

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
 ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ЮТИ  
 Чинахов Д.А.  
 «25» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2019 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

| Моделирование аварийных ситуаций                                    |                                    |         |                        |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------|------------------------|
| Направление подготовки/специальность                                | 20.03.01 Техносферная безопасность |         |                        |
| Образовательная программа (направленность (профиль))                | Защита в чрезвычайных ситуациях    |         |                        |
| Специализация                                                       | Защита в чрезвычайных ситуациях    |         |                        |
| Уровень образования                                                 | высшее образование - бакалавриат   |         |                        |
| Курс                                                                | 3                                  | семестр | 6                      |
| Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)                         | 3                                  |         |                        |
| Виды учебной деятельности                                           | Временной ресурс                   |         |                        |
| Контактная (аудиторная) работа, ч                                   | Лекции                             | 24      |                        |
|                                                                     | Практические занятия               | 32      |                        |
|                                                                     | Лабораторные занятия               | 0       |                        |
|                                                                     | ВСЕГО                              | 56      |                        |
| Самостоятельная работа, ч                                           |                                    |         | 52                     |
| В т.ч. отдельные виды работы с выделенной промежуточной аттестацией |                                    |         | <b>Курсовая работа</b> |
| ИТОГО, ч                                                            |                                    |         | <b>108</b>             |

|                              |                                   |                              |     |
|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----|
| Вид промежуточной аттестации | Экзамен, дифференцированный зачёт | Обеспечивающее подразделение | ЮТИ |
|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----|

|                                   |                                                                                     |                |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Руководитель ООП<br>Преподаватель |  | Солодский С.А. |
|                                   |                                                                                     | Деменкова Л.Г. |

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

| Код компетенции | Наименование компетенции                                                                                                                                                                                      | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций) |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                                                                                                                               | Код                                                         | Наименование                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| ПК (У)-5        | Способность ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей | ПК (У)-5                                                    | ПК (У)-5.В8 Навыками анализа информации и синтеза полученных данных для разработки решения руководителя работ по ликвидации последствий радиационного загрязнения, и химического заражения                                                                                        |
|                 |                                                                                                                                                                                                               | ПК (У)-5                                                    | ПК (У)-5.У8 Применять методики по прогнозированию и оценке радиационной и химической обстановки                                                                                                                                                                                   |
|                 |                                                                                                                                                                                                               | ПК (У)-5                                                    | ПК (У)-5.38 Содержание мероприятий радиационной, и химической защиты систему своевременного обнаружения. Источники радиоактивного облучения, химической и биологической опасности персонала и населения, основы применения средств выявления радиационной и химической обстановки |

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

| Планируемые результаты обучения по дисциплине |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Компетенция |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Код                                           | Наименование                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |             |
| РД-1                                          | Иметь представление:<br>- о роли системного подхода в современных научных исследованиях;<br>- о моделировании сложных социально-экономических систем на базе математики, символьной логики, экономической статистики                                                                                                                                  | ПК (У)-5    |
| РД-2                                          | Знать:<br>- основные понятия и определения систем;<br>- структуру и общие свойства систем;<br>- методики анализа целей и функций систем управления;<br>- базовые математические методы, применяемые в системном анализе                                                                                                                               | ПК (У)-5    |
| РД-3                                          | Осуществлять процесс выбора объекта моделирования, его структуризацию и систематизацию свойств;<br>- определять цели и критерии моделирования;<br>- строить математические модели систем и обоснованно выбирать метод системного анализа;<br>- проводить исследования сложных систем с помощью математических, статистических и вероятностных методов | ПК (У)-5    |
| РД-4                                          | владеть:<br>- математическим аппаратом, используемым в системном подходе,<br>- практическими навыками построения и исследования математических моделей.                                                                                                                                                                                               | ПК (У)-5    |

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

#### 4. Структура и содержание дисциплины Основные виды учебной деятельности

| Разделы дисциплины                                                                                  | Формируемый результат обучения по дисциплине | Виды учебной деятельности | Объем времени, ч. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------|-------------------|
| <b>Раздел 1.</b> Методологические основы системного анализа                                         | РД1, РД2                                     | Лекции                    | 8                 |
|                                                                                                     | РД3, РД4                                     | Практические занятия      | 2                 |
|                                                                                                     | РД1–РД4                                      | Самостоятельная работа    | 20                |
| <b>Раздел 2.</b> Моделирование и системный анализ процессов возникновения происшествий в техносфере | РД1, РД2                                     | Лекции                    | 8                 |
|                                                                                                     | РД3, РД4                                     | Практические занятия      | 22                |
|                                                                                                     | РД1–РД4                                      | Самостоятельная работа    | 20                |
| <b>Раздел 3.</b> Моделирование и системный анализ процессов причинения техногенного ущерба          | РД1, РД2                                     | Лекции                    | 8                 |
|                                                                                                     | РД3, РД4                                     | Практические занятия      | 8                 |
|                                                                                                     | РД1–РД4                                      | Самостоятельная работа    | 12                |

Содержание разделов дисциплины:

##### **Раздел 1. Методологические основы системного анализа**

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.

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 причинно-следственных 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.

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.

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.

**Темы лекций:**

1. Общие принципы системного анализа
2. Категории и принципы организации систем
3. Методологические основы обеспечения безопасности процессов в техносфере
4. Модели и моделирование

**Темы практических занятий:**

1. Решение логических задач

|                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 2. Моделирование и системный анализ процессов возникновения происшествий в техносфере</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|

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 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». Поточные графы появления аварийности и травматизма на производстве и транспорте. Сетевая модель условий возникновения железнодорожных крушений.

**Темы лекций:**

5. Системный подход к исследованию опасных процессов в техносфере
6. Основные понятия и виды диаграмм причинно-следственных связей.
7. Системный анализ и моделирование с помощью диаграмм причинно-следственных связей типа «граф» и «сеть».
8. Поточные графы появления аварийности и травматизма на производстве и транспорте.

**Темы практических занятий:**

2. Анализ моделей типа «дерево происшествий»
3. Прогнозирование вероятности наступления чрезвычайных ситуаций
4. Моделирование и прогнозирование обстановки при землетрясении
5. Прогнозирование и оценка обстановки при ураганах
6. Прогнозирование и оценка обстановки при наводнениях
7. Прогнозирование и оценка обстановки при пожарах
8. Прогнозирование и оценка обстановки при лесных пожарах
9. Прогнозирование и оценка обстановки при химических авариях
10. Прогнозирование и оценка обстановки при радиационных авариях
11. Прогнозирование и оценка обстановки при гидродинамических авариях
12. Прогнозирование и оценка обстановки при взрыве конденсированных взрывчатых веществ

|                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 3. Моделирование и системный анализ процессов причинения техногенного ущерба</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|

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.

#### **Темы лекций:**

9. Общие принципы моделирования и системного анализа техногенного ущерба
10. Моделирование процессов распространения вещества в атмосфере и гидросфере.
11. Моделирование процессов трансформации взрыво-пожароопасных, радиоактивных и токсичных веществ в техносфере.
12. Особенности моделирования и оценки ущерба людским, материальным и природным ресурсам.

#### **Темы практических занятий:**

13. Вероятностная оценка материального ущерба при чрезвычайных ситуациях
14. Вероятностная оценка ущерба людским ресурсам при чрезвычайных ситуациях
15. Вероятностная оценка ущерба природным ресурсам при чрезвычайных ситуациях
16. Защита курсовых работ

#### **Тематика курсовых работ**

Моделирование аварийной ситуации на опасном производственном объекте (по вариантам):  
Прогнозирование аварийной ситуации на насосной станции  
Прогнозирование аварийной ситуации на объекте нефтегазового комплекса  
Прогнозирование аварийной ситуации на ПО «Азот»  
Прогнозирование аварийной ситуации на хладокомбинате  
Прогнозирование аварийной ситуации на АЗС  
Прогнозирование аварийной ситуации на ОДО «Юрмаш»

### **5. Организация самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Подготовка к практическим занятиям, к экзамену;
- Выполнение курсовой работы;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

#### Основная литература

1. Качала, В.В. Теория систем и системный анализ: учебник в электронном формате [Электронный ресурс] / В. В. Качала. – Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740МВ). – Москва: Академия, 2013. – Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/FN/fn-95.pdf> (контент)
2. Системный анализ в вопросах и ответах: учебное пособие [Электронный ресурс] / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт природных ресурсов (ИПР), Кафедра физической и аналитической химии (ФАХ) ; сост. Е. И. Сметанина. – Томск: Изд-во ТПУ, 2016. – Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2016/m084.pdf> (контент)
3. Советов, Б.Я. Моделирование систем: учебник [Электронный ресурс] / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев; Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет (СПбГЭТУ). – 7-е изд. – Москва: Юрайт, 2014. – Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/FN/fn-85.pdf> (контент)

#### Дополнительная литература

1. Волкова, В.Н. Теория систем и системный анализ: учебник для бакалавров [Электронный ресурс] / В.Н. Волкова, А.А. Денисов. – Москва: Юрайт, 2013. – Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/FN/fn-26.pdf> (контент)

### 6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Профессиональная база данных: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/defaultx.asp?>
2. Информационно-справочные системы:
  - Информационно-справочная система КОДЕКС. – Режим доступа: <https://kodeks.ru/>;
  - Справочно-правовая система КонсультантПлюс. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>

#### Лицензионное программное обеспечение:

Libre Office, Windows, Chrome, Firefox ESR, PowerPoint, Acrobat Reader, Zoom, Компас-3D V16, SolidWorks, Adem, Вертикаль, Лоцман: PLM, Лоцман-технолог

## 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических занятий:

| №  | Наименование специальных помещений                                                                                                                                                                                                             | Наименование оборудования                                                                                                                                                                                                       |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации<br>652055, Кемеровская область, г. Юрга, Достоевского улица, д.4, учебный корпус № 4, аудитория № 12 | Доска аудиторная – 1 шт., компьютер – 1 шт., проектор – 1шт., стол – 21 шт., стул – 42 шт., экран – 1 шт., стол, стул преподавателя – 1 шт.<br><br>Libre Office, Windows, Chrome, Firefox ESR, PowerPoint, Acrobat Reader, Zoom |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации<br>652055, Кемеровская область, г. Юрга, Достоевского улица, д.4, учебный корпус № 4, аудитория № 17<br>Компьютерный класс | Доска аудиторная – 1 шт., компьютер – 10 шт., компьютерный стол – 10 шт., стул – 14 шт., стол, стул преподавателя – 1 шт., телевизор плазменный- 1 шт.<br><br>Libre Office, Windows, Chrome, Firefox ESR, PowerPoint, Acrobat Reader, Zoom ,Компас-3D V16, SolidWorks, Adem, Вертикаль, Лощман: PLM, Лощман-технолог |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность»/ образовательная программа «Защита в чрезвычайных ситуациях» / специализация «Защита в чрезвычайных ситуациях» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик:

| Должность             | Подпись                                                                           | ФИО            |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Старший преподаватель |  | Деменкова Л.Г. |

Программа одобрена на заседании ОТБ (протокол от «19» июня 2019 г. № 10/19).

И.о. заместителя директора, начальник ОО,  
к.т.н, доцент

 /Солодский С.А./

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

| Учебный год                 | Содержание /изменение                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Обсуждено на заседании<br>(протокол) |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 2020/2021<br>учебный<br>год | 1. Обновлено программное обеспечение во всех дисциплинах и практиках<br>2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем во всех дисциплинах и практиках<br>3. Обновлено содержание разделов дисциплин<br>4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС во всех дисциплинах и практиках | УМК ЮТИ от «18»<br>июня 2020 г. №8   |
| 2020/2021<br>учебный<br>год | Изменено содержание подразделов 7.1, 8.1 ООП                                                                                                                                                                                                                                                                                    | УМК ЮТИ от «18»<br>июня 2020 г. №8   |