

*Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Российский университет
дружбы народов»*

Экологический факультет

Рекомендовано МССН

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Рекомендуется для направления подготовки/специальности
01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность программы: «Моделирование и прогнозирование процессов
в экологии и экономике»

Квалификация (степень) выпускника магистр

1. Цели и задачи дисциплины:

Цель курса: ознакомление с теоретическими основами и современными практическими методами математического моделирования, анализа и выбора стратегий управления социо-эколого-экономических систем.

Задачи курса:

- ознакомление с основными понятиями теории систем и теории графов;
- ознакомление с теоретическими основами моделирования и практическими методами декомпозиции сложных систем, построения когнитивных моделей, оценки их адекватности и анализа;
- приобретение навыков построения моделей больших систем при помощи знаковых и взвешенных орграфов, анализа реакции полученной модели на воздействия и выбора оптимальных стратегий управления системой.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина Б.1В.В.11 *Моделирование социо-эколого-экономических систем* относится вариативной к части блока 4 учебного плана, дисциплинам по выбору.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Универсальные компетенции			
1	УК-7 Способность к использованию цифровых технологий и методов поиска, обработки, анализа, хранения и предоставления информации (в профессиональной области) в условиях цифровой экономики и современной корпоративной информационной культуры.	Теория вероятностей и математическая статистика Анализ и прогнозирование конъюнктуры рынков Управление экологическими рынками Моделирование в задачах экологии и техносферной безопасности Математические модели экономических процессов	
Общепрофессиональные компетенции			
1	ОПК-2 Способность применять современные техники и методики сбора данных, продвинутые методы их обработки и анализа, в том числе	Теория вероятностей и математическая статистика	

	использовать интеллектуальные информационно-аналитические системы, при решении управленческих и исследовательских задач	Прикладные задачи математического моделирования в экологии и экономике Анализ и прогнозирование конъюнктуры рынков Управление экологическими рисками Моделирование в задачах экологии и техносферной безопасности	
Профессиональные компетенции (<i>вид профессиональной деятельности – организационно-управленческая, аналитическая</i>)			
2	ПКО-1 способность анализировать и прогнозировать социально-экономические и экологические показатели, предлагать стратегические направления развития организации и программы в области устойчивого развития и экологической безопасности, составлять обзоры и экспертные заключения по вопросам своей профессиональной области	Теория вероятностей и математическая статистика Анализ и прогнозирование конъюнктуры рынков Управление экологическими рисками Моделирование в задачах экологии и техносферной безопасности Прогнозирование в экономике и финансах	Преддипломная практика
	ПКО-2 Способность разрабатывать модели глобальных и региональных процессов в экологии и экономике, составлять прогнозы и принимать решения на основе полученных результатов	Математические методы исследования процессов в экологии и экономике Прикладные задачи математического моделирования в экологии и экономике Анализ и	Преддипломная практика

		прогнозирование конъюнктуры рынков Моделирование в задачах экологии и техносферной безопасности	
	ПКО-3 Способность организовать работу по моделированию и прогнозированию процессов в экологии и экономике и руководить соответствующим подразделением компании, обеспечивать экологическое сопровождение хозяйственной деятельности на основе предотвращения и минимизации экологических рисков	Теория вероятностей и математическая статистика Современный стратегический анализ Управление экологическими рисками Моделирование в задачах экологии и техносферной безопасности	Преддипломная практика

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций (в соответствии с *организационно-управленческим и аналитическим* направлениями деятельности):

- УК-7** Способность к использованию цифровых технологий и методов поиска, обработки, анализа, хранения и предоставления информации (в профессиональной области) в условиях цифровой экономики и современной корпоративной информационной культуры.
- ОПК-2** Способность применять современные техники и методики сбора данных, продвинутые методы их обработки и анализа, в том числе использовать интеллектуальные информационно-аналитические системы, при решении управленческих и исследовательских задач.
- ПКО-1** способность анализировать и прогнозировать социально-экономические и экологические показатели, предлагать стратегические направления развития организации и программы в области устойчивого развития и экологической безопасности, составлять обзоры и экспертные заключения по вопросам своей профессиональной области.
- ПКО-2** Способность разрабатывать модели глобальных и региональных процессов в экологии и экономике, составлять прогнозы и принимать решения на основе полученных результатов.
- ПКО-3** Способность организовать работу по моделированию и прогнозированию процессов в экологии и экономике и руководить соответствующим подразделением компании, обеспечивать экологическое сопровождение хозяйственной деятельности на основе предотвращения и минимизации экологических рисков

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные понятия теории систем и математического моделирования;
- основные понятия теории графов;
- особенности функционирования социо-эколого-экономических систем и их моделирования;
- методики групповой работы и экспертной оценки
- схему анализа когнитивной модели социо-эколого-экономической системы и выбора оптимальных стратегий управления.

Уметь:

- проводить декомпозицию и моделирование социо-эколого-экономических систем с учетом доступной информации;
- оценивать адекватность полученной модели;
- применять методики групповой работы и экспертной оценки;
- оценивать весовые коэффициенты модели различными методами;
- анализировать полученные модели и классифицировать текущее состояние системы
- определять наилучшие пути управления системами на основе анализа полученных моделей

Владеть:

- методами сбора доступной информации о текущем состоянии социо-эколого-экономических систем;
- навыками обработки мнений экспертов;
- навыками декомпозиции социо-эколого-экономических систем и оценки адекватности модели;
- навыками анализа состояния системы на основе полученной модели и выбора стратегий управления.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		8			
Аудиторные занятия (всего)	108				
В том числе:					
<i>Лекции</i>	9	9			
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>					
<i>Семинары (С)</i>	18	18			
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>					
Самостоятельная работа (всего)	81	81			
Общая трудоемкость	108 час 3 зач. ед.				

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)
1.	Эколого-экономические процессы как объекты моделирования. Основы системного анализа и математического моделирования эколого-экономических процессов	Эколого-экономические процессы как объекты моделирования. Системы, состав, структура, свойства и классификация. Математические модели и их классификация. Математическое моделирование как циклический процесс. Особенности эколого-экономических процессов и управления ими.
2.	Основные понятия теории графов.	Графы, их виды: ориентированные, знаковые, взвешенные. Структурные характеристики графа. Применение графов для

		моделирования задач различных областей. Реакция оргграфа на возмущение. Импульсный процесс, устойчивость, сходимость.
3.	Моделирование социо-эколого-экономических систем при помощи ориентированных графов.	Схема построения модели и условия адекватности. Способы определения весовых коэффициентов: непосредственное вычисление, статистическая оценка, экспертная оценка. Вычисление полной реакции на возмущение.
4	Анализ когнитивной модели и управление социо-эколого-экономической системой	Сравнение альтернативных вариантов развития системы. Вычисление весов факторов системы и их анализ. Управление при помощи модификации структуры. Применение моделей при стратегическом планировании устойчивого развития и для стратегической экологической оценки.

5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Всего час.
1.	Эколого-экономические процессы как объекты моделирования. Основы системного анализа и математического моделирования эколого-экономических процессов.	1	2			8	11
2.	Основные понятия теории графов.	2	4			12	18
3.	Моделирование социо-эколого-экономических систем при помощи ориентированных графов.	4	8			34	46
4.	Анализ когнитивной модели и управление социо-эколого-экономической системой	2	4			26	32
	Контроль					1	1
		9	18			81	108

6. Лабораторный практикум не предусмотрен

7. Практические занятия (семинары)

№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)
1	Эколого-экономические процессы как объекты моделирования. Основы системного анализа и математического моделирования эколого-экономических процессов. Основные понятия системного анализа и математического моделирования. Классификация систем.	2
2	Основные понятия теории графов. Матрица смежности. Импульсный процесс.	4
3	Моделирование социо-эколого-экономических систем при помощи ориентированных графов.	8
4	Анализ когнитивной модели и управление социо-эколого-экономической системой	4
	<i>ИТОГО</i>	18

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием и персональным компьютером со стандартным пакетом офисных программ.

9. Информационное обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины используются традиционные информационные технологии для представления теоретической части материала преподавателем (презентации PowerPoint).

а) программное обеспечение
MSWindows; MSOffice

б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы
www.mnr.gov.ru – сайт Министерства природных ресурсов РФ;
<http://rosstat.gov.ru/> – Федеральная служба государственной статистики

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Ледащева Т.Н., Пинаев В.Е. Когнитивное моделирование и управление социально-эколого-экономическими системами. М., «Мир науки», 2020. *Электронное издание*

б) дополнительная литература

1. Горелов В.И., Карелова О.Л., Ледащева Т.Н. Системное моделирование в социально-экономической сфере. М., «Логос», 2012 – 160 с.
2. Ледащева Т.Н., Пинаев В.Е. Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании. М.: РУДН, 2020

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Самостоятельная работа студентов включает проработку в индивидуальном режиме теоретического материала по тематике курса. Значительную часть самостоятельной работы представляет создание и анализ модели системы территории (предприятия) по выбору студента, на этапе построения модели необходимо групповое обсуждение моделей, которое может проводиться при помощи интернет-технологий в заочном или дистанционном режиме (в соц.сети университета или с использованием Teams). Участие в обсуждении моделей однокурсников категорически необходимо. Анализ полученных весов факторов и построение выводов о состоянии и оптимальном управлении системой требует понимания социально-экономических основ функционирования системы и тщательной проработки. Результат построения и анализа модели должен быть оформлен в виде реферата.

12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) (разработан в соответствии с требованиями «Регламента формирования фондов оценочных средств (ФОС»)), утвержденного приказом ректора от 05.05.2016 №420).

Кафедра прикладной экологии

УТВЕРЖДЕН
на заседании кафедры
«28» августа 2019 г., протокол №1
Заведующий кафедрой

М.М. Редина

_____ (подпись)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ**

Рекомендуется направления подготовки/специальности

38.04.02 Менеджмент

Магистерская программа:

***МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ И
РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭКОЛОГИИ И ЭКОНОМИКЕ***

Квалификация (степень) выпускника магистр

Процесс формирования компетенций разделяется на этапы, относящиеся к различным учебным дисциплинам согласно матрице компетенций ОП ВО. Наполнение каждого этапа соответствует содержанию дисциплины. Наполнение этапов формирования компетенций в рассматриваемой дисциплине, критерии оценивания уровня сформированности компетенций и средства оценивания представлены в следующих таблицах.

12.1. Балльно-рейтинговая система контроля знаний

Раздел	Тема	Форма контроля уровня освоения ООП					
		Компетенции	Выполнение ДЗ	Контрольная работа	Работа на	Реферат	Экзамен
1	Эколого-экономические процессы как объекты моделирования. Основы системного анализа и математического моделирования эколого-экономических процессов	ПКО-1, ПКО-2, ПКО-3	2	5	2		
2	Основные понятия теории графов.	ПКО-1, ПКО-2, ПКО-3	4	5	4		
3	Моделирование социо-эколого-экономических систем при помощи ориентированных графов.	УК-7, ОПК-2, ПКО-1, ПКО-2, ПКО-3	8		16	15	
4	Анализ когнитивной модели и управление социо-эколого-экономической системой	УК-7, ОПК-2, ПКО-1, ПКО-2, ПКО-3	4		6	15	
ИТОГО		100	18	10	28	30	14

Максимальное количество кредитов при изучении курса – 3. При этом между количеством баллов и количеством кредитов устанавливается следующее соотношение:

Соотношение количества баллов и кредитов

Общая сумма баллов	Итоговая оценка	Количество кредитов
91	5	3
91-100	5	3
86 - 91	5 (B)	3
71-85	4 (C)	2
61-70	3+ (D)	1
51 - 60	3 (E)	1

21 - 51	2 (FX)	0
<21	2 (F)	0

Расшифровка оценок также принимается по указанному документу:

- А: "Отлично" - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.
- В: "Очень хорошо" - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному.
- С: "Хорошо" - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.
- D: "Удовлетворительно" - теоретическое содержание курса освоено частично. но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.
- E: "Посредственно" - теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному.
- FX: "Условно неудовлетворительно" - теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий.
- F: "Безусловно неудовлетворительно" - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий.

2. Перечень компетенций и этапы их формирования

№	Компетенции	Этапы формирования
УК-7	Способность к использованию цифровых технологий и методов поиска, обработки, анализа, хранения и предоставления информации (в профессиональной области) в условиях цифровой экономики и современной корпоративной информационной культуры.	Темы 3-4
ОПК-2	Способность применять современные техники и методики сбора данных, продвинутые методы их обработки и анализа, в том числе использовать интеллектуальные информационно-аналитические системы, при решении управленческих и	Темы 3-4

	исследовательских задач	
ПКО-1	Способность анализировать и прогнозировать социально-экономические и экологические показатели, предлагать стратегические направления развития организации и программы в области устойчивого развития и экологической безопасности, составлять обзоры и экспертные заключения по вопросам своей профессиональной области	Темы 1-4
ПКО-2	Способность разрабатывать модели глобальных и региональных процессов в экологии и экономике, составлять прогнозы и принимать решения на основе полученных результатов	Темы 1-4
ПКО-3	Способность организовать работу по моделированию и прогнозированию процессов в экологии и экономике и руководить соответствующим подразделением компании, обеспечивать экологическое сопровождение хозяйственной деятельности на основе предотвращения и минимизации экологических рисков	Темы 1-4

12.3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;

Критерии оценивания компетенций:

Шифр и наименование компетенции	Критерии оценивания компетенций на текущем этапе формирования		
	Пороговый (удовлетворительно)	Базовый (хорошо)	Повышенный (отлично)
УК-7 Способность к использованию цифровых технологий и методов поиска, обработки, анализа, хранения и предоставления информации (в профессиональной области) в условиях цифровой экономики и современной корпоративной информационной культуры	Способен применять средства поиска для сбора информации об объекте исследования (территории, предприятии)	Способен применять средства поиска и специализированные информационные системы для сбора информации об объекте исследования (территории, предприятии)	Способен применять средства поиска и специализированные информационные системы для сбора информации об объекте исследования (территории, предприятии)
ОПК-2 Способность применять современные техники и методики сбора данных, продвинутые методы их обработки и анализа, в том числе использовать	Способен применять средства поиска для сбора информации об объекте исследования (территории, предприятии) и экспертных мнений	Способен применять средства поиска и специализированные информационные системы для сбора информации об объекте	Способен применять средства поиска и специализированные информационные системы для сбора информации об объекте исследования (территории,

интеллектуальные информационно-аналитические системы, при решении управленческих и исследовательских задач		исследования (территории, предприятия) и компьютерные средства для обработки экспертных мнений	предприятию) и компьютерные средства для обработки экспертных мнений
ПКО-1 Способность анализировать и прогнозировать социально-экономические и экологические показатели, предлагать стратегические направления развития организации и программы в области устойчивого развития и экологической безопасности, составлять обзоры и экспертные заключения по вопросам своей профессиональной области	Знает приемы анализа и прогноза социально-экономических и экологических показателей, может давать предложения в стратегические направления развития организации и программы в области устойчивого развития и экологической безопасности	Владеет приемами анализа и прогноза социально-экономических и экологических показателей, навыками разработки программ развития организации и программ в области устойчивого развития и экологической безопасности, составления обзоров по вопросам своей профессиональной области	Способен проводить анализ и формировать прогноз социально-экономического развития экологических характеристик организации на основе собственных оценок, отбирать и интерпретировать ключевые показатели, предлагать стратегические направления развития организации, составлять обзоры и экспертные заключения по вопросам своей профессиональной области
ПКО-2 Способность разрабатывать модели глобальных и региональных процессов в экологии и экономике, составлять прогнозы и принимать решения на основе полученных результатов	Знает приемы моделирования и прогнозирования глобальных и региональных процессов в экологии и экономике	Имеет навыки моделирования и прогнозирования глобальных и региональных процессов в экологии и экономике	Свободно владеет приемами моделирования и прогнозирования глобальных и региональных процессов в экологии и экономике
ПКО-3 Способность организовать работу по моделированию и прогнозированию процессов в экологии и экономике и руководить соответствующим подразделением компании, обеспечивать	Знает об основных подходах к моделированию и прогнозированию процессов в экологии и экономике, особенностях руководства профильными подразделениями организаций и	Владеет подходами к моделированию и прогнозированию процессов в экологии и экономике, навыками руководства профильными подразделениями организаций и	Владеет навыками моделирования и прогнозирования процессов в экологии и экономике, навыками руководства профильными подразделениями организаций и обеспечения экологического

экологическое сопровождение хозяйственной деятельности на основе предотвращения и минимизации экологических рисков	обеспечения экологического сопровождения хозяйственной деятельности	обеспечения экологического сопровождения хозяйственной деятельности	сопровождения хозяйственной деятельности
--	---	---	--

Оценочные средства: ОС – ответ на семинаре, К – контрольная работа, Д - доклад

Тематика рефератов (докладов):

1. Моделирование, анализ и стратегии управления социо-эколого-экономической системой территории (предприятия) по выбору студента

Контрольные вопросы и задания

1. Система, ее состав и структура
2. Свойства системы: устойчивость, адаптивность, эмерджентность, целостность
3. Классификация систем
4. Математическое моделирование систем как циклический процесс
5. Классы математических моделей
6. Перечислите известные Вам классы моделей.
7. Графы, виды графов
8. Матрица смежностей графа
9. Структурные характеристики графа
10. Сильная связность графа
11. Условия адекватности когнитивной модели социо-эколого-экономической системы
12. К какому классу моделей принадлежат взвешенные оргграфы?
13. Что представляет структуру системы в оргграфе?
14. К какому классу моделей принадлежат знаковые оргграфы?
15. В чем состоит управление взвешенным оргграфом?
16. Импульсный процесс.
17. Методы сравнения альтернатив
18. Расчет системных весов факторов.
19. Признаки состояния системы (устойчивое развитие, стагнация, кризис) на основе анализа системных весов факторов
20. Построить матрицу смежностей по данному оргграфу
21. Построить оргграф по данной матрице смежностей
22. Проанализировать оргграф на сильную связность
23. Проанализировать взвешенный оргграф на устойчивость
24. Найти реакцию оргграфа на начальный импульс
25. Вычислить системные веса факторов
26. Охарактеризовать состояние системы по данным системным весам

Разработчики:

профессор кафедры
прикладной экологии

_____ **Т.Н. Ледашева** _____

Руководитель программы

Зав. кафедрой прикладной экологии _____

_____ **М.М. Редина** _____