

Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Естественные и математические науки»

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б.1.3.11.1 «Системный анализ и моделирование процессов  
в техносфере»

Направление подготовки

20.03.01 «Техносферная безопасность»

Профиль: Защита в чрезвычайных ситуациях, промышленная и пожарная  
безопасность, охрана труда

форма обучения – очная

курс – 3

семестр – 6

зачетных единиц – 5

часов в неделю – 3

всего часов – 180

в том числе:

лекции – 32

практические занятия – 32

лабораторные занятия – нет

самостоятельная работа – 116

зачет – нет

экзамен – 6 семестр

РГР – нет

курсовая работа – нет

курсовой проект – нет

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры ЕМН

«27» июня 2022 года, протокол № 9

Зав. кафедрой Е.В. Жилина /Жилина Е.В./

Рабочая программа утверждена на заседании УМКН

«27» июня 2022 года, протокол № 5

Председатель УМКН Е.В. Жилина /Жилина Е.В./

Энгельс 2022

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

**Целью** освоения дисциплины Б.1.3.11.1 «Системный анализ и моделирование процессов в техносфере» является изучение природных систем и процессов переноса в них при помощи математического моделирования.

Основными **задачами** курса являются: овладение принципами и методами моделирования для решения экологических проблем настоящего и прогнозируемого периода.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП ВО**

Дисциплина Б.1.3.11.1 «Системный анализ и моделирование процессов в техносфере» относится к дисциплинам по выбору — наука о развитии материального мира Вселенной — обеспечивает понимание и логическую взаимосвязь в системе "человек—природа" на уровне взаимодействия элементов системы.

Дисциплина базируется на знании дисциплин Б.1.1.5 «Математика», Б.1.1.6 «Информатика», Б.1.3.9.1 «Физико-химические процессы в техносфере», Б.1.3.9.2 «Геохимия и геофизика биосферы», Б.1.2.11 «Основы научных исследований» и служит профориентации будущего бакалавра.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

### **Общекультурные :**

ОК-9 – способность принимать решения в пределах своих полномочий;

ОК-12 – способность использования основных программных средств, умение пользоваться глобальными информационными ресурсами, владение современными средствами телекоммуникаций, способность использовать навыки работы с информацией из различных источников для решения профессиональных и социальных задач;

### **Общепрофессиональные:**

ОПК-1 – способность учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;

### **Профессиональные:**

ПК-19 – способность ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

### **3.1. Знать:**

методологические основы системного анализа и моделирования процессов в техносфере

### **3.2. Уметь:**

моделировать процессы в среде обитания и анализировать модели с использованием ЭВМ

### **3.3. Владеть:**

навыками в прогнозировании техногенного риска путем системного анализа разрабатываемых им моделей опасных процессов в техносфере.

#### 4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ мо-ду-ля	№ неде-ли	№ те-мы	Наименование темы	Часы				
				Все-го	Лек-ции	Лабора-торные	Практи-ческие	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9
6 семестр								
1	1	1	Основы системного анализа	19	4	-	-	15
2	2	2	Объекты системного анализа и моделирования	24	4	-	6	14
3	3	3	Массоперенос загрязняющих веществ в окружающей среде	19	4	-	-	15
4	4	4	Механизмы переноса веществ и законы диффузии	25	4	-	6	15
5	5	5	Процессы самоочищения в природных средах	19	4	-	-	15
6	6	6	Модели массопереноса в водных средах	24	4	-	6	14
7	7	7	Модели массопереноса в воздушных средах	24	4	-	6	14
8	8	8	Модели массопереноса в почвах	26	4	-	8	14
Всего				<b>180</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>116</b>

#### 5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	4	1,2	<b>Основы системного анализа</b> Понятие системного анализа. Понятие системы, свойства. Понятие моделирования. Типы моделей; условия моделирования и исследования объектов. Классификация математических моделей; общие принципы построения математических моделей; структура математической модели, этапы разработки.	1-6
2	4	3,4	<b>Объекты системного анализа и моделирования. Природные и техногенные источники.</b> Объекты системного анализа и моделирования: стохастические и детерминированные. Классификация и характеристика естественных и техногенных источников.	1-6
3	4	5,6	<b>Массоперенос загрязняющих веществ в окружающей среде. Массоперенос в</b>	1-6

			<b>многокомпонентных системах.</b> Массоперенос в многокомпонентных системах	
4	4	7,8	<b>Механизмы переноса веществ и законы диффузии.</b> Осмотическая и реверсивная диффузия; диффузия в твердых телах; самодиффузия. Молекулярная диффузия и законы Фика; турбулентная диффузия; конвективная диффузия. Диффузия в однофазной неподвижной среде; стационарная диффузия в движущихся средах; диффузия из точечного источника в движущуюся среду	1-6
5	4	9,10	<b>Процессы самоочищения в природных средах</b> Виды загрязнений и каналы самоочищения природных сред: сорбционные процессы, гидролиз, фотолиз, окисление, микробиологическое самоочищение и т.д.	1-6
6	4	11,12	<b>Модели массопереноса в водных средах</b> Основы теории массопереноса в поверхностных и подземных водах, механизмы массопереноса. Конвективный перенос. Гидравлическая дисперсия. Диффузионный вынос солей через разделяющие слои	1-6
7	4	13,14	<b>Модели массопереноса в воздушных средах</b> Модель рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе с учетом рельефа местности. Модель рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе с учетом метеоситуации. Модель рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе с учетом суммации действия вредных веществ и фоновой концентрации	1-6
8	4	15,16	<b>Модели массопереноса в почвах</b> Определение геомиграционных параметров пород. Балансовая модель засоления орошаемых земель. Прогнозная модель переноса солей в орошаемых почвах	1-6
<b>Всего</b>	<b>32</b>			

**6.Перечень лабораторных работ**  
учебным планом не предусмотрено

### 7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учено-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
2	6	1,2	Диаграммы причинно-следственных связей. Построение моделей «дерево происшествий» и «дерево событий». Количественный анализ моделей «дерево происшествий» и «дерево	10

			событий»	
4	6	3,4	Оценка времени полувыведения в процессе коагуляции аэрозольных частиц («сухое осаждение», формула Стокса, вымывание осадками, экспоненциальный закон)	6-9
6	6	5-7	Расчет pH осадков на расстоянии от источника (трансформация веществ в атмосфере: окисление, вымывание, нейтрализация, коэффициенты скорости трансформации и выведения)	6-9
7	6	8-10	Расчет концентрации паров ( $H_2SO_4$ , $HNO_3$ ) в приземном слое воздуха (трансформация веществ в атмосфере: окисление, вымывание, нейтрализация, коэффициенты скорости трансформации, выведения)	6-9
8	4	11-13	Моделирование переносов влаги и растворенных в ней веществ в почве. Определение эмпирических коэффициентов аналитических выражений основной гидрофизической характеристики.	11
8	4	14-16	Определение эмпирических коэффициентов аналитических выражений функций влагопроводности	11
<b>Всего</b>	<b>32</b>			

### 8. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	7	Теория моделирования: современные проблемы развития.	1-6
1	8	Имитационное моделирование.	1-6
2	7	Системный анализ и методы прогнозирования чрезвычайных ситуаций и техногенных катастроф.	1-6
2	7	Проблемы прогнозирования демографических процессов	1-6
3	7	Информационные технологии для моделирования сложных динамических систем	1-6
3	8	Экспертные оценки: методы получения результатов и их обработка	1-6
4	7	Основные этапы вывода уравнения атмосферной диффузии.	1-6
4	8	Моделирование механизмов государственного урегулирования деятельности промышленных предприятий по выбросу вредных веществ	1-6
5	7	Моделирование экологического равновесия	1-6
5	8	Задачи адвекции	1-6
6	7	Прогнозирование наводнений: проблемы и решения	1-6

6	7	Прогнозирование процессов в зонах затрудненного водообмена	1-6
7	7	Методы прогнозирования пожаров и их последствий	1-6
7	7	Моделирование последствий падения метеорита	1-6
8	7	Моделирование механизмов миграции гумусовых кислот, нитратов, тяжелых металлов в почве	1-6
8	7	Определение геомиграционных параметров пород	1-6
Всего	<b>116</b>		

**10. Расчетно-графическая работа**  
учебным планом не предусмотрено

**11. Курсовая работа**  
учебным планом не предусмотрено

**12. Курсовой проект**  
учебным планом не предусмотрено

**13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

ОК-9 – это способность принимать решения в пределах своих полномочий.

Индекс ОК-9	Формулировка: способность принимать решения в пределах своих полномочий
----------------	--

Ступени уровней освоения компетенции	Отличительные признаки	Технологии формирования	Средства и технологии оценки
<b>Пороговый (удовлетворительный)</b>	<b>Знает:</b> основные принципы системного анализа и моделирования опасных процессов, сущность системного подхода к исследованию процессов в техносфере. <b>Умеет:</b> принимать решения в пределах своих полномочий, брать на себя ответственность за последствия принятых решений. <b>Владеет:</b> методами формализации и моделирования	Лекции, практические занятия, СРС	<b>Знает:</b> посредственно основные понятия теории систем, основные понятия теории моделей, общие принципы построения моделей. <b>Умеет:</b> посредственно принимать решения в простых ситуациях. <b>Владеет:</b> посредственно методами моделирования происшествий с помощью диаграмм типа «дерево», правилами построения дерева происшествия и дерева событий.

<p><b>Продвинутый (хорошо)</b></p>	<p>опасных процессов.</p> <p><b>Знает:</b> основные принципы системного анализа и моделирования опасных процессов, сущность системного подхода к исследованию процессов в техносфере.</p> <p><b>Умеет:</b> принимать решения в пределах своих полномочий, брать на себя ответственность за последствия принятых решений.</p> <p><b>Владеет:</b> методами формализации и моделирования опасных процессов.</p>		<p><b>Знает:</b> на хорошем уровне основные понятия теории систем, особенности организации и динамики систем, обобщенную структуру системного анализа и синтеза, основные понятия теории моделей, классификацию моделей и методов моделирования, общие принципы построения моделей.</p> <p><b>Умеет:</b> принимать решения в простых и достаточно сложных ситуациях, осознает ответственность за последствия принятых решений.</p> <p><b>Владеет:</b> на хорошем уровне методами моделирования происшествий с помощью диаграмм типа «дерево», правилами построения дерева происшествия и дерева событий, умеет проводить качественный анализ моделей типа «дерево». Владеет методами моделирования и системного анализа происшествий с помощью диаграмм типа «граф».</p>
<p><b>Высокий (отлично)</b></p>	<p><b>Знает:</b> основные принципы системного анализа и моделирования опасных процессов, сущность системного подхода к исследованию процессов в техносфере.</p> <p><b>Умеет:</b> принимать решения в пределах своих полномочий, брать на себя ответственность за последствия принятых решений.</p> <p><b>Владеет:</b> методами формализации и моделирования</p>		<p><b>Знает:</b> на высоком уровне основные понятия теории систем, особенности организации и динамики систем, обобщенную структуру системного анализа и синтеза, основные понятия теории моделей, классификацию моделей и методов моделирования, основные правила и приемы моделирования процессов в техносфере.</p> <p><b>Умеет:</b> принимать решения в различных сложных ситуациях в пределах своих полномочий, осознает ответственность за последствия принятых решений.</p>

	опасных процессов.		<b>Владеет:</b> на высоком уровне методами моделирования происшествий с помощью диаграмм типа «дерево», правилами построения дерева происшествия и дерева событий, умеет проводить качественный анализ моделей типа «дерево». Владеет методами моделирования и системного анализа происшествий с помощью диаграмм типа «граф». Знает основные принципы построения и анализа стохастических сетей
--	--------------------	--	--

Индекс ОК-12	<p>Формулировка:</p> <p>способность использования основных программных средств, умение пользоваться глобальными информационными ресурсами, владение современными средствами телекоммуникаций, способность использовать навыки работы с информацией из различных источников для решения профессиональных и социальных задач</p>
--------------	--

Ступени уровней освоения компетенции	Отличительные признаки	Технологии формирования	Средства и технологии оценки
<b>Пороговый (удовлетворительный)</b>	<p><b>Знает:</b> методы, способы, средства получения, хранения, обработки информации; современное математическое программное обеспечение (MS Excel,) и методы работы с ним.</p> <p><b>Умеет:</b> работать с компьютером как средством управления информацией, использовать навыки работы с информацией из различных источников.</p> <p><b>Владеет:</b> уверенными навыками работы с «офисным» и математическим ПО,</p>	Лекции, практические занятия, СРС	<p><b>Знает:</b> посредственно методы, способы, средства получения, хранения, обработки информации.</p> <p><b>Умеет:</b> работать с компьютером как средством управления информацией.</p> <p><b>Владеет:</b> посредственно навыками работы с «офисным» и математическим ПО, табличным процессором MS Excel при решении простейших задач системного анализа.</p>



	табличным процессором MS Excel в задачах системного анализа и принятия решений.		
Продвинутый (хорошо)	<p><b>Знает:</b> методы, способы, средства получения, хранения, обработки информации; современное математическое программное обеспечение (MS Excel,) и методы работы с ним.</p> <p><b>Умеет:</b> работать с компьютером как средством управления информацией, использовать навыки работы с информацией из различных источников.</p> <p><b>Владеет:</b> уверенными навыками работы с «офисным» и математическим ПО, табличным процессором MS Excel в задачах системного анализа и принятия решений.</p>		<p><b>Знает:</b> на хорошем уровне методы, способы, средства получения, хранения, обработки информации; современное математическое программное обеспечение (MS Excel) и методы работы с ним на продвинутом уровне.</p> <p><b>Умеет:</b> работать с компьютером как средством управления информацией, использовать навыки работы с информацией из различных источников.</p> <p><b>Владеет:</b> на хорошем уровне навыками работы с «офисным» и математическим ПО, табличным процессором MS Excel при решении простейших и более сложных задач системного анализа и принятия решений.</p>
Высокий (отлично)	<p><b>Знает:</b> методы, способы, средства получения, хранения, обработки информации; современное математическое программное обеспечение (MS Excel,) и методы работы с ним.</p> <p><b>Умеет:</b> работать с компьютером как средством управления информацией, использовать навыки работы с информацией из различных источников.</p>		<p><b>Знает:</b> методы, способы, средства получения, хранения, обработки информации; современное математическое программное обеспечение (табличный процессор MS Excel) и методы работы с ним на высоком уровне.</p> <p><b>Умеет:</b> работать с компьютером как средством управления информацией, использовать навыки работы с информацией из различных источников.</p> <p><b>Владеет:</b> навыками работы с «офисным» и математическим ПО, табличным процессором MS</p>

	<b>Владеет:</b> уверенными навыками работы с «офисным» и математическим ПО, табличным процессором MS Excel в задачах системного анализа и принятия решений.		Excel при решении задач
--	---	--	-------------------------

Индекс ОПК-1	Формулировка: способность учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.
-----------------	--

Ступени уровней освоения компетенции	Отличительные признаки	Технологии формирования	Средства и технологии оценки
<b>Пороговый (удовлетворительный)</b>	<b>Знает:</b> современное программное обеспечение в области обеспечения техносферной безопасности и методы работы с ним <b>Умеет:</b> работать с современными общими и профессиональными программами. <b>Владеет:</b> современными информационными методами и технологиями.	Лекции, практические занятия, СРС	<b>Знает:</b> посредством основы современных информационных технологий в области обеспечения техносферной безопасности и базовые методы работы с ним. <b>Умеет:</b> посредством работать с современными общими и профессиональными программами. <b>Владеет:</b> посредством современными информационными методами и технологиями для проведения математического моделирования.
<b>Продвинутый (хорошо)</b>	<b>Знает:</b> современное программное обеспечение в области обеспечения техносферной безопасности и методы работы с ним <b>Умеет:</b> работать с современными общими и профессиональными программами. <b>Владеет:</b> современными	Лекции, практические занятия, СРС	<b>Знает:</b> на хорошем уровне основы современных информационных технологий в области обеспечения техносферной безопасности и методы работы с ним. <b>Умеет:</b> на хорошем уровне работать с современными общими и профессиональными программами применительно к реальным процессам. <b>Владеет:</b> на хорошем уровне

	информационными методами и технологиями.		современными информационными методами и технологиями для проведения математического моделирования.
<b>Высокий (отлично)</b>	<b>Знает:</b> современное программное обеспечение в области обеспечения техносферной безопасности и методы работы с ним <b>Умеет:</b> работать с современными общими и профессиональными программами. <b>Владеет:</b> современными информационными методами и технологиями.	Лекции, практические занятия, СРС	<b>Знает:</b> на высоком уровне основы современных информационных технологий в области обеспечения техносферной безопасности и методы работы с ним. <b>Умеет:</b> на высоком уровне работать с современными общими и профессиональными программами применительно к реальным процессам, требующим для своего решения различных подходов, размышлений, обобщений и интуиции; разрабатывать алгоритмы решения поставленных задач и обеспечивать их программную реализацию. <b>Владеет:</b> современными информационными методами и технологиями, зачастую, выходящими за рамки стандартов.

Индекс ПК-19	Формулировка: это способность ориентироваться в основных проблемах техносферной безопасности.
--------------	--

Ступени уровней освоения компетенции	Отличительные признаки	Технологии формирования	Средства и технологии оценки
<b>Пороговый (удовлетворительный)</b>	<b>Знает:</b> основные противоречия и проблемы современности, причины и факторы аварийности и травматизма, классификацию известных моделей прогнозирования техногенного ущерба <b>Умеет:</b> использовать методы исследования и совершенствования	Лекции, практические занятия, СРС	<b>Знает:</b> посредственно основные противоречия и проблемы современности, причины и факторы аварийности и травматизма. <b>Умеет:</b> использовать методы исследования и совершенствования безопасности в техносфере на удовлетворительном уровне. <b>Владеет:</b> простейшими

	<p>безопасности в техносфере.</p> <p><b>Владеет:</b> обобщенной методикой формализации и системного анализа процесса причинения техногенного ущерба.</p>		<p>методами формализации и системного анализа процесса причинения техногенного ущерба.</p>
<b>Продвинутый (хорошо)</b>	<p><b>Знает:</b> основные противоречия и проблемы современности, причины и факторы аварийности и травматизма, классификацию известных моделей прогнозирования техногенного ущерба</p> <p><b>Умеет:</b> использовать методы исследования и совершенствования безопасности в техносфере.</p> <p><b>Владеет:</b> обобщенной методикой формализации и системного анализа процесса причинения техногенного ущерба.</p>	<p>Лекции, практические занятия, СРС</p>	<p><b>Знает:</b> на хорошем уровне основные противоречия и проблемы современности, причины и факторы аварийности и травматизма, классификацию известных моделей прогнозирования техногенного ущерба.</p> <p><b>Умеет:</b> использовать методы исследования и совершенствования безопасности в техносфере на хорошем уровне.</p> <p><b>Владеет:</b> обобщенной методикой формализации и системного анализа процесса причинения техногенного ущерба.</p>
<b>Высокий (отлично)</b>	<p><b>Знает:</b> основные противоречия и проблемы современности, причины и факторы аварийности и травматизма, классификацию известных моделей прогнозирования техногенного ущерба</p> <p><b>Умеет:</b> использовать методы исследования и совершенствования безопасности в техносфере.</p> <p><b>Владеет:</b> обобщенной методикой формализации и системного анализа процесса причинения техногенного ущерба.</p>	<p>Лекции, практические занятия, СРС</p>	<p><b>Знает:</b> на высоком уровне основные противоречия и проблемы современности, причины и факторы аварийности и травматизма, классификацию известных моделей прогнозирования техногенного ущерба.</p> <p><b>Умеет:</b> использовать методы исследования и совершенствования безопасности в техносфере на высоком уровне.</p> <p><b>Владеет:</b> обобщенной методикой формализации и системного анализа процесса причинения техногенного ущерба.</p>

Формирование фонда оценочных средств в ходе изучения дисциплины осуществляется на основе сочетания различных видов контроля (текущего контроля, докладов на семинарах, итогов самостоятельной работы студентов к каждому семинару).

**Текущий контроль** качества обучения студентов осуществляется в устной и письменной формах: выполнение практических заданий по разделам, работе студентов с лекционным материалом, поиск и анализ литературы и электронных источников информации по заданной проблеме.

**Рубежный контроль** проводится после 6 семестра – путем устного ответа на вопросы и тестирования.

При тестировании ответы оцениваются следующим образом: **0-40** баллов – не зачтено (оценка - неудовлетворительно); **40-60** баллов – зачтено (оценка - удовлетворительно); **60-80** баллов – зачтено (оценка - хорошо); **80-100** баллов – зачтено (оценка - отлично).

**Самостоятельная работа** студентов при изучении курса Б.1.3.11.1 «Системный анализ и моделирование процессов в техносфере» включает: проработку конспекта лекций; подготовку к практическим работам; изучение материалов, выделенных для самостоятельной проработки; выполнение домашнего задания; проработку лекционных материалов по учебникам. В процессе самоподготовки следует ориентироваться на содержание разделов курса.

Курс завершается - итоговым экзаменом.

#### **14. Образовательные технологии**

Изучение дисциплины осуществляется на лекциях и семинарах, а также самостоятельно под руководством преподавателя. При проведении занятий применяются технические средства обучения, проводятся дискуссии, имитационные обучающие меры. Возможно по отдельным темам использование учебных кинофильмов, видео- и аудиоматериалов.

Семинарские занятия, как правило, проводятся с использованием активных форм с разбором конкретных ситуаций.

Активные формы занятий, умелое использование имеющихся на кафедре комплектов средств обучения по дисциплине в сочетании со словесно-логическим способом информации позволяет эффективно, качественно и доступно провести любое семинарское занятие.

Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине Б.1.3.11.1 «Системный анализ и моделирование процессов в техносфере» включает учет успешности выполнения практических работ, самостоятельной работы, тестовых заданий и сдачу экзамена.

Практические работы считаются успешно выполненными в случае предоставления в конце занятия отчета (протокола), включающего тему, ход работы, соответствующие рисунки и подписи (при наличии), и защите практического занятия – ответе на вопросы по теме работы.

Шкала оценивания – «зачтено / не зачтено». «Зачтено» за практическую работу ставится в случае, если она полностью правильно выполнена, при этом обучающимся показано свободное владение материалом по дисциплине. «Не зачтено» ставится в случае, если работа решена неправильно, тогда она возвращается студенту на доработку и затем вновь сдаётся на проверку преподавателю.

Самостоятельная работа считается успешно выполненной в случае предоставления реферата/доклада по каждой теме.

Оценивание рефератов проводится по принципу «зачтено» / «не зачтено». «Зачтено» выставляется в случае, если реферат/доклада оформлен в соответствии с критериями:

- правильность оформления реферата (титульная страница, оглавление и оформление источников);
- уровень раскрытия темы реферата / проработанность темы;

- структурированность материала;
- количество использованных литературных источников.

В случае, если какой-либо из критериев не выполнен, реферат возвращается на доработку.

В конце семестра обучающийся письменно отвечает на тестовые задания, содержащие вопросы по изученному материалу. Оценивание тестовых заданий проводится по принципу «зачтено» / «не зачтено».

В качестве критериев оценивания используется количество правильных ответов. При ответе более чем на 40 вопросов выставляется «зачтено», в случае меньшего количества правильных ответов ставится «не зачтено».

К экзамену по дисциплине обучающиеся допускаются при:

- предоставлении всех отчетов по всем практическим занятиям и защите всех практических занятий;
- сдачи рефератов с учетом того, что они «зачтены» преподавателем;
- успешном написании тестовых заданий.

Экзамен сдается устно, по билетам, в которых представлено 3 вопроса из перечня «Вопросы для экзамена».

Оценивание проводится по принципу «отлично» / «хорошо» / «удовлетворительно»/ «неудовлетворительно».

### Критерии оценки:

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения
Отлично	Обнаруживший всестороннее и глубокое знание учебного материала, предусмотренного программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой. Домашняя работа выполнена без ошибок, студент, с исчерпывающей полнотой отвечает на вопросы. Задачи решены правильно и качественно оформлены.
Хорошо	Обнаруживший знание учебного материала, предусмотренного программой и усвоивший основную литературу. В домашней работе могут быть незначительные ошибки, исправленные студентом без помощи преподавателя, на некоторые вопросы студент не дает исчерпывающего ответа.
Удовлетворительно	Обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, знакомых с основной литературой. Домашняя работа имеет ошибки, однако студент их выполняет и исправляет после наводящих вопросов. На некоторые вопросы дает ошибочные ответы.
Неудовлетворительно	Обнаруживший пробелы в знаниях основного учебного материала и не может продолжить обучение и приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательного учреждения без дополнительных знаний по рассматриваемой дисциплине и ставится в одном из двух случаев: 1) Домашняя работа не выполнена, после наводящих вопросов преподавателя студент не выявляет ошибки в зачетном задании. 2) Домашняя работа выполнена правильно, но студент не дает по ней объяснения.

### 13. Вопросы к экзамену

1. Понятие системного анализа. Понятие системы, свойства.

2. Понятие моделирования. Типы моделей; условия моделирования и исследования объектов.
3. Классификация математических моделей
4. Общие принципы построения математических моделей
5. Структура математической модели, этапы разработки.
6. Теория моделирования: современные проблемы развития.
7. Имитационное моделирование.
8. Объекты системного анализа и моделирования. Природные и техногенные источники.
9. Объекты системного анализа и моделирования: стохастические и детерминированные.
10. Классификация и характеристика естественных и техногенных источников.
11. Системный анализ и методы прогнозирования чрезвычайных ситуаций и техногенных катастроф
12. Проблемы прогнозирования демографических процессов
13. Массоперенос загрязняющих веществ в окружающей среде
14. Массоперенос в многокомпонентных системах
15. Информационные технологии для моделирования сложных динамических систем
16. Экспертные оценки: методы получения результатов и их обработка
17. Механизмы переноса веществ и законы диффузии.
18. Осмотическая и реверсивная диффузия; диффузия в твердых телах; самодиффузия.
19. Молекулярная диффузия и законы Фика; турбулентная диффузия; конвективная диффузия.
20. Диффузия в однофазной неподвижной среде; стационарная диффузия в движущихся средах; диффузия из точечного источника в движущуюся среду
21. Основные этапы вывода уравнения атмосферной диффузии
22. Моделирование механизмов государственного урегулирования деятельности промышленных предприятий по выбросу вредных веществ
23. Процессы самоочищения в природных средах
24. Виды загрязнений и каналы самоочищения природных сред: сорбционные процессы, гидролиз, фотолиз, окисление, микробиологическое самоочищение
25. Моделирование экологического равновесия
26. Задачи адвекции
27. Модели массопереноса в водных средах
28. Основы теории массопереноса в поверхностных и подземных водах, механизмы массопереноса.
29. Конвективный перенос.
30. Гидравлическая дисперсия.
31. Диффузионный вынос солей через разделяющие слои
32. Прогнозирование наводнений: проблемы и решения
33. Прогнозирование процессов в зонах затрудненного водообмена
34. Модели массопереноса в воздушных средах
35. Модель рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе с учетом рельефа местности.
36. Модель рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе с учетом метеоситуации.
37. Модель рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе с учетом суммации действия вредных веществ и фоновой концентрации
38. Методы прогнозирования пожаров и их последствий
39. Моделирование последствий падения метеорита
40. Модели массопереноса в почвах
41. Определение геомиграционных параметров пород.

42. Балансовая модель засоления орошаемых земель.
43. Прогнозная модель переноса солей в орошаемых почвах
44. Моделирование механизмов миграции гумусовых кислот, нитратов, тяжелых металлов в почве
45. Определение геомиграционных параметров пород

### **Примеры тестовых заданий**

1. Модели по форме бывают:

- а) графические;
- б) стационарные;
- в) вербальные;
- г) каузальные.

2. Состояние системы определяется:

- а) множеством значений управляющих переменных;
- б) скоростью изменения выходных переменных;
- в) множеством характерных свойств системы;
- г) множеством значений возмущающих воздействий.

3. Равновесие системы определяют как:

- а) способность системы сохранять свое состояние сколь угодно долго в отсутствие внешних возмущений;
- б) способность системы возвращаться в исходное состояние после снятия возмущений;
- в) способность системы двигаться равноускоренно сколь угодно долго при постоянных воздействиях;
- г) способность системы сохранять свое состояние сколь угодно долго при постоянных воздействиях.

4. Устойчивость можно определить как:

- а) способность системы сохранять свое состояние сколь угодно долго при постоянных воздействиях;
- б) способность системы двигаться равноускоренно сколь угодно долго при постоянных воздействиях;
- в) способность системы возвращаться в исходное состояние после снятия возмущений;
- г) способность системы сохранять свое состояние сколь угодно долго в отсутствие внешних возмущений.

5. Развитие обязательно связано с:

- а) увеличением в количестве;
- б) увеличением энергетических ресурсов;
- в) увеличением в размерах;
- г) изменением целей.

6. Энтропия системы возрастает при:

- а) полной изоляции системы от окружающей среды;
- б) получении системой информации;
- в) получении системой материальных ресурсов;
- г) внешних управляющих воздействиях на систему.

7. В статической системе:

- а) неизменная структура;



- б) неизменны характеристики; в) неизменны возмущения;
  - г) неизменно состояние.
8. Динамическая система – это:
- а) система, с изменяющимся во времени состоянием;
  - б) система, с изменяющейся во времени структурой;
  - в) система, с изменяющимися во времени параметрами;
  - г) система, с изменяющимися во времени характеристиками.
9. Динамические характеристики это:
- а) характеристики изменяющиеся во времени;
  - б) характеристики не изменяющиеся во времени;
  - в) характеризуют зависимость изменения выходных переменных от входных и времени;
  - г) характеризуют реакцию системы на изменение входных переменных.
10. Закономерности функционирования систем;
- а) справедливы для любых систем;
  - б) справедливы всегда;
  - в) справедливы иногда;
  - г) справедливы «как правило».

## **15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО - МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **15.1. Обязательная литература**

1. Белов, С. В. Техногенные системы и экологический риск : учебник для вузов / С. В. Белов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 434 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8330-2. — Текст : электронный : [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490060> — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
2. Кукин П.П. Анализ и оценка риска производственной деятельности 2012. - — Текст : электронный : [сайт]. — URL: [https://studme.org/1584072013069/bzhd/analiz\\_i\\_otsenka\\_riska\\_proizvodstvennoy\\_deyatelnosti](https://studme.org/1584072013069/bzhd/analiz_i_otsenka_riska_proizvodstvennoy_deyatelnosti) — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
3. Ямалов, И. У. Моделирование процессов управления и принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций / Ямалов И. У. - 4-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 291 с. Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". - ISBN 978-5-00101-722-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001017226.html> — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
4. Клименко, И. С. Теория систем и системный анализ: учебное пособие / Клименко И. С. - М.: Российский новый университет, 2014. - 264 с. —Текст : электронный : [сайт]. — URL: // <http://www.iprbookshop.ru/21322>. - ЭБС «IPRbooks», — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
5. Надежность технических систем и техногенный риск : учебное пособие / . — Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 147 с. — ISBN 978-5-89040-457-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/23110.html> — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
6. Белов, П. Г. Техногенные системы и экологический риск : учебник и практикум для вузов / П. Г. Белов, К. В. Чернов ; под общей редакцией П. Г. Белова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 366 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-

- 00605-6. —Текст : электронный : [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489870> — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
7. Романов, П. С. Математические основы теории систем. Практикум : учебное пособие / П. С. Романов, И. П. Романова. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 172 с. — ISBN 978-5-8114-3645-3. —Текст : электронный : [сайт] — Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/119636> — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
  8. Рахимова, Н.Н. Надежность технических систем и техногенный риск : практикум / Рахимова Н.Н.. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 277 с. — ISBN 978-5-7410-1959-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/78793.html> — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
  9. Горев, В.А. Надежность технических систем и техногенный риск : учебно-методическое пособие к практическим работам для обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / Горев В.А.. — Москва : МИСИ-МГСУ, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2018. — 120 с. — ISBN 978-5-7264-1911-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/80627.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей

### **15.2. Дополнительная литература**

10. Построение и количественный анализ моделей «дерево происшествий» и «дерево событий» : [сайт]. — URL: <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/InsertStatistika.aspx?IdResurs=37867&rashireniedocx> — Режим доступа: для авторизир. пользователей
11. Моделирование переносов влаги и растворенных в ней веществ в почве / Метод. указания к практическим занятиям. Энгельс. — 2021 : [сайт]. — URL: <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/InsertStatistika.aspx?IdResurs=23794&rashireniedoc> — Режим доступа: для авторизир. пользователей

### **15.3. Периодические издания**

1. Журналы «Инженерная экология», «Стандарты и качество»
2. Доклад о состоянии окружающей среды Саратовской области, ежегодник.

### **15.4. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

1. НЭБ eLibrary [сайт]. - URL : <https://elibrary.ru> - Режим доступа : по подписке.
2. ЭБС «Лань» [сайт]. - URL : <https://e.lanbook.com> - Режим доступа : по подписке.
3. ЭБС «IPRbooks» [сайт]. - URL : <http://www.iprbookshop.ru> - Режим доступа : по подписке.
4. ЭБС «Университетская научно-техническая библиотека» [сайт]. - URL : <http://lib.sstu.ru> - Режим доступа : по подписке.
5. «Единое окно» [сайт]. - URL : <http://window.edu.ru> - Режим доступа : свободный.
6. ЭБ диссертаций Российской государственной библиотеки [сайт]. - URL : <https://dvs.rsl.ru> - Режим доступа : свободный
7. международная реферативная база данных Scopus [сайт]. - URL : <https://www.scopus.com> - Режим доступа : свободный.

8. международная реферативная база данных Web of Science [сайт]. - URL : (<http://apps.webofknowledge.com>) и др. - Режим доступа : свободный.
9. Источники ИОС ЭТИ СГТУ
10. Сайт Министерства природных ресурсов Российской Федерации [сайт]. - URL : <http://www.mnr.gov.ru> - Режим доступа : свободный.
11. Сайт Технические нормативы [сайт]. - URL : <http://norm-load.ru/index.htm> - Режим доступа : свободный

## 16. Материально-техническое обеспечение

В процессе изучения дисциплины Б.1.3.11.1 «Системный анализ и моделирование процессов в техносфере» применяется

### **1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации**

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 20 столов, 40 стульев; рабочее место преподавателя; мультимедийная доска; проектор BENQ 631, системный блок (Atom2550/4Гб/500, клавиатура, мышь), подключенный в сеть с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины

Рабочая учебная программа по дисциплине Б.1.3.11.1 «Системный анализ и моделирование процессов в техносфере» составлена в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта ВО с учетом рекомендаций ООП ВО по направлению 20.03.01 "Техносферная безопасность" и учебного плана по профилю подготовки «Защита в чрезвычайных ситуациях, промышленная и пожарная безопасность, охрана труда»

Рабочую программу составил:

Доцент, к.х.н. кафедры ЕМН \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. Лазарева Е.Н.

## 17. Дополнения и изменения в рабочей программе

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Внесенные изменения утверждены на заседании УМКН  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Председатель УМКН \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /