

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра радиоэлектроники и защиты информации

**Авторы-составители: Лунегов Игорь Владимирович
Карпов Сергей Борисович
Селетков Илья Павлович**

Рабочая программа дисциплины

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В ТЕХНОСФЕРЕ

Код УМК 96207

Утверждено
Протокол №4
от «24» июня 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Системный анализ и моделирование процессов в техносфере

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **20.03.01** Техносферная безопасность

направленность Безопасность технологических процессов химических и нефтехимических производств

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Системный анализ и моделирование процессов в техносфере** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

20.03.01 Техносферная безопасность (направленность : Безопасность технологических процессов химических и нефтехимических производств)

ПК.4 способность проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, мониторинг полей и источников опасностей, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	20.03.01 Техносферная безопасность (направленность: Безопасность технологических процессов химических и нефтехимических производств)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	10
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	14
Проведение практических занятий, семинаров	28
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (10 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Системный анализ и моделирование процессов в техносфере

Введение

Предмет курса, его цель и задачи, структура курса. Использование материала курса при обеспечении безопасности создаваемых производственных процессов и совершенствовании существующих.

Методологические основы системного анализа и синтеза

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. Свойства эмерджентности, энтропии и гомеостазиса. Ситуационное и адаптивное поведение систем.

Структура системного исследования. Диаграммы причинно-следственных связей. Принципы моделирования человеко-машинных систем. Этапы жизненного цикла технических и других систем. Понятие оценки состояния диагностики, прогнозирования в поведении систем.

Общие принципы моделирования 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. 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.

Системный анализ и моделирование процессов возникновения происшествий в техносфере

Сущность противоречий, причины и факторы происшествий на производстве. Классификация объективно существующих опасностей. Основные принципы системного анализа и моделирования опасных процессов. Структура системного подхода к исследованию опасных процессов в техносфере. Способы формализации и моделирования процесса возникновения происшествий. Основные понятия и виды диаграмм причинно-следственных связей. Символы, применяемые при графическом изображении процесса возникновения техногенных происшествий.

Системный анализ и моделирование с помощью диаграмм причинно-следственных 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 причинно-следственных связей типа «граф» и «сеть». Поточковые графы появления аварийности и травматизма на производстве и транспорте. Сетевая модель условий возникновения железнодорожных крушений.

Системный анализ и моделирование процессов причинения ущерба от техногенных происшествий

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 энерго-массопотоков. Классификация моделей причинения ущерба. Модели, основанные на зависимостях «доза-эффект», эрфик- и пробит-функциях. Объемные, площадные и массовые критерии разрушительного поглощения энергии и вещества. Особенности моделирования и оценки ущерба людским, материальным и природным ресурсам.

Системный анализ и моделирование процессов управления обеспечением безопасности в техносфере

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. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Павлов, Ю. Л. Системный анализ химико-технологических процессов как объектов управления и методы настройки регуляторов : учебное пособие / Ю. Л. Павлов, Н. Н. Зиятдинов, Д. А. Рыжов. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. — 88 с. — ISBN 978-5-7882-1381-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/62273.html>
2. Марценюк М. А., Карпов С. Б. Проектирование и разработка информационных систем. Практикум: учебно-методическое пособие / М. А. Марценюк, С. Б. Карпов. - Пермь, 2012, ISBN 978-5-7944-1866-8, 2-е изд..-1. <http://www.campus.psu.ru/library/node/18061>

Дополнительная:

1. Фирсов, А. И. Экология техносферы : учебное пособие для вузов / А. И. Фирсов, А. Ф. Борисов. — Нижний Новгород : Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 94 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/20799>
2. Медведева С. А. Физико-химические процессы в техносфере: Учебное пособие / Медведева С. А.. - Москва: Инфра-Инженерия, 2017, ISBN 978-5-9729-0149-4.-224. <http://www.iprbookshop.ru/69019.html>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://in.psu.ru/elis/> электронная библиотека ELiS

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Системный анализ и моделирование процессов в техносфере** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета;
- интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта, профессиональные тематические чаты и форумы, системы аудио и видео конференций, онлайн энциклопедии и т.д.).

Программное обеспечение:

- ОС «Альт Образование» (Договор № ДС 003–2020);
- офисный пакет приложений "Libre office";
- приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиа контент PDF-файлов;
- программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель);
- программа просмотра интернет контента (браузер) "Google Chrome".
- среда моделирования MS Visio.
- среда построения UML диаграмм.
- MathCad Prime 3.1

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционные занятия - Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
2. Практические (семинарские) занятия - Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
3. Групповые (индивидуальные) консультации - Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
4. Текущий контроль - Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

доской.

5. Самостоятельная работа - Аудитория для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Системный анализ и моделирование процессов в техносфере**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ПК.4

способность проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, мониторинг полей и источников опасностей, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.4 способность проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, мониторинг полей и источников опасностей, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации</p>	<p>знать: - механизмы воздействия опасностей на человека; уметь: - самостоятельно проводить анализ; - учитывать при анализе взаимодействия человека с опасными факторами специфику факторов; владеть: - методами системного анализа и моделирования</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>не знает механизмы воздействия опасностей на человека; не умеет самостоятельно проводить анализ, учитывать при анализе взаимодействия человека с опасными факторами специфику факторов; не владеет методами системного анализа и моделирования.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>частично знает механизмы воздействия опасностей на человека; умеет самостоятельно проводить анализ, учитывать при анализе взаимодействия человека с опасными факторами специфику факторов; владеет методами системного анализа и моделирования.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>знает механизмы воздействия опасностей на человека; умеет самостоятельно проводить анализ, учитывать при анализе взаимодействия человека с опасными факторами специфику факторов; владеет методами системного анализа и моделирования.</p> <p align="center">Отлично</p> <p>в полной мере знает механизмы воздействия опасностей на человека; умеет самостоятельно проводить анализ, учитывать при анализе взаимодействия человека с опасными факторами специфику факторов; на высоком уровне владеет методами</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		Отлично системного анализа и моделирования.

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.4 способность проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, мониторинг полей и источников опасностей, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации	Системный анализ и моделирование процессов возникновения происшествий в техносфере Защищаемое контрольное мероприятие	Умеет анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов
ПК.4 способность проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, мониторинг полей и источников опасностей, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации	Системный анализ и моделирование процессов причинения ущерба от техногенных происшествий Защищаемое контрольное мероприятие	Умеет анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов; использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач; систематизировать информацию по теме исследований, владеет методами обработки экспериментальных данных

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.4 способность проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, мониторинг полей и источников опасностей, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации	Системный анализ и моделирование процессов управления обеспечением безопасности в техносфере Итоговое контрольное мероприятие	умение проводить анализ предметной области; формулировать выводы и обобщения; выявлять причинно-следственные связи

Спецификация мероприятий текущего контроля

Системный анализ и моделирование процессов возникновения происшествий в техносфере

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Студент проводит анализ и моделирование процесса возникновения происшествий в техносфере на примере какого-либо выбранного совместно с преподавателем происшествия и представляет результат в виде презентации. Студент даёт полный развёрнутый ответ на дополнительные вопросы	30
Студент проводит анализ и моделирование процесса возникновения происшествий в техносфере на примере какого-либо выбранного совместно с преподавателем происшествия и представляет результат в виде презентации. В ходе работы были совершены незначительные ошибки.	13
Проделанная работа не удовлетворяет предъявляемым требованиям	0

Системный анализ и моделирование процессов причинения ущерба от техногенных происшествий

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Студент проводит анализ и моделирование процесса возникновения происшествий в техносфере на примере какого-либо выбранного совместно с преподавателем процесса и представляет результат в виде презентации. Студент даёт полный развёрнутый ответ на дополнительные вопросы	30
Студент проводит анализ и моделирование процесса возникновения происшествий в техносфере на примере какого-либо выбранного совместно с преподавателем процесса и представляет результат в виде презентации. Студент даёт ответ на дополнительные вопросы	24

Студент проводит анализ и моделирование процесса возникновения происшествий в техносфере на примере какого-либо выбранного совместно с преподавателем процесса и представляет результат в виде презентации. В ходе работы были совершены незначительные ошибки	13
Проделанная работа не удовлетворяет предъявляемым требованиям	0

Системный анализ и моделирование процессов управления обеспечением безопасности в техносфере

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Студент проводит анализ и моделирование процесса причинения ущерба от техногенных происшествий на примере какого-либо выбранного совместно с преподавателем происшествия и представляет результат в виде презентации. Студент даёт полный развёрнутый ответ на дополнительные вопросы	40
Студент проводит анализ и моделирование процесса причинения ущерба от техногенных происшествий на примере какого-либо выбранного совместно с преподавателем происшествия и представляет результат в виде презентации. Студент даёт ответ на дополнительные вопросы	32
Студент проводит анализ и моделирование процесса причинения ущерба от техногенных происшествий на примере какого-либо выбранного совместно с преподавателем происшествия и представляет результат в виде презентации. В анализе совершены незначительные ошибки	17
Проделанная работа не соответствует предъявляемым требованиям	0