

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА РАДИАЦИОННОЙ ФИЗИКИ И БЕЗОПАСНОСТИ АТОМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ОДОБРЕНО

НТС ИНТЭЛ Протокол №2 от 26.04.2023 г.  
УМС ИФТИС Протокол №1 от 26.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ЭКОЛОГИЯ

Направление подготовки  
(специальность)

- [1] 11.03.04 Электроника и наноэлектроника  
[2] 27.03.03 Системный анализ и управление  
[3] 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика  
[4] 03.03.01 Прикладные математика и физика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
3, 5	2	72	32	16	0		24	0	3
Итого	2	72	32	16	0	0	24	0	

## **АННОТАЦИЯ**

В курсе изучаются основы фундаментальной науки - экологии. Рассматриваются основные глобальные экологические проблемы человечества, вопросы взаимодействия человека с окружающей средой на различных этапах развития общества и современные концепции устойчивого развития. Констатируется пространственно-энергетическая экспансия человека в биосфере и излагаются перспективы ресурсного обеспечения человечества в будущем. Приводятся перспективные направления экологических исследований.

Система экологического образования решает важнейшую задачу повышения общего культурного уровня студентов, понимания ими сложных проблем взаимодействия человека со средой его обитания и учета процессов неоднозначного воздействия научно-технического прогресса на состояние окружающей среды.

Свою задачу преподаватели видят не только в том, чтобы дать студентам необходимый комплекс знаний в области общей и прикладной экологии, но и воспитать экологическое мировоззрение, необходимое техническим специалистам XXI века для того, чтобы создание новых технологий и функционирование технических систем соответствовало все возрастающим экологическим требованиям. Изложение экологических аспектов рассматриваемых вопросов находится часто в тесной связи с изучением основных специализированных предметов, ориентированного на подготовку специалистов для ядерной промышленности.

Это позволяет поднять уровень экологической подготовки специалистов для атомной промышленности и науки.

### **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целями освоения учебной дисциплины являются:

1) усвоение основ необходимого экологического мировоззрения для взаимодействия современного человека с окружающим миром, в том числе в его практической, в частности научно-технической деятельности;

2) ознакомление и накопление как качественной, так и особенно количественной информации для возможности самостоятельного ориентирования в вопросах экологических представлений о мире в настоящем и будущем.

Задачей освоения учебной дисциплины является повышение общего культурного уровня студентов, понимание ими сложных проблем взаимодействия человека со средой его обитания и учета процессов неоднозначного воздействия научно-технического прогресса на состояние окружающей среды.

### **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО**

Для прохождения курса необходима предварительная подготовка в рамках высшего образования в области физики, химии и математики, особенно в области знания физических законов процессов излучения и решения систем дифференциальных уравнений.

Несмотря на самодостаточность курса, его изучение находится в логической связи с системой непрерывного экологического образования студентов и предваряет преподавание последующих дисциплин, рассматривающих экологические аспекты современного развития, таких как: «БЖД», «Охрана окружающей среды», «Радиоэкология», «Безопасное обращение и захоронение РАО и ОЯТ» и др.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-6 [1, 2, 3, 4] – Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	3-УК-6 [1, 2, 3, 4] – Знать: основные приемы эффективного управления собственным временем; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни У-УК-6 [1, 2, 3, 4] – Уметь: эффективно планировать и контролировать собственное время; использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения В-УК-6 [1, 2, 3, 4] – Владеть: методами управления собственным временем; технологиями приобретения, использования и обновления социо-культурных и профессиональных знаний, умений, и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни
УК-8 [1, 2, 3, 4] – Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	3-УК-8 [1, 2, 3, 4] – Знать: требования, предъявляемые к безопасности условий жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и пути обеспечения комфортных условий труда на рабочем месте У-УК-8 [1, 2, 3, 4] – Уметь: обеспечивать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и комфортные условия труда на рабочем месте; выявлять и устранять проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте В-УК-8 [1, 2, 3, 4] – Владеть: навыками предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций (природного и техногенного происхождения) на рабочем месте

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
экспертно-аналитический			
Изучение и анализ научно-технической информации,	Модели, методы и средства фундаментальных и	ПК-10 [4] - Способен к аналитической и количественной оценке	3-ПК-10[4] - Знать основные методики, цели и задачи

<p>отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования, сбор и обработка научной и аналитической информации с использованием современных программ, средств и методов вычислительной математики, компьютерных и информационных технологий</p>	<p>прикладных исследований и разработок в области математики, физики и других естественных и социально - экономических наук по профилям предметной деятельности в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства, управления и бизнеса</p>	<p>процессов в природе, технике и обществе и к выбору на их основе путей решения теоретических и практических проблем природного, экологического, технико-технологического характера</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011, 40.044</p>	<p>построения аналитических и количественных моделей процессов в природе, технике и обществе. ; У-ПК-10[4] - Уметь строить аналитические и количественные модели процессов в природе, технике и обществе и выбирать на их основе путей решения теоретических и практических проблем природного, экологического, технико-технологического характера. ; В-ПК-10[4] - Владеть навыками построения аналитических и количественных моделей процессов в природе, технике и обществе и выбора на их основе путей решения теоретических и практических проблем природного, экологического, технико-технологического характера</p>
--	--	---	---

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Экологическое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование бережного отношения к природе и окружающей среде (В9)	Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного и общепрофессионального модулей: - развитие экологической культуры через учебные задания исследовательского характера, подготовку рефератов, докладов, презентаций, эссе, научно-образовательных проектов

		экологической направленности; - содействие развитию экологического мышления через изучение последствий влияния человека на окружающую среду.
Интеллектуальное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, способность анализировать потенциальные цивилизационные и культурные риски и угрозы в развитии различных научных областей (В13)	1. Использование воспитательного потенциала базовых гуманитарных дисциплин. 2. Разработка новых инновационных курсов гуманитарной и междисциплинарной направленности.

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>3 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-7	14/7/0		25	КИ-8	3-УК-6, У-УК-6, В-УК-6, 3-УК-8, У-УК-8, В-УК-8
2	Второй раздел	8-16	18/9/0		25	КИ-16	3-УК-6, У-УК-6, В-УК-6, 3-УК-8,

							У- УК-8, В- УК-8
	<i>Итого за 3 Семестр</i>		32/16/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 3 Семестр</b>				50	3	3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-УК-6, У-УК-6, В-УК-6, 3-УК-8, У-УК-8, В-УК-8

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>3 Семестр</i>	32	16	0
<b>1-7</b>	<b>Первый раздел</b>	14	7	0
1 - 7	<b>Первая половина курса</b> неделя Лекция: Предмет экологии. Цели и задачи курса. Экология как фундаментальная наука. Глобальные проблемы экологии. Эволюция Земли и роль живого вещества. Экологическая система. Биосфера - крупнейшая из экологических систем. Биосфера, техносфера, ноосфера.	Всего аудиторных часов		
		14	7	0
		Онлайн		
		0	0	0

<p>Семинарское занятие:  Баланс вещества и закон сохранения вещества в экосистемах.  2 неделя  Лекция:  Энергия в экологических системах. Солнечная энергия - основа существования жизни. Энергетические характеристики среды. Законы термодинамики. Термодинамика биосферы. Баланс энергии в биосфере. Фотосинтез. К.П.Д. фотосинтеза.</p> <p>3 неделя  Лекция:  Концепция продуктивности. Валовая и чистая первичная продукция. Пищевые цепи и трофические уровни. Трансформация солнечной энергии по трофическим цепям. Экологическая эффективность, правило Линдемана. Экологические пирамиды численности, биомассы и энергии.</p> <p>Семинарское занятие:  Баланс энергии в биосфере и тепловое загрязнение среды.</p> <p>4 неделя  Лекция:  Биогеохимические круговороты вещества. Основные типы круговоротов. Круговороты воды, углерода, кислорода, азота, фосфора, серы и микроэлементов в биосфере. Роль живых организмов в круговоротах веществ. Антропогенное воздействие на биогеохимические круговороты в биосфере.</p> <p>5 неделя  Лекция:  Экологические системы. Типы экосистем. Основные принципы и концепции в экологии: взаимосвязь и целостность, продуцирование и разложение в природе, биологический контроль среды, гомеостазис. Устойчивость экосистемы. Роль консументов в пищевых цепях и в экосистемах.</p> <p>Семинарское занятие:  Термодинамика биосферы. Трансформация солнечной энергии по трофическим цепям. Круговорот веществ в природе.</p> <p>6 неделя  Лекция:  Лимитирующие факторы, диапазон толерантности. Законы Либиха, Шелфорда. Обобщённая концепция лимитирующих факторов. Обзор физических факторов. Понятие экологической ниши. Правило обязательности заполнения экологических ниш.</p> <p>7 неделя  Лекция:  Математика роста. Типы взаимодействия между популяциями. Динамика изолированной популяции. Внутривидовая конкуренция, потенциальная емкость системы, логистическая кривая. Взаимодействия в системе</p>			
--	--	--	--

	хищник – жертва, уравнение Лоттки – Вольтерра. Семинарское занятие: Семестровый контроль: контрольная работа № 1 или компьютерный тест.			
<b>8-16</b>	<b>Второй раздел</b>	18	9	0
8 - 16	<b>Вторая половина курса</b> 8 неделя Лекция: Математика роста. Межвидовая конкуренция. Принцип конкурентного исключения (принцип Гаузе). Влияние конкуренции на ареал обитания популяций. Видообразование, естественный отбор Дарвина. Мутуалистические взаимодействия (протокооперация и симбиоз). 9 неделя Лекция: Рост народонаселения. Неравномерность развития и изменения численности населения в различных странах мира. Модели динамики человеческой популяции. Простейшие основы демографии. Теория демографического перехода. Прогнозы роста численности населения Земли. Семинарское занятие: Математика роста. Рост численности населения и исчерпание ресурсов. Экспоненциальная модель. Распределение Гаусса. 10 неделя Лекция: Загрязнение и деградация окружающей среды. Вектор усиления антропогенного воздействия на природу. Экологические кризисы и революционные периоды в истории человеческой цивилизации. Оценка современного экологического состояния биосферы. Экологические проблемы интенсивного роста численности населения и физического капитала. 11 неделя Лекция: Ресурсы. Вечные, возобновляемые и невозобновляемые ресурсы: Структурный переход человеческого общества в индустриальную эпоху. Пахотные земли, ресурсы воды, почвы, лесные ресурсы. Энергетические субсидии в сельское хозяйство. Пищевые ресурсы человечества и пути их увеличения, Семинарское занятие: Математика роста. Рост численности населения и исчерпание ресурсов. Логистическая кривая. Потенциальная емкость народонаселения нашей планеты. Демографический прогноз. 12 неделя Лекция: Энергетика и окружающая среда. Структура и развитие	Всего аудиторных часов		
		18	9	0
		Онлайн		
		0	0	0



	<p>мировой энергетики. Исчерпание ресурсов, полезные ископаемые: уголь, нефть, газ. Альтернативные источники энергии. Атомная энергетика. Экологические проблемы атомной энергетики. Выбросы от ТЭС и АЭС и загрязнение местности.</p> <p>13 неделя Лекция: Изменение природной среды, видového разнообразия живой природы и климата. Парниковый эффект. Разрушение озонового слоя. Семинарское занятие: Парниковый эффект. Структура топливно-энергетического баланса (ТЭБ).</p> <p>14 неделя Лекция: Санитарно-гигиеническое нормирование, концепция ПДК. Экологическое нормирование. Развитие и эволюция экосистемы. Стратегия развития. Концепция климаткса. Допустимая антропогенная нагрузка. Критерии экологического ущерба. Экономические и правовые аспекты охраны окружающей среды. Экологическая экспертиза. Мониторинг окружающей среды.</p> <p>15 неделя Лекция: Радиационная экология. Основные дозиметрические величины и единицы их измерения. Естественный радиационный фон. Пределы биологического воздействия ионизирующего излучения. Нормы радиационной безопасности. Радиоактивное загрязнение окружающей среды. Воздействие предприятий ядерной энергетики на окружающую среду. Семинарское занятие: Контрольная работа № 2.</p>			
--	---	--	--	--

Сокращенные наименования онлайн опций:

<b>Обозначение</b>	<b>Полное наименование</b>
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Освоение дисциплины проходит в основном по традиционной схеме: лекции и практические занятия. В лекционном курсе широко используется иллюстративный материал, а также технические средства для демонстрации слайдов. При проведении семинарских занятий и проверке знаний используются компьютерные экологические игры, компьютерные тесты.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
УК-6	З-УК-6	З, КИ-8, КИ-16
	У-УК-6	З, КИ-8, КИ-16
	В-УК-6	З, КИ-8, КИ-16
УК-8	З-УК-8	З, КИ-8, КИ-16
	У-УК-8	З, КИ-8, КИ-16
	В-УК-8	З, КИ-8, КИ-16
ПК-10	З-ПК-10	З
	У-ПК-10	З
	В-ПК-10	З

### Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	

65-69			Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64	3 – «удовлетворительно»	Е	
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	Ф	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Т 66 Основы экологии : учебное пособие для вузов, Москва: Юрайт, 2022
2. ЭИ В38 Сборник тестовых заданий по экологии : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
3. ЭИ Ш 59 Экология : учебник для вузов, Москва: Юрайт, 2022
4. ЭИ О-75 Основы экологии и охраны окружающей среды : учебное пособие для вузов, В. В. Болятко [и др.] ; ред. : А. И. Ксенофонтов, Москва: МИФИ, 2008
5. ЭИ Б79 Сборник задач по курсу "Основы экологии и охраны окружающей среды" : учебное пособие для вузов, В. В. Болятко, А. И. Ксенофонтов, Москва: МИФИ, 2007

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

В первой части курса изучаются основы фундаментальной экологии. Тематические направления, входящие в общую экологию, подразумевают рассмотрение следующих вопросов:

Предмет экологии. Цели и задачи курса. Экология как фундаментальная наука. Глобальные проблемы экологии. Понятие экологической системы. Эволюция Земли и роль живого вещества. Биосфера, техносфера, ноосфера, коэволюция. Поиски концепции устойчивого развития.

Энергия в экологических системах.

Термодинамика биосферы. Энергобалансные модели климата. Состав атмосферы и ее роль в формировании климата и условий жизни на Земле. Баланс энергии в биосфере. Основные биоконпоненты экосистем. Фотосинтез. Концепция продуктивности. Валовая и чистая первичная продукция. Пищевые цепи и трофические уровни. Трансформация солнечной энергии по трофическим цепям. Начала термодинамики в экосистеме. Экологическая эффективность, правило Линдемана. Экологические пирамиды численности, биомассы и энергии.

Биогеохимические круговороты веществ.

Закон сохранения вещества. Кларки химических элементов и состав живого вещества. Классификация круговоротов. Круговороты макроэлементов: углерода, воды, азота, серы, кислорода, фосфора и микроэлементов в биосфере. Роль живых организмов в круговоротах веществ. Антропогенное воздействие на биогеохимические круговороты в биосфере.

Основы фундаментальной экологии.

Экологические системы. Развернутое определение экосистемы. Типы экосистем. Основные принципы и концепции в экологии: взаимосвязь и целостность, продуцирование и разложение в природе, биологический контроль среды, гомеостазис. Лимитирующие факторы, диапазон толерантности. Законы Либиха, Шелфорда. Обобщённая концепция лимитирующих факторов. Обзор физических факторов. Понятие экологической ниши.

Семинарские занятия проводятся в рамках основного учебного задачника В.В. Болятко, А.И. Ксенофонов "Сборник задач по курсу основы экологии и охраны окружающей среды", М., МИФИ, 2007 г. Для освоения указанного материала и подготовки к первой (промежуточной) контрольной, совпадающей с семестровым контролем, необходимо прорешать все задачи из разделов 1 и 2, ряд задач из разделов 3, 7 и 8 (задачи 3.8-3.14, 7.3 и 8.4-8.8 соответственно).

Вторая часть курса посвящена в большей степени вопросам охраны окружающей среды, связанным с ее загрязнением и деградацией. Рассматриваются следующие тематические направления:

Ресурсное обеспечение существования человеческого сообщества.

Ресурсы. Вечные, возобновляемые и невозобновляемые ресурсы: Вектор усиления антропогенного воздействия на природу. Экологические кризисы и революционные периоды в истории человеческой цивилизации. Структурный переход человеческого общества в индустриальную эпоху. Экологические проблемы интенсивного роста численности населения и физического капитала. Состояние некоторых жизненно важных ресурсов Земли: пахотные земли, ресурсы воды, почвы, лесные ресурсы. Энергетические субсидии в сельское хозяйство.

Пищевые ресурсы человечества и пути их увеличения. Проблема Мальтуса и пространственно энергетическая экспансия человеческого сообщества в биосфере.

Человек и биосфера.

Загрязнение и деградация окружающей среды. Виды загрязнения. Оценка современного экологического состояния биосферы. Глобальные экологические проблемы современности, их взаимосвязь и взаимозависимость. Природные и техногенные катастрофы. Изменение природной среды, видового разнообразия живой природы и климата. Антропогенное воздействие на баланс энергии в биосфере: локальное, региональное и глобальное тепловое загрязнение. Усиление парникового эффекта. Разрушение озонового слоя.

Принципы охраны окружающей среды.

Санитарно-гигиеническое нормирование, концепция ПДК. Экологические принципы нормирования. Критерии экологического нормирования. Развитие и эволюция экосистемы. Стратегия развития. Концепция климаткса. Допустимая антропогенная нагрузка. Критерии экологического ущерба. Экономические и правовые аспекты охраны окружающей среды. Экологическая экспертиза. Мониторинг окружающей среды.

Серьезное внимание экологическим аспектам математики роста уделяется и на семинарских занятиях. Рассматривается цикл задач по использованию математических моделей как для оценки степени истощения природных ресурсов, так и для анализа роста численности человеческой популяции. Этому посвящены семинары:

1. Математика роста. Рост численности населения и истощение ресурсов. Экспоненциальная модель. Распределение Гаусса.

2. Математика роста. Рост численности населения и истощение ресурсов. Логистическая кривая. Потенциальная емкость народонаселения нашей планеты. Демографический прогноз.

Спектр рассматриваемых при этом задач сосредоточен в разделах 3 и 4 учебного задачника (задачи: 3.1-3.7, 4.1-4.11).

В конце семестра по второй части курса студентам предлагается выполнить вторую (зачетную) контрольную работу. Каждая из двух контрольных работ состоит из 3 задач по принципу «Один раздел (один семинар) – одна задача». Максимальный вес каждой решенной задачи оценивается приблизительно в 10 баллов.

Предлагаемые на зачете вопросы и задачи полностью отражаются представленной тематикой лекционных и семинарских занятий. Спектр основных вопросов по данному курсу также представлен в указанном выше учебном задачнике. Для контроля знаний разработана и внедрена в практику система автоматизированного контроля знаний для студентов различных специальностей по экологическим вопросам.

## **11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

Система экологического образования решает важнейшую задачу повышения общего культурного уровня студентов, понимания ими сложных проблем взаимодействия человека со средой его обитания и учета процессов неоднозначного воздействия научно-технического прогресса на состояние окружающей среды.

Преподавание дисциплины решает задачу общего экологического образования современных студентов и кроме этого имеет своей целью обеспечить высокий уровень подготовки специалистов для атомной промышленности и науки.

Специфика углубленного физико-математического образования студентов позволяет более квалифицированно рассматривать на лекционных и семинарских занятиях вопросы,

связанные с математическими моделями в биологии, экологии и медицине, например, решение систем дифференциальных уравнений для анализа динамики численности популяций при учете различных аспектов всевозможных типов взаимодействий, оценки риска природных и техногенных катастроф.

Используя феноменологические представления о зависимости коэффициентов удельной рождаемости и смертности от плотности популяции, можно предложить студентам для анализа последовательную схему рассмотрения динамики численности популяции сначала для изолированной системы, а затем - с учетом внутривидовой, межвидовой конкуренции и др. видов взаимодействия.

Студентам приводится полное математическое изложение формирования и решения системы дифференциальных уравнений Лоттки-Вольтерра. Анализируются различные стабилизирующие и дестабилизирующие факторы отклонения от периодического решения системы Лоттки-Вольтерра. Приводится математическое подтверждение принципа конкурентного исключения Гаузе и действенности теории естественного отбора. На основе логистического уравнения рассматриваются различные варианты возможного развития человеческого общества в будущем. Анализ последующего опроса студентов свидетельствует, что молодым людям с естественнонаучным складом ума это позволяет лучше усваивать и экологические аспекты рассматриваемой проблемы.

Особое внимание в общем курсе экологии в инженерно-физическом институте уделяется экологическим вопросам ядерной энергетики и радиационной безопасности. С учётом полученных знаний остаётся время на подробное изучение ядерно-топливного цикла (ЯТЦ) и технологических аспектов использования атомной энергии. Большой опыт работы преподавательского состава и научных сотрудников института в данных отраслях промышленности позволяет квалифицированно и подробно излагать экологические проблемы, связанные с радиационным загрязнением окружающей среды и вопросы захоронения радиоактивных отходов, изучать распространение основных биологически значимых радионуклидов в среде и пути их миграции в биосфере, знакомиться с крупнейшими ядерными авариями и их последствиями для окружающей среды.

Структура курса разбита на отдельные тематические направления, связанными между собой.

Сложность и многогранность экологических проблем требуют подкрепления лекционного материала соответствующими семинарскими занятиями, для проведения которых подготовлен целый цикл задач по использованию математических моделей для многофакторного анализа состояния окружающей среды и комплекс имитационных игр.

В частности, серьезное внимание на семинарских занятиях уделяется экологическим аспектам математики роста. Рассматривается цикл задач по использованию математических моделей как для оценки степени истощения природных ресурсов, так и для анализа роста численности человеческой популяции.

Примером возможности использования студентами накопленных знаний и творческого подхода является постановка перед ними на семинаре задачи самостоятельно оценить потенциальную емкость народонаселения нашей планеты или проведение комплексной оценки количественных показателей парникового эффекта в будущем столетии. Если студенты предлагают в качестве ограничения дальнейшего роста населения ресурсы питания, то им предлагается дальнейшая трансформация вопроса: оценить потенциальную емкость народонаселения исходя из концепции трофических цепей и данных о распределении продуктивности по различным экосистемам планеты. Для получения количественной оценки

возможного влияния парникового эффекта студентам приходится самостоятельно предлагать и анализировать структуру топливно-энергетического баланса человечества в будущем.

Можно провести семинарские занятия со студентами, используя современные возможности и технологии. В частности, внедряется практика проведения различных компьютерных игр по экологии ("Озеро", "Всемирное рыболовство", "Нефть", "Регион", "Стратиджем-1", "Мегаполис", "Чистая река" и другие). Разработана и внедрена в практику также система автоматизированного контроля знаний (тестирование) для студентов различных специальностей по дисциплине.

Учитывая, что на старших курсах некоторые студенты уже отлично овладели компьютерными технологиями, в качестве самостоятельных заданий можно предложить таким студентам модернизировать некоторые компьютерные игры с учетом современных данных.

Предлагается примерно следующий план проведения семинарских занятий:

1. Баланс вещества и закон сохранения вещества в экосистемах.
2. Баланс энергии в биосфере и тепловое загрязнение среды.
3. Термодинамика биосферы. Трансформация солнечной энергии по трофическим цепям.

Круговорот веществ в природе.

4. Математика роста. Рост численности населения и исчерпание ресурсов. Экспоненциальная модель. Распределение Гаусса.

5. Математика роста. Рост численности населения и исчерпание ресурсов. Логистическая кривая. Потенциальная емкость народонаселения нашей планеты. Демографический прогноз.

6. Парниковый эффект. Структура топливно-энергетического баланса (ТЭБ).

7. Радиоэкология. Радиоактивный распад и биологическое действие излучения.

Автор(ы):

Демин Виктор Максимович, к.ф.-м.н., доцент