

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

Геолого-географический факультет



УТВЕРЖДАЮ:  
Декан геолого-географического факультета

П.А. Тишин

«30» июня 2023

**Фонд оценочных средств**  
**Моделирование геосистем**  
по направлению подготовки **05.03.06 Экология и природопользование**

Направленность (профиль) подготовки / специализация:

**Природопользование**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Фонд оценочных средств соответствует ОС НИ ТГУ по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование, учебному плану направления подготовки 05.03.06 Экология и природопользование, направленности (профиля) «Природопользование» и рабочей программе по данной дисциплине.

Полный фонд оценочных средств по дисциплине хранится на кафедре природопользования // опубликован в ЭИОС НИ ТГУ – электронном университете Moodle:

<https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=2421>.

(8 семестр)

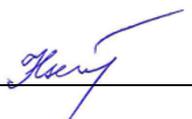
Разработчик ФОС:

Семенова Н. М.                    доцент кафедры природопользования, кандидат географических наук.

Экспертиза фонда оценочных средств проведена учебно-методической комиссией факультета, протокол № 7 от 22.06.2023 г.

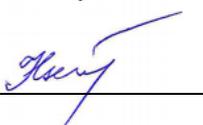
Фонд оценочных средств рассмотрен и утвержден на заседании кафедры природопользования, протокол № 80 от 22.06.2023 г.

Руководитель ОПОП  
«Экология и природопользование»



Р. В. Кнауб

Заведующий кафедрой природопользования



Р. В. Кнауб

## Формируемые компетенции

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

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

ОПК-5 – Способен понимать принципы работы информационных технологий и решать стандартные задачи профессиональной деятельности в области экологии, природопользования и охраны природы с использованием информационно-коммуникационных, в том числе геоинформационных технологий;

ПК-1 – Способен осуществлять производственный экологический контроль и дать предварительную оценку воздействия на окружающую среду организации.

Таблица 1 – Уровни освоения компетенций и критерии их оценивания

Компетенция	Результаты освоения дисциплины	Уровни освоения	Критерии оценивания результатов обучения	Шкала оценки выполнения тестовых заданий, практических работ, реферата, докладов, %
ОПК-3	ИОПК-3.2 – Применяет базовые методы экологических исследований для решения профессиональных задач в области охраны окружающей среды и природопользования	Повышенный	Обучающийся хорошо знает и уверенно применяет базовые методы экологических исследований и сможет проводить исследования природных и природно-антропогенных систем с использованием метода моделирования	85-100%
		Достаточный	Обучающийся достаточно хорошо знает и применяет базовые методы экологических исследований для решения профессиональных задач в области охраны окружающей среды и природопользования и сможет проводить исследования природных и природно-антропогенных систем с использованием метода моделирования	70-84 %

		Пороговый	Обучающийся демонстрирует фрагментарные знания о базовых методах экологических исследований и затрудняется при решения профессиональных задач в области охраны окружающей среды и природопользования с использованием метода моделирования	55-69 %
		Допороговый	Обучающийся не знает базовые методы экологических исследований и не может проводить исследования природных и природно-антропогенных систем с использованием метода моделирования	Менее 55 %
ОПК-5	ИОПК-5.1 – Выбирает информационно-коммуникационные, в том числе геоинформационные технологии для решения стандартных задач в профессиональной деятельности	Повышенный	Обучающийся уверенно выбирает и использует технологии сбора, обработки, анализа и синтеза полевых и экспериментальных данных о состоянии природных и природно-антропогенных ландшафтов для построения моделей геосистем и их последующего исследования	85-100%
		Достаточный	Обучающийся достаточно уверенно выбирает и может использовать технологии сбора, обработки, анализа и синтеза полевых и экспериментальных данных о состоянии природных и природно-антропогенных ландшафтов для построения моделей геосистем и их последующего исследования	70-84 %
		Пороговый	Обучающийся неуверенно выбирает и использует отдельные технологии сбора, обработки, анализа и синтеза полевых и экспериментальных данных для построения моделей геосистем и их последующего исследования	55-69 %

		Допороговый	Обучающийся не способен выбирать и использовать технологии сбора, хранения и анализа информации о состоянии природных и природно-антропогенных систем	Менее 55 %
ПК-1	ИПК-1.2 - Осуществляет сбор, обработку и первичный анализ данных по воздействию организации на окружающую среду	Повышенный	Уверенно осуществляет сбор, обработку и первичный анализ данных по воздействию организации на окружающую среду	85-100%
		Достаточный	Достаточно уверенно осуществляет сбор, обработку и первичный анализ данных по воздействию организации на окружающую среду	70-84 %
		Пороговый	Не уверенно осуществляет сбор, обработку и первичный анализ данных по воздействию организации на окружающую среду	55-69 %
		Допороговый	Не может осуществлять сбор, обработку и первичный анализ данных по воздействию организации на окружающую среду	Менее 55 %
	ИПК-1.3 – Определяет основные источники негативного воздействия на окружающую среду, владеет методами определения уровня неблагоприятного воздействия на окружающую среду организацией	Повышенный	Обучающийся уверенно определяет источники негативного воздействия на окружающую среду и может оценивать уровень неблагоприятного воздействия на окружающую среду на основе построения и анализа системно-экологических моделей	85-100%
		Достаточный	Обучающийся достаточно уверенно определяет источники негативного воздействия на окружающую среду и оценивает уровень неблагоприятного воздействия на окружающую среду на основе построения и анализа системно-экологических моделей	70-84 %

		Пороговый	Обучающийся затрудняется в определении источников негативного воздействия на окружающую среду и оценке уровня неблагоприятного воздействия на окружающую среду с использованием системно-экологических моделей	55-69 %
		Допороговый	Обучающийся не может определять источники негативного воздействия на окружающую среду и оценивать уровень неблагоприятного воздействия на окружающую среду с использованием системно-экологических моделей	Менее 55 %

Таблица 2 – Этапы формирования компетенций в курсе

№	Разделы дисциплины	Результаты освоения дисциплины	Оценочные средства
1	Введение. Моделирование в системе научных подходов, методов и исследований	ИОПК-3.2	Семинар № 1 Реферат
2	Моделирование в исследовании природных объектов и систем		
3	Модели и их свойства		
4	Типология и классификация моделей	ИОПК-5.1	Практическая работа №1 Практическая работа №2
5	Решение исследовательских задач разной степени сложности с помощью моделей	ИОПК-5.1	Практическая работа № 3 Практическая работа № 4
6	Использование моделей в географических и эколого-географических исследованиях	ИОПК-5.1	Практическая работа № 5 Практическая работа № 6
7	Теоретические основы построения и анализа системно-экологических моделей	ИПК-1.3, ИПК-1.2	Семинар № 2 Семинар № 3
8	Моделирование в учении о геосистемах	ИПК-1.3	Практическая работа № 7 Практическая работа № 8 Контрольная работа № 1
9	Картографическое моделирование	ИПК-1.3	Практическая работа № 9 Тест

Типовые задания для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине

### ИОПК-3.2

## Семинар № 1. Методы экологических исследований и их использование

*Цель:* закрепить и проверить знания о базовых методах экологических исследований для решения профессиональных задач в области охраны окружающей среды и природопользования

Примерные вопросы:

1. Полевые методы экологических исследований.
2. Эксперименты в живой природе.
3. Камеральные исследования и их значение.
4. Метод моделирования и его значение в экологических исследованиях.
5. Функции моделей.

Реферат:

Примерные темы:

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.

### **ИОПК 5.1**

Практическая работа № 1. Работа с географическими и экологическими данными

Пример задания

1. Подготовка выборки географических и экологических данных (исходный массив и источник данных определяются преподавателем).
2. Первичная статистическая обработка выборки географических и экологических данных.
3. Анализ полученных результатов.

Практическая работа № 2. Составление и анализ сложных списков и баз данных

Пример задания

1. Подготовка выборки из баз географических или экологических данных (исходный массив и источник данных определяются преподавателем).

2. Упорядочение сложных списков географических и экологических данных по заданному преподавателем условию.
3. Построение и обработка матрицы географических данных.
4. Анализ полученных результатов.

Практическая работа № 3. Анализ формы связи между свойствами геосистем

Пример задания

1. Определение конкретной задачи исследования формы связи между компонентами и свойствами геосистем с помощью регрессионного анализа (условия задаются преподавателем).
3. Построение и описание графиков регрессии.
4. Анализ полученных результатов.

Практическая работа № 4. Анализ тесноты связи между свойствами геосистем

Пример задания

1. Определение конкретной задачи исследования формы связи между компонентами и свойствами геосистем с помощью корреляционного анализа (условия задаются преподавателем).
2. Построение и описание графиков корреляции.
3. Анализ полученных результатов.

Практическая работа № 5. Построение и анализ моделей динамического ряда

Пример задания

1. Определение конкретной задачи исследования изменения показателей геосистем с течением времени (условия задаются преподавателем).
2. Построение и описание графиков динамического ряда.
3. Математическая аппроксимация числовых характеристик.
4. Анализ и объяснение полученных результатов.

Практическая работа № 6. Построение и анализ экологических моделей «хозяин-паразит» или «хищник-жертва»

Пример задания

1. Определение конкретной задачи исследования и выбора типа модели (условия задаются преподавателем).
2. Построение и описание графиков изменения во времени исследуемых показателей.
3. Математическая аппроксимация числовых характеристик.
4. Анализ и объяснение полученных результатов.

## **ИПК-1.2., ИПК 1.3**

Семинар № 2. Развитие критического мышления через чтение и письмо. Классические модели геосистем

*Цель:* 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 заданным преподавателем вопросам

Примерные вопросы:

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 и обсудить вариант графического воплощения модели каждого типа.

Семинар № 3. Развитие критического мышления через чтение и письмо. Модели геосистем на практике

*Цель:* 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 заданным преподавателем вопросам

Примерные вопросы:

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?

Контрольная работа № 1. Геосистемы

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

Примерные 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.

## Практическая работа № 7. Построение и анализ структурно-динамической модели геосистемы

### Пример задания

1. Определение конкретной задачи исследования, выбор картографической основы и исходных данных для построения модели (определяются преподавателем).
2. Выявление и картографирование современной пространственной структуры геосистемы.
3. Построение ретроспективной модели геосистемы.
4. Построение прогностической модели геосистемы.
5. Анализ и характеристика структурно-динамических особенностей геосистемы.

## Практическая работа № 8. Построение и анализ ключевой трансекты географического региона (местности)

### Пример задания

1. Определение конкретной задачи исследования, выбор картографической основы и исходных данных для построения модели (определяются преподавателем).
2. Построение гипсометрических профилей, ограничивающих выбранную трансекту.
3. Выявление, картографирование, типизация выделов геосистем в пределах трансекты.
4. Анализ и характеристика строения и состояния исследуемого ландшафта.

## Практическая работа № 9

### Пример задания

1. Определение конкретной задачи исследования, выбор картографической основы и исходных данных для построения модели (определяются преподавателем).
2. Построение схемы изопотенциальной структуры определенного участка местности на основе анализа рельефа.
3. Выявление, картографирование и типизация геоморфов.
4. Выявление, картографирование и оценка основных источников негативного воздействия на ландшафты и окружающую среду.
5. Анализ и характеристика строения и состояния исследуемого ландшафта, определение рекомендаций по его оптимизации.

Оценивание результатов освоения дисциплины в ходе текущего контроля происходит на основании критериев, обозначенных в таблице 1. Сводные данные текущего контроля успеваемости по дисциплине отражаются в электронной информационно-образовательной среде НИ ТГУ. Проверка уровня сформированности компетенций осуществляется в процессе промежуточной аттестации.

Таблица 3 – Итоговая сформированность компетенций в курсе

Результаты освоения дисциплины	Оценочные средства	Порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости (формы, содержание, сроки и т.п.)
--------------------------------	--------------------	---

ИОПК-3.2	Семинар № 1  Реферат	<p>Семинарские занятия проводятся в установленные сроки в течение семестра. Результаты подготовки и работы на семинарских занятиях должны быть оценены не ниже порогового уровня.</p> <p>Реферат оформляется в письменном виде и сдается преподавателю. Защита реферата осуществляется путем представления доклада-презентации. Тема реферата должна быть раскрыта. Студент должен уметь отвечать на вопросы по теме реферата, его представлению и оформлению.</p> <p>Без участия в семинарах, защиты и сдачи реферативной работы в полном объеме обучающиеся не допускаются до экзаменационных испытаний.</p>
ИОПК-5.1	Практическая работа № 1, Практическая работа № 2, Практическая работа № 3, Практическая работа № 4, Практическая работа № 5, Практическая работа № 6	<p>Практические работы выполняются и сдаются в установленные сроки в течение всего семестра. Практические работы должны быть выполнены не ниже порогового уровня.</p> <p>Семинарские занятия проводятся в установленные сроки в течение семестра. Результаты подготовки и работы на семинарских занятиях должны быть оценены не ниже порогового уровня.</p> <p>Без выполнения заданий по темам практических работ в полном объеме, выполнения заданий в рамках подготовки и участия в семинарах обучающиеся не допускаются до экзаменационных испытаний.</p>
ИПК-1.2., ИПК-1.3	Семинар № 2, Семинар № 3, Практическая работа № 7, Практическая работа № 8, Контрольная работа № 1, Практическая работа № 9	<p>Семинарские занятия проводятся в установленные сроки в течение семестра. Результаты подготовки и работы на семинарских занятиях должны быть оценены не ниже порогового уровня.</p> <p>Практические работы выполняются и сдаются в установленные сроки в течение всего семестра. Практические работы должны быть выполнены не ниже порогового уровня.</p> <p>Контрольные работы выполняются и сдаются в установленные сроки в течение</p>

		<p>семестра. Контрольные работы должны быть выполнены не ниже порогового уровня.</p> <p>Без выполнения заданий по темам практических работ в полном объеме, участия в семинарах и сдачи контрольных работ обучающиеся не допускаются до экзаменационных испытаний.</p>
--	--	--

## **Проверка сформированности компетенций в процессе промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в восьмом семестре в форме теста, устного или письменного экзамена.

Студенты, прошедшие контрольное тестирование в конце семестра (в автоматическом режиме) с оценкой “4 (достаточный уровень знаний)” или “5 (повышенный уровень знаний)”, от устного экзамена освобождаются, но также имеют право его сдать в период экзаменационной сессии.

Устный экзамен проводится по билетам, включающим по три вопроса. Первый вопрос проверяет ИОПК-3.2, второй вопрос – ИОПК-5.1. Третий вопрос является вопросом практического характера, проверяющим ИПК-1.3. Ответ на этот вопрос предполагает владение методами анализа источников негативного воздействия на окружающую среду и определения уровня неблагоприятного воздействия на окружающую среду в различных природно-хозяйственных ситуациях.

Подготовка к ответу обучающегося на экзамене составляет 1 академический час (45 минут), продолжительность ответа на основные и дополнительные вопросы составляет 0,3 часа. Ответы на вопросы даются в развернутой форме.

### **Типовые задания для проведения промежуточной аттестации**

#### **ИОПК 3.2**

*Примерные вопросы к экзамену:*

1. Роль метода моделирования в научных исследованиях.
2. Роль метода моделирования в практике природопользования.
3. Понятие о моделях и моделировании.
4. Природа и сущность моделей.
5. Основные характеристики моделей.
6. Функции моделей.
7. Система и ее свойства.
8. Основные законы теории систем.
9. Эмергентность природных систем.
10. Иерархия природных геосистем и ее пространственно-временной характер.
11. Основные геосистемные уровни и иерархические таксоны геосистем.

#### **ИОПК 5.1**

*Примерные вопросы к экзамену:*

1. Возможные подходы к классификации моделей
2. Основные типы моделей.
3. Исследовательские задачи и типы моделей.
4. Классификационные модели в географии.
5. Матрица географических данных.
6. Объяснительные модели в географии.
7. Прогнозные модели в географии и экологии.
8. Приемы статистического моделирования.
9. Блочные модели.
10. Имитационные модели.

### **ИОПК-1.2., ИПК 1.3**

*Примерные вопросы к экзамену:*

1. Изобразите принципиальные схемы объект-объектной и субъект-объектной полисистемных моделей. Поясните, в каких случаях они применяются и какие задачи в области оптимизации природопользования и регулирования уровня антропогенного воздействия они выполняют.
2. Какая из классических моделей геосистем наиболее подходит для оценки уровня неблагоприятного воздействия на окружающую среду? Объясните, почему? Приведите принципиальную схему такой модели.
3. Оцените распределение источников негативного воздействия на окружающую среду на модельном участке. Какие источники являются наиболее опасными в связи с определенными условиями размещения в ландшафтном пространстве? Какие мероприятия целесообразно выполнить, чтобы снизить уровень неблагоприятного воздействия на окружающую среду модельного участка?
4. Какая модель изображена на рисунке: аналитическая или вероятностная? Поясните, в каких случаях используются аналитические модели, а в каких вероятностные? Приведите примеры.
5. Используя прилагаемые исходные данные, постройте принципиальную схему структурно-динамической модели для типичных геосистем таежной зоны.
6. Какая математическая зависимость изображена на графике? Насколько часто и в каких случаях подобная зависимость встречается в природе.
7. Какая модель изображена на рисунке: точечная или пространственная? Поясните, в каких случаях используются точечные модели, а в каких пространственные?
8. Какие графические формы отображения ландшафтов могут быть использованы для составления функционально-геометрических моделей геосистем? Приведите примеры. Подтвердите свой ответ рисунками и схемами.
9. В чем заключается принципиальное различие моделей взаимодействия компонентов и функционально-компонентных моделей? Подтвердите свой ответ рисунками и схемами.
10. На основе анализа имеющихся данных составьте и объясните принципиальную схему балансовой модели вещественно-энергетических потоков в геосистемах.

Тестирование

Примерные вопросы тестовых заданий:

1. 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.
3. Описательные модели бывают:
  - 1) ?;
  - 2) динамические;
  - 3) исторические.
4. Идеальные модели могут быть:
  - 1) логическими;
  - 2) математическими;
  - 3) ?
5. Какова последовательность появления следующих типов моделей:
  - 1) нормативные;
  - 2) прогнозные;
  - 3) систематизирующие.

Экзаменационная процедура опирается на материалы текущего контроля. Обучающиеся успешно и своевременно выполнившие все практические задания курса, успешно работавшие на семинарских занятиях, сдавшие контрольную работу, защитившие реферативную работу и продемонстрировавшие достаточный и повышенный уровень освоения компетенций могут освобождаться от ответа на вопрос практического характера. При этом оценивание вопроса практического характера в экзаменационном билете осуществляется на основании среднего арифметического значения оценок, полученных за практические работы, приведенных к пятибалльному значению с помощью процентного пересчета.

Таблица 4 – Шкала формирования итоговой оценки

<b>Балл оценки</b>	<b>Формирование итоговой оценки</b>
<b>5</b>	Обучающийся показал повышенный уровень освоения всех компетенций.
<b>4</b>	Обучающийся показал достаточный уровень освоения всех компетенций. Обучающийся показал повышенный уровень освоения ИОПК 3.2 или ИПК-1.3 и пороговый ИОПК 5.1. Обучающийся показал повышенный уровень освоения ИОПК 5.1 или ИПК-1.3, ИПК-1.2 и пороговый ИОПК 3.2.
<b>3</b>	Обучающийся показал пороговый уровень освоения всех компетенций. Обучающийся показал повышенный или достаточный уровень освоения

	<p>ИОПК 3.2 или ИПК-1.3 и допороговый ИОПК 5.1.</p> <p>Обучающийся показал повышенный или достаточный уровень освоения ИОПК 5.1 или ИПК-1.3 и допороговый ИОПК 3.2.</p>
<b>2</b>	<p>Обучающийся показал допороговый уровень освоения всех компетенций.</p>