

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 08.07.2021 12:48:02  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной и мето-  
дической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017г.

### **Рабочая программа дисциплины**

## **НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ТЕХНОГЕННЫЙ РИСК** (начало подготовки – 2017 год)

Направление подготовки

**20.03.01 –Техносферная безопасность**

Направленность программы бакалавриата

**Безопасность технологических процессов и производств  
Инженерная защита окружающей среды**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Факультет **инженерно-технологический**

Кафедра **химической энергетики**

Санкт-Петербург

2017

Б1.Б.15

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
.Разработчики		доцент Козлоа А.А

Рабочая программа дисциплины «Надежность технических систем и техногенный риск»  
(обсуждена на заседании кафедры химической энергетики,  
протокол от «30» января 2017 г . № 5

Заведующий  
кафедрой

\_\_\_\_\_ А.С. Мазур

Одобрено учебно-методической комиссией инженерно-технологического факультета,  
протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г. № \_\_.

Председатель

\_\_\_\_\_ доцент, к.х.н. В.В. Прояев

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Техносферная безопасность»		доцент Т.В. Украинцева
Руководитель ООП «Безопасность технологических процессов и произ- водств»		доцент Т.В. Украинцева
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник УМУ		С.Н.Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2	Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	7
3	Объем дисциплины.....	8
4	Содержание дисциплины.....	9
	<b>4.1 Разделы дисциплины и виды занятий</b> .....	9
	<b>4.2 Занятия лекционного типа</b> .....	10
	<b>4.3 Занятия семинарского типа</b> .....	12
5	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	14
6.	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	15
7	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	16
8	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	18
9	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	19
10	Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	20
	<b>10.1 Информационные технологии</b> .....	20
	<b>10.2 Программное обеспечение</b> .....	20
	<b>10.3 Информационные справочные системы</b> .....	20
11	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	21
12	Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	22
	Приложение № 1.....	23

# 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<i>Коды компетенции</i>	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>ОПК-1</b>	способность учитывать современные тенденции развития техники и технологии в области обеспечения технологической безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- статистику, причины и результаты последствий аварий на опасных производственных объектах;</li> <li>- современное состояние мероприятий по повышению технологической безопасности.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <p>оценивать состояние промышленной безопасности конкретного опасного производственного объекта в современных условиях.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>-способностью использования измерительной и вычислительной техники, информационных технологий для оценки техногенного риска .</p>
<b>ПК-3</b>	способность оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемой техники	<p><b>Знать:</b></p> <p>основные понятия, термины и определения, используемые в теории риска; методы оценки и снижения риска; основные технологические опасности, их свойства и характеристики, характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и устойчивость технических систем, методы защиты от них применительно к сфере своей профессиональной деятельности.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>–идентифицировать, анализировать и оценивать опасные и вредные факторы производственного процесса и оборудования, оценивать риск их реализации, выбирать методы защиты от опасностей для</p>

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
		<p>использования в последующей работе по специальности «Безопасность технологических процессов и производств».</p> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью количественной оценки техногенного риска в статических и динамических задачах;</li> <li>- способностью принятия решений с помощью современных программ персональных компьютеров</li> </ul>
<b>ПК-4</b>	<p>способность использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности</p>	<p><b>Знать:</b></p> <p>основные понятия, термины и определения, используемые в теории надежности и теории риска; методы оценки и повышения надежности технических систем и снижения риска; устойчивость технических систем.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– производить количественную оценку надежности элементов технических систем и рассчитывать надежность технических систем с учетом их структуры и факторов, определяющих ее изменение;</li> <li>- использовать: основные математические модели надежности систем для формализации задач обеспечения и управления безопасностью технологических процессов и производств; справочный материал для определения типа математической модели и класса методов ее исследования;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью количественной оценки надежности технических систем в статических и динамических задачах;</li> <li>- способностью принятия решений с помощью современных программ персональных компьютеров</li> </ul>
<b>ПК-17</b>	<p>способность определять опасные, чрезвычайно опасные зон, зоны при-</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные закономерности про-</li> </ul>

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	емлемого риска	<p>цессов горения, детонации, пылегазо-воздушных смесей, промышленных ВВ, распространения токсичных веществ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и устойчивость технических систем, методы защиты от них применительно к сфере своей профессиональной деятельности; мероприятия по предупреждению возгорания и детонации пожаровзрывоопасных веществ, распространения токсичных веществ;</li> <li>- основные принципы расчета опасных зон жизни, организации трудового процесса</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать параметры горения и взрыва, параметры ударных волн и детонации, распространения токсичных веществ;</li> <li>- рационально планировать возможные последствия горения и взрыва опасных веществ, распространения токсичных веществ</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <p>способами расчета возможных последствий горения и взрыва опасных веществ, распространения токсичных веществ</p>
<b>ПК-21</b>	способность <b>решать задачи профессиональной деятельности</b> в составе научно-исследовательского коллектива	<p><b>Навыки:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- решения профессиональных задач</li> </ul>
<b>ПК-23</b>	способность <b>применять на практике навыки проведения и описания исследований</b> , в том числе экспериментальных	<p><b>Навыки:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проведения и описания исследований</li> </ul>

## **2 Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Надежность технических систем и техногенный риск» относится к базовым дисциплинам (Б1.Б15) изучается на 4 курсе в 7 семестре.

Дисциплины, на которых основывается изучение данного курса: «Высшая математика», «Теория горения и взрыва», «Производственная безопасность».

Дисциплина обеспечивает такие дисциплины как «Надзор и контроль в сфере безопасности», «Экспертиза аварий и катастроф». «Диагностика и контроль производственного оборудования».

Дисциплина начинает формирование компетенции ПК-3, ПК-21, ПК-23, продолжает формирование: ОПК-1, ПК-4, ПК-17.

Компетенции, сформированные в дисциплине на промежуточном уровне, закончат свое формирование при проведении преддипломной практики и ГИА.

### 3 Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (Экзаменных единиц/ академических часов)	4/144
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	78
занятия лекционного типа	36
семинары, практические занятия	36
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	6
другие виды контактной работы	
<b>Самостоятельная работа</b>	39
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	Контроль выполнения задания
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП , Экзамен, экзамен)	Экзамен (27)



## 4 Содержание дисциплины

### 4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Введение	2	-	-	1	ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК17
2.	Основные термины, понятия теории надежности. Свойства надежности технологических систем: безотказность, ремонтпригодность, долговечность, сохраняемость. Отказы, признаки проявления, виды, причины возникновения.	6	4	-	8	ПК-4, ПК17
3.	Комплексные и единичные показатели надежности.	6	4	-	8	ПК-4, ПК17
4.	Оценка, моделирование, регулирование надежности.	6	8	-	8	ПК-4, ПК17, ПК-23
5.	Основы теории риска. Методы анализа и оценки технического риска.	6	4	-	8	ПК-3, ПК-4, ПК17
6	Анализ риска; виды риска, методы расчета ущерба от аварий и вероятности их возникновения, нормативные значения риска; снижение риска, нормативные значения риска, управление риском.	10	16	-	6	ПК-3, ПК-4, ПК17, ПК-21

## 4.2 Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	<p><u>Введение.</u></p> <p>Определение надежности технических систем, ретроспективный анализ развития теории надежности технических систем, связь надежности, эффективности, безопасности и риска функционирования опасных объектов, приборов, машин или технических систем.</p>	2	
2	<p><u>Основные термины, понятия теории надежности.</u></p> <p>Надежность - как вероятность сохранения работоспособности технической системы в течение определенного времени.</p> <p>Свойства надежности технологических систем.</p> <p>Классификация отказов элементов технических систем, их интенсивность, частота.</p>	6	
3	<p><u>Комплексные и единичные показатели надежности</u></p> <p>Аналитические и статистические методы определения основных показателей надежности технических систем, их устройств и элементов.</p> <p>Выбор и обоснование значений показателей надежности.</p>	6	
4	<p><u>Оценка, моделирование, регулирование надежности</u></p> <p>Методы расчета надежности различных технических систем.</p> <p>Методы повышения надежности: резервирование, уменьшение интенсивности отказов, уменьшение среднего времени восстановления объектов.</p> <p>Сравнение различных методов повышения надежности технических систем.</p> <p>Системный подход к расчету надежности химико-технологических систем.</p> <p>Определение безопасности и ее значение в комплексной оценке надежности технических систем и опасных производственных объектов.</p>	6	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
5	<p><u>Основы теории риска</u>  Определение риска, его роль в оценке безопасности опасных объектов, производств и технологий.</p> <p>Методология анализа риска: выявление основных опасностей химико-технологического объекта, анализ и количественная оценка последствий аварий, определение частот (вероятностей) аварийных событий, определение возможного ущерба и потерь при авариях и вычисление риска.</p> <p>Методы качественной оценки риска, методы количественной оценки риска.</p>	6	
6	<p><u>Анализ риска</u>  Методы расчета частот возникновения аварийных событий. Анализ развития аварии, расчет вероятности ее отдельных сценариев.</p> <p>Методы расчета ущерба от аварий.  Виды риска, их расчет.</p> <p>Допустимые значения различных видов риска в системе обеспечения пожарной безопасности и взрывобезопасности опасных технологий в соответствии с нормативной документацией.</p> <p>Снижение риска за счет приоритетного снижения вероятности возникновения аварийной ситуации (предотвращения аварии) и разработки рекомендаций по снижению ожидаемого ущерба.</p> <p>Система подготовки специалистов в направлении обеспечения безопасности производственных объектов. Система ликвидации последствий аварийных ситуаций.</p>	10	

## 4.3 Занятия семинарского типа

### 4.3.1 Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1.	Введение. Цели и задачи учебной дисциплины.	-	-
2.	Основные термины, понятия теории надежности, Комплексные и единичные показатели надежности (классификация отказов элементов технических систем)	.4	Групповое обсуждение результатов
3.	Комплексные и единичные показатели надежности (расчет показателей безотказности, сохраняемости, ремонтпригодности, долговечности, комплексных показателей надежности, выбор номенклатуры и обоснование значений нормируемых показателей надежности)	4	Групповое обсуждение результатов
4.	Оценка, моделирование, регулирование надежности (расчет надежности восстанавливаемых объектов: потоки отказов, законы распределения времени между отказами, надежности резервированных систем, химико-технологических систем в соответствии с системным подходом изучения их надежности).	8	Групповое обсуждение результатов
5.	Основы теории риска (методы качественной оценки риска (АВ-ПО, АВПКО, АОР, АДО, АДС и др.).	4	Групповое обсуждение результатов
6.	Анализ риска (расчет частот возникновения аварийных событий, построение «деревьев отказов», «деревьев событий», расчет вероятности возникновения аварии, ее отдельных сценариев а также вероятностей поражения человека и оборудования, величин зон действия поражающих факторов аварий (пожар пролива, «огненный шар», взрыв облака топливно-воздушной смеси, взрыв внутри оборудования, интоксикация людей) ущерб от аварий, различных видов риска (индивидуального, коллективного, социального, территориального).	16	Групповое обсуждение результатов
ВСЕГО		36	

#### 4.4 Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Введение. Цели и задачи учебной дисциплины. Анализ статистических данных аварий на опасных производственных объектах	1	
2	Основные термины, понятия теории надежности. Свойства надежности технологических систем: безотказность, ремонтпригодность, долговечность, сохраняемость. Отказы, признаки проявления, виды, причины возникновения.	8	Контрольное задание 1 (1)
3	Комплексные и единичные показатели надежности. Показатели надежности	8	Контрольное задание 2 (1)
4	Оценка, моделирование, регулирование надежности. Методы расчета надежности технических систем	8	Контрольное задание 3 (1)
5	Основы теории риска. Методы анализа и оценки технического риска. Методы качественного анализа риска	8	Контрольное задание 4 (1)
6	Анализ риска; виды риска, методы расчета ущерба от аварий и вероятности их возникновения, нормативные значения риска; снижение риска, нормативные значения риска, управление риском. Методы расчета вероятности возникновения аварийных событий, величин зон действия поражающих факторов аварий, ущерба от аварий, различных видов риска	6	Контрольное задание 5 (2)
	<b>ВСЕГО</b>	<b>39</b>	<b>6</b>
	<b>ИТОГО</b>		<b>45</b>

## **5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

В процессе обучения студенты выполняют 4 контрольных работ в виде тестовых заданий, производят рассмотрение кейс-ситуации. В семестре предусмотрен – экзамен.

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен проводится в соответствии с СТП СПб ГТИ 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения Экзаменов и экзаменов.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются билетами. Билет содержит два теоретических вопроса (для проверки знаний), задача (для проверки умений).

На подготовку к ответу дается до 20 минут.

Пример варианта экзаменационного билета:

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)  
Кафедра химической энергетики**

УГСН 20.00.00 Техносферная безопасность и природообустройство  
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность  
Направленность: Безопасность технологических процессов и производств  
Дисциплина: «Надежность технических систем и техногенный риск»

**Билет № 1**

1. Классификация отказов.
2. Методология анализа риска
3. Взрыв шарового газгольдера сжатого воздуха объемом  $V = 600 \text{ м}^3$  произошел вследствие превышения регламентированного давления. Аппарат рассчитан для работы под давлением  $P = 0,8 \text{ МПа}$ . Взрыв произошел при давлении  $P = 2,3 \text{ МПа}$ . Плотность газа при нормальном давлении  $\rho = 1,22 \text{ кг/м}^3$ , показатель адиабаты  $\gamma = 1,4$ . Оценить последствия взрыва сжатого воздуха в шаровом газгольдере (определить радиусы зон различной степени поражения УВВ зданий, сооружений и человека) и определить вероятность поражения человека на расстоянии  $R = 50$

Дата:

Зав. кафедрой химической энергетики

А.С. Мазур

## **7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **а) основная литература:**

1. Производственная безопасность : учебное пособие / И. Г. Янковский [и др.] ; СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. энергетики. - СПб. 2016. - 189 с (ЭБ)
2. Воскобоев В.Ф. Надежность технических систем и техногенный риск. Учеб. пособие в 2-х частях/ В.Ф. Воскобоев.- М.:Альянс, 2008.- 199 с.
3. Расчет надежности технологических систем для обеспечения их экологической безопасности : Методические указания к лабораторным работам / СПбГТИ(ТУ). Каф. мат. моделирования и оптимизации хим.-технол. процессов, Каф. инж. защиты окружающей среды ; сост. А. Е. Пунин и др. - СПб. : [б. и.], 2007. - 37 с.

### **б) дополнительная литература:**

1. Макдональд. Д. Промышленная безопасность, оценивание риска и системы аварийного останова [] : практическое руководство / Д. Макдональд; пер. с англ. Л. О. Хвилевичко, А. Я. Серебрянского. - М. : Группа ИДТ, 2007. - 409 с.
2. Острейковский, В. А. Теория надежности : учебник для вузов по направлениям "Техника и технологии" и "Технические науки" / В. А. Острейковский. - 2-е изд., испр. - М. : Высш. шк., 2008. - 463 с

### **в) вспомогательная литература:**

1. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах. Приложение к приказу МЧС России №404 от 10.07.2009 г. (с изм. Приказ МЧС №649 от 14.12.2010 г.). //Консультант Плюс: Версия Проф. [Электрон. ресурс] / АО «Консультант Плюс
2. Методика моделирования распространения аварийных выбросов опасных веществ (утв. приказом РТН от 20 апреля 2015 г. N 158) //Консультант Плюс: Версия Проф. [Электрон. ресурс] / АО «Консультант Плюс».
3. Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей (утв. Приказом Ростехнадзора от 31.03.2016 № 137) //Консультант Плюс: Версия Проф. [Электрон. ресурс] / АО «Консультант Плюс».
4. Методика оценки последствий аварий на взрывопожароопасных химических производствах (утв. Приказом Ростехнадзора от 20.04.2015 № 160) //Консультант Плюс: Версия Проф. [Электрон. ресурс] / АО «Консультант Плюс».
5. Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах (утв. Приказом Ростехнадзора от 11.04.2016 № 144) //Консультант Плюс: Версия Проф. [Электрон. ресурс] / АО «Консультант Плюс».
6. Методика оценки риска аварий на опасных производственных объектах нефтегазоперерабатывающей, нефте- и газохимической промышленности (утв. Приказом Ростехнадзора от 29.06.2016 № 272) //Консультант Плюс: Версия Проф. [Электрон. ресурс] / АО «Консультант Плюс».
7. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения : Справочник: В 2-х кн. / Под ред. А. Н. Баратова, А. Я. Корольченко. Кн. 1. –М.: Химия, 1990. - 495 с.



8. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения : Справочник: В 2-х кн. / Под ред. А. Н. Баратова, А. Я. Корольченко. Кн. 2, 1990. - 384 с.
9. Бесчастнов, М. В. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение / М. В. Бесчастнов. –М.: Химия, 1991. - 431 с.
10. Маршалл, В. Основные опасности химических производств / В. Маршалл; пер. с англ. Б. Г. Барсамяна и др., под ред. Б. Б. Чайванова, А. Н. Черноплекова. –М.: Мир, 1989. - 671 с.
11. Сборник методических рекомендаций по классификации аварий и инцидентов: РД 12-378-00, РД 10-385-00, РД 09-398-01, 2001. - 16 с.
12. Яковлев, В. Л. Предупреждение аварий в нефтеперерабатывающих и нефтехимических производствах / В. Л. Бард, А. В. Кузин. . –М.: Химия, 1984. - 247 с.
13. Яковлев В. В. Последствия аварийных взрывов газопаровоздушных смесей: Учебное пособие / В. В. Яковлев, А. В. Яковлев, 2000. - 73 с.
14. Монахов, В.Т. Методы исследования пожарной опасности веществ / Монахов В.Т., М.: Химия, 1979. – 424 с.
15. Половко А.М. Основы теории надежности. М.: 2006, с.
16. Надежность и эффективность в технике. Справочник в 10 т. /Под ред. Авдудевский В.С. и др. М.: Машиностроение, 1986.
17. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий. – под редакцией Кочеткова К. Е., Котляревского В. А., Забегаева А. В. М., АСВ, 1995- кн.1, 320 с.; 1996- кн.2, 384 с.; 1998- кн.3, 416 с.; 1998- кн.4, 208 с.

#### ***Федеральные законы***

1. №123-ФЗ от 22.07.2008. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (с изм.) //Консультант Плюс: Версия Проф. [Электрон. ресурс] / АО «Консультант Плюс».
2. №116-ФЗ от 21.07.1997. О промышленной безопасности опасных производственных объектов (с изм.) //Консультант Плюс: Версия Проф. [Электрон. ресурс] / АО «Консультант Плюс».

#### ***Руководства***

1. РД 03-496-02 «Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах» [Электрон. ресурс] / АО «Консультант Плюс».

#### ***ГОСТы***

1. ГОСТ Р 12.3.047-2012 Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля [Электрон. ресурс] / АО «Консультант Плюс».
2. ГОСТ Р 27.001-2009 «Надежность в технике. Система управления надежностью. Основные положения Методы контроля» [Электрон. ресурс] / АО «Консультант Плюс».
3. ГОСТ Р 12.3.047-2012 «Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования» [Электрон. ресурс] / АО «Консультант Плюс».

## **8                   Перечень                   ресурсов                   информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

Учебный план, РПД и учебно-методические материалы:  
<http://media.technolog.edu.ru>

ЭБС «Лань». Принадлежность-сторонняя. Адрес сайта – <http://e.lanbook.com> Наименование организации – ООО «Издательство «Лань». Договор № 04(40)12 от 29.10.2012г.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс». Принадлежность – сторонняя. Контракт № 04(49)12 от 31.12.2012г. по оказанию информационных услуг с использованием экземпляров Специальных Выпусков Систем Консультант Плюс.

ЭБС «Научно-электронная библиотека eLibrary.ru». Принадлежность – сторонняя. Адрес сайта – <http://elibrary.ru> Наименование организации – ООО РУНЭБ. Договор № SU-18-02/2013-2 от 18.02.2013г. на оказание услуг по предоставлению доступа к изданиям в электронном виде.

## **9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Все виды занятий по дисциплине «Надежность технических систем и техногенный риск» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПб ГТИ 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения Экзаменов и экзаменов.

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКВД. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПб ГТИ 018-2002. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Практические и семинарские занятия. Общие требования к организации и проведению. Утв. ректором 03.07.2002;

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы;

серьезное отношение к изучению материала;

постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

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

### **10.1 Информационные технологии**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;

видео и аудиоматериалы по курсу, представленные на сайт <http://media.technolog.edu.ru>

взаимодействие с обучающимися через личный кабинет в единой информационной среде.

### **10.2 Программное обеспечение**

WINDOWS XP, OPEN OFFICE

### **10.3 Информационные справочные системы**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс». Принадлежность – сторонняя. Контракт № 04(49)12 от 31.12.2012г. по оказанию информационных услуг с использованием экземпляров Специальных Выпусков Систем Консультант Плюс.

## 11 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

<b>Лекционные кабинеты:</b> 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. А №3 -52 м2, 6 – 129 м2, 14 – 61 м.	Мультимедийная система, (проектор P1166-и 3 штуки), ноутбук aser aspire 9300- 3 штуки (программное обеспечение: ОС WINDOWS., OPEN OFFICE) экран ScreenMedia -3 штуки, WI-FI роутер, учебно- наглядные пособия , вместимость 30-40 посадочных мест
<b>Компьютерный класс:</b> 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. А №4 -30 м2.	7 ПК Intel Pentium, с сетевыми фильтрами, 1ПК Intel Pentium с колонками и сетевым концентратором, Монитор 17 LGT710BH – 7 шт.). WI-FI роутер. Доступ по локальной сети к единой информационной системе, сайту библиотеки СПбГТИ(ТУ) с системой электронного поиска, электронными библиотеками, доступ к сайту «Роспатента», "Росстата", "Ростехнадзора", Internet. Программное обеспечение: ОС WINDOWS, OPEN OFFICE Авторское программное обеспечение для расчета зон действия поражающих факторов, рисков, Matcad. Демоверсии: ТОКСИ, FireCat.
<b>Помещения для практических и лабораторных занятий:</b> 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. А №12 -19 м2; ,№7 -67 м2 , №19 -21 м2 , № 35.-25 м2.	Помещения оснащены мебелью, учебно-наглядными пособиями, справочной литературой. Справочная литература по пожаровзрывоопасным свойствам веществ, нормативное законодательство по промышленной безопасности и оценке риска, определению надежности, электронная библиотека исходных данных (участков технологических процессов), справочная литература по аварийности в химической, нефтехимической промышленности. Руководства к программному обеспечению по расчету риска. Вместимость аудитории 30 посадочных мест
<b>Помещения для самостоятельной работы:</b> 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. А №18 -19 м2, №ба -28 м2, №18 -8 м2	Письменные столы, стулья, весы ВЛЭ-1100, сушильные шкафы, термостаты воздушные, водяные, химическая посуда, WI-FI, вместимость 30 посадочных мест

## **12 Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014г.

## Приложение № 1

к рабочей программе дисциплины

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Надежность технических систем и техногенный риск»

### 1. Перечень компетенций и этапов их формирования

Компетенции		
Индекс	Формулировка	Этап формирования
ОПК-1	способность учитывать современные тенденции развития техники и технологии в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	промежуточный
ПК-3	способность оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемой техники	начальный
ПК-4	способность использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности	промежуточный
ПК-17	способность определять опасные, чрезвычайно опасные зоны	промежуточный
ПК-21	способность <b>решать задачи профессиональной деятельности</b> в составе научно-исследовательского коллектива	начальный
ПК-23	<b>способность применять на практике навыки проведения и описания исследований</b> , в том числе экспериментальных	начальный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела №1	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- статистику, причины и результаты последствий аварий на опасных производственных объектах;</li> <li>- современное состояние мероприятий по повышению техносферной безопасности.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <p>оценивать состояние промышленной безопасности конкретного опасного производственного объекта в современных условиях.</p> <p><b>Владет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-способностью использования измерительной и вычислительной техники, информационных технологий для оценки техногенного риска</li> </ul>	<p>Ответы на вопросы: 1-40</p> <p>Выполнение расчетного задания.</p> <p>Экзамен</p>	<p>ОПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-17</p>
Освоение раздела № 2	<p><b>Знает:</b></p> <p>основные понятия, термины и определения, используемые в теории надежности; методы оценки и повышения надежности технических систем; устойчивость технических систем.</p> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать: основные математические модели надежности систем для формализации задач обеспечения и управления безопасностью технологических процессов и производств; справочный материал для определения типа математической модели и класса методов ее исследования;</li> </ul> <p><b>Владет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью количественной оценки надежности технических систем в статических и динамических задачах.</li> </ul>	<p>Ответы на вопросы: 6-29,35-40</p> <p>Выполнение расчетного задания.</p> <p>Экзамен</p>	<p>ПК-4, ПК-17</p>



Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела 3	<p><b>Знает:</b> методы расчета показателей надежности технических систем</p> <p><b>Умеет:</b> – производить количественную оценку надежности элементов технических систем и рассчитывать надежность технических систем с учетом их структуры и факторов, определяющих ее изменение; - использовать: основные математические модели надежности систем для формализации задач обеспечения и управления безопасностью технологических процессов и производств; справочный материал для определения типа математической модели и класса методов ее исследования;</p> <p><b>Владет:</b> - способностью количественной оценки надежности технических систем в статических и динамических задачах.</p>	<p>Ответы на вопросы: 6-29, 35-40</p> <p>Выполнение расчетного задания.</p> <p>Экзамен</p>	<p>ПК-4, ПК-17</p>

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела 4	<p><b>Знает:</b> методы расчета показателей надежности технических систем</p> <p><b>Умеет:</b> – производить количественную оценку надежности элементов технических систем и рассчитывать надежность технических систем с учетом их структуры и факторов, определяющих ее изменение; - использовать: основные математические модели надежности систем для формализации задач обеспечения и управления безопасностью технологических процессов и производств; справочный материал для определения типа математической модели и класса методов ее исследования;</p> <p><b>Владеет:</b> - способностью количественной оценки надежности технических систем в статических и динамических задачах; - способностью применять на практике навыки проведения и описания исследований.</p>	<p>Ответы на вопросы: Выполнение 6-29, 35-40 расчетного задания. Экзамен</p>	<p>ПК-4, ПК-17, ПК-23</p>

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела 5	<p><b>Знает:</b> основные понятия, термины и определения, используемые в теории риска; методы оценки и снижения риска; основные техносферные опасности, их свойства и характеристики, характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и устойчивость технических систем, методы защиты от них применительно к сфере своей профессиональной деятельности.</p> <p><b>Умеет:</b> –идентифицировать, анализировать и оценивать опасные и вредные факторы производственного процесса и оборудования, оценивать риск их реализации, выбирать методы защиты от опасностей для использования в последующей работе по специальности «Безопасность технологических процессов и производств».</p> <p><b>Владет:</b> - способностью количественной оценки техногенного риска в статических и динамических задачах; - способностью принятия решений с помощью современных программ персональных компьютеров</p> <p>- основные принципы расчета опасных зон жизни, организации трудового процесса</p> <p><b>Уметь:</b> - рационально планировать возможные последствия горения и взрыва опасных веществ, распространения токсичных веществ</p> <p><b>Владеть:</b> способами расчета возможных последствий горения и взрыва опасных веществ, распространения токсичных веществ</p>	<p>Ответы на вопросы: 6-40 Выполнение расчетного задания. Экзамен</p>	<p>ПК-3, ПК-4, ПК-17</p>

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела 6	<p><b>Знает:</b> основные понятия, термины и определения, используемые в теории риска; методы оценки и снижения риска; основные техносферные опасности, их свойства и характеристики, характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и устойчивость технических систем, основные принципы расчета опасных зон жизни, организации трудового процесса методы защиты от них.</p> <p><b>Умеет:</b> –идентифицировать, анализировать и оценивать опасные и вредные факторы производственного процесса и оборудования, рационально планировать возможные последствия горения и взрыва опасных веществ, распространения токсичных веществ, оценивать риск их реализации, выбирать методы защиты от опасностей для использования в последующей работе по специальности «Безопасность технологических процессов и производств».</p> <p><b>Владет:</b> - способностью количественной оценки техногенного риска в статических и динамических задачах; - способностью принятия решений с помощью современных программ персональных компьютеров; - способностью <b>решать задачи профессиональной деятельности</b></p>	<p>Ответы на вопросы: 6-40 Выполнение расчетного задания. Экзамен</p>	<p>ПК-3, ПК-4 ПК-17, ПК-21</p>

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ).  
Аттестация проводится в форме экзамена.

### 3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

#### Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ОПК-1:

1. Основные нормативные документы, регламентирующие требования к обращению с взрывопожароопасными и токсичными веществами и возможные последствия воздействия несанкционированных горения, взрыва и выброса токсических веществ на окружающую среду.

2. Какие программные комплексы для оценки надежности и риска существуют?
3. В чем преимущества и особенности HAZOP?
4. Для чего предназначается HAZID?
5. Какой международный стандарт применяется для контроля качества продукции

ции

#### **Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции**

##### **ПК-4:**

6. Основные технические состояния объекта.
7. Понятие надежности технических систем, ее свойства.
8. Классификация отказов.
9. Безотказность технических систем, ее показатели.
10. Долговечность технических систем, ее показатели.
11. Ремонтпригодность технических систем, ее показатели.
12. Сохраняемость технических систем, ее показатели.
13. Комплексные показатели надежности.
14. Выбор и обоснование показателей безотказности и ремонтпригодности..
15. Выбор и обоснование показателей долговечности.
16. Выбор и обоснование показателей сохраняемости.
17. Определение норм показателей надежности.
18. Надежность невосстанавливаемых объектов.
19. Простейший поток отказов.
20. Нестационарный поток отказов.
21. Экспоненциальный закон надежности.
22. Расчет надежности систем при последовательном соединении элементов.
23. Расчет надежности систем при параллельном соединении элементов.
24. Расчет надежности систем при постепенных отказах.
25. Резервирование объектов, как способ повышения надежности.
26. Расчет показателей надежности систем при одновременной работе эле-  
ментов.
27. Методология выбора и обоснования норм показателей надежности.
28. Расчет показателей надежности резервированных систем.
29. Методология построения «деревьев отказов».

#### **Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции**

##### **ПК-3:**

30. Понятие техногенного риска, виды риска.
31. Методология анализа риска.
32. Анализ основных опасностей.
33. Анализ и оценка последствий возможных аварий.
34. Ущерб, виды ущерба.

#### **Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции**

##### **ПК-17:**

35. Частотный анализ аварийных событий.
36. Методология построения «деревьев событий».
37. Индивидуальный и потенциальный риск.
38. Коллективный и социальный риск.
39. Основы методологии управления техногенным риском.
40. Основные факторы возникновения и развития возможных аварий.

#### **4. Варианты расчетного задания**

Расчетное задание представляет собой индивидуальное задание для каждого студента. Число вариантов соответствует числу студентов. Необходимо определить возможные по-

следствия несанкционированных горения и взрыва расчетным способом, а также вероятность воздействия поражающих факторов на окружающую среду Пример задания приведен ниже.

### Расчетное задание 1:

При полной разгерметизации резервуара с  $V=50 \text{ м}^3$  дизельного топлива оно вытекает в обвалование площадью  $S=300 \text{ м}^2$  и высотой  $h=0,5 \text{ м}$ . Расстояние от центра пролива до оператора  $R=10 \text{ м}$ . Определите зоны поражения при пожаре пролива для всех значений интенсивности теплового излучения, безопасное расстояние и вероятность поражения человека.

Вариант	$V, \text{ м}^3$	$S_{\text{обв}}, \text{ м}^2$	$h, \text{ м}$	$R, \text{ м}$
1	50	300	0,5	10
2	60	300	0,5	11
3	70	310	0,5	12
4	80	310	0,5	13
5	90	320	0,5	14
6	100	320	0,5	15
7	110	330	0,5	16
8	120	330	0,5	17
9	130	280	0,5	18
10	140	280	0,5	19
11	150	290	0,5	20
13	160	290	0,5	21
14	170	350	0,5	22
15	180	350	0,5	23

### Расчетное задание 2:

Произошла разгерметизация трубопровода с дизельным топливом ( $\rho = 840 \text{ кг/м}^3$ ). Длина трубопровода  $L=300 \text{ м}$ , диаметр  $D= 200 \text{ мм}$ . Производительность насосов, перекачивающих топливо  $Q=35 \text{ м}^3 / \text{ч}$ . Время срабатывания арматуры – 300 с. Расстояние от центра пролива до оператора  $R=10 \text{ м}$ . Определите зоны поражения при пожаре пролива для всех значений интенсивности теплового излучения, безопасное расстояние и вероятность поражения человека.

Вариант	$L, \text{ м}$	$D, \text{ м}$	$Q, \text{ м}^3 / \text{ч}$	$R, \text{ м}$
1	300	100	30	10
2	150	150	35	11
3	200	200	40	12
4	250	250	50	13
5	350	300	55	14
6	400	100	20	15
7	450	150	30	16
8	500	200	45	17
9	550	250	55	18
10	600	300	60	19
11	650	100	30	20
13	700	150	35	21
14	750	200	40	22
15	800	250	50	23

### Расчетное задание 3:

Определить эффективный диаметр и время существования «огненного шара», интенсивность теплового излучения, степень поражения человека и его вероятность на расстоянии  $R = 25$  м от облучаемого объекта до точки на поверхности земли непосредственно под центром «огненного шара» при полном разрушении емкости с жидким пропаном ( $\rho = 530 \text{ кг/м}^3$ ) объемом  $V = 200 \text{ м}^3$  и расстояние, на котором человек получит ожог 1-й, 2-й и 3-й степени. Удельная теплоемкость перегретой жидкости при  $30^\circ\text{C}$  составляет  $1,65 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$ . Температура кипения  $-42^\circ\text{C}$ . Удельная теплота испарения  $46,4 \text{ МДж/кг}$ . Степень заполнения резервуара составляет 80%.

Вариант	$V, \text{ м}^3$	$R, \text{ м}$
1	200	25
2	210	27
3	220	29
4	230	30
5	250	33
6	100	15
7	110	16
8	120	17
9	130	18
10	140	19
11	150	20
13	160	21
14	170	22
15	180	23

### Расчетное задание 4

Определить степень и условную вероятность поражения здания цеха и расположенного в нем персонала при взрыве облака ТВС, а также определить радиусы зон различной степени поражения ударной волной людей и повреждений промышленных зданий при следующих условиях: в облаке содержится  $M = 50$  кг ацетилена; стехиометрическая концентрация -  $0,096 \text{ кг/м}^3$ ; концентрационный предел воспламенения -  $0,03 \text{ кг/м}^3$ ; удельная теплота сгорания -  $49,9 \text{ МДж/кг}$ ; пространство средне загроможденное; расстояние от центра облака до помещения цеха  $R = 22$  м.

Вариант	$M, \text{ кг}$	$R, \text{ м}$
1	50	10
2	60	11
3	70	12
4	80	13
5	90	14
6	100	15
7	120	16
8	150	17
9	180	18
10	200	19
11	210	20
13	220	21
14	250	22
15	300	23

### Расчетное задание 5

Взрыв шарового газгольдера сжатого воздуха объемом  $V = 600 \text{ м}^3$  произошел вследствие превышения регламентированного давления. Аппарат рассчитан для работы под давлением  $P = 0,8 \text{ МПа}$ . Взрыв произошел при давлении  $P = 2,3 \text{ МПа}$ . Плотность газа при нормальном давлении  $\rho = 1,22 \text{ кг/м}^3$ , показатель адиабаты  $\gamma = 1,4$ . Оценить последствия взрыва сжатого воздуха в шаровом газгольдере (определить радиусы зон различной степени поражения УВВ зданий, сооружений и человека) и определить вероятность поражения человека на расстоянии  $R = 50 \text{ м}$ .

Вариант	$V, \text{ м}^3$	$P, \text{ МПа}$	$R, \text{ м}$
1	300	1	10
2	400	1,2	11
3	200	1,3	12
4	500	1,5	13
5	600	1,7	14
6	650	1,9	15
7	100	2	16
8	300	2,1	17
9	400	2,2	18
10	200	2,3	19
11	500	2,4	20
13	600	2	21
14	650	1,7	22
15	100	2,2	23

## 5. Темы и содержание интерактивных занятий

3.1. Групповое обсуждение результатов по теме «Основные термины, понятия теории надежности, Комплексные и единичные показатели надежности»

Обучающиеся разделяются на три подгруппы. Каждая подгруппа получает свою схему соединения элементов в систему (последовательную, параллельную и т.д.). Каждая подгруппа определяет показатели надежности для своей схемы. При групповом обсуждении, доказываются преимущества и недостатки каждой схемы.

3.2. Групповое обсуждение результатов по теме «Комплексные и единичные показатели надежности».

Обучающиеся делятся на две группы. Одна группа получает задание оценки количественных характеристик надежности взрывающегося проволочного мостика-воспламенителя: по результатам специальных испытаний на надежность, другая - по результатам наблюдений за работой мостика в реальных условиях эксплуатации. По окончании выполнения задания обе группы обсуждают полученные результаты, делают заключения о применимости этих методик.

3.3. Групповое обсуждение результатов по теме «Оценка, моделирование, регулирование надежности».

Обучающиеся делятся на три группы. Каждая группа получает одну и ту же реальную систему элементов. и задание взять в качестве эталона для вычисления надежности (Биномиальное распределение, распределение Пуассона, Лапласа). По результатам вычислений необходимо сформулировать преимущества и недостатки каждой модели применительно к данному случаю.



3.4. Групповое обсуждение результатов по теме «Основы теории риска».

Обучающиеся делятся на две группы. Каждая группа получает одну и ту же реальную систему элементов (резервуарный парк хранения топлива). Одна группа определяет риск при помощи процедуры - HAZID, другая – HAZOP. По окончании расчетов результаты сравниваются

3.5. Групповое обсуждение результатов по теме «Анализ риска».

Обучающиеся делятся на три группы. Каждая группа получает свое задание, включающее технологическую схему, план объекта и т.д. Каждая подгруппа рассчитывает индивидуальный, коллективный, социальный, потенциальный риск и делает заключение о наиболее значимых факторах

#### **4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения Экзаменов и экзаменов.

**а) основная литература:**

5. Производственная безопасность: учебное пособие / И. Г. Янковский [и др.] ; СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. энергетики. - СПб. 2016. - 189 с (ЭБ)
6. Воскобоев В.Ф. Надежность технических систем и техногенный риск. Учеб. пособие в 2-х частях/ В.Ф. Воскобоев.- М.:Альянс, 2008.- 199 с.
7. Надежность технических систем. Резервирование, восстановление [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Д. Шашурин [и др.]. — Электрон. дан. — Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. — 60 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/52156>. — Загл. с экрана
8. Расчет надежности технологических систем для обеспечения их экологической безопасности: Методические указания к лабораторным работам / СПбГТИ(ТУ). Каф. мат. моделирования и оптимизации хим.-технол. процессов, Каф. инж. защиты окружающей среды; сост. А. Е. Пунин и др. - СПб. : [б. и.], 2007. - 37 с.
9. Таранцева, К.Р. Надежность технических систем и техногенный риск [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Пенза: ПензГТУ, 2012. — 220 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/62568>. — Загл. с экрана.

**б) дополнительная литература:**

3. Макдональд. Д. Промышленная безопасность, оценивание риска и системы аварийного останова []: практическое руководство / Д. Макдональд; пер. с англ. Л. О. Хвилевичко, А. Я. Серебрянского. - М.: Группа ИДТ, 2007. - 409 с.
4. Острейковский, Владислав Алексеевич. Теория надежности: учебник для вузов по направлениям "Техника и технологии" и "Технические науки" / В. А. Острейковский. - 2-е изд., испр. - М.: Высш. шк., 2008. - 463 с

**в) вспомогательная литература:**

18. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах. Приложение к приказу МЧС России №404 от 10.07.2009 г. (с изм. Приказ МЧС №649 от 14.12.2010 г.). //Консультант Плюс: Версия Проф. [Электрон. ресурс] / АО «Консультант Плюс
19. Методика моделирования распространения аварийных выбросов опасных веществ (утв. приказом РТН от 20 апреля 2015 г. N 158) //Консультант Плюс: Версия Проф. [Электрон. ресурс] / АО «Консультант Плюс».
20. Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей (утв. Приказом Ростехнадзора от 31.03.2016 № 137) //Консультант Плюс: Версия Проф. [Электрон. ресурс] / АО «Консультант Плюс».
21. Методика оценки последствий аварий на взрывопожароопасных химических производствах (утв. Приказом Ростехнадзора от 20.04.2015 № 160) //Консультант Плюс: Версия Проф. [Электрон. ресурс] / АО «Консультант Плюс».
22. Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах (утв. Приказом Ростехнадзора от 11.04.2016 № 144) //Консультант Плюс: Версия Проф. [Электрон. ресурс] / АО «Консультант Плюс».
23. Методика оценки риска аварий на опасных производственных объектах нефтегазоперерабатывающей, нефте- и газохимической промышленности (утв. Приказом Ростехнадзора от 29.06.2016 № 272) //Консультант Плюс: Версия Проф. [Электрон. ресурс] / АО «Консультант Плюс».

24. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения : Справочник: В 2-х кн. / Под ред. А. Н. Баратова, А. Я. Корольченко. Кн. 1. –М.: Химия, 1990. - 495 с.
25. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения : Справочник: В 2-х кн. / Под ред. А. Н. Баратова, А. Я. Корольченко. Кн. 2, 1990. - 384 с.
26. Бесчастнов, М. В. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение / М. В. Бесчастнов. –М.: Химия, 1991. - 431 с.
27. Маршалл, В. Основные опасности химических производств / В. Маршалл; пер. с англ. Б. Г. Барсамяна и др., под ред. Б. Б. Чайванова, А. Н. Черноплекова. –М.: Мир, 1989. - 671 с.
28. Сборник методических рекомендаций по классификации аварий и инцидентов: РД 12-378-00, РД 10-385-00, РД 09-398-01, 2001. - 16 с.
29. Яковлев, В. Л. Предупреждение аварий в нефтеперерабатывающих и нефтехимических производствах / В. Л. Бард, А. В. Кузин. . –М.: Химия, 1984. - 247 с.
30. Яковлев В. В. Последствия аварийных взрывов газопаровоздушных смесей: Учебное пособие / В. В. Яковлев, А. В. Яковлев, 2000. - 73 с.
31. Монахов, В.Т. Методы исследования пожарной опасности веществ / Монахов В.Т., М.: Химия, 1979. – 424 с.
32. Половко А.М. Основы теории надежности. М.: 2006, с.
33. Надежность и эффективность в технике. Справочник в 10 т. /Под ред. Авдудевский В.С. и др. М.: Машиностроение, 1986.
34. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий. – под редакцией Кочеткова К. Е., Котляревского В. А., Забегаева А. В. М., АСВ, 1995- кн.1, 320 с.; 1996- кн.2, 384 с.; 1998- кн.3, 416 с.; 1998- кн.4, 208 с.

#### ***Федеральные законы***

3. №123-ФЗ от 22.07.2008. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (с изм.) //Консультант Плюс: Версия Проф. [Электрон. ресурс] / АО «Консультант Плюс».
4. №116-ФЗ от 21.07.1997. О промышленной безопасности опасных производственных объектов (с изм.) //Консультант Плюс: Версия Проф. [Электрон. ресурс] / АО «Консультант Плюс».

#### ***Руководства и ГОСТы***

2. РД 03-496-02 «Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах» [Электрон. ресурс] / АО «Консультант Плюс».
3. ГОСТ Р 12.3.047-2012 Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля [Электрон. ресурс] / АО «Консультант Плюс».
4. ГОСТ Р 27.001-2009 «Надежность в технике. Система управления надежностью. Основные положения Методы контроля» [Электрон. ресурс] / АО «Консультант Плюс».
5. ГОСТ Р 12.3.047-2012 «Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования» [Электрон. ресурс] / АО «Консультант Плюс».

