

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 2018 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

| Системный анализ и моделирование процессов в техносфере |                                    |         |     |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------|---------|-----|
| 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                             |         | 16  |
|                                                         | Практические занятия               |         | 16  |
|                                                         | Лабораторные занятия               |         | 0   |
|                                                         | ВСЕГО                              |         | 32  |
| Самостоятельная работа, ч                               |                                    |         | 76  |
| ИТОГО, ч                                                |                                    |         | 108 |

|                              |       |                              |                |
|------------------------------|-------|------------------------------|----------------|
| Вид промежуточной аттестации | Зачёт | Обеспечивающее подразделение | ЮТИ            |
| Руководитель ООП             |       |                              | Солодский С.А. |
| Преподаватель                |       |                              | 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                                                                 |
| УК(У)-4         | Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах) | УК(У)-4.В2                                                  | Владеет стратегиями представления результатов анализа и обработки информации |

## 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:

| Код  | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Компетенция |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|      | Наименование                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |             |
| РД-1 | Иметь представление:<br>- о роли системного подхода в современных научных исследованиях;<br>- о моделировании сложных социально-экономических систем на базе математики, символической логики, экономической статистики                                                                                                                               | УК(У)-4     |
| 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                                                                                                                               | УК(У)-4     |
| 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 | УК(У)-4     |
| РД-4 | владеть:<br>- математическим аппаратом, используемым в системном подходе,<br>- практическими навыками построения и исследования математических моделей.                                                                                                                                                                                               | УК(У)-4     |

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    | 26                |
| <b>Раздел 2.</b> Моделирование и системный анализ процессов возникновения происшествий в техносфере | РД1, РД2                                     | Лекции                    | 4                 |
|                                                                                                     | РД3, РД4                                     | Практические занятия      | 12                |
|                                                                                                     | РД1–РД4                                      | Самостоятельная работа    | 25                |
| <b>Раздел 3.</b> Моделирование и системный анализ процессов причинения техногенного ущерба          | РД1, РД2                                     | Лекции                    | 4                 |
|                                                                                                     | РД3, РД4                                     | Практические занятия      | 2                 |
|                                                                                                     | РД1–РД4                                      | Самостоятельная работа    | 25                |

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. Методологические основы обеспечения безопасности процессов в техносфере
3. Модели и моделирование
4. Экспертные системы

**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.

**Темы практических занятий:**

2. Анализ моделей типа «дерево происшествий»
3. Прогнозирование вероятности наступления чрезвычайных ситуаций
4. Прогнозирование и оценка обстановки при ураганах
5. Прогнозирование и оценка обстановки при наводнениях
6. Прогнозирование и оценка обстановки при пожарах
7. 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:**

7. Модели и методы прогнозирования зон, вероятности и тяжести техногенных происшествий.

8. Особенности моделирования и оценки ущерба людским, материальным и природным ресурсам.

#### **Темы практических занятий:**

8. Прогнозирование вероятности наступления чрезвычайных ситуаций.

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

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

- Работа с лекционным материалом;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Подготовка к практическим занятиям;
- 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)

##### **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. Единое окно доступа к образовательным ресурсам // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный.

2. База данных ScienceDirect, предметные коллекции журналов CompleteFreedomCollectionFee – <http://www.sciencedirect.com>. Договор № 659-121216ЕП от 12.12.2016 г. Период действия – бессрочно

Лицензионное программное обеспечение:

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 – 1 шт., 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, Лоцман: PLM, Лоцман-технолог |

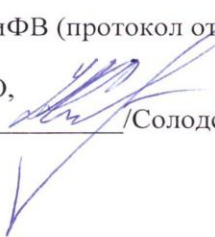
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность»/ образовательная программа «Защита в чрезвычайных ситуациях» / специализация «Защита в чрезвычайных ситуациях» (приема 2018 г., очная форма обучения)

Разработчик:

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

Программа одобрена на заседании БЖДЭиФВ (протокол от «02» июня 2018 г. № 11/18).

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 (протокол)         |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 2019/2020<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 | ОТБ (протокол от «19»июня 2019г. № 10/19) |
| 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» июня 2020 г. №8           |
| 2020/2021<br>учебный<br>год | Изменено содержание подразделов 7.1, 8.1 ООП                                                                                                                                                                                                                                                                                    | УМК ЮТИ от «18» июня 2020 г. №8           |
|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                           |
|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                           |