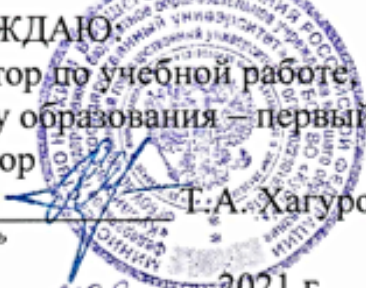


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет Химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор  
Т.А. Хагуров  
подпись  
«28» мая 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**Б1.О.33 «Надежность технических систем и техногенный риск»**

*(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

Направление подготовки/специальность 20.03.01 Техносферная безопасность  
*(код и наименование направления подготовки/специальности)*

Направленность (профиль) / специализация  
**Экологическая безопасность**

*(наименование направленности (профиля) / специализации)*

Форма обучения **Очная**

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Квалификация **Бакалавр**

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины Б1.О.33 «Надежность технических систем и техногенный риск» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность.

Программу составила:

С.В. Комонов, доцент кафедры общей, неорганической химии и ИВТ в химии, канд. техн. наук, доцент



Рабочая программа дисциплины Б1.О.33 «Надежность технических систем и техногенный риск» утверждена на заседании кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии протокол № 10 «15» мая 2021 г.

Заведующий кафедрой общей, неорганической химии и ИВТ в химии д.х.н., профессор Н.Н. Буков



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 8 «26» мая 2021 г.

Председатель УМК факультета к.х.н., доцент А. В. Беспалов



Рецензенты:

**Максимович В. Г.**, председатель совета директоров ООО «Агентство «Ртутная безопасность», к.т.н.

**Исаев В. А.**, заведующий кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий Кубанского государственного университета, д.ф.-м.н., доцент

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)**

**1.1 Цель освоения дисциплины** Целью освоения дисциплины является формирование знаний и навыков, направленных на умение прогнозировать, оценивать, устранять причины, смягчать последствия нештатного взаимодействия компонентов в системах типа человек-машина-среда, а также способного создавать современную технику.

### **1.2 Задачи дисциплины**

Задачи изучения дисциплины:

- освоение математического аппарата анализа надежности и техногенного риска;
- основных моделей типа человек-машина-среда;
- основных показателей надежности и методов их определения;
- современных аспектов техногенного риска;
- основ системного анализа, алгоритмов исследования опасностей;
- теории и моделей происхождения и развития отказов;
- методов качественного анализа надежности и риска; методов количественного

анализа надежности и риска;

Формирование умений и навыков по следующим направлениям деятельности:

- разработка физических и математических моделей системы человек-машина-среда;
- анализ показателей надежности систем данного вида;
- анализ опасностей и рисков, связанных с созданием и эксплуатацией современной техники и технологий.

### **1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Б1.О.33 «Надежность технических систем и техногенный риск» относится к обязательной части Блока 1 учебного плана направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность».

Изучению дисциплины «Б1.О.33 «Надежность технических систем и техногенный риск» должно предшествовать изучение таких дисциплин, как «Теоретические основы экозащитных процессов», «Экологический мониторинг», «Основы проектной деятельности в техносфере», «Правоведение» и «Основы природоохранного законодательства». При освоении данной дисциплины слушатели должны иметь знания по обязательным дисциплинам Блока 1 учебного плана направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность». Дисциплина «Надежность технических систем и техногенный риск» является предшествующей при изучении дисциплин: «Экологическая экспертиза и сертификация», «Управление техносферной безопасностью».

В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 4 курсе по очной форме обучения. Вид промежуточной аттестации (Экзамен).

### **1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| Код и наименование индикатора*<br>достижения компетенции  | Результаты обучения по дисциплине<br>(знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности))  |
|---|--|
| ОПК2 Способен обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления   |  |
| ИОПК-2.1. Понимает основные принципы культуры безопасности и имеет представления о концепции риск-ориентированного мышления   | <p>знает механизмы и принципы адаптации организма человека к условиям окружающей среды; механизмы воздействия вредных факторов на организм человека; меры профилактики влияния факторов, вызывающих патологию</p> <p>умеет оценивать риск реализации опасностей среды обитания человека</p> <p>владеет методами оценки опасности факторов окружающей среды с использованием справочной и нормативно-технической литературы</p>                       |
| ИОПК-2.2. Осуществляет поиск и применяет основные методы и приемы для обеспечения безопасности человека и сохранения окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления. | <p>знает основные методы и приемы для обеспечения безопасности человека и сохранения окружающей среды</p> <p>умеет разрабатывать и использовать профилактические меры влияния негативных факторов среды, использовать риск-ориентированное мышление при рассмотрении вопросов безопасности в профессиональной деятельности.</p> <p>владеет навыками необходимыми для определения функционального состояния человека (физического и психического)</p> |

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

| Виды работ                             | Всего часов | Форма обучения   |                  |                  |               |
|--|-------------|------------------|------------------|------------------|---------------|
|  |             | очная            |                  | очно-заочная     | заочная       |
|  |             | 7 семестр (часы) | 7 семестр (часы) | X семестр (часы) | X курс (часы) |
| <b>Контактная работа, в том числе:</b> | <b>72,3</b> | <b>72,3</b>      |                  |                  |               |
| <b>Аудиторные занятия (всего):</b>     | <b>72,3</b> | <b>72,3</b>      |                  |                  |               |
| занятия лекционного типа               | 34          | 34               |                  |                  |               |

|   |                                      |             |             |  |  |
|---|--------------------------------------|-------------|-------------|--|--|
| лабораторные занятия  | -                                    | -           |             |  |  |
| практические занятия  | 34                                   | 34          |             |  |  |
| семинарские занятия   | -                                    | -           |             |  |  |
| <b>Иная контактная работа:</b>  |                                      |             |             |  |  |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)   | 4                                    | 4           |             |  |  |
| Промежуточная аттестация (ИКР)  | 0,3                                  | 0,3         |             |  |  |
| <b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>   | <b>36</b>                            | <b>36</b>   |             |  |  |
| Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.) | 36                                   | 36          |             |  |  |
| <b>Контроль:</b>  |                                      |             |             |  |  |
| Подготовка к экзамену   | <b>35,7</b>                          | <b>35,7</b> |             |  |  |
| <b>Общая трудоемкость</b>   | <b>час.</b>                          | <b>144</b>  | <b>144</b>  |  |  |
|   | <b>в том числе контактная работа</b> | <b>72,3</b> | <b>72,3</b> |  |  |
|   | <b>зач. ед</b>                       | <b>4</b>    | <b>4</b>    |  |  |

## 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 7 семестре на 4 (курсе) (очная форма обучения)

| №   | Наименование разделов (тем)  | Количество часов |                   |           |    |                      |
|-----|--|------------------|-------------------|-----------|----|----------------------|
|     |  | Всего            | Аудиторная работа |           |    | Внеаудиторная работа |
|     |  |                  | Л                 | ПЗ        | ЛР |                      |
| 1.  | Введение. Основные понятия теории надежности   | 8                | 3                 | 3         |    | 2                    |
| 2.  | Показатели надёжности элементов технической системы  | 8                | 3                 | 3         |    | 2                    |
| 3.  | Надежность систем простейших структур  | 10               | 3                 | 3         |    | 4                    |
| 4.  | Оценивание надёжности технической системы со сложной структурой                                      | 10               | 3                 | 3         |    | 4                    |
| 5.  | Методы повышения надежности сложных систем   | 10               | 3                 | 3         |    | 4                    |
| 6.  | Анализ надежности систем при нагруженном резервировании  | 10               | 3                 | 3         |    | 4                    |
| 7.  | Анализ надежности систем при общем резервировании  | 12               | 4                 | 4         |    | 4                    |
| 8.  | Понятие, природа и закономерности проявления риска   | 12               | 4                 | 4         |    | 4                    |
| 9.  | Современные методы качественного и количественного анализа техногенного риска                        | 12               | 4                 | 4         |    | 4                    |
| 10. | Общие принципы регулирования техногенного риска при создании и эксплуатации технологических объектов | 12               | 4                 | 4         |    | 4                    |
|     | <b>ИТОГО по разделам дисциплины</b>  | <b>104</b>       | <b>34</b>         | <b>34</b> |    | <b>36</b>            |
|     | Контроль самостоятельной работы (КСР)  | 4                |                   |           |    |                      |
|     | Промежуточная аттестация (ИКР)   | 0,3              |                   |           |    |                      |
|     | Подготовка к текущему контролю   | 26,7             |                   |           |    |                      |
|     | Общая трудоемкость по дисциплине   | 144              |                   |           |    |                      |

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

| №  | Наименование раздела (темы)   | Содержание раздела (темы)   | Форма текущего контроля |
|----|---|---|-------------------------|
| 1. | Введение. Основные понятия теории надежности                                  | Цель и задачи курса Надежность. Отказ. Показатели и характеристики надежности. Безотказность, долговечность, сохраняемость, ремонтпригодность. Срок службы. Избыточность. Элементы расчета надежности. Резервирование.  | К,Т                     |
| 2. | Показатели надёжности элементов технической системы                           | Вероятность безотказной работы. Частота отказов. Интенсивность отказов. Среднее время безотказной работы. Коэффициенты. Виды отказов. Коэффициенты, характеризующие влияние элементов на надежность. Поток отказов. Законы распределения времени между отказами. Количественные характеристики надежности. Решение типовых задач. | К,Т                     |
| 3. | Надежность систем простейших структур   | Количественные характеристики надежности систем. Показатели надёжности систем. Решение задач оценивания надёжности ТС заданной структуры  | К,Т                     |
| 4. | Оценивание надёжности технической системы со сложной структурой               | Общее определение работоспособного состояния системы и вероятности безотказного функционирования системы. Надёжность системы с мостиковой структурой. Методы минимального пути и минимального сечения оценивания надёжности.  | К,Т                     |
| 5. | Методы повышения надежности сложных систем                                    | Основные количественные характеристики надежности при постоянно включенном резерве. Выигрыш надежности при постоянном включенном резерве. Вероятность безотказной работы при резервировании. Основные количественные характеристики при резервировании. Коэффициент надежности при резервировании.                                | К,Т                     |
| 6. | Анализ надежности систем при нагруженном резервировании                       | Основные количественные характеристики надежности при постоянном включенном резерве. Выигрыш надежности при постоянном включенном резерве. Основные количественные характеристики надежности. Влияние переключателей на качество поэлементного резервирования.  | К,Т                     |
| 7. | Анализ надежности систем при общем резервировании                             | Требования, предъявляемые к надежности сложных систем. Методы повышения надежности сложных систем. Сравнение различных методов повышения надежности. Кратность резервирования   | К,Т                     |
| 8. | Понятие, природа и закономерности проявления риска                            | Исходные понятия и предпосылки. Сущность и особенности общественного восприятия риска. Природа и классификация объективно существующего риска. Принципы качественного и количественного измерения величины риска.   | К,Т                     |
| 9. | Современные методы качественного и количественного анализа техногенного риска | Цель и задачи количественного анализа риска. Общая последовательность анализа и прогнозирования техногенного риска. Общая характеристика и классификация современных методов анализа техногенного риска. Методы качественного сравнительного анализа. Методы дескриптивного прогноза техногенного риска с                         | К,Т                     |

|     |  |   |     |
|-----|--|---|-----|
|     |  | помощью диаграмм причинно-следственных связей.  |     |
| 10. | Общие принципы регулирования техногенного риска при создании и эксплуатации технологических объектов | Сущность программно-целевого регулирования риска. Стратегическое планирование и оперативное управление техногенным риском. Нормирование и обеспечение приемлемого риска при создании производственных и транспортных объектов. Статический контроль степени риска и эффективности мероприятий по его снижению. Задачи оптимизации контрольно-профилактической работы. | К,Т |

### 2.3.2 Занятия семинарского типа (практические работы)

| №  | Наименование раздела (темы)  | Тематика занятий/работ  | Форма текущего контроля |
|----|--|---|-------------------------|
| 1. | Показатели надёжности элементов технической системы  | Количественные показатели надежности и эффективности  | К, Т                    |
| 2. | Надежность систем простейших структур  | Случайные величины и их характеристики  | К, Т                    |
| 3. | Оценивание надёжности технической системы со сложной структурой                                      | Вероятностные процессы  | К, Т                    |
| 4. | Методы повышения надежности сложных систем   | Типовые случаи расчетов надежности  | К, Т                    |
| 5. | Анализ надежности систем при нагруженном резервировании  | Оценивание надежности изделий при различных способах резервирования   | К, Т                    |
| 6. | Анализ надежности систем при общем резервировании  | Расчет надежности систем заданной структуры<br>Оценка кратности резервирования  | К, Т                    |
| 7. | Современные методы качественного и количественного анализа техногенного риска                        | Риск, связанный с техникой. Индивидуальный риск, коллективный риск. Статистические данные по риску. Теории и модели происхождения и развития несчастных случаев, аварий, катастроф.                                   | К, Т                    |
| 8. | Общие принципы регулирования техногенного риска при создании и эксплуатации технологических объектов | Организационно-техническая документами и законодательная основа в системе обеспечения безопасности: государственное регулирование, контроль и надзор, экономическое регулирование, страхование рисков, паспорта риска | К, Т                    |

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

### 2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрено

## 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

| № | Вид СРС  | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы  |
|---|--|--|
| 1 | Проработка учебного (теоретического) материала.                        | Ветошкин, А.Г. Обеспечение надежности и безопасности в техносфере [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 236 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/72975">https://e.lanbook.com/book/72975</a> .                              |
| 2 | Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций). | Степаненко, Е.А., Белашова Е.Д. (КубГУ). Математические методы оценивания надежности технических систем, [Текст]: учебное пособие. Ч. 1 / Е. А. Степаненко; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар: [Кубанский государственный университет], 2017. - 276 с. |
| 3 | Подготовка к текущему контролю.  | Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Надежность технических систем и техногенный риск», утвержденные кафедрой ОНХиИВТвХ, протокол № 10 от 15.05.2021 г.  |

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## 3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, практические занятия, проблемное обучение, модульная технология, подготовка письменных аналитических работ, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проектных методик, мозгового штурма, разбора конкретных ситуаций, анализа педагогических задач, педагогического эксперимента, иных форм) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.



#### 4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Надежность технических систем и техногенный риск».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме тестовых заданий, доклада-презентации по проблемным вопросам, разноуровневых заданий и промежуточной аттестации в форме вопросов и заданий к (экзамену).

##### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

| № п/п | Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)  | Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)   | Наименование оценочного средства |                           |
|-------|--|---|----------------------------------|---------------------------|
|       |  |   | Текущий контроль                 | Промежуточная аттестация  |
| 1     | ИПК-7.1 Определяет опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска   | Знает основные модели типа человек - машина - среда; основные показатели надежности и методы их определения; современные аспекты техногенного риска; алгоритмы исследования опасностей; теории и модели происхождения и развития чрезвычайных ситуаций; методы качественного анализа надежности и риска;  | <i>Опрос<br/>Тест</i>            | <i>Вопрос на экзамене</i> |
| 2     | ИПК-6.2. Проводит экспертизу и обеспечивает правильное составление экологической документации организации в соответствии с установленными требованиями в области охраны окружающей среды и осуществления экологического обеспечения деятельности организации | Умеет оценивать безопасные параметры эксплуатации технических систем, обеспечивающих высокую эксплуатационную надежность элементов конструкций и технических систем в целом; анализировать современные системы человек - машина - среда на всех стадиях их жизненного цикла и идентифицировать опасности; рассчитывать основные показатели надежности систем данного профиля; рассчитывать риски и разрабатывать мероприятия по поддержанию их допустимых величин; разрабатывать и реализовывать систему мониторинга потенциальных опасностей; определять стандартные статистические характеристики чрезвычайных ситуаций (аварий, несчастных случаев и др.); | <i>Опрос<br/>Тест</i>            | <i>Вопрос на экзамене</i> |

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

***Тест***

Конечной целью расчета надежности технических устройств является:

- a. Оценка экономического риска
- b. Анализ работоспособности
- c. Оценка воздействия внешних факторов на безотказность системы
- d. Оптимизация конструктивных решений и параметров, режимов эксплуатации

К внешним факторам, формирующим отказы в технических системах НЕ относят:

- a. Климатические
- b. Биологические
- c. Неисправность элемента системы
- d. Человеческий фактор

К деформации конструкционных материалов технических систем приводят:

- a. Низкие температуры
- b. Воздействие ЭМИ
- c. Высокие температуры
- d. Воздействие влажности

Высокая влажность воздуха для металлических материалов технических систем вероятнее всего может стать причиной:

- a. Фотоокисления
- b. Старения
- c. Коррозии
- d. Деформации

Система, часть элементов которой образует последовательное соединение, другая часть - параллельное, называется:

- a. Системой типа «m из n»
- b. Мостиковой системой
- c. Комбинированной системой
- d. Системой с резервированием

Система, отказ которой происходит только в случае отказа всех ее элементов, называется:

- a. Системой с параллельным соединением элементов
- b. Системой типа «m из n»
- c. Системой с последовательным соединением элементов
- d. Мостиковой системой

Система, в которой отказ любого элемента приводит к отказу всей системы, называется: Выберите один ответ:

- a. Системой с последовательным соединением элементов
- b. Системой типа «m из n»
- c. Системой с параллельным соединением элементов
- d. Мостиковой системой

Для конструкционных материалов технических систем содержание пыли в воздухе благоприятствует:

- a. Изменению структуры поверхности конструкционного материала
- b. Утечке токов и скоплению токопроводящей влаги
- c. Изменению состава конструкционного материала
- d. Деформации конструкционных материалов

Безотказность технических систем определяется следующим критерием или критериями:

- a. Интенсивность отказов
- b. Только как количество отказов за заданное время
- c. Нарботка до очередного отказа и количество отказов за заданное время
- d. Только как наработка до очередного отказа

Повышение возможности хрупкого разрушения конструкционных материалов технических систем возможно при:

- a. Высоких температурах
- b. При воздействии влажности
- c. Низких температурах
- d. При воздействии ЭМИ

Основные воздействия солнечной радиации на технические системы:

- a. Фотоокисление; тепловое воздействие
- b. Тепловое воздействие, увеличение фактора нагрузки
- c. Фотоокисление, увеличение фактора нагрузки
- d. Фотоокисление; хрупкое разрушение материалов

«Человеческий фактор» - это:

- a. Надежность и ошибка в работе человека как звена технической системы
- b. Угроза здоровью человека
- c. Прямое нарушение человеком правил техники безопасности
- d. Небезопасные условия труда

К анализу с обратным порядком определения отказов относится:

- a. Анализ с помощью построения дерева событий
- b. Анализ с помощью построения дерева решений
- c. Анализ с помощью построения дерева отказов
- d. Логический анализ

Анализ с помощью дерева отказов - это:

- a. Представление события последовательностью вариантов развития отказа системы
- b. Определение той части системы, где требуется провести более подробный анализ
- c. Изучение соответствия условий эксплуатации системы (объекта) действующим требованиям безопасности
- d. Представление события последовательностью комбинаций нарушений и неисправностей

Ошибка человека как элемента технической системы определяется как:

- a. Невыполнение социальных обязанностей
- b. Невыполнение нормативов по выработке труда
- c. Невыполнение поставленной задачи
- d. Несоблюдение гигиены

### Примеры расчетных задач

Задача №1. Определение вероятности безотказной работы, частоты и интенсивности отказов

На испытание поставлено  $N_0$  изделий. За время  $t$ (ч) вышло из строя  $n(t)$  штук изделий; последующий интервал времени  $\Delta t$  вышло из строя  $n(\Delta t)$  штук изделий. Необходимо вычислить вероятность безотказной работы за время  $t$  и  $t+\Delta t$ , частоту отказов и интенсивность отказов на интервале  $\Delta t$ . Исходные данные приведены в таблице.

| Вариант | Исходные данные |               |                      |        |               |
|---------|-----------------|---------------|----------------------|--------|---------------|
|         | $N_0$           | $t, \text{ч}$ | $\Delta t, \text{ч}$ | $n(t)$ | $n(\Delta t)$ |
| 1       | 400             | 3000          | 100                  | 200    | 100           |
| 2       | 1000            | 3000          | 1000                 | 80     | 50            |
| 3       | 100             | 8000          | 100                  | 50     | 10            |
| 4       | 10              | 1000          | 100                  | 3      | 2             |
| 5       | 10              | 1000          | 100                  | 3      | 1             |
| 6       | 1000            | 1000          | 1000                 | 20     | 25            |
| 7       | 1000            | 2000          | 1000                 | 45     | 35            |
| 8       | 45              | 75            | 5                    | 44     | 1             |
| 9       | 1000            | 1000          | 1000                 | 160    | 50            |
| 10      | 1000            | 1000          | 1000                 | 130    | 30            |

Задача №2. Найти наработку на отказ одного вида аппаратуры;

В течение времени  $\Delta t$  производилось наблюдение за восстанавливаемым изделием и было зафиксировано  $n(\Delta t)$  отказов. До начала наблюдения изделие проработало  $t_1$ (ч), общее время наработки к концу наблюдения составило  $t_2$ (ч). Требуется найти наработку на отказ. Исходные данные приведены в таблице.

| Вариант | Исходные данные |                 |               |
|---------|-----------------|-----------------|---------------|
|         | $t_1, \text{ч}$ | $t_2, \text{ч}$ | $n(\Delta t)$ |
| 1       | 350             | 1280            | 15            |
| 2       | 400             | 1600            | 3             |
| 3       | 1000            | 6400            | 9             |
| 4       | 770             | 4800            | 7             |
| 5       | 1200            | 5558            | 2             |
| 6       | 300             | 540             | 12            |
| 7       | 540             | 1200            | 5             |
| 8       | 300             | 3200            | 8             |
| 9       | 12              | 184             | 16            |
| 10      | 570             | 2000            | 27            |

## Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен)

1. Цели, задачи, основные понятия надежности технических систем
2. Определение, характеристика и аксиомы опасностей в техносфере
3. Таксономия опасностей (основные классификации по разным видам) Основные источники, концепции опасностей
4. Номенклатура и методы обнаружения опасностей. Пороговый уровень опасности.
5. Вероятность безотказной работы. Вероятность отказа Частота отказов. Средняя частота отказов
6. Интенсивность отказов Среднее время безотказной работы. Среднее время между соседними отказами
7. Коэффициенты, учитывающие вынужденный простой аппаратуры (Коэффициент готовности, Коэффициент вынужденного простоя, Коэффициент профилактики, Частота профилактики)
8. Коэффициенты, характеризующие влияние элементов на надежность аппаратуры (Коэффициент отказов элементов, Коэффициент расхода элементов, Коэффициентом стоимости эксплуатации)
9. Закон распределения отказов
10. Закон распределения случайных величин
11. Биномиальный закон и закон Пуассона
12. Экспоненциальный закон и закон гамма-распределения
13. Закон Вейбула и закон нормального распределения
14. Закон усеченного нормального распределения и закон Реллея
15. Методы расчета (Прикидочный расчет надежности, Ориентировочный расчет надежности, Расчет надежности с учетом режимов работы элементов)
16. Последовательность расчета надежности
17. Общее резервирование с постоянно включенным резервом и с целой кратностью Раздельное резервирование с постоянно включенным резервом и с целой кратностью,
18. Общее резервирование замещением с целой кратностью, Раздельное резервирование замещением с целой кратностью
19. Скользящее резервирование
20. Требования, предъявляемые к надежности сложных систем их методы повышения надежности
21. Резервирование как средство повышение надежности
22. Уменьшение интенсивности отказов системы
23. Сокращение времени непрерывной работы
24. Определение риска виды и классификации риска
25. Приемлемый риск, концепция приемлемого риска, методы управления риском
26. Основы методологии анализа и управления риском
27. Методы анализа риском (проверочного листа, АВПО, опасности и работоспособности, логико-графические, количественного анализа)
28. Функциональные зависимости надежности, Теорема сложения вероятностей
29. Теорема умножения вероятностей, Формула полной вероятности
30. Источники и причины изменения начальных параметров технической системы
31. Физика отказов, множественные отказы
32. Технические системы и их классификация виды резервирования
33. Жизненный цикл технической системы (этапы, стадии)
34. Фактор времени в надежности технических систем
35. Понятие отказа технической системы
36. Классификация отказов технической системы

37. Свойства надежности технической системы (безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость)
38. Показатели надежности тс с последовательной структурой
39. Показатели надежности систем с параллельной структурой
40. Показатели надежности систем со сложной структурой
41. Расчет надежности тс с мостиковой схемой
42. Показатели параметрической надежности систем
43. Схемы и способы резервирования
44. Роль внешних факторов воздействия
45. Классификация внешних факторов воздействия
46. Влияние температуры, влажности и солнечной радиации на надежность технических систем
47. Влияние ветра, гололеда на надежность технических систем
48. Влияние примесей в воздухе, и старение материала на надежность технических систем
49. Влияние биологических факторов и факторов нагрузки на надежность технических систем
50. Анализ возможных отказов (сущность, этапы, последовательность, взаимодействие элементов).
51. Выявление основных опасностей на стадии проектирования
52. Содержание отчета промышленной опасности
53. Методы исследования безопасности технических систем и их процедура
54. Классификация критериев и порядок определения причин отказов
55. Предварительный анализ опасностей. Экспертиза безопасности и последовательность ее проведения.
56. Методы анализа опасностей (ключевые слова, проверочный лист, основные этапы)
57. Анализ последствий опасностей отказов (метод критичности отказа)
58. Анализ последствий опасностей отказов (Дерево отказа, событий и решений)
59. Контрольные карты процессов, распознавание образцов по кластерному анализу.
60. Оценка и влияние человеческого фактора на надежность технических систем

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»  
Кафедра органической химии и технологий  
Направление подготовки 20.03.01 – Техносферная безопасность  
20\_\_-20\_\_ уч. год  
Дисциплина «НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ТЕХНОГЕННЫЙ РИСК»

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1.

1. Закон Вейбула и закон нормального распределения.
2. Свойства надежности технической системы (безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость).
3. Контрольные карты процессов, распознавание образцов по кластерному анализу.

Заведующий кафедрой  
Общей, неорганической химии и высоких технологий в химии

### Критерии оценивания результатов обучения

| Оценка  | Критерии оценивания по экзамену  |
|---|--|
| Высокий уровень «5» (отлично)                 | оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. |
| Средний уровень «4» (хорошо)                  | оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.  |
| Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)     | оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.        |
| Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно) | оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.   |

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

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

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## 5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

### 5.1. Учебная литература

#### Основная литература

1. Ветошкин, А.Г. Обеспечение надежности и безопасности в техносфере [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 236 с.

–Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72975>.

2. Степаненко, Е.А. Математические методы оценивания надежности технических систем [Текст]: учебное пособие / Е. А. Степаненко, Е. Д. Белашова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Изд. 2-е доп. - Краснодар: [Кубанский госу- дарственный университет], 2017. - 276 с.: ил. - Библиогр.: с. 271-272. - ISBN 978-5-8209- 1270-2

*Дополнительная литература:*

1. Островский, Г.М. Технические системы в условиях неопределенности: анализ гибко-сти и оптимизация [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Г.М. Островский, Ю.М. Волин. – Электрон. дан. – Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2015. – 322 с. – Режим доступа:<https://e.lanbook.com/book/66329>.

2. Королев, В.Ю. Математические основы теории риска [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.Ю. Королев, В.Е. Бенинг, С.Я. Шоргин. – Электрон. дан. – Москва: Физматлит, 2011. – 620 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2742>. – Загл. с экрана.

3. Лисунов, Е.А. Практикум по надежности технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.А. Лисунов. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2015. – 240 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/56607>

4. Дорохов, А.Н. Обеспечение надежности сложных технических систем [Электронный ресурс] : учебник / А.Н. Дорохов, В.А. Керножицкий, А.Н. Миронов, О.Л. Шестопалова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 352 с. — Режим доступа:<https://e.lanbook.com/book/93594>

5. Тимошенко, С. П. Надежность технических систем и техногенный риск [Электрон- ный ресурс]: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / С. П. Тимошенко, Б. М.Симонов, В. Н. Горошко. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 502 с. — (Серия : Бакалавр имагистр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-8582-5. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/12404CE1-244C-4C0F-8F1C-F2402B109248](http://www.biblio-online.ru/book/12404CE1-244C-4C0F-8F1C-F2402B109248).

## **5.2. Периодическая литература**

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>

2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

## **5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

**Электронно-библиотечные системы (ЭБС):**

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>

2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)

3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>

4. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)

5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

## **Интернет-ресурсы**

1. <http://www.ecoport.ru/> Всероссийский Экологический Портал

2. <http://www.ecolife.ru/index.shtml> Экология и жизнь: международный экологический портал

3. [www.zaroved.ru](http://www.zaroved.ru) – страница МПР о ООПТ, каталог ООПТ



4. [www.wildnet.ru](http://www.wildnet.ru) – Эколого-просветительский центр «Заповедники»
5. [www.biodiversity.ru](http://www.biodiversity.ru) – Центр охраны дикой природы
6. Справочно-правовые системы (СПС) «КонсультантПлюс»  
<http://www.consultant.ru/>
7. <http://www.garant.ru/> Справочно-правовые системы (СПС) «Гарант»
8. [www.eco.ria.ru](http://www.eco.ria.ru) РИА-Новости, раздел «Экология»
9. <http://www.priroda.ru> Портал про окружающую природную среду
10. <http://www.un.org/ru/un60/60ways/envir.shtml> Направления деятельности ООН: изменяя мир к лучшему
11. <http://www.populationenvironmentresearch.org> Исследовательская сеть «Население-окружающая среда» (Population-Environment Research Network)
12. Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП) <http://www.unep.org>
13. <http://www.earth-policy.org> Институт Планетарной политики (Earth Policy Institute)
14. [http://russiancouncil.ru/projects/project/?PROJECT\\_ID\\_4=9](http://russiancouncil.ru/projects/project/?PROJECT_ID_4=9) Российский совет по международным делам (Дорожная карта международного сотрудничества в Арктике)
15. [www.thegef.org](http://www.thegef.org) Официальный сайт ГЭФ:
16. [http://www.cawater-info.net/bk/water\\_law/index.htm](http://www.cawater-info.net/bk/water_law/index.htm) База знаний «Международное и национальное водное право»
17. ООН по промышленному развитию UNIDO <http://www.unido.ru/>
18. [www.ecokom.ru](http://www.ecokom.ru) Экология и безопасность в техном мире
19. [www.ecology-portal.ru](http://www.ecology-portal.ru) Экологический портал
20. <http://eco-profi.info> Эколог-профессионал
21. <http://www.integral.ru> программные средства по охране окружающей среды и профессиональном обучении экологов
22. <http://www.mnr.gov.ru> МПР <http://www.gost.ru> Росстандарт
23. <http://www.gosnadzor.ru/> Ростехнадзор
24. <http://www.unep.org> UNEP
25. <http://www.unesco.ru> ЮНЕСКО
26. <http://www.wwf.ru> WWF
27. [www.rospromtest.ru](http://www.rospromtest.ru) Роспромтест
28. <http://www.voda-inform.ru/> Вода-информ
29. <http://www.water.ru> Водоподготовка, водоочистка
30. <http://www.peku.info> Реки инфо
31. <http://repartee.ru> География
32. <http://lakes-of-world.ru>, <http://www.ozeramira.ru> Озера
33. <http://zemlj.ru> Планета Земля

#### **Профессиональные базы данных:**

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>

10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods  
<https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

### **Информационные справочные системы:**

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

### **Ресурсы свободного доступа:**

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
<https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"  
<http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов  
(<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина  
"Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы  
[http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety)

### **Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:**

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru/>;
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ"  
<http://icdau.kubsu.ru/>

### **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Одной из задач практических занятий по дисциплине является выработка у студентов осознания важности, необходимости и полезности знаний, полученных в результате

изучения дисциплины в дальнейшей профессиональной деятельности. методическая модель преподавания основана на применении активных методов обучения: - активное участие слушателей в учебном процессе; - проведение практических занятий, определяющих приобретение навыков решения проблемы. с целью эффективного усвоения студентами материала данной дисциплины.

Для более глубокого изучения предмета преподаватель предоставляет студентам информацию о возможности использования по разделам Интернет-ресурсов. При наличии академических задолженностей, связанных с пропусками занятий, преподаватель должен выдавать задание студенту в виде задач по пропущенной теме. для контроля знаний студентов по данной дисциплине необходимо проводить оперативный и итоговой контроль. оперативный контроль проводится с целью определения качества усвоения лекционного материала. Наиболее эффективным является его проведение в письменной форме - по контрольным вопросам или тестам.

В учебном процессе, помимо чтения лекций и практических занятий. широко используются активные и интерактивные формы (компьютерные презентации, коллоквиумы, дискуссии). В сочетании с внеаудиторной работой это способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся. перечень обязательных видов работы студента: . посещение лекционных занятий; . ответы на теоретические вопросы на семинаре; . решение практических задач и заданий на семинаре и выполнение контрольной работы; . коллоквиум; . участие в студенческой научной конференции.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает: - чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины; - подготовку к практическим занятиям (семинарам); -написание контрольной работы; - работу с Интернет-источниками; \_ подготовку к сдаче экзамена. Планирование времени на самостоятельную работу лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный в лекция (необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе дисциплины. По каждой из тем для самостоятельного изучения, представленных в рабочей программе дисциплины, следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса. Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет ресурсы: проводить поиск в специальных поисковых системах:

[www.ecokom.ru](http://www.ecokom.ru),

[www.ECoportal.su](http://www.ECoportal.su),

[www.ecology-portal.ru](http://www.ecology-portal.ru),

[WwW.ecoindustry.rus](http://WwW.ecoindustry.rus),

<http://ecoprofi.info/> и другие.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## 7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

|                                    |                                    |   |
|------------------------------------|------------------------------------|---|
| Наименование специальных помещений | Оснащенность специальных помещений | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|------------------------------------|------------------------------------|---|

|   |  |   |
|---|--|---|
| Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа   | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер                  | Microsoft Windows<br>Microsoft Office Professional Plus |
| Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер<br>Оборудование: | Microsoft Windows<br>Microsoft Office Professional Plus |

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся                       | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся  | Перечень лицензионного программного обеспечения         |
|---|--|---|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | Microsoft Windows<br>Microsoft Office Professional Plus |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. _____)                       | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | Microsoft Windows<br>Microsoft Office Professional Plus |