

Документ подписан простой электронной подписью
 Информация о владельце:
 ФИО: Мочалин Константин Сергеевич
 Должность: И.о. ректора
 Дата подписания: 03.07.2026 19:55:46
 Уникальный программный ключ:
 b7695d6b97247fced4385685adb0d9f8e6f2cdf

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

**Федеральное государственное бюджетное
 образовательное учреждение высшего образования
 "Сибирский государственный университет водного транспорта"**

Б1.В.02

Системный анализ и моделирование процессов в техносфере рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Техносферной безопасности и физической культуры
Образовательная программа	20.04.01 Направление подготовки "Техносферная безопасность" Направленность "Управление техносферной безопасностью" год начала подготовки 2025
Квалификация	магистр
Форма обучения	очная
Общая трудоемкость	8 ЗЕТ

Часов по учебному плану	288	Виды контроля на курсах:
в том числе:		зачет 1
аудиторные занятия	90	экзамен 2
самостоятельная работа	152	
часов на контроль	36	

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.&b><Семестр на курсе>)	1 (1.1)		2 (1.2)		Итого	
Неделя	14 5/6		12 4/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Лекции	28	28	24	24	52	52
Лабораторные	14	14	24	24	38	38
Иная контактная работа	4	4	6	6	10	10
Итого ауд.	42	42	48	48	90	90
Контактная работа	46	46	54	54	100	100
Сам. работа	62	62	90	90	152	152
Часы на контроль			36	36	36	36
Итого	108	108	180	180	288	288

Рабочая программа дисциплины

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность (приказ Минобрнауки России от 25.05.2020 г. № 678)

составлена на основании учебного плана образовательной программы:

20.04.01 Направление подготовки "Техносферная безопасность"
Направленность "Управление техносферной безопасностью"
год начала подготовки 2025

Рабочую программу составил(и):

к.т.н, Доцент, Панов Д.В.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Заведующий кафедрой Панов Дмитрий Владимирович

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Целью освоения дисциплины: формирование комплекса знаний, умений и навыков, необходимых для управления рисками на основе системного анализа и моделирования.
-----	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Оценка экологического риска хозяйственной деятельности	
2.1.2	Теория и практика инженерного исследования	
2.1.3	Техногенные воздействия на водные ресурсы	
2.1.4	Технологическая практика	
2.1.5	Учебно-технологическая (учебная экспертно-надзорная) практика	
2.1.6	Гидродинамическое моделирование при чрезвычайных ситуациях	
2.1.7	Информационные технологии в сфере безопасности	
2.1.8	Логика и методология науки	
2.1.9	Математические методы и модели	
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Научно-исследовательская работа	
2.2.2	Оценка уровня безопасности гидротехнических сооружений	
2.2.3	Преддипломная практика	
2.2.4	Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности	
2.2.5	Экологическое обоснование проекта	
2.2.6	Методы оценки ликвидации чрезвычайных ситуаций	
2.2.7	Организация контроля за состоянием охраны труда	
2.2.8	Организация мониторинга безопасности труда	
2.2.9	Оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций	
2.2.10	Оценка уровня безопасности гидротехнических сооружений	
2.2.11	Системы управления промышленной и пожарной безопасности	
2.2.12	Экологическое обоснование проекта	
2.2.13	Научно-исследовательская работа	
2.2.14	Преддипломная практика	
2.2.15	Расчет и проектирование системы обеспечения безопасности	
2.2.16	Государственный контроль и надзор в области безопасности	
2.2.17	Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения	
2.2.18	Профессиональные заболевания	
2.2.19	Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)	

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

УК-1.1: Применяет математического аппарата для критического анализа проблемных ситуаций

УК-1.2: Разрабатывает стратегию действий для разрешения проблемных ситуаций

УК-1.3: Разрабатывает альтернативные стратегии действий при разрешении проблемных ситуаций

ПК-2: Способен внедрять инженерные решения, минимизирующие и предотвращающие негативное воздействие на окружающую среду

ПК-2.1: Обеспечивает подготовку программы внедрения инженерных алгоритмов и решений в технологические процессы организации

ПК-2.2: Осуществляет разработку перечня мероприятий по инженерной защите окружающей среды

ПК-1: Способен осуществлять планирование, разработку и совершенствование системы управления охраной труда и оценки профессиональных рисков

ПК-1.1: Способен определять цели и задачи системы управления охраной труда и профессиональными рисками

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	- Методики анализа целей и функций систем управления
3.1.2	- Основы теории систем и методы системного анализа.
3.1.3	- Принципы построения моделей технических и технологических процессов.
3.1.4	- Современные подходы к исследованию сложных систем и оптимизации их функционирования.
3.1.5	- Инструменты компьютерного моделирования и программного обеспечения для инженерного анализа.
3.2	Уметь:
3.2.1	- Строить математические модели систем и обоснованно выбирать метод системного анализа
3.2.2	- Формулировать цели исследования и выбирать адекватные методы анализа конкретных объектов техносферы.
3.2.3	- Создавать математические модели инженерных систем и анализировать их поведение.
3.2.4	- Использовать современные пакеты прикладных программ для численного моделирования и визуализации результатов исследований.
3.2.5	- Анализировать полученные результаты и интерпретировать их применительно к решению практических задач.
3.3	Владеть:
3.3.1	- Общими методическими принципами, используемыми при построении математических моделей систем; методологией системного подхода и методами системного анализа
3.3.2	- Практическими навыками разработки и реализации компьютерных моделей инженерных процессов.
3.3.3	- Технологией постановки экспериментов и обработки экспериментальных данных.
3.3.4	- Умениями структурированного подхода к проектированию и оценке эффективности технических решений.
3.3.5	- Способностью проводить количественный и качественный анализ проблемных ситуаций в области техники и технологий.

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Вид занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература	ПрПо дгот
Раздел	Раздел 1. Введение. Основные понятия и определения				
Лек	Введение. Основные понятия и определения /Лек/	1	6	Л1.1Л2.1Л3.1	0
Лаб	Граф-модель аварийности и травматизма /Лаб/	1	4	Л1.1Л2.1Л3.1	0
Ср	Введение. Основные понятия и определения /Ср/	1	28	Л1.1Л2.1Л3.1	0
Раздел	Раздел 2. Методологические основы системного анализа				
Лек	Методологические основы системного анализа /Лек/	1	10	Л1.1Л2.1Л3.1	0
Лаб	Логико-лингвистическая модель аварийности и травматизма /Лаб/	1	2	Л1.1Л2.1Л3.1	0
Лаб	Составление классификатора опасностей /Лаб/	1	2	Л1.1Л2.1Л3.1	0

Ср	Составление классификатора опасностей /Ср/	1	14	Л1.1Л2.1Л3. 1	0
Раздел	Раздел 3. Моделирование процессов в техносфере				
Лек	Моделирование процессов в техносфере /Лек/	1	12	Л1.1Л2.1Л3. 1	0
Лаб	Моделирование процессов в техносфере /Лаб/	1	6	Л1.1Л2.1Л3. 1	0
Ср	Основание выбора метода количественной оценки рисков /Ср/	1	20	Л1.1Л2.1Л3. 1	0
ИКР	Промежуточный контроль /ИКР/	1	4		0
Раздел	Раздел 4. Экспертные системы (ЭС)				
Лек	Экспертные системы (ЭС) /Лек/	2	8	Л1.1Л2.1Л3. 1	0
Лаб	Моделирование и системный анализ процесса обоснования требований к уровню безопасности /Лаб/	2	8	Л1.1Л2.1Л3. 1	0
Ср	Проведение оценки рисков /Ср/	2	16	Л1.1Л2.1Л3. 1	0
Раздел	Раздел 5. Моделирование и системный анализ процессов возникновения происшествий в техносфере				
Лек	Моделирование и системный анализ процессов возникновения происшествий в техносфере /Лек/	2	6	Л1.1Л2.1Л3. 1	0
Ср	Аппаратные средства реализации информационных процессов в сфере безопасности /Ср/	2	34	Л1.1Л2.1Л3. 1	0
Раздел	Раздел 6. Моделирование и системный анализ процессов причинения техногенного ущерба				
Лек	Моделирование и системный анализ процессов причинения техногенного ущерба /Лек/	2	6	Л1.1Л2.1Л3. 1	0
Лаб	Проведение анализа систем управления охраной труда и безопасностью производства /Лаб/	2	8	Л1.1Л2.1Л3. 1	0
Ср	Моделирование и системный Построение диаграмм причинно-анализ процессов возникновения следствен-ных связей типа происшествий в техносфере. «дерево происшествий» Проведение анализа систем управления охраной труда и безопасностью производства /Ср/	2	10	Л1.1Л2.1Л3. 1	0
Раздел	Раздел 7. Моделирование и системный анализ управления производственно-экологической безопасностью				
Лек	Моделирование и системный анализ управления производственноэкологи-ческой безопасностью /Лек/	2	4	Л1.1Л2.1Л3. 1	0
Лаб	Моделирование и системный Построение диаграмм причинно-производственно-экологической Моделирование экологических безопасностью. систем. Моделирование экологобиологических задач /Лаб/	2	8	Л1.1Л2.1Л3. 1	0
Ср	Моделирование и системный анализ управления производственноэкологической безопасностью /Ср/	2	30	Л1.1Л2.1Л3. 1	0
ИКР	Промежуточный контроль /ИКР/	2	6	Л1.1Л2.1Л3. 1	0

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Тема 1. Введение. Основные понятия и определения

Предмет курса, его цель и задачи. Структура курса и его связь с другими дисциплинами. Использование материала курса при обеспечении безопасности создаваемых производственных процессов и совершенствовании существующих.

Тема 2. Методологические основы системного анализа

Общие принципы системного анализа. Понятие сложной системы. Понятие и классификация систем. Характеристика систем: элемент, связь, состав, структура, морфология, граница. Свойства, состояния, взаимодействия и факторные пространства систем. Классификация и общая характеристика методов системного анализа. Особенности системного анализа процессов в техносфере. Базовые категории систем. Принцип декомпозиции систем. Принципы организации систем и системной динамики. Ситуационное и адаптивное поведение систем. Структура системного исследования. Диаграммы причинноследственных связей. Принципы моделирования человеко-машинных систем. Этапы жизненного цикла технических и других систем. Понятие оценки состояния диагностики, прогнозирования в поведении систем. Методологические основы обеспечения безопасности процессов в техносфере. Сущность противоречий, причины и факторы происшествий на производстве. Классификация объективно существующих опасностей. Объект, предмет, базовые

категории и принципы системного исследования, обеспечения и совершенствования безопасности процессов в техносфере. Система обеспечения производственно-экологической безопасности: цель, структура, показатели и критерии оценки качества ее функционирования.

Тема 3. Моделирование процессов в техносфере

Виды моделирования. Место формализации и моделирования при исследовании процессов в техносфере. Этапы моделирования. Понятие и виды моделей. Классификация и структура моделей, применяемых в процессе системного анализа безопасности. Детерминированные и стохастические модели, линейные, нелинейные модели. Аналитические, графические, комбинированные (аналитико-имитационные) и логико-лингвистические модели процессов в техносфере. Концептуальное и многоаспектное моделирование. Характеристики моделей. Преимущества и недостатки. Исходные данные и ограничения, обработка и интерпретация результатов моделирования. Имитационное моделирование, особенности и преимущества. Необходимость компьютерной поддержки. Методы машинной реализации моделей и области их предпочтительного использования при системном анализе опасных процессов. Логико-лингвистическая модель процесса возникновения происшествий в человеко-машинной системе. Принципы имитационного моделирования происшествий в техносфере.

Тема 4. Экспертные системы (ЭС)

Области применения ЭС при моделировании процессов в техносфере. Классификация задач, решаемых с помощью ЭС, преимущества. Представление информации в ЭС. Понятие знания. Модели представления знаний. Понятие кванторов. Дерево «и/или». Понятие предиката. Модели предикатного типа. Модели продукционного типа. Модели на основе табличного языка. Семантические модели. Модели на основе фреймов. Экспертная система оценки техногенного риска и мероприятий по его снижению.

Тема 5. Моделирование и системный анализ процессов возникновения происшествий в техносфере (ЭС)

Основные принципы системного анализа и моделирования опасных процессов. Структура системного подхода к исследованию опасных процессов в техносфере. Способы формализации и моделирования процесса возникновения происшествий. Особенности представления информации методами теории нечетких множеств. Основные понятия и виды диаграмм причинно-следственных связей. Символы, применяемые при графическом изображении процесса возникновения техногенных происшествий. Системный анализ и моделирование с помощью диаграмм причинноследственных связей типа "дерево". Характеристика моделей типа "дерево происшествия" и "дерево событий" - его исходов. Общие принципы и правила построения дерева происшествия и дерева событий. Качественный анализ дерева происшествия. Понятие и способы определения минимальных сочетаний исходных предпосылок, их значимости и критичности. Количественный анализ дерева происшествия и дерева событий. Системный анализ и моделирование с помощью диаграмм причинноследственных связей типа "граф" и "сеть". Поточные графы появления аварийности и травматизма на производстве и транспорте. Сетевая модель условий возникновения железнодорожных крушений.

Тема 6. Моделирование и системный анализ процессов причинения техногенного ущерба

Общие принципы моделирования и системного анализа техногенного ущерба. Характеристика способов прогнозирования последствий техногенных происшествий. Классификация используемых при этом моделей и методов. Принципы априорной количественной оценки техногенного ущерба. Модели и методы прогнозирования зон, вероятности и тяжести техногенных происшествий. Системный анализ и моделирование неконтролируемого истечения и распространения энергии и вредного вещества в техносфере. Физическое и математическое моделирование процессов энерго-массоистечения. Классификация и кодирование моделей полей концентрации вредных веществ. Моделирование процессов распространения вещества в атмосфере и гидросфере. Моделирование процессов трансформации взрыво-пожароопасных, радиоактивных и токсичных веществ в техносфере. Системный анализ и моделирование процессов разрушительной трансформации и адсорбции энергии и вещества в техносфере. Принципы моделирования процесса причинения ущерба трансформацией и адсорбцией энергомассопотоков. Классификация моделей причинения ущерба. Объемные, площадные и массовые критерии разрушительного поглощения энергии и вещества. Особенности моделирования и оценки ущерба людским, материальным и природным ресурсам.

Тема 7. Моделирование и системный синтез управления, производственно-экологической безопасностью

Общие принципы программно-целевого планирования и управления процессом совершенствования безопасности. Модель программно-целевого обеспечения безопасности производственных процессов в техносфере. Стратегическое планирование и оперативное управление производственно-экологической безопасностью. Структура задач и мероприятий по совершенствованию безопасности. Особенности моделирования процессов обеспечения и совершенствования безопасности методами математической теории организации. Моделирование и системный анализ процесса обоснования требований к показателям безопасности. Классификация моделей и методов нормирования риска. Их краткая характеристика, опыт применения, достоинства и недостатки. Структура затрат и ущерба от объективно существующих природных и техногенных опасностей. Оптимизация приемлемой вероятности появления техногенных происшествий. Системный анализ результатов моделирования процесса нормирования производственно-экологической безопасности. Моделирование и системный анализ процесса обеспечения заданных требований к безопасности создаваемых технологических процессов. Общая модель и структура задач программно-целевого обеспечения требуемого уровня безопасности. Целевые программы, модели и методы обеспечения заданной "безопасности" технологического оборудования, совершенствования профессионального отбора и обучения эксплуатирующего персонала, учета влияния рабочей среды и средств защиты на риск техногенных происшествий. Моделирование и системный анализ контроля степени удовлетворения заданных требований к безопасности. Общие принципы и особенности контроля безопасности на различных стадиях жизненного цикла производственных процессов. Байесовские модели контроля уровня безопасности создаваемых производственных процессов на головном объекте. Контроль эффективности мероприятий по

совершенствованию безопасности существующих объектов методом проверки статистических гипотез. Моделирование и системный анализ процесса поддержания заданных требований к уровню производственно-экологической безопасности. Общие принципы и дерево целей поддержания приемлемой безопасности. Модели и методы поддержания готовности персонала к обеспечению безопасности. Оптимизация контрольно-профилактической работы по предупреждению происшествий. Модели и методы совершенствования контроля безопасности особо опасных производственных процессов.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

Примерные вопросы, применяемые для оценки освоения указанных этапов компетенции

Примерные вопросы, применяемые для защиты лабораторных работ

6.2. Темы письменных работ

6.3. Контрольные вопросы и задания

1. Экспертные системы. Области применения. Классификация задач, решаемых с помощью ЭС.
2. Представление информации в ЭС. Понятие знания. Модели представления знаний.
3. Понятие кванторов. Дерево «и / или». Понятие предиката.
4. Модели предикатного типа. Модели продукционного типа. Модели на основе табличного языка. Семантические модели. Модели на основе фреймов.
5. Экспертная система оценки техногенного риска и мероприятий по его снижению.
6. Природа и поведение экологических систем. Моделирование экологических систем.
7. Моделирование эколого-биологических задач.
8. Математическое моделирование оптимального размещения промышленных предприятий.
9. Моделирование и системный синтез правления производственно-экологической безопасностью.
10. Структура задач и мероприятий по совершенствованию безопасности.

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Методика оценки экзамена

Экзамен проводится по экзаменационным билетам, установленным кафедрой, в письменной или устной форме, при условии выполнения требований рабочей программы дисциплины.

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если все задания выполнены в соответствии с требованиями экзаменационного билета, в полном объеме и без ошибок.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если все задания выполнены в соответствии с требованиями экзаменационного билета, в полном объеме, однако один или несколько ответов имеют ошибки в содержании и/или выводах, не влияющие (или слабо влияющие) на итоговый результат.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если все задания выполнены в соответствии с требованиями экзаменационного билета, в полном объеме, однако один или несколько ответов имеют ошибки в содержании и/или выводах, которые повлекли незначительное искажение итогового результата.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если хотя бы одно из заданий не выполнено или выполнено не в полном объеме и/или один или несколько ответов имеют ошибки в содержании и/или выводах, которые привели к значительному искажению итогового результата.

В случаях, если обучающийся дает не полные и/или не развернутые ответы на вопросы билета, или же ответы содержат ошибочные сведения и выводы, преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы, направленные на уточнение уровня знаний, умений и навыков обучающегося в рамках освоения компетенций по дисциплине.

Методика оценки лабораторных работ

При защите лабораторных работ обучающемуся задается три вопроса по теме работы. В случае ответа на поставленные вопросы работа считается защищенной. При ответе на два вопроса и полном отсутствии ответа на третий или неполном ответе на все три вопроса лабораторная работа считается не защищенной.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1 Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Острошенко В. В., Острошенко Л. Ю.	Системный анализ и моделирование экосистем	Уссурийск: Приморская ГСХА, 2012

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Асламова В. С., Руш Е. А., Асламова Е. А.	Управление рисками, системный анализ и моделирование: учебное пособие	Иркутск: ИрГУПС, 2017

7.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Жаркова Н. Н.	Управление рисками, системный анализ и моделирование: практикум	Омск: Омский ГАУ, 2019

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Назначение	Оборудование
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор (переносной), ПК (переносной)
Компьютерный класс - учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: Плазменный телевизор «Samsung»-стационарный; ПК (переносной); ПК – 16 шт. (в т.ч. преподавательский)
Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор (переносной), ПК (переносной)
Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор (переносной), ПК (переносной)