

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Геолого-географический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан ГГФ



Н. А. Гишин

«29» июня 2020 г.

Рабочая программа дисциплины
«Моделирование геосистем»

Направление подготовки
05.03.06 Экология и природопользование

Профиль подготовки
Природопользование

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Томск – 2020

Одобрено кафедрой экологии и природопользования

Протокол № 65 от «13» мая 2020 г.

Зав. кафедрой, доцент



Т. В. Королева

Рекомендовано методическим советом

геолого-географического факультета

Председатель методической комиссии

по направлению «Экология и природопользование», доцент кафедры географии



М. А. Каширо

« 26 » июня 2020 г.

Рабочая программа по дисциплине «Моделирование геосистем» составлена на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование, квалификация «бакалавр» (приказ Минобрнауки России № 998 от 11 августа 2016 г.), с изменениями, внесенными приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 июля 2017 г. N 653.

Общий объем дисциплины: 4 зачетные единицы, 144 часа. Из них контактная работа обучающихся с преподавателем 38 часов, самостоятельная работа студентов – 106 часов.

Экзамен в восьмом семестре.

Автор:

Семенова Наталья Михайловна – кандидат географических наук, доцент кафедры природопользования

Рецензент:

Хромых Оксана Владимировна – кандидат географических наук, доцент кафедры географии

1. Код и наименование дисциплины

Б1.В.04 Моделирование геосистем

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Моделирование геосистем» является компонентом вариативной части учебного плана подготовки бакалавра по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование (профиль подготовки – Природопользование) и является обязательной для изучения.

Целью освоения дисциплины «Моделирование геосистем» является изучение строения, динамики и развития природных объектов систем, связей между ними и процессов внутри них с использованием метода моделирования.

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. Год и семестр обучения

Четвертый год обучения, семестр 8.

4. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия

Дисциплина «Моделирование геосистем» участвует в формировании профессиональных знаний по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование. 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.

Логически и содержательно дисциплина «Моделирование геосистем» связана со всеми дисциплинами вариативной части учебного плана подготовки бакалавров по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование, направленными на формирование у обучающихся разных профессиональных компетенций.

Дисциплина изучается на четвертом курсе бакалавриата (восьмой семестр) 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».

5. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа, из которых 38 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (16 часов – занятия лекционного типа, 22 часа – практические занятия, 2 часа – групповые консультации); 106 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

6. Формат обучения – очный, с применением электронных (дистанционных)

образовательных технологий.

7. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<p>ОПК-3, I уровень (основной) Владеть профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в общей геологии, теоретической и практической географии, общего почвоведения и использовать их в области экологии и природопользования</p>	<p>В (ОПК-3) – I Владеть знаниями в области теории геосистем и системно-экологического моделирования. У (ОПК-3) – I Уметь использовать теоретические знания основ системно-экологического моделирования в своей профессиональной деятельности в области экологии и природопользования. З (ОПК-3) – I Знать: – теоретические и методологические основы построения моделей геосистем; – принципы построения и анализа основных типов моделей геосистем.</p>
<p>ПК-14, I уровень (основной) Владение знаниями об основах землеведения, климатологии, гидрологии, ландшафтоведения, социально-экономической географии и картографии</p>	<p>В (ПК-14) – I Владеть методами сбора, обработки, анализа и синтеза полевых и экспериментальных данных о состоянии природных и природно-антропогенных систем для построения моделей геосистем и их последующего исследования. У (ПК-14) – I Уметь проводить исследования природных и природно-антропогенных объектов и систем с использованием метода моделирования. З (ПК-14) – I Знать принципы формирования фактологической базы моделирования геосистем.</p>

8. Содержание дисциплины и структура учебных видов деятельности

8.1 Структура учебных видов деятельности

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)			Самостоятельная работа (час.)
			Лекции	Практические занятия	Консультации и промежуточная аттестация	
1.	Введение. Моделирование в системе научных подходов, методов и исследований	3	1	0		2
2.	Моделирование как метод	3	1	0		2

	научного исследования природных объектов и систем					
3.	Модели и их свойства	5	1	0		4
4.	Типология и классификация моделей	8	2	0		6
5.	Решение исследовательских задач разной степени сложности с помощью моделей	3	1	0		2
6.	Использование моделей в географических и эколого-географических исследованиях	14	2	6		6
7.	Теоретические основы построения и анализа системно-экологических моделей	14	2	0		12
8.	Моделирование в учении о геосистемах	40	4	12		24
9.	Картографическое моделирование	18	2	4		12
	Промежуточная аттестация	36	0	0	2	36
	Итого	144	16	22	2	106

8.2 Содержание дисциплины

8.2.1 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. Корытного, С.И. Зотова.

8.2.2 Моделирование в исследовании природных объектов и систем

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.

8.2.3. Модели и их свойства

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

8.2.4. 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.

8.2.5 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.

8.2.6 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.

8.2.7 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.

8.2.8 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-геомерные, 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, примы 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.

8.2.9 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 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

9.1 Основной дидактический материал, использующийся при изучении курса:

- учебники и учебные пособия;
- научная литература;
- презентации;
- статистические данные.

9.2 Виды самостоятельной работы

9.2.1 Примерный перечень вопросов для самостоятельного изучения

1. Теория систем и системный подход в физико-географических исследованиях.
2. Основные идеи системного анализа.
3. Этапы исследования эколого-географических проблем методом системного анализа.
4. Исследование мировых процессов на основе математических моделей.
5. Методология построения моделей глобального развития по методике Форрестера.
6. Математическое моделирование биогеохимических циклов.
7. Пространственная модель глобального круговорота углерода в системе «атмосфера – растения – почва».
8. Глобальная модель биосферы.
9. Нуклеарные геосистемы геокриолитозоны Западной Сибири.
10. Нуклеарные геосистемы лесостепной зоны Западной Сибири.

9.2.2 Задания для практических занятий

1. Географические данные. Подготовка и первичная статистическая обработка выборки географических данных:

1.1. На основе исходной информации на бумажном носителе подготовить электронную таблицу данных, пригодную для статистической обработки.

1.2. Определить основные статистические параметры, характеризующие географические данные подготовленной электронной таблицы:

- сумма значений,
- минимальное значение,
- максимальное значение,
- среднее значение,
- распределение данных.

1.3. Сделать выборку данных из общей таблицы исходных по заданному параметру.

1.4. Провести аналогичную статистическую обработку частной выборки данных.

1.5. Провести сравнительный анализ двух выборок (генеральной и частной) и их статистических параметров.

2. Составление и анализ сложных списков и баз данных:

2.1. Изучить содержание данных, представленных в предлагаемых для анализа таблицах.

2.2. По данным таблицы 1 определить общую площадь охраняемой геосистемы и удельный вес площади отдельных функциональных зон на ее территории.

2.3. Провести анализ имеющихся соотношений:

– между размерами охраняемой геосистемы и размерами зон особой охраны (заповедная зона и зона особой охраны),

– между размерами зон особой охраны (заповедная зона и зона особой охраны) и зоны познавательного туризма.

2.4. Выявить и объяснить крайние пределы имеющихся соотношений:

– между размерами охраняемой геосистемы и размерами зон особой охраны (заповедная зона и зона особой охраны),

– между размерами зон особой охраны (заповедная зона и зона особой охраны) и зоны познавательного туризма.

2.5. Используя данные таблицы 2, провести анализ долевого участия хозяйственной зоны в сложении общей площади охраняемой геосистемы.

2.6. Выявить и объяснить крайние пределы соотношений:

– между размерами охраняемой геосистемы и размерами хозяйственной зоны,

– между размерами зон особой охраны (заповедная зона и зона особой охраны) и зоны хозяйственного назначения.

2.7. Выявить типичные соотношения между размерами разных функциональных зон охраняемых геосистем.

2.8. Выявить и объяснить случаи отклонения от типичных показателей, характеризующих соотношение площадей разных функциональных зон в составе охраняемой геосистемы.

3. Анализ формы связи между свойствами геосистем. Уравнение регрессии:

3.1. По предлагаемым для анализа данным построить график изменения продуктивности растительности в зависимости от расстояния от берега водоема.

3.2. Вывести формулу уравнения регрессии, характеризующего форму связи между парой рассматриваемых признаков географической системы.

3.3. Описать форму выявленной зависимости изменения фитомассы травостоя от расстояния от источника поверхностного увлажнения словесно.

3.4. На основании анализа построенного графика, отражающего существующую зависимость между рассматриваемыми признаками географической системы, объяснить:

– в каких ландшафтно-географических условиях может проявиться данная зависимость?

– на каком расстоянии от водоема следует установить границу его водоохраной зоны?

4. Модели динамического ряда.

4.1. По предложенным преподавателем рядам данных построить графическую модель динамического ряда.

4.2. Провести анализ динамики изучаемых географических объектов или их признаков в определенном интервале времени для определенных географических регионов.

4.3. Определить особенности выявленного тренда динамики изучаемых географических объектов или их признаков в заданном интервале времени в данных географических регионах.

4.4. Объяснить экологический смысл происходящих изменений изучаемых географических объектов или их признаков в связи с природными и антропогенными факторами.

4.5. Составить прогноз на будущее.

5. Работа с экологическими моделями типа «хозяин-паразит», «хищник-жертва».

5.1. По предложенным преподавателем данным о численности популяций живых организмов построить графики динамических рядов двух сравниваемых пар животных, находящихся друг с другом на территории крупного географического региона в определенных экологических взаимоотношениях.

5.2. Определить общую направленность тренда изменения численности сравниваемых пар животных.

5.3. Определить коэффициент корреляции данных двух сравниваемых численных рядов.

5.4. Провести анализ выявленной зависимости и определить достоверность полученного коэффициента корреляции.

5.5. Провести аналогичные исследования для сравниваемых пар животных (задачи 2-4) на части исследуемого географического пространства или в пределах выбранного субрегиона.

5.6. Объяснить экологический смысл выявленных взаимоотношений сравниваемых

пар диких животных и тесноты связи между показателями их численности в макро- и мезорегионе в связи с природными и антропогенными факторами.

6. Построение и анализ структурно-динамической модели геосистемы.
7. Построение и анализ ключевой трансекты географического региона.
8. Построение и анализ функционально-геомерной модели геосистемы.

9.2.3 Контрольные работы

Контрольная работа № 1 Геосистемы

Цель: Овладеть понятием «геосистема»; охарактеризовать типы геосистем, их особенности и свойства; оценить необходимость использования знаний о геосистемах в природопользовании.

Вопросы:

1. Основные отличия геосистем от экосистем.
2. Иерархия природных систем.
3. Классические модели геосистем.
4. Природно-технические (интегральные) системы.
5. Типы графических моделей геосистем.

9.2.4 Развитие критического мышления через чтение и письмо

Задание 1. Самостоятельное изучение монографии В.Б. Сочавы «Введение в учение о геосистемах» (раздел «Модели и графы геосистем»), составление научного конспекта и подготовка к аудиторному занятию по следующим вопросам:

1. Суть понятий «модели» и «графы» геосистем.
2. Принципиальные отличия модели от графа.
3. Почему моделирование геосистем началось с разработки графических моделей?
4. Охарактеризовать основные типы моделей геосистем по В.Б. Сочаве.
5. Подобрать вариант графического воплощения модели каждого типа.

Задание 2. Самостоятельное изучение коллективной монографии «Экология Северного промышленного узла г. Томска: Проблемы и решения» (разделы «Введение», Глава 1, Глава 7), составление научного конспекта и подготовка к аудиторному занятию по следующим вопросам:

1. Что обусловило подготовку данного коллективного научного труда?
2. На основании каких исходных материалов был создан данный научный труд?
3. Какие исследовательские коллективы принимали участие в обосновании и решении экологических проблем Северной промышленной зоны г. Томска?
4. Определите роль и участие географов и географов-экологов в постановке и решении проблем Северного промышленного узла г. Томска.
5. Какая модель геосистемы использована для констатации и решения экологических проблем Северной промышленной зоны г. Томска.

9.3 Формы текущего контроля

Практические занятия выполняются по заданным преподавателем темам. Результаты выполнения практических работ проверяются в устной и письменной форме или в

электронной форме в форматах используемого программного обеспечения.

Самостоятельная внеаудиторная работа обучающихся включает работу с рекомендованной литературой; составление конспекта по вопросам, предложенным для самостоятельного изучения; самостоятельное решение предложенных преподавателем проблемных вопросов по изучаемым темам; подготовку к практическим занятиям; написание реферативной работы.

Текущий контроль успеваемости по программе дисциплины производится путем регулярной проверки выполнения и оценивания практических заданий, проверки результатов решения проблемных вопросов, заданных преподавателем для самостоятельного решения во внеаудиторное время, проверки ведения конспектов по самостоятельно изучаемым темам.

10. Форма промежуточной аттестации и фонд оценочных средств

Форма промежуточной аттестации – экзамен. Фонд оценочных средств представлен в Приложении 1.

11. Ресурсное обеспечение

11.1 Основная литература:

1. Залиханов М.Ч., Коломыйц 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. Хаггетт П., Чорли Р. Дж. Модели, парадигмы и новая география // Модели в географии. – М.: Прогресс, 1971. – С. 7-28.

11.2 Дополнительная литература:

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

11.3 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

<http://www.lib.tsu.ru/ru> - Электронная библиотека НБ ТГУ.

<http://lib.tsu.ru/ru/ssylki-internet> – Электронные ресурсы свободного доступа «Ссылки Интернет»

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).

<http://elibrary.ru/> – научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU».

11.4 Материально-техническая база

Аудиторные занятия лекционного типа по дисциплине «Моделирование геосистем» осуществляются на базе лекционной аудитории, оснащенной мультимедиа-проектором.

Практические работы студентов по дисциплине «Моделирование геосистем» проводятся в дисплейном классе (ауд. 304, учебный корпус № 6 ТГУ) с индивидуальными рабочими местами и установленным лицензионным программным обеспечением (Windows XP, Microsoft Office 2003) и лицензионными пакетами прикладных программ ArcView, ArcGis или MapInfo.

12. Язык преподавания русский.

13. Преподаватель

Семенова Наталья Михайловна – доцент кафедры природопользования, к.г.н.

Приложение к рабочей программе по дисциплине
«Моделирование геосистем»

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Геолого-географический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП по направлению
05.03.06 Экология и природопользование,

 Т. В. Королева

«21» _____ мая _____ 2020 г.

**Фонд оценочных средств
Для изучения учебной дисциплины**

«Моделирование геосистем»

Направление подготовки
05.03.06 Экология и природопользование

Профиль подготовки
Природопользование

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Томск – 2020

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Моделирование геосистем» разработан в соответствии с:

- требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование, квалификация «бакалавр» (приказ Минобрнауки России № 998 от 11 августа 2016 г.);
- Положением о фонде оценочных средств основной образовательной программы высшего образования в ТГУ, утверждённого приказом по ТГУ № 563/ОД от 15 сентября 2015 г.;
- целью, задачами и общим содержанием преподаваемой дисциплины.

Целью ФОС является установление соответствия уровня подготовки обучающихся и выпускников требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование, квалификация «бакалавр» (приказ Минобрнауки России № 998 от 11 августа 2016 г).

Задачами ФОС являются:

- управление процессом приобретения обучающимися необходимых знаний, умений, навыков и контроль уровня сформированности компетенций;
- контроль и управление достижением целей реализации ООП;
- оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины с определением результатов и планирование необходимых корректирующих мероприятий;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности.

Автор-составитель:

Семенова Наталья Михайловна – кандидат географических наук, доцент кафедры природопользования.

1. Перечень компетенций, формируемых дисциплиной «Моделирование геосистем»

Код компетенции	Содержание компетенции
ОПК-3	Владеть профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в общей геологии, теоретической и практической географии, общего почвоведения и использовать их в области экологии и природопользования
ПК-14	Владение знаниями об основах землеведения, климатологии, гидрологии, ландшафтоведения, социально-экономической географии и картографии

2. Карты компетенций

КОМПЕТЕНЦИЯ ОПК-3: Владеть профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в общей геологии, теоретической и практической географии, общего почвоведения и использования их в области экологии и природопользования. Необходима для обеспечения взаимосвязи теоретических знаний, получаемых в рамках бакалаврской программы, с потенциальной практической деятельностью в области экологии и природопользования.

Уровень освоения компетенций	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5
Первый уровень (основной) (ОПК-3) – I	Владеть: знаниями в области теории геосистем и системно-экологического моделирования В (ОПК-3) – I	Полное отсутствие знаний в области теории геосистем и системно-экологического моделирования	Неуверенное владение отдельными знаниями в области теории геосистем и системно-экологического моделирования	Вполне уверенное владение применением основных положений теории геосистем и системно-экологического моделирования	Достаточно уверенное владение и применением знаний в области теории геосистем и системно-экологического моделирования	Уверенное владение и применение знаний в области теории геосистем и системно-экологического моделирования
	Уметь: использовать теоретические знания основ системно-экологического моделирования в своей профессиональной деятельности в области экологии и природопользования У (ОПК-3) – I	Полное отсутствие представлений о сферах применения теоретических знаний по системно-экологическому моделированию в области экологии и природопользования	Неуверенное использование отдельных разделов теоретических знаний по системно-экологическому моделированию в области экологии и природопользования	Вполне уверенное использование отдельных разделов теоретических знаний по системно-экологическому моделированию в области экологии и природопользования	В целом уверенное использование основных положений теоретических знаний по системно-экологическому моделированию в области экологии и природопользования	Сформированное умение использовать теоретические знания по системно-экологическому моделированию в области экологии и природопользования

Критерии оценивания результатов обучения						
Уровень освоения компетенций	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5
Уровень освоения компетенций	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – теоретические и методологические основы построения моделей геосистем; – принципы построения и анализа основных типов моделей геосистем <p>3 (ОПК-3) – I</p>	<p>Полное отсутствие всяких знаний</p>	<p>Отдельные фрагментарные знания по изученным разделам дисциплины</p>	<p>Поверхностные, не структурированные знания в области теории и методологии построения и анализа основных типов моделей геосистем</p>	<p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания в области теории и методологии построения и анализа основных типов моделей геосистем</p>	<p>Точное воспроизведение учебного материала по изученным разделам теории и методологии построения и анализа основных типов моделей геосистем, культура устной речи и письменного изложения материала</p>

КОМПЕТЕНЦИЯ ПК-14: Владение знаниями об основах земледелия, климатологии, гидрологии, ландшафтоведения, социальное-экономической географии и картографии. Выпускник, освоивший данную программу бакалавриата, должен обладать профессиональными компетенциями (ПК) в сфере научно-исследовательской деятельности.

Уровень освоения компетенций	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
Первый уровень (основной) (ПК-14) – I	<p>Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)</p> <p>Владеть: методами сбора, обработки, анализа и синтеза полевых данных и экспериментальных данных о состоянии природных и природно-антропогенных систем для построения моделей геосистем и их последующего исследования В (ПК-14) – I</p>	<p>Неуверенное владение отдельными методами сбора, обработки, анализа и синтеза полевых экспериментальных данных для построения моделей геосистем и их последующего исследования</p>	<p>Вполне уверенное владение отдельными методами сбора, обработки, анализа и синтеза полевых экспериментальных данных для построения моделей геосистем и их последующего исследования</p>	<p>Владение небольшими затруднениями методами сбора, обработки, анализа и синтеза полевых экспериментальных данных для построения моделей геосистем и их последующего исследования</p>	<p>Уверенное владение методами сбора, обработки, анализа и синтеза полевых экспериментальных данных для построения моделей геосистем и их последующего исследования</p>
	<p>Уметь: проводить исследования природных и природно-антропогенных объектов и систем с использованием метода моделирования У (ПК-14) – I</p>	<p>Отдельные освоенные умения в области исследования природных и природно-антропогенных объектов и систем с использованием метода моделирования</p>	<p>Не полностью освоенные умения в области исследования природных и природно-антропогенных объектов и систем с использованием метода моделирования</p>	<p>Умение проводить с небольшими затруднениями исследования природных и природно-антропогенных объектов и систем с использованием метода моделирования</p>	<p>Сформированное умение проводить исследования природных и природно-антропогенных объектов и систем с использованием метода моделирования</p>

Критерии оценивания результатов обучения					
Уровень освоения компетенций	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		1	2	3	4
Уровень освоения компетенций	<p>Полное отсутствие знаний по данному вопросу</p> <p>Знать: принципы формирования фактологической базы моделирования геосистем 3 (ПК-14) – I</p>	<p>Отдельные, фрагментарные представления о принципах формирования фактологической базы моделирования геосистем</p>	<p>Общие представления, но с существенными пробелами знаний, принципах формирования фактологической базы моделирования геосистем</p>	<p>Сформированные, но отдельные пробелы представления о принципах формирования фактологической базы моделирования геосистем</p>	<p>Сформированные, системные знания о принципах формирования фактологической базы моделирования геосистем</p>

3. Этапы формирования компетенций

Структура этапов освоения компетенций в процессе обучения и формы текущего контроля

№ п/п	Этапы формирования компетенций	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
1.	Введение. Моделирование в системе научных подходов, методов и исследований	3 (ОПК-3) – I	-	В (ОПК-3) – I	собеседование
2.	Моделирование как метод научного исследования природных объектов и систем	3 (ОПК-3) – I	-	В (ОПК-3) – I	проверка конспектов
3.	Модели и их свойства	3 (ОПК-3) – I	-	В (ОПК-3) – I	проверка конспектов и собеседование по вопросам для самостоятельного изучения
4.	Типология и классификация моделей	3 (ОПК-3) – I 3 (ПК-14) – I	-	У (ОПК-3) – I В (ОПК-3) – I У (ПК-14) – I В (ПК-14) – I	проверка выполнения и прием практических работ №№ 1-2
5.	Решение исследовательских задач разной степени сложности с помощью моделей	3 (ОПК-3) – I	-	В (ОПК-3) – I	проверка конспектов
6.	Использование моделей в географических и эколого-географических исследованиях	3 (ОПК-3) – I	У (ОПК-3) – I В (ОПК-3) – I У (ПК-14) – I В (ПК-14) – I	У (ОПК-3) – I В (ОПК-3) – I У (ПК-14) – I В (ПК-14) – I	проверка выполнения и прием практических работ №№ 3-5
7.	Теоретические основы построения и анализа системно-экологических моделей	3 (ОПК-3) – I	-	В (ОПК-3) – I	проверка конспектов и собеседование по вопросам для самостоятельного изучения

8.	Моделирование в учении о геосистемах	3 (ОПК-3) – I 3 (ПК-14) – I	У (ОПК-3) – I В (ОПК-3) – I У (ПК-14) – I В (ПК-14) – I	У (ОПК-3) – I В (ОПК-3) – I У (ПК-14) – I В (ПК-14) – I	проверка выполнения и прием практических работ №№ 6-7; контрольная работа
9.	Картографическое моделирование	3 (ОПК-3) – I 3 (ПК-14) – I	У (ОПК-3) – I В (ОПК-3) – I У (ПК-14) – I В (ПК-14) – I	У (ОПК-3) – I В (ОПК-3) – I У (ПК-14) – I В (ПК-14) – I	проверка выполнения и прием практической работы № 8; прием рефератов; контрольное тестирование

4. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация состоит из предварительного тестирования и устного или письменного экзамена.

4.1 Итоговое тестирование

Итоговое тестирование перед экзаменом проводится по двум вариантам.

Вариант № 1

1. Что означает термин «Модель»?
2. Какой российский ученый является основоположником отечественной теории моделирования геосистем:
 - 1) Т.А. Александрова;
 - 2) В.А. Преображенский;
 - 3) К.Н. Дьяконов;
 - 4) В.Б. Сочава.
3. Какие методы моделирования геосистем стали применяться в конце XX века:
 - 1) качественные;
 - 2) имитационные;
 - 4) математические;
 - 3) картографические.
4. По целям моделирования различаются следующие типы моделей:
 - 1) описательные;
 - 2) нормативные;
 - 3) ?
5. Вещественные модели геосистем могут быть:
 - 1) репродукционными;
 - 2) аналоговыми;
 - 3) ?
6. Какие термины-синонимы используются для обозначения описательных моделей?
7. Какова последовательность появления следующих типов моделей:
 - 1) объяснительные;
 - 2) управленческие;
 - 3) систематизирующие.
8. Что такое математическая модель?
9. Что означает понятие «численные модели»?
10. Чем дискретные модели отличаются от непрерывных?
11. Что понимается под детерминированными математическими моделями?
12. При каких значениях коэффициент корреляции является достоверным?
13. Какая из типовых моделей геосистем заимствована из геохимии ландшафтов и почему?
14. В чем заключается принципиальное различие функционально-геометрических моделей и структурно-динамических моделей?

Общая оценка - 70 баллов

Задача

Изобразите принципиальную схему структурно-динамической модели.

Общая оценка - 30 баллов

Вариант № 2

1. Что означает термин «Моделирование»?
2. Кто из основоположников моделирования в географии является российским ученым:
 - 1) П. Хаггет;
 - 2) Р. Рихтер;
 - 3) Д. Арманд;
 - 4) Г. Хаазе.
3. Какие методы моделирования геосистем относятся к традиционным методам географических исследований:
 - 1) качественные;
 - 2) имитационные;
 - 3) математические;
 - 4) картографические.
4. Описательные модели бывают:
 - 1) ?;
 - 2) динамические;
 - 3) исторические.
5. Идеальные модели могут быть:
 - 1) логическими;
 - 2) математическими;
 - 3) ?
6. Какие термины-синонимы используются для обозначения вещественных моделей?
7. Какова последовательность появления следующих типов моделей:
 - 1) нормативные;
 - 2) прогнозные;
 - 3) систематизирующие.
8. Что понимается под статистическим моделированием?
9. Что означает понятие «аналитические модели»?
10. Чем точечные модели отличаются от пространственных?
11. Что понимается под стохастическими математическими моделями?
12. Чем корреляция отличается от регрессии?
13. Какие графические формы отображения ландшафтов могут быть использованы для составления функционально-геометрических моделей геосистем?
14. В чем заключается принципиальное различие моделей взаимодействия компонентов и функционально-компонентных моделей?

Общая оценка - 70 баллов

Задача

Изобразите принципиальную схему функционально-геометрической модели.

Общая оценка - 30 баллов

4.2 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Роль метода моделирования в научных исследованиях.
2. Понятие о моделях и моделировании.
3. Природа, сущность и характеристики моделей.
4. Функции моделей.

5. Возможные подходы к классификации моделей; основные типы моделей.
6. Исследовательские задачи и типы моделей.
7. Классификационные модели в географии.
8. Матрица географических данных.
9. Объяснительные модели в географии.
10. Приемы статистического моделирования.
11. Блочные модели.
12. Имитационные модели.
13. Система и ее свойства.
14. Основные законы теории систем.
15. Эмергентность природных систем.
16. Иерархия природных геосистем и ее пространственно-временной характер.
17. Основные геосистемные уровни и иерархические таксоны геосистем.
18. Понятие о моделях и графах геосистем.
19. Принципы построения графов и графических моделей геосистем.
20. Классификация и схема моделей геосистем В.Б. Сочавы.
21. Функционально-компонентные модели.
22. Модели взаимодействия компонентов геосистемы.
23. Функционально-геомерные модели геосистем.
24. Структурно-динамические модели геосистем.
25. Классификация фаций по их функциональной роли в геохорах.
26. Практическое значение функционально-геомерных моделей.
27. Понятие каскадных моделей и их значение.
28. Особенности бассейнового подхода к моделированию геосистем.
29. Ландшафтные катены, их функциональные свойства.
30. Центробежная и центростремительная модели нуклеарных геосистем.
31. Редукционизм и интегратизм как базовые принципы построения графических моделей геосистем.
32. Эволюция графических моделей геосистем.
33. Классификация графических моделей геосистем по В.С. Преображенскому и В.П. Александровой.
34. Моносистемные и полисистемные модели.
35. Объектные, объект-объектные и субъект-объектные модели.
36. Объектные моно- и полисистемные модели геосистем и направления их эволюции.
37. Объект-объектные моно- и полисистемные модели геосистем.
38. Субъект-объектные моно- и полисистемные модели геосистем.
39. Ландшафты и экосистемы. Принципиальные различия моделей геосистем и экосистем.
40. Понятие о картографическом моделировании.
41. Картографическое моделирование как процесс создания карт.
42. Картографическое моделирование как способ исследования с помощью карт.
43. Карта как модель геосистем.
44. Свойства картографических моделей.
45. Серии карт и атласы как модели геосистем.
46. Ландшафтная карта как синтетическая природная модель.
47. Ландшафтный профиль как традиционная научная модель.
48. Математико-картографическое моделирование.
49. Корреляционные карты.
50. Получение статистических совокупностей в процессе математико-картографического моделирования.
51. Задачи статистической обработки данных в процессе математико-картографического моделирования.

52. Математический аппарат корреляционного анализа и его применение в математико-картографическом моделировании.
53. Информационно-картографическое моделирование геосистем. Основные понятия.
54. Особенности геоинформационного картографирования.
55. Принципы географической интерполяции и экстраполяции и их реализация в ГИС-технологиях.
56. Приемы ключевых исследований и их реализация в ГИС-технологиях.
57. Наиболее значимые признаки при дистанционном анализе геоизображений.
58. Какие карты могут быть использованы в качестве базовых при создании ГИС.
59. Классы и виды геоизображений.
60. Глобальные модели и их научно-практическое значение.

Критерии оценивания:

Оценка	Критерии оценки
5	Полный развернутый ответ на все вопросы
4	Не полный ответ на все вопросы
3	Не полный ответ не на все вопросы
2	Нет ответа даже на общие вопросы

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения – знаний, умений, навыков

5.1 Оценивание работы на практических занятиях и занятиях семинарского типа

Оценивание работы обучающихся на практических занятиях и занятиях семинарского типа производится по следующим позициям:

- качество и количество устных ответов,
- качество, полнота, форма представления и защиты письменных и графических работ,
- качество подготовки и представления докладов-презентаций.

Основными критериями оценивания на практических занятиях и занятиях семинарского типа являются:

- точность выполнения и ожидаемая форма представления и защиты материала и заданий преподавателя по изучаемым темам, т.е. правильная интерпретация изученных вопросов и умение решать типовые задачи,
- кругозор и хорошее владение учебным материалом или умение использовать и творчески применять приобретенные в процессе обучения теоретические знания.

Работа по пройденным темам засчитывается по типу «зачтено» - «не зачтено». Без выполнения заданий по темам семинарских и практических занятий в полном объеме обучающиеся не допускаются до экзаменационных испытаний.

5.2 Оценивание результатов экзаменационных испытаний

Результаты ответов на экзамене, который может проводиться в устной или письменной форме, оцениваются по стандартной шкале балльных оценок: 5 (отлично) – 4 (хорошо) – 3 (удовлетворительно) – 2 (неудовлетворительно). Основными оценочными критериями экзаменационных испытаний являются:

- точность и полнота воспроизведения учебного материала,
- логичность и последовательность изложения учебного материала
- культура устной речи и письменного изложения материала.

5.3 Оценивание результатов самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся по заданным преподавателям темам и вопросам выполняется в форме ведения конспекта по изучаемым источникам, составления глоссария, написания реферативной работы, письменного решения ситуативной задачи, сформулированной преподавателем в процессе изложения лекционного материала.

Результаты самостоятельной работы обучающихся по изучаемым темам курса или задаваемым преподавателем в индивидуальном порядке темам или вопросам засчитывается по типу «зачтено» - «не зачтено». Без выполнения заданий в рамках самостоятельной работы в полном объеме обучающиеся не допускаются до экзаменационных испытаний.