

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Геолого-географический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

П. А. Тишин

Рабочая программа дисциплины

Моделирование геосистем

по направлению подготовки

05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль) подготовки:
Природопользование

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

Год приема

2024

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

Р.В. Кнауб

Председатель УМК

М.А. Каширо

Томск – 2024

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-3 – Способен применять базовые методы экологических исследований для решения задач профессиональной деятельности.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-3.2 – Применяет базовые методы экологических исследований для решения профессиональных задач в области охраны окружающей среды и природопользования.

2. Задачи освоения дисциплины

Задачи курса включают формирование у обучающихся целостной системы знаний по следующим ключевым вопросам:

- суть метода моделирования и сферы его применения в географических и эколого-географических исследованиях;
- классификация и основные типы моделей, используемых для решения географических и эколого-географических задач;
- возможности метода моделирования в решении научно-практических задач разной степени сложности;
- основы общей теории систем и системно-экологического моделирования природных объектов и систем;
- принципы построения и использования научных моделей геосистем.

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Восьмой семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

В своей концептуальной основе данная дисциплина взаимодействует с основными положениями дисциплин, преподаваемых для приобретения общепрофессиональных компетенций в области экологии и природопользования, особенно с географией, экологией, ландшафтоведением, информатикой, ГИС в экологии и природопользовании.

Дисциплина изучается на четвертом курсе бакалавриата и опирается на знания, приобретенные обучающимися в процессе освоения базовых естественнонаучных дисциплин и профессионально ориентированных дисциплин, изучаемых на младших курсах. Для успешного освоения данной дисциплины необходимо ее преподавание после изучения дисциплин «Информатика» и «ГИС в экологии и природопользовании».

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часа, из которых:

- лекции: 16 ч.;
- практические занятия: 18 ч., в том числе:
- практическая подготовка: 18 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

8.1. Введение

Моделирование в системе научных подходов, методов и исследований. Понятие об общенаучных или междисциплинарных методах исследования. Моделирование природных и общественных явлений и процессов в современной науке. Развитие моделирования в географических дисциплинах.

Разработка и использование моделей в физико-географических, экономико-географических, социально-географических и эколого-географических исследованиях. Моделирование природных систем и объектов.

Модели в географии в работах П. Хаггета и Р. Чорли. Развитие представлений о моделях и моделировании природных объектов и сложных природных систем в отечественной науке. Работы Т.Д. Александровой, В.А. Преображенского, В.Б. Сочавы, Д.Л. Арманда, А.М. Берлянта, В.А. Федорова, Т.Г. Гильманова.

Современные подходы к моделированию природных и природно-технических систем. Работы К.Н. Дьяконова, В.В. Сысуева, В.Г. Линника, В.А. Светлосанова, А.И. Коротного, С.И. Зотова.

8.2. Научные основы регионального природопользования

Моделирование в системе методов географических исследований. Разнообразие и особенности методов исследования в географических науках. Основные группы методов, использующихся в естественных науках. Полевые наблюдения. Эксперименты в полевых и лабораторных условиях. Моделирование. Основные этапы накопления и углубления знаний о природных объектах, комплексах и системах. Стадии развития процесса естественнонаучного исследования. Наблюдения и эксперименты в природе на основе метода моделирования.

Прикладные и гносеологические цели моделирования в географических исследованиях.

Развитие идей моделирования в географии. Влияние на развитие моделирования в географии смежных наук о Земле. Моделирование биотических компонентов среды в биологии. Моделирование в биогеоценологии. Моделирование взаимодействия природы и общества. Проблемы экологического моделирования. Моделирование геокомплексов.

Основные направления современных исследований с использованием метода моделирования. Моделирование состояния природной среды. Изучение динамики процессов в окружающей среде.

Современные методы моделирования в географических и геоэкологических исследованиях. Математическое моделирование состояния, изменения и функционирования геосистем. Моделирование с использованием компьютерных технологий. Понятие имитационного моделирования.

Традиционные методы моделирования в географических и геоэкологических исследованиях. Понятие о картографическом моделировании.

8.3. Модели и их свойства

Определения моделей. Суть метода моделирования. Природа моделей. Сущность моделей. Основные характеристики моделей. Функции моделей.

8.4. Типология и классификация моделей

Исходные положения и критерии типологии и классификации моделей: прикладные цели моделирования; материальная природа и форма реализации моделей; масштабность научных взглядов; пространственный масштаб моделирования; методы формализации, используемые при построении моделей; математический аппарат, применяемый для исследования моделей.

Описательные, нормативные и поисковые модели.

Назначение и особенности описательных моделей. Фактологические, классификационные (таксономические) и экспериментальные модели. Статические, динамические и исторические описательные модели.

Функции нормативных моделей. Понятие о моделях-аналогах.

Нормативные модели с прогнозными функциями.

Вещественные и репродукционные модели. Теоретические и идеальные (знаковые) модели. Словесные, логические, математические идеальные модели.

Понятие концептуальной модели. Основные свойства и формы представления концептуальных моделей. Концептуальные модели структуры и функционирования геосистем. Достоинства и недостатки концептуальных моделей.

Изучение геосистем с использованием больших массивов количественных данных. Математические модели.

Определение и принципиальная форма выражения математической модели. Аналитические и численные модели. Детерминированные и стохастические (вероятностные) модели. Дискретные и непрерывные модели. Точечные и пространственные модели.

Классификация моделей по масштабности научных взглядов и проблем.

Классификация моделей по пространственному масштабу моделирования.

8.5. Решение исследовательских задач разной степени сложности с помощью моделей

Исследовательские задачи и типы моделей. Ряд задач возрастающей сложности.

Задачи наименьшей трудности в географических исследованиях. Традиционные описательные модели. Классификационные модели. Модели динамического ряда.

Объяснительные модели. Познание структуры географических объектов и их взаимосвязей. Объяснение свойств географических объектов в зависимости от времени и размещения в пространстве.

Высокий уровень сложности географических и эколого-географических исследований. Внедрение идей системного анализа в практику географических исследований. Познание закономерностей функционирования географических объектов. Функциональные модели. Модели развития и динамики природных систем. Формирование представлений о возможностях управления развитием географических объектов и географических систем. Модели как инструмент прогнозирования.

Моделирование на современном этапе развития географических и эколого-географических исследований. Создание объектов с заданными свойствами. Инструментарий имитационного моделирования.

8.6. Использование моделей в географических и эколого-географических исследованиях

Описание и классификация территориальных географических объектов. Классификационные модели в географии. Функции классификационных моделей.

Математический аппарат классификационного моделирования. Анализ списков, баз данных и переменных. Понятие о матрице географических данных. Операции с матрицами. Законы алгебры матриц. Матрица как форма хранения географической информации. Матрица как прообраз баз географических данных.

Объяснение как цель географических исследований. Группы моделей объяснительного направления. Математический аппарат объяснительных моделей. Статистическое моделирование. Процедура построения и анализа объяснительных статистических моделей. Статистическая выборка. Математическая аппроксимация. Анализ и объяснение результатов. Методологические основы создания объяснительных моделей. Частные и общие взаимосвязи и их роль в объяснении географических явлений. Проблема накопления данных. Роль стационарных исследований в построении и анализе объяснительных моделей.

Прогнозные и управленческие модели. Модели, учитывающие закономерности функционирования и развития природных систем. Приемы их построения. Блочные модели природных комплексов. Модель как комплекс подмоделей. Модели взаимодействия популяций: «хищник – жертва», «паразит – хозяин». Портретные имитационные модели. Натурные и математические имитационные модели. Преимущества имитационных экспериментов. Примеры имитационных моделей. Глобальные модели с прогнозными функциями. Основные этапы прикладного имитационного эксперимента.

Достоинства и недостатки современных методов моделирования. Развитие специального программирования. Проблема формализации эмпирических знаний. Содержательная часть моделирования.

8.7. Теоретические основы построения и анализа системно-экологических моделей

Исходные положения и понятия в теории систем. Генезис экологического моделирования. Методология системного моделирования в экологии и в учении о геосистемах.

Системная парадигма в ландшафтоведении. Геосистемы и экосистемы. Соотношение понятий «экосистема» и «геосистема». Структурная иерархия природных геосистем.

8.8. Моделирование в учении о геосистемах

Связи в геосистемах, их изучение и фиксация. Модели и графы геосистем. Информационная база построения графов и моделей геосистем.

Классификация моделей геосистем по В.Б.Сочаве: функционально-компонентные, взаимодействия компонентов, функционально-геометрические, структурно-динамические, словесные и нетиповые графические модели.

Эволюция графических моделей геосистем. Основные функции графических моделей геосистем. Базовые общенаучные принципы построения графических моделей геосистем. Виды графических моделей геосистем.

Классификация моделей геосистем по В.С. Преображенскому и Т.Д. Александровой. Принципы классификации моделей геосистем с учетом деятельности человека. Модели территориальных производственных комплексов и геотехнических

систем, приемы их построения. Моносистемные и полисистемные модели. Топический уровень моделирования геосистем. Хорический уровень моделирования. Объектные, объект-объектные и субъект-объектные модели.

Современные модели элементарных геосистем. Классификация фаций (геомеров) по их функциональному значению в геохорах. Интеркоммуникативные геосистемы. Экстракоммуникативные геосистемы. Каскадные модели. Катенарные, бассейновые и нуклеарные модели геосистем. Ландшафтные карты и профили и их роль в моделировании геосистем.

8.9. Картографическое моделирование

Понятие о картографическом моделировании.

Карта как модель. Свойства картографической модели.

Серии карт и атласы как системные модели.

Математико-картографическое моделирование. Корреляционные карты. Математико-статистические приемы построения карт. Пространственные и временные статистические совокупности. Статистические поверхности. Статистическая обработка данных. Оценки степени и тесноты связи между явлениями. Корреляционный анализ. Коэффициент парной корреляции. Ранговый коэффициент корреляции.

Информационно-картографическое моделирование геосистем. Геоинформационное картографирование и его особенности. Географическое обеспечение ГИС-технологий. Реализация традиционных географических методов в современных ГИС-технологиях. Критерии достоверности и надежности ГИС. Методы географической индикации в геоинформационной среде. Понятие базовой карты.

Классы и виды геоизображений. Плоские и объемные геоизображения. Статические и динамические геоизображения.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль успеваемости по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, регулярной проверки выполнения и оценивания практических заданий и контрольных работ, проверки результатов решения проблемных вопросов, заданных преподавателем для самостоятельного решения во внеаудиторное время, проверки ведения конспектов по самостоятельно изучаемым темам.

Результаты текущего контроля фиксируются при проведении контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен в восьмом семестре проводится в форме теста, устного или письменного экзамена.

Устный экзамен проводится по билетам, включающим по два теоретических вопроса и один вопрос практического характера. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Экзаменационное тестирование проводится по нескольким вариантам. Продолжительность тестирования 60 минут. Тест содержит теоретические вопросы и вопросы практического характера, которые изучались студентами самостоятельно или рассматривались во время подготовки практических работ.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Материалы по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=2421>.

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине;

в) Методические указания по проведению практических работ.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Залиханов М.Ч., Коломыц Э.Г., Шарая Л.С., Цепкова Н.Л., Сурова Н.А. Высокогорная геоэкология в моделях. – Москва: Наука, 2010. – 487 с.

2. Зотов С.И. Моделирование состояния геосистем. – Калининград: Изд-во Калинингр. гос. ун-та, 2001. – 237 с.

3. Линник В.Г. Методы моделирования динамики и оптимизации геосистем. – М.: Изд-во МГУ, 1993. – 99 с.

4. Преображенский В.С., Александрова В.П. Эволюция графических моделей геосистем // Моделирование элементарных геосистем. – Иркутск, 1979. – С. 39-53.

5. Светлосанов В.А. Основы методологии моделирования природных систем. Учебное пособие. – 2-е изд., исправленное. – Москва: Издательство УНЦ ДО, 2010. – 120 с.

6. Светлосанов В.А. Применение системного анализа в исследовании природных систем. – М.: 11-ый формат, 2009. – 98 с.

7. Светлосанов В.А. Устойчивость природных систем к природным и антропогенным воздействиям. – М.: 11-ый формат, 2009. – 100 с.

8. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск: Наука, 1978. – 317 с.

9. Сысуев В.В. Физико-математические основы ландшафтоведения. – М.: Географический факультет МГУ, 2003. – 175 с.

10. Хаггет П., Чорли Р. Дж. Модели, парадигмы и новая география // Модели в географии. – М.: Прогресс, 1971. – С. 7-28.

б) дополнительная литература:

1. Александрова Т.Д. Статистические методы изучения природных комплексов. – М.: Наука, 1975. – 95 с.

2. Белолыпецкий В.М., Шокин Ю.И. Математическое моделирование в задачах охраны окружающей среды. – Новосибирск: изд-во «ИНФОЛИО-пресс», 1997. – 240 с.

3. Берляндт А.М. Геоинформационное картографирование. – М., 1997. – 64 с.

4. Берляндт А.М. Образ пространства: карта и информация. – М.: Мысль, 1986. – 240 с.

5. Викторов А.С. Рисунок ландшафта. – М.: Мысль, 1986. – 177 с.

6. Николаев В.А. Ландшафтоведение. Семинарские и практические занятия. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Геогр. Факультет МГУ, 2006. – 208 с.

7. Природа моделей и модели природы / под ред. Д.М. Гвишиани, И.Б. Новика, С.А. Пегова. – М.: Мысль, 1986. – 270 с.

8. Природа, техника, геотехнические системы / Под ред. В.С. Преображенского. – Москва: Наука, 1978. – 152 с.
9. Симонов Ю.Г. Моделирование в географии (гносеологические подходы) // Моделирование геосистем. Вопросы географии, сб. 127. – М.: Мысль, 1986. – С. 11-17.
- 10.Тарко А.М. Антропогенные изменения глобальных биосферных процессов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 232 с.
- 11.Федоров В.Д., Гильманов Т.Г. Экология. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – 464 с.
- 12.Федоров М.П., Романов М.Ф. Математические основы экологии. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1999. – 156 с.
- 13.Экология Северного промышленного узла города Томска: проблемы и решения / Под ред. А.М. Адама. – Томск: Изд-во Том.ун-та,1994. – 260 с.

в) ресурсы сети Интернет:

- Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» - <http://elibrary.ru>.
- Общероссийская Сеть КонсультантПлюс. Справочная правовая система - <http://www.consultant.ru>.
- Николаев В.А. Ландшафтоведение. Семинарские и практические занятия. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Геогр. Факультет МГУ, 2006. – 208 с. – Электрон. Верс. Печат. Публ. – Доступ с сайта ЭБС. – URL: http://www.pochva.com/?content=3&book_id=1183 (доступ свободный).

13. Перечень информационных ресурсов

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск);
- лицензионные пакеты прикладных программ ArcView, ArcGis, MapInfo.

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

в) профессиональные базы данных:

- Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) – <https://www.fedstat.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. ГИС-класс с индивидуальными рабочими местами и установленным программным обеспечением.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

15. Информация о разработчиках

Семенова Наталья Михайловна, доцент кафедры природопользования, кандидат географических наук