

УДК 378.046.4

Пинаев Владимир Евгеньевич

ФГОУ ВПО Российская Академия Народного Хозяйства
и Государственной Службы при Президенте РФ
Институт Государственной Службы и Управления
Кафедра управления природопользованием и охраны окружающей среды
Россия, Москва
Кандидат экономических наук, доцент
E-Mail: inaev-ve@mail.ru

Ледашева Татьяна Николаевна

ФГОУ ВПО «Российский Университет Дружбы Народов»
Экологический факультет, Кафедра Прикладной экологии
Россия, Москва
Кандидат физиком-математических наук, доцент
E-Mail: tledascheva@mail.ru

**Элементы учебно-методического комплекса
по дисциплине «Когнитивное моделирование
социо-эколого-экономических систем»**

Аннотация. В статье авторы предлагают свое видение учебно-методического комплекса по курсу моделирования социо-эколого-экономических систем. Одной из острых проблем в современной России является проблема адекватного учета социо-эколого-экономических факторов на всех стадиях проектного цикла – от проекта до рекультивации. Учет данных факторов обеспечивается законодательно при оценке современного состояния окружающей среды, оценке воздействия на окружающую среду, экологическом аудите в разных форматах и экологическом мониторинге на разных стадиях проектного цикла. Предлагаемый курс направлен на подготовку специалистов, владеющих навыками системного мышления, в том числе руководителей предприятий и экологических аудиторов.

Основной целью курса является научение студентов основам системного мышления при решении задач управления в различных областях человеческой деятельности, применению методов имитационного моделирования в экологии, а также использованию программных средств поддержки методов моделирования и анализа исследуемых систем.

Ключевые слова: учебно-методический комплекс; взвешенные ориентированные графы; системное мышление; системный подход; управление социо-эколого-экономическими системами.

Одной из острых проблем в современной России является проблема адекватного учета социо-эколого-экономических факторов на всех стадиях проектного цикла – от проекта до рекультивации, – особенно для предприятий нефтегазового сектора [2,5,10]. Учет данных факторов обеспечивается законодательно при оценке современного состояния окружающей среды, оценке воздействия на окружающую среду, экологическом аудите в разных форматах и экологическом мониторинге на разных стадиях проектного цикла [3,8,9]. На современном этапе развития экологии стало очевидным, что любая территория (регион, предприятие) представляет собой систему с множеством взаимосвязей, поэтому такая оценка должна основываться на системном подходе, позволяющем оценивать состояние территорий во всей совокупности социо-эколого-экономических аспектов [6,7,12]. Предлагаемый курс направлен на подготовку специалистов, владеющих навыками системного мышления, в том числе руководителей предприятий и экологических auditors, а также специалистов, занятых в подготовке ИЭИ и ОВОС.

Основной целью курса является научение студентов основам системного мышления при решении задач управления в различных областях человеческой деятельности, применению методов имитационного моделирования в экологии, а также использованию программных средств поддержки методов моделирования и анализа исследуемых систем.

Для реализации поставленной цели в процессе преподавания курса решаются следующие задачи:

- дать представление о понятии системы, принципах математического моделирования и анализа систем и основных методах математического имитационного моделирования;
- применить теорию орграфов для моделирования экологических и социо-эколого-экономических систем;
- использовать экспертные методы и методы многокритериальной оценки при анализе систем и принятии решений по управлению системой;
- использовать программные средства поддержки процесса построения и анализа динамики развития модели и оценки альтернативных вариантов воздействия на систему.

Предметом изучения являются методы моделирования социо – эколого – экономических процессов на предприятии и территории с целью выбора оптимальных решений способствующих устойчивому развитию.

Предлагаемый курс рассчитан на 48 учебных часов, из которых - 16 часов - лекции, 32 часа – лабораторные работы.

Обсуждение проектов может осуществляться и в режиме удаленного доступа – в виде форума на портале учебного заведения, либо через социальные сети.

ТЕМА 1 Основные понятия системного анализа

Системный подход в экологии. Основные понятия теории систем. Общие принципы математического моделирования.

Контрольные вопросы к теме 1

1. *Дать определения: системы, большой системы, состава и структуры системы.*
2. *Перечислить основные признаки и свойства систем.*
3. *Дать классификацию систем, привести примеры.*
4. *Дать определение модели системы. Описать основные классы моделей.*
5. *Описать общие принципы математического моделирования.*

Литература к теме 1

1. Робертс Ф.С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам. М., «Наука», 1986
2. Ледацева Т.Н. Исследование когнитивных систем. Конспект лекций по экоинформатике. М., «Оргсервис-2000», 2007 – 47 с.
3. Могилевский В.Д. Методология систем. М.: Экономика, 1999. – 252 с.

ТЕМА 2 Методы принятия решений, основные понятия

История возникновения, основные понятия и сфера применения теории графов. История и примеры применения когнитивного моделирования в экологии.

Контрольные вопросы к теме 2

1. *Дать определения: графа, ориентированного графа, знакового и взвешенного орграфов, функционального и вероятностного орграфов.*
2. *Дать определение матрицы смежности вершин орграфа. Построить матрицу смежности вершин данного орграфа. Построить орграф по данной матрице смежности вершин.*
3. *Дать определения: пути и контура в орграфе, сильной связности орграфа, контура положительной и отрицательной обратной связи.*
4. *Исследовать данный орграф на сильную связность и на наличие контуров отрицательной обратной связи.*

Литература к теме 2

1. Робертс Ф.С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам. М., «Наука», 1986
2. Ледацева Т.Н. Исследование когнитивных систем. Конспект лекций по экоинформатике. М., «Оргсервис-2000», 2007 – 47 с.

ТЕМА 3 Когнитивное моделирование социо-эколого-экономических систем

Особенности социо-эколого-экономических систем. Принципы моделирования систем при помощи знаковых и взвешенных ориентированных графов. Импульсный процесс изменения значений вершин взвешенного орграфа. Устойчивость взвешенного орграфа. Вычисление реакции орграфа на возмущение.

Контрольные вопросы к теме 3

1. *Перечислить характерные свойства социо-эколого-экономических систем.*
2. *Описать принципы моделирования систем при помощи знаковых и взвешенных ориентированных графов.*
3. *Дать определение импульсного процесса изменения вершин взвешенного орграфа.*
4. *Провести вычисления импульсного процесса на первых двух шагах для данного орграфа.*
5. *Дать определение устойчивости взвешенного орграфа по значению и описать методы исследования орграфа на устойчивость.*
6. *Дать определение реакции устойчивого взвешенного орграфа на возмущение.*

Литература к теме 3

1. Робертс Ф.С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам. М., «Наука», 1986
2. Ледащева Т.Н. Исследование когнитивных систем. Конспект лекций по экоинформатике. М., «Оргсервис-2000», 2007 – 47 с.
3. Пинаев В.Е. Эколого – экономическая эффективность утилизации промышленных твердых отходов М. ТЕИС 2005. – 174 л.
4. Ледащева Т.Н., Пинаев В.Е., Щевелева Т.И. Системный подход к оценке эколого-экономической эффективности проектов по разработке углеводородного сырья Северного Каспия. // Региональная наука: Десятая Международная конференция молодых ученых 30 октября 2009 г./ Сборник научных трудов. М.: Ленанд, 2009. - С.412-418

ТЕМА 4 Когнитивное моделирование территорий и предприятий

Методы оценки весов системообразующих связей при моделировании социо-эколого-экономических систем: метод непосредственного вычисления, метод статистических коэффициентов, метод экспертных оценок. Схема создания когнитивной модели территории (предприятия). Основные ошибки, встречающиеся при когнитивном моделировании.

Контрольные вопросы к теме 4

1. *Описать методы оценки системообразующих связей и дать им сравнительную характеристику.*
2. *Описать метод оценки согласованности мнений экспертов.*
3. *Перечислить требования к сбору статистических данных и описать метод оценки значимости статистических коэффициентов.*
4. *Перечислить этапы создания когнитивной модели территории.*

Литература к теме 4

1. Ледащева Т.Н., Пинаев В.Е., Щевелева Т.И. Системный подход к оценке эколого-экономической эффективности проектов по разработке углеводородного сырья Северного Каспия. // Региональная наука: Десятая Международная конференция молодых ученых 30 октября 2009 г./ Сборник научных трудов. М.: Ленанд, 2009. - С.412-418
2. Ледащева Т.Н., Горелов В.И. Принципы построения когнитивной модели социально-экономической системы. // Журнал: Системный анализ. Изд-во ИСИ РАН, - М., 2006 № 5 - С. 18 - 37
3. Ледащева Т.Н., Горелов В.И. Системный подход: определение стратегических приоритетов развития общества. // Журнал: Системный анализ. Изд-во ИСИ РАН, - М., 2006 № 5 - С. 38 – 71
4. Евстегнеев Д.В., Горелов В.И., Ледащева Т.Н. Комплексная оценка стран мира по уровню развития. // Журнал: «Московский оценщик» - М., 2003 г., №5(24) – С.2-5

ТЕМА 5 Методы многокритериального сравнения и оценки альтернатив

Понятие задачи многокритериальной оценки и сравнения альтернатив и ее место в когнитивном моделировании. Классические методы многокритериальной оценки: минимаксные критерии, метод парных сравнений, функции полезности. Метод парных сравнений с весами для оценки альтернативных вариантов развития когнитивной системы. Системные веса факторов когнитивной системы.

Контрольные вопросы к теме 5

1. *Дать определение задачи многокритериальной оценки и сравнения альтернатив.*
2. *Доказать, что сравнение альтернативных вариантов управления когнитивной системой - задача многокритериального сравнения.*
3. *Дать определение функции полезности альтернатив, привести примеры.*
4. *Дать определение системных весов факторов когнитивной системы.*

Литература к теме 5

1. Робертс Ф.С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам. М., «Наука», 1986
2. Ледащева Т.Н. Исследование когнитивных систем. Конспект лекций по экоинформатике. М., «Оргсервис-2000», 2007 – 47 с.

ТЕМА 6 Принятие эффективных решений по управлению когнитивной системой

Значение системных весов факторов когнитивной системы. Изменение знака системного веса как признак кризисного состояния системы. Поиск путей кризисного управления. Разброс системных весов как признак стагнации или бурного развития. Выбор эффективного управления. Совместный анализ системных весов. Общая схема анализа совокупности системных весов факторов когнитивной системы. Примеры.

Контрольные вопросы к теме 6

1. *Дать характеристику значению системных весов факторов когнитивной системы.*
2. *Перечислить признаки: предкризисного и кризисного состояний, стагнации, бурного развития системы.*
3. *Перечислить возможные пути управления когнитивной системой.*
4. *Описать методы выбора эффективного управления системой в различных состояниях.*

Литература по теме 6

1. Ледащева Т.Н. Исследование когнитивных систем. Конспект лекций по экоинформатике. М., «Оргсервис-2000», 2007 – 47 с.
2. Горелов В.И., Карелова О.Л., Ледащева Т.Н. Системное моделирование в социально-экономической сфере [Текст] - М.: Изд-во Логос, 2012 г.

ТЕМА 7 Применение когнитивных моделей на практике

Применение когнитивных моделей к оценке эффективности внедрения промышленных и сельскохозяйственных проектов для устойчивого развития региона. Использование данных ИЭИ, ОВОС и экологического аудита при когнитивном моделировании территорий и предприятий.

Контрольные вопросы к теме 7

1. *Дать сравнительную характеристику когнитивных моделей, требующихся для: поддержки управления территорией, предприятием, оценки целесообразности внедрения промышленного или сельскохозяйственного проекта в регионе, выбора наиболее эффективного проекта.*
2. *Указать место и способы использования данных ИЭИ, ОВОС и экологического аудита в процессе когнитивного моделирования.*

Литература по теме 7

1. СП 11-102-97 "Инженерно-экологические изыскания для строительства" (одобрен Госстроем РФ от 10 июля 1997 г. N 9-1-1/69)
2. Постановление Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. N 87 "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию"
3. Ледащева Т.Н. Исследование когнитивных систем. Конспект лекций по экоинформатике. М., «Оргсервис-2000», 2007
4. Пинаев В.Е. Эколого – экономическая эффективность утилизации промышленных твердых отходов М. ТЕИС 2005.
5. Ледащева Т.Н., Пинаев В.Е., Щевелева Т.И. Системный подход к оценке эколого-экономической эффективности проектов по разработке углеводородного сырья Северного Каспия. // Региональная наука: Десятая Международная конференция молодых ученых 30 октября 2009 г./ Сборник научных трудов. М.: Ленанд, 2009. - С.412-418

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (34 часа)

1. Моделирование систем при помощи знаковых ориентированных графов. Выяснение сильной связности орграфа.
2. Моделирование систем в виде взвешенных орграфов.
3. Выяснение устойчивости взвешенного орграфа и определение реакции на управляющее воздействие.
4. Вычисление системных весов факторов системы. Схема анализа результатов.
5. Методы определения весовых коэффициентов системообразующих связей: непосредственное вычисление, метод статистических коэффициентов.
6. Метод экспертных оценок. Принципы организации опроса экспертов, оценка согласованности мнений.
7. Построение систем оценки состояния различных территорий на основе статистических данных и их анализ.
8. Моделирование систем управления различными предприятиями.
9. Применение когнитивных моделей к оценке эффективности внедрения промышленных и сельскохозяйственных проектов для устойчивого развития региона
10. Применение данных ИЭИ при построении моделей
11. Применение данных ПМООС при построении моделей
12. Применение данных аудита HSE при построении моделей.
13. Составление вопросника к аудиту предприятия, с учетом социо-эколого-экономических факторов для оценки весов связей модели предприятия
14. Анализ различных орграфов и соответствующих матриц смежностей с точки зрения основных свойств систем;
15. Построение системной модели в виде знакового орграфа и его анализ;
16. Применение экспертных и статистических методов оценки системообразующих связей для составления системной модели в виде взвешенного орграфа;
17. Создание программы для расчета импульсного процесса развития орграфа и оценки его устойчивости;
18. Разработка программы для оценки системных весов факторов, состояний системы и альтернативных вариантов воздействия на систему.

Отметим, что предлагаемый курс содержит методику математического моделирования, позволяющую как комплексно оценить воздействие на окружающую среду с учетом социо-эколого-экономических факторов, так и найти оптимальные пути управления территориями или предприятиями. Кроме того, в данном курсе она призвана помочь слушателям овладеть навыками системного мышления, а также обобщить, систематизировать и закрепить знания, полученные в курсах ИЭИ ([11]), ОВОС ([2]) и экологического аудита([12]), в процессе построения модели территории. Подобный подход успешно апробирован на экологическом факультете РУДН ([1]).

Следует отметить, что статья является приглашением к внедрению практического курса по когнитивному моделированию и носит дискуссионный характер. Авторы приглашают также заинтересованные стороны к внедрению подобной программы или ее элементов в существующие курсы по экологическим дисциплинам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ледащева Т.Н., Пинаев В.Е. Опыт развития системного мышления студентов-экологов в рамках курса экоинформатики. [Текст] // Вестник РУДН, серия «Экология и безопасность жизнедеятельности» №4 – М.: Изд-во РУДН, 2011 – С. 97-102
2. Ледащева Т.Н., Пинаев В.Е. Элементы учебно-методического комплекса по экологии для церковных учебных заведений Интернет-журнал «Мир Науки» Выпуск 1 (3) 2014 (январь — март) [Электронный ресурс] режим доступа свободный <http://mir-nauki.com/PDF/10PMN114.pdf>
3. Пинаев В.Е., Ледащева Т. Н. Применение математического моделирования при учете социо-эколого-экономических факторов в проектном цикле // Интернет-журнал «Науковедение», 2014 №2 (21) [Электронный ресурс]-М.: Науковедение, 2014
4. Горелов В.И., Карелова О.Л., Ледащева Т.Н. Системное моделирование в социально-экономической сфере [Текст] - М.: Изд-во Логос, 2012 г.
5. Горелов В.И. Управление развитием регионов. [Текст] - М.: Изд-во Экон-Информ, 2007 г.
6. Пинаев В.Е. Эколого-экономическое моделирование предприятий. [Текст] Вестник Московского Университета серия 6. Экономика. № 3 М, Изд-во МГУ, 2013 - С. 54-63
7. Пинаев В.Е., Ледащева Т.Н. «Развитие «зеленой экономики» и стратегическая экологическая оценка» // Интернет-журнал «Науковедение», 2014 №1 (20) [Электронный ресурс] - М.: Науковедение, 2014.
8. Пинаев В.Е., Щевелева Т.И. Эколого-экономическая оценка проектов разведки и добычи углеводородного сырья на море // «Природообустройство» научно-практический журнал М.: МГУП 2013, № 3 с. 102-105
9. Ледащева Т.Н., Пинаев В.Е. Применение когнитивного моделирования для проектов нефтегазовой отрасли на территории Крайнего Севера // Управление развитием крупномасштабных систем MILSD'2013: материалы седьмой международной конференции. Том II. М.: ИПУ РАН 2013 - 419 с. (с.259-260)

10. Ледащева Т.Н., Горелов В.И., Пинаев В.Е. Когнитивное моделирование планируемых и действующих предприятий с использованием данных ИЭИ, ОВОС и аудита // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2012). Шестая международная конференция, 1-3 окт.2012 г., Москва. – Труды: в 2 томах М.: ИПУ РАН 2012 – Т.II - с.130-138
11. Ледащева Т.Н., Пинаев В.Е., Шахин Д.А. Элементы учебно-методического комплекса по дисциплине «Оценка современного состояния окружающей среды» // Интернет-журнал «Мир Науки» Выпуск 3 (5) 2014 [Электронный ресурс] режим доступа свободный <http://mir-nauki.com/PDF/25PMN314.pdf>
12. Ледащева Т.Н., Пинаев В.Е. Элементы учебно-методического комплекса по дисциплине «Экологический аудит» // Интернет-журнал «Мир Науки» Выпуск 4 (6) 2014 [Электронный ресурс] режим доступа свободный <http://mir-nauki.com/PDF/06PMN414.pdf>

Vladimir Pinaev

The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration
Russia, Moscow
E-Mail: pinaev-ve@mail.ru

Ledashcheva Tatiana

Peoples' Friendship University of Russia
Russia, Moscow
E-Mail: tledascheva@mail.ru

Elements of teaching-methodological complex on discipline “Cognitive modeling of socio-environmental-economic systems”

Abstract. In the article authors propose their vision of teaching-methodological complex on cognitive modeling of socio-environmental-economic systems. one of the crucial points in modern Russia is adequate accounting of socio-environmental-economic factors at all stages of project cycle – from project documents till soil reclamation. Accounting of these factors is legally guaranteed by legal requirements during environmental baseline assessment, environmental impact assessment, environmental auditing in different formats and environmental monitoring at different stages of project cycle. Proposed course is aimed at training of specialists with system thinking knowledge including managers of all levels and environmental auditors. Main aim of the course is to makes students familiar with basics of system thinking used for managerial purposes in different areas, use of imitation cognitive modeling in ecology, as well as using of program applications to support modeling methods and analysis of reviewed systems.

Keywords: teaching-methodological complex; environmental informatics; oriented graphs; system thinking; system approach.