


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии  
наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины

 Бочаров В.Л.  
подпись, расшифровка подписи

08.06.2020г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.13.01 Моделирование природно-технических экосистем**

- 1. Код и наименование направления подготовки:** 05.03.01 Геология
- 2. Профиль подготовки:** Гидрогеология и инженерная геология
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии
- 6. Составители программы:** Зинюков Юрий Михайлович, к.т.н., доцент
- 7. Рекомендована:** научно-методическим советом геологического факультета, протокол № 6 от 04.06.2020 г.
- 8. Учебный год:** 2023-2024 **Семестр(ы):** 8

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

**Целью** курса является получение бакалаврами теоретических и практических знаний по общим и специальным разделам предмета, методам моделирования природно-технических экосистем.

**Задачи** изучения дисциплины:

- ознакомиться с теорией подобия и моделирования; изучить основные принципы конструирования моделей и виды прогнозирования их состояния и функционирования;
- уметь структурно моделировать природно-техногенные взаимодействия и организовывать на их основе модели мониторинга природно-техногенных объектов.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина "Моделирование природно-технических экосистем" относится к дисциплине по выбору.

Приступая к изучению данного курса, студенты должны располагать определенными знаниями, представляемые в объеме базовых дисциплин: в области общей геологии, литологии, гидрогеологии, геохимии, экологии, инженерной геологии, а также философии, химии, физики и математики.

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):**

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ПК-2	Обладать способностью самостоятельно получать геологическую информацию, использовать в научно-исследовательской деятельности навыки полевых и лабораторных геологических исследований в области гидрогеологии	<u>знать:</u> знать основы и принципы конструирования моделей природно-технических экосистем; знать специфику моделирования природно-техногенных взаимодействий; иметь ясное представление о системном анализе, системном подходе, общей теории систем. <u>уметь:</u> самостоятельно конструировать структурные модели ПТС; уметь планировать и выполнять работы по ведению мониторинга природной среды на основе структурно-иерархических моделей. <u>владеть:</u> теоретическими и практическими основами моделирования; методами прогнозирования и управления состоянием природно-технических систем.
ПК-3	Обладать способностью в составе научно-исследовательского коллектива участвовать в интерпретации геологической информации, составлении отчетов, рефератов, библиографий по тематике научных исследований, в подготовке публикаций	<u>знать:</u> знать специфику моделирования природно-техногенных взаимодействий; иметь ясное представление о системном анализе, системном подходе, общей теории систем. <u>уметь:</u> уметь планировать и выполнять работы по ведению мониторинга природной среды на основе структурно-иерархических моделей. <u>владеть:</u> практическими основами моделирования; методами прогнозирования и управления состоянием природно-технических систем.

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 2/72.**

**Форма промежуточной аттестации зачет.**

**13. Виды учебной работы**

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		№ семестра 8	№ семестра	...
Аудиторные занятия	48	48		
в том числе: лекции	12	12		
практические	24	24		
лабораторные	12	12		
Самостоятельная работа	24	24		
Форма промежуточной аттестации (зачет)				
Итого:	72	72		

### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	<u>Теоретические основы моделирования</u>	Понятие «модели» и «моделирования». Первые модели в истории человечества. Виды моделей. Бытовые модели. Физические модели. Математические модели. Вербальные модели. Идеальные модели. Картографические модели. Теоретические основы моделирования. Виды моделирования. Физическое и математическое моделирование. Верификация. Достоверность прогнозов.
1.2	<u>Теория подобия</u>	Теория подобия. Критерии подобия. Геометрическое и физическое подобие.
1.3	<u>Системные средства познания</u>	Понятие системы, структуры, элементности, эмерджентности. Системный анализ. Системный подход. Общая теория систем. Теория анализа системных знаний.
1.4	<u>Теоретические и методологические основы моделирования природно-технических систем</u>	Теоретические и методологические основы моделирования природно-технических систем. Понятие «природно-техническая экосистема» (ПТЭС). Критерии вовлечения природных и технических элементов в ПТЭС.
1.5	<u>Иерархическая организация ПТЭС.</u>	Иерархия объектов в природе. Уровни организации природно-технической экосистемы. Характеристика уровней организации ПТЭС. Элементарный уровень организации.
1.6	<u>Связи и отношения в системе.</u>	Связи и отношения элементов в системе. Связи и отношения элементов в ПТЭС.
1.7	<u>Равновесное состояние природно-технических экосистем.</u>	Понятие о гомеостазисе системы. Гомеостатические параметры. Схема оценки устойчивости векторов контроля природно-технической экосистемы. Управление ПТЭС.
<b>2. Практические занятия</b>		
2.1	<u>Теоретические основы моделирования</u>	Картографические модели.
2.2	<u>Теория подобия</u>	Геометрическое и физическое подобие.
2.3	<u>Системные средства познания</u>	Системный анализ.
2.4	<u>Теоретические и методологические основы моделирования природно-технических систем</u>	Критерии вовлечения природных и технических элементов в ПТЭС.
2.5	<u>Иерархическая организация ПТЭС.</u>	Моделирование в системе мониторинга.
2.6	<u>Связи и отношения в системе.</u>	Характеристика уровней организации ПТЭС
2.7	<u>Равновесное состояние природно-технических экосистем.</u>	Связи и отношения элементов в ПТЭС.
<b>3. Лабораторные работы</b>		

3.1	<u>Теоретические основы моделирования</u>	Подготовка картографических моделей.
3.2	<u>Теория подобия</u>	Геометрическое и физическое подобие.
3.3	<u>Системные средства познания</u>	Проведение системного анализа.
3.4	<u>Теоретические и методологические основы моделирования природно-технических систем</u>	Использование критериев вовлечения природных и технических элементов в ПТЭС.
3.5	<u>Иерархическая организация ПТС.</u>	Моделирование в системе мониторинга.
3.6	<u>Связи и отношения в системе.</u>	Определение уровней организации ПТЭС
3.7	<u>Равновесное состояние природно-технических экосистем.</u>	Выявление связей и отношений элементов в ПТЭС.

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Лабораторные	Практические	СМС	Контроль
1.	<u>Теоретические основы моделирования</u>	1	2	1	2	
2.	<u>Теория подобия</u>	1	2	1	2	
3.	<u>Системные средства познания</u>	2	4	2	4	
4.	<u>Теоретические и методологические основы моделирования природно-технических систем</u>	2	4	2	4	
5.	<u>Иерархическая организация ПТС.</u>	2	4	2	4	
6.	<u>Связи и отношения в системе.</u>	2	4	2	4	
7.	<u>Равновесное состояние природно-технических экосистем.</u>	2	4	2	4	
Итого:		12	24	12	24	72

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Обучающиеся должны использовать опубликованные учебно-методические пособия по курсу «Моделирование природно-технических экосистем» и сопряженные с ним материалы из перечня основной и дополнительной литературы и других ресурсов. Дополнительные ресурсы: электронный учебный курс с оперативно обновляемой информацией и цифровыми ресурсами (электронные программы курсов, электронные варианты учебных пособий и методических рекомендаций, варианты практических заданий, гиперссылки на интернет-ресурсы с быстрым доступом, презентации, доступ к внешним видеоресурсам в рамках электронной среды и др.). В рамках электронной учебной среды реализуется интерактивный вариант общения со студентами в режиме онлайн (электронное обучение и дистанционные образовательные технологии в электронно-образовательной среде университета на программной платформе LMS Moodle).

### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	<i>Моделирование природных нефтегазовых систем : учебное пособие / составители М.</i>

	<i>В. Нелепов [и др.]. — Ставрополь : СКФУ, 2016. — 143 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/155129">https://e.lanbook.com/book/155129</a></i>
2.	<i>Моделирование природных резервуаров нефти и газа : учебное пособие / составители М. В. Нелепов [и др.]. — Ставрополь : СКФУ, 2015. — 111 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/155130">https://e.lanbook.com/book/155130</a></i>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3.	<i>Демина, О. Н. Исследование взаимодействия природных и природно-техногенных систем : учебно-методическое пособие / О. Н. Демина, Л. А. Зверева. — Брянск : Брянский ГАУ, 2020. — 63 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/172063">https://e.lanbook.com/book/172063</a></i>
4.	<i>Зинюков Ю.М. Теоретико-методологические основы организации мониторинга природно-технических экосистем на основе их структурно-иерархических моделей //Труды научно-исследовательского института геологии Воронежского госуниверситета. – Вып.28. – Воронеж: Изд-во Воронеж.ун-та, 2005. – 164 с.</i>
5.	<i>Перегудов Ф.И. Введение в системный анализ / Ф.И. Перегудов, Ф.П. Тарасенко – Москва: Высш. шк., 1989. - 367 с.</i>
6.	<i>Иваньо, Я. М. Моделирование природных событий для управления региональными народно-хозяйственными объектами : монография / Я. М. Иваньо, Н. В. Старкова. — Иркутск : Иркутский ГАУ, 2011. — 158 с. — ISBN 978-5-91777-059-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/156799">https://e.lanbook.com/book/156799</a></i>
7.	<i>Разработка концепции мониторинга природно-технических систем / В 2-х томах. – Москва: ВНИИФТРИ, 1993. Т.1, 215 с. Т.2, 270 с.</i>
8.	<i>База знаний: Гидрогеология, инженерная геология, геоэкология. Версия.7.14. Лицензионное соглашение №SW85-38UZ-XWRE-1241 на пользование программным продуктом (компакт-диск)</i>
9.	<i>Системный подход в геологии. - Москва: Наука, 1989. - 221 с.</i>

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

№ п/п	Источник
10.	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
11.	Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>
12.	Электронно-библиотечная система «Лань» <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
13.	Электронно-библиотечная система «РУКОНТ» (ИТС Контекстум) <a href="http://rucont.ru">http://rucont.ru</a>
14.	Электронно-библиотечная система «Юрайт» <a href="https://lib.vsu.ru/url.php?url=http://www.biblio-online.ru">https://lib.vsu.ru/url.php?url=http://www.biblio-online.ru</a>
15.	Электронный учебный курс: Моделирование природно-технических экосистем - <a href="https://vk.com/club193200557">https://vk.com/club193200557</a>

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы** (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1.	<i>Перегудов Ф.И. Введение в системный анализ / Ф.И. Перегудов, Ф.П. Тарасенко – Москва: Высш. шк., 1989. - 367 с.</i>
2.	<i>Зинюков Ю.М. Теоретико-методологические основы организации мониторинга природно-технических экосистем на основе их структурно-иерархических моделей //Труды научно-исследовательского института геологии Воронежского госуниверситета. – Вып.28. – Воронеж: Изд-во Воронеж.ун-та, 2005. – 164 с.</i>

**17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)**

Программа курса реализуется с применением дистанционных технологий (электронное обучение и дистанционные образовательные технологии в

электронно-образовательной среде университета на программной платформе LMS Moodle)

### 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

При освоении дисциплины Моделирование природно-технических экосистем используются: лаборатория ВГУ, компьютерный класс кафедры Гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии, библиотека ВГУ.

Мультимедийное оборудование: ноутбук ASUS X751S

### 19. Фонд оценочных средств:

Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ПК-2 Обладать способностью самостоятельно получать геологическую информацию, использовать научно-исследовательской деятельности навыки полевых лабораторных геологических исследований области гидрогеологии	<p><u>знать:</u> знать основы и принципы конструирования моделей природно-технических экосистем;</p> <p><u>уметь:</u> самостоятельно конструировать структурные модели ПТС; уметь планировать и выполнять работы по ведению мониторинга природной среды на основе структурно-иерархических моделей.</p> <p><u>владеть:</u> теоретическими и практическими основами моделирования; методами прогнозирования и управления состоянием природно-технических систем.</p>	<u>Теоретические основы моделирования</u>	Лабораторная работа № 1
		<u>Теория подобия</u>	Лабораторная работа № 2
		<u>Системные средства познания</u>	Лабораторная работа № 3
		<u>Теоретические и методологические основы моделирования природно-технических систем</u>	Лабораторная работа № 4
		<u>Иерархическая организация ПТС.</u>	Лабораторная работа № 5
		<u>Связи и отношения в системе.</u>	Лабораторная работа № 6
		<u>Равновесное состояние природно-технических экосистем.</u>	Лабораторная работа № 7 (дистанционно)
ПК-3 Обладать способностью в составе научно-исследовательского коллектива участвовать в интерпретации геологической информации, составлении отчетов, рефератов, библиографий по тематике научных исследований, в подготовке публикаций	<p><u>знать:</u> знать специфику моделирования природно-техногенных взаимодействий; иметь ясное представление о системном анализе, системном подходе, общей теории систем.</p> <p><u>уметь:</u> уметь планировать и выполнять работы по ведению мониторинга природной среды на основе структурно-иерархических моделей.</p> <p><u>владеть:</u> практическими основами моделирования; методами прогнозирования и управления состоянием природно-технических систем.</p>		

Промежуточная аттестация (зачет)	Комплект КИМ № 1 (дистанционно)
----------------------------------	---------------------------------------

## 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на экзамене (зачете с оценкой) используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами и фактами, способен применять теоретические знания для решения практических задач по инженерным сооружениям.</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Зачтено</i>
<i>Обучающийся владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами и фактами, способен применять теоретические знания для решения практических задач по инженерным сооружениям, но при этом допускает отдельные ошибки при ответах на вопросы.</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Зачтено</i>
<i>Обучающийся владеет, частично, понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен иллюстрировать ответ примерами и фактами, фрагментарно способен применять теоретические знания для решения практических задач по инженерным сооружениям.</i>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Зачтено</i>
<i>Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания в базовых положениях и теоретических основах дисциплины, допускает грубые ошибки в иллюстрировании результатов и применении изученных методов при решении задач по инженерным сооружениям.</i>	<i>–</i>	<i>Не зачтено</i>

## 19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

### 19.3.1 Тестовые задания:

#### Перечень вопросов для теста № 1

1. Понятие «модели» и «моделирования». Первые модели в истории человечества. Виды моделей. Бытовые модели.
2. Физические модели. Математические модели.
3. Вербальные модели. Идеальные модели.
4. Картографические модели.
5. Теоретические основы моделирования. Виды моделирования.
6. Физическое и математическое моделирование. Верификация.
7. Верификация. Достоверность прогнозов.
8. Теория подобия. Критерии подобия.
9. Геометрическое и физическое подобие.
10. Понятие системы, структуры, элементности, эмерджентности.

## **Перечень вопросов для теста № 2**

1. Понятие системы, структуры, элементности, эмерджентности
2. Системный анализ. Системный подход. Общая теория систем. Теория анализа системных знаний.
3. Теоретические и методологические основы моделирования природно-технических систем.
4. Понятие «природно-техническая экосистема» (ПТЭС).
5. Критерии вовлечения природных и технических элементов в ПТЭС.
6. Иерархия объектов в природе. Уровни организации природно-технической экосистемы.
7. Характеристика уровней организации ПТЭС. Элементарный уровень организации.
8. Связи и отношения элементов в системе.
9. Понятие о гомеостазисе системы. Гомеостатические параметры.
10. Схема оценки устойчивости векторов контроля природно-технической экосистемы. Управление ПТЭС.

### **19.3.2. Темы рефератов**

1. Понятие «модели» и «моделирования». Первые модели в истории человечества. Виды моделей. Бытовые модели. Физические модели. Математические модели.
2. Вербальные модели. Идеальные модели. Картографические модели. Теоретические основы моделирования. Виды моделирования. Физическое и математическое моделирование. Верификация. Достоверность прогнозов.
3. Теория подобия. Критерии подобия. Геометрическое и физическое подобие.
4. Понятие системы, структуры, элементности, эмерджентности. Системный анализ. Системный подход. Общая теория систем. Теория анализа системных знаний.
5. Теоретические и методологические основы моделирования природно-технических систем. Понятие «природно-техническая экосистема» (ПТЭС).
6. Критерии вовлечения природных и технических элементов в ПТЭС.
7. Связи и отношения элементов в системе. Связи и отношения элементов в ПТЭС. Понятие о гомеостазисе системы. Гомеостатические параметры. Схема оценки устойчивости векторов контроля природно-технической экосистемы. Управление ПТЭС.

### **19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины Моделирование природно-технических экосистем осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме(ах) *лабораторных работ; тестирования*. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний, позволяющие оценить степень сформированности умений и навыков деятельности в области *моделирования природно-технических экосистем*.

При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.



## 19.5. Фонд оценочных средств сформированности компетенций (перечень заданий)

**ПК-2 Обладать способностью самостоятельно получать геологическую информацию, использовать в научно-исследовательской деятельности навыки полевых и лабораторных геологических исследований в области гидрогеологии**

### 1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Моделирование природно-технической системы выполняют:

- **Для понимания структуры системы, ее элементов, их связей и отношений**
- Для наглядности представления природно-технических взаимодействий
- Для изучения влияния техногенеза на природную среду

ЗАДАНИЕ 2. Системный анализ природно-технических объектов - это:

- **Процесс рассмотрения объектов как систем с выявлением элементов системы и их взаимосвязей**
- Комплексный анализ природно-технических взаимодействий
- Постоянное, систематическое наблюдение за природно-техническими взаимодействиями.

### 2) открытые задания (короткие ответы, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Геологический разрез это \_\_\_\_\_ модель недр.

**Ответ:** картографическая

### 3) открытые задания (ситуационные задачи, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Понятие «модели» и «моделирования».

**Ответ:** Понятие «модель» представляет собой копию, образ (в любой его форме) какого-либо объекта или процесса. Под моделированием понимается процесс создания (конструирования) модели. Виды моделей бывают различные. Обычно выделяют физические модели, математические модели, вербальные модели, графические (картографические) модели, идеальные (абстрактные) модели. Наибольшее применение при моделировании будущих состояний находят в настоящее время математические модели, которые лежат в основе прогнозирования возможных изменений состояний объектов или характера развития тех или иных процессов.

**ПК-3 Обладать способностью в составе научно-исследовательского коллектива участвовать в интерпретации геологической информации, составлении отчетов, рефератов, библиографий по тематике научных исследований, в подготовке публикаций**

### 1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Вектор мониторинга природно-технической системы состоит:

- **Из наблюдательных пунктов, контролирующих состояние системы в определенном направлении**
- Из линий, показывающей направление контроля за состоянием системы
- Из линий, показывающей влияние техногенеза на природную среду

ЗАДАНИЕ 2. Какая роль отводится наблюдательным пунктам в природно-технической системе:

- **Наблюдательные пункты имеют базовое значение при моделировании природно-технической системы и являются главными ее элементами**
- Наблюдательные пункты служат лишь для сбора информации за состоянием элементов системы

- Наблюдательные пункты не являются элементами системы, а выполняют лишь внешнюю вспомогательную роль.

2) открытые задания (короткие ответы, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. В качестве природной подсистемы в природно-технической системе выступает \_\_\_\_\_ среда.

**Ответ:** геологическая.

3) открытые задания (ситуационные задачи, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Моделирование в системе мониторинга природно-технической экосистемы.

**Ответ:** Под моделированием понимают процесс создания (построения, конструирования) модели какого-либо объекта или процесса. В нашем случае объектом моделирования являются природно-технические системы, а объектом изучения – модель природно-технической системы. С построения модели природно-технической системы начинается процесс организации мониторинга природно-технических взаимодействий. Природно-технические системы относятся к сложным системам, где элементы природной подсистемы взаимодействуют с элементами природной (геологической) подсистемы. Любая система конструируется (создается) в зависимости от целей, которые преследует исследователь.

**Критерии и шкалы оценивания заданий для оценки сформированности компетенций:**

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

- 2 балла – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

3) открытые задания (ситуационные задачи, средний уровень сложности):

- 5 баллов – задание выполнено верно (получен правильный ответ, обоснован (аргументирован) ход выполнения (при необходимости));
- 2 балла – выполнение задания содержит незначительные ошибки, но приведен правильный ход рассуждений, или получен верный ответ, но отсутствует обоснование хода его выполнения (если оно было необходимым), или задание выполнено не полностью, но получены промежуточные (частичные) результаты, отражающие правильность хода выполнения задания, или, в случае если задание состоит из выполнения нескольких подзаданий, 50% которых выполнено верно;
- 0 баллов – задание не выполнено или выполнено неверно (ход выполнения ошибочен или содержит грубые ошибки, значительно влияющие на дальнейшее его изучение).