамических моделей геоэкологических процессов в виде стохастических дифференциальных уравнений.
20. Стохастические модели. Основные типы стохастических моделей. Этапы построения моделей.
21. Нейронные сети как частный случай методов распознавания образов, дискриминантного анализа, методов кластеризации и других методов классификации.
22. Принципы работы биологической нейронной сети. Искусственная нейронная сеть, принципиальная схема работы, примеры.
23. Построение искусственной нейронной сети. Обучение нейронных сетей.
24. Основные схемы и алгоритмы работы нейронных сетей, примеры готовых нейронных сетей. Применение нейронной сети в геоэкологических прогнозах.
25. Принципиальные основы оценки эффективности методик и оправдываемости прогнозов. Закон распределения погрешностей прогнозов.
26. Краткосрочное прогнозирование половодья методом соответственных уровней. Достоинства и недостатки. Оценка эффективности метода.
27. Проблемы определения допустимого значения ошибки прогноза. Основные методы оценки прогнозов.
28. Понятие природного прогноза. Его применение при оценке оправдываемости прогнозов.
29. Методики оценки краткосрочных и долгосрочных прогнозов.
30. Влияние статистических характеристик прогнозируемого процесса на оценку его погрешностей.
31. Ваша оценка и прогноз безопасности стоящейся ЛАЭС-2. Применение метода «Дерево принятия решений» при обеспечении безопасности объекта.
32. Прогноз влияния выбросов градирен строящейся ЛАЭС-2 на компоненты окружающей среды с учётом геоэкологической ситуации.

33. Прогноз развития проблемной ситуации, создаваемой предприятием СПб ГУПП "Полигон "Красный Бор". Оценка проекта мусоросжигательного завода как решение данной проблемы.
34. Оценка геоэкологического обоснования размещения полигона токсичных отходов «Красный бор». Прогноз развития ситуации с учётом геоэкологических параметров, а так же социальных, экономических, правовых и др.
35. Прогноз последствий влияния экстремальных гидрометеорологических явлений на взаимодействие полигона Кранный бор с окружающей средой. Влияние полигона на загрязнение атмосферного воздуха. Прогноз экологического состояния водной системы рек Ижора и Нева при влиянии полигона Красный Бор.
36. Оценка риска для здоровья населения от выбросов полигона токсичных отходов "Красный бор". Проблемы экологии как отражение культурных и политических традиций страны.
37. Экспертные оценки. Индивидуальные оценки. Примеры применения в геоэкологическом прогнозировании.
38. Экспертные оценки. Коллективные оценки. Примеры применения в геоэкологическом прогнозировании.
39. Применение метода Делфи в геоэкологическом прогнозировании для решения плохо формализуемых задач.
40. Психологические аспекты интуитивных оценок в геоэкологическом прогнозировании, проблема исключения субъективности экспертов, проблема исключения давления авторитетов, давления большинства на результат оценки.

**Образец экзаменационного билета:**

РГГМУ

Кафедра прикладной и системной экологии

Дисциплина Прогнозы в геоэкологии

1. Основные схемы и алгоритмы работы нейронных сетей, примеры готовых нейронных сетей. Применение нейронной сети в геоэкологических прогнозах.
2. Влияние статистических характеристик прогнозируемого процесса на оценку его погрешностей.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### а) Основная литература:

1. Комаров, С. И. Прогнозирование и планирование использования земельных ресурсов и объектов недвижимости : учебник для бакалавриата и магистратуры / С. И. Комаров, А. А. Рассказова. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 298 с. — (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-06225-0. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/EE0E2F9C-75B3-4D37-BE44-E170F57F2A7E](http://www.biblio-online.ru/book/EE0E2F9C-75B3-4D37-BE44-E170F57F2A7E).
2. Домаренко, В. А. Геология. Месторождения руд редких и радиоактивных элементов: прогнозирование, поиски и оценка : учебное пособие для магистратуры / В. А. Домаренко. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 166 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-01319-1. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/9F4127B7-44E3-41AE-A0D1-8C856DE23B67](http://www.biblio-online.ru/book/9F4127B7-44E3-41AE-A0D1-8C856DE23B67).
3. Антохонова, И. В. Методы прогнозирования социально-экономических процессов : учебное пособие для вузов / И. В. Антохонова. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 213 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-04096-8. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/984FF846-C292-4F5A-9AA0-8A03048BFE4C](http://www.biblio-online.ru/book/984FF846-C292-4F5A-9AA0-8A03048BFE4C).
4. Ризниченко, Г. Ю. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / Г. Ю. Ризниченко. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 183 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-03065-5. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/F6B58D55-D654-4E69-9ECB-D14394A2CA3E](http://www.biblio-online.ru/book/F6B58D55-D654-4E69-9ECB-D14394A2CA3E).

#### б) дополнительная литература:

1. Ризниченко, Г. Ю. Математические методы в биологии и экологии. Био-физическая динамика продукционных процессов в 2 ч. Часть 1 : учебник для бакалавриата и магистратуры / Г. Ю. Ризниченко, А. Б. Рубин. — 3-е изд., пер. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 210 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-07872-5. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/B81ED77F-39BA-4CBF-A78C-5AE4A194FF4B](http://www.biblio-online.ru/book/B81ED77F-39BA-4CBF-A78C-5AE4A194FF4B).
2. Михайлов, Г. А. Статистическое моделирование. Методы монте-карло : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / Г. А. Михайлов, А. В. Войтишек. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 371 с. — (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-06881-8. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/8365BAAE-9AD1-41C9-B9AB-FE76294A1034](http://www.biblio-online.ru/book/8365BAAE-9AD1-41C9-B9AB-FE76294A1034).

**в) интернет-ресурсы:**

<http://government.ru> – Сайт Правительства России

<http://www.mnr.gov.ru> – Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации

<http://rpn.gov.ru> – Федеральная служба по надзору в сфере природопользования

[www.infoeco.ru](http://www.infoeco.ru) – Экологический портал Санкт-Петербурга

<http://www.gks.ru> – Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики

**г) программное обеспечение:**

windows 7 48130165 21.02.2011

office 2010 49671955 01.02.2012

windows 7 66233003 24.12.2015

office 2010 49671955 01.02.2012

windows 7 48130165 21.02.2011

office 2010 49671955 01.02.2012

ABBYY FineReader 10 Corporate Edition AF10-3U1P05-102

**д) профессиональные базы данных:**

не требуется

**е) информационные справочные системы:**

1. <http://www.garant.ru/>
2. <http://www.consultant.ru/>



## 7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекции (разделы №1-7)	<p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</p> <p>Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.</p> <p>Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе.</p> <p>Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом (семинарском) занятии.</p>
Практические (семинарские) занятия (темы №2–7)	<p>Проработка материала лекций и литературных источников по данной теме, с обращением особого внимания на современное экологическое законодательство.</p> <p>Работа с интернет-ресурсами, электронными картами и т.д.</p>
Индивидуальные задания (подготовка к написанию и защите расчетно-графических работ)	<p>Поиск литературы и составление библиографии по теме, использование от 5 до 10 научных работ.</p> <p>Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме.</p> <p>Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и другое. Изложение основных аспектов проблемы, анализ мнений авторов и формирование собственного суждения по исследуемой теме.</p>
Подготовка к экзамену	<p>При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к экзамену и т.д.</p>

8. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Тема (раздел) дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
Раздел 1. Введение	Лекция с использованием слайд-презентаций.	MS Office
Раздел 2. История прогнозов в геоэкологии. Тема 1. Экосистема как объект прогнозирования. Тема 2. История развития прогнозов в геоэкологии.	Лекция с использованием слайд-презентаций. Практические занятия, интерактивное взаимодействие преподавателя и студента	MS Office Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации [электронный ресурс] URL: <a href="http://www.mnr.gov.ru">http://www.mnr.gov.ru</a>
Раздел 3. Особенности и проблемы геоэкологического прогнозирования Тема 1. Особенности геоэкологического прогнозирования. Тема 2. Проблемы геоэкологического прогнозирования и пути их решения.	Лекция с использованием слайд-презентаций, графических объектов. Практическое занятие, использование деятельностного подхода	MS Office Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [электронный ресурс] URL: <a href="http://www.gks.ru">http://www.gks.ru</a>
Раздел 4. Научное и прикладное значение прогнозов при решении геоэкологических задач. Тема 1. Классификации прогнозов в геоэкологии. Тема 2. Основные виды прогнозов в геоэкологии.	Лекция-визуализация, семинар	MS Office Яндекс-карты, Google maps. Помощь по ГОСТам [электронный ресурс] URL: <a href="http://www.gosthelp.ru/text/GN12184104Perechenveshhes.html">http://www.gosthelp.ru/text/GN12184104Perechenveshhes.html</a>
Раздел 5. Методы регионального и местного прогнозирования. Тема 1. Методы регионального	Лекция-визуализация, Практическое	MS Office, Справочник строителя [электронный ресурс] URL: <a href="http://www.baurum.ru/">http://www.baurum.ru/</a>

<p>и местного прогнозирования. Тема 2. Методы моделирования в геоэкологических прогнозах. Тема 3. Нейронные сети. Тема 4. Экспертные методы прогнозирования экологических последствий хозяйственной деятельности.</p>	<p>занятие. Круглый стол  Лекция, практическое занятие, сочетание средств эмоционального и рационального воздействия</p>	<p>Градостроительное проектирование [электронный ресурс] URL: <a href="http://www.newsite.osngrad.info/">http://www.newsite.osngrad.info/</a> Информационный портал.  Экологический портал Санкт-Петербурга. Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности. Особо охраняемые природные территории Санкт-Петербурга [электронный ресурс] URL:<a href="http://www.infoeco.ru/index.php?id=57">http://www.infoeco.ru/index.php?id=57</a>  Полигон Красный Бор: точка невозврата пройдена [электронный ресурс] URL: <a href="http://novayagazeta.spb.ru">http://novayagazeta.spb.ru</a>  Федеральная служба по надзору в сфере природопользования [электронный ресурс] URL: <a href="http://rpn.gov.ru">http://rpn.gov.ru</a>  Экологический портал Санкт-Петербурга [электронный ресурс] URL: <a href="http://www.infoeco.ru">www.infoeco.ru</a></p>
<p>Раздел 6. Методы прогнозирования глобального развития</p>	<p>Лекция-визуализация, Практическое занятие, сочетание индивидуального и коллективного обучения</p>	<p>MS Office, Всемирная организация здравоохранения [электронный ресурс] URL:<a href="http://www.who.int/ru/">http://www.who.int/ru/</a>.  Информационно-правовой портал [электронный ресурс] URL:<a href="http://www.garant.ru">http://www.garant.ru</a></p>
<p>Раздел 7. Оценка оправданности прогнозов и эффективности методик</p>	<p>Лекция-визуализация, Практическое занятие</p>	<p>MS Office</p>

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются:

- лекции-визуализации (по разделам №1-7, чтение лекций проводится с использованием компьютера, проектора и лицензионного программного обеспечения MS Office);

### **ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.