

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Нестерова Людмила Викторовна  
Должность: Директор филиала Инди (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ»  
Дата подписания: 18.11.2022 17:00:19  
Уникальный программный ключ:  
381fbe5f0c4ccc6e500e8bc981c25bb21801780

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.01.02 НАДЕЖНОСТЬ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

Направление подготовки (специальности): *13.03.02 Электроэнергетика и электротехника*

Профиль: *Электроэнергетика и электротехника*

Форма обучения  
(*заочная*)

Квалификация (степень) выпускника  
(*бакалавр*)

2021 год набора

| Виды работ                 | Объем занятий по семестрам, час |   |   |   |   |   |   |     |   |    | Итого |
|----------------------------|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|-----|---|----|-------|
|                            | 1                               | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8   | 9 | 10 |       |
| Лекции                     |                                 |   |   |   |   |   |   | 6   |   |    | 6     |
| Практические занятия       |                                 |   |   |   |   |   |   | 10  |   |    | 10    |
| Лабораторные занятия       |                                 |   |   |   |   |   |   |     |   |    |       |
| Консультации               |                                 |   |   |   |   |   |   |     |   |    |       |
| Самостоятельная работа     |                                 |   |   |   |   |   |   | 88  |   |    | 88    |
| Контрольная работа         |                                 |   |   |   |   |   |   |     |   |    |       |
| Курсовой(ая) проект/работа |                                 |   |   |   |   |   |   |     |   |    |       |
| Контроль                   |                                 |   |   |   |   |   |   | 4   |   |    | 4     |
| Форма контроля             |                                 |   |   |   |   |   |   | 3а  |   |    | 3а    |
| Итого:                     |                                 |   |   |   |   |   |   | 108 |   |    | 108   |
| з.е.                       |                                 |   |   |   |   |   |   | 3   |   |    | 3     |

Актуализирована и одобрена на заседании учебно-методического совета *Института нефти и газа* протокол № 8 от 11.10.2021г.

Ханты-Мансийск, 2021 год

## Предисловие

1. Программа разработана в соответствии с требованиями Федерального закона от 27.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) *13.03.02 Электроэнергетика и электротехника* утвержденного № 144 от 28.02.2018 года.

2. Разработчик(и):

канд. техн. наук  
(ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

В.Л. Вязигин  
(И. О. Фамилия)

3. Согласовано руководителем образовательной программы по направлению подготовки *13.03.02 Электроэнергетика и электротехника*

канд. техн. наук  
(ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

А.Г. Люtareвич  
(И. О. Фамилия)

4. Утверждаю:

Директор ИНГ  
(должность)

  
(подпись)

В.И. Зеленский  
(И. О. Фамилия)

## 1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Надёжность электроснабжения» являются: формирование и развитие у обучающихся теоретических знаний и практических умений и навыков в области проектирования и эксплуатации электрооборудования и систем электроснабжения с учётом их надёжности, формирование и развитие у обучающихся компетенций, предусмотренных образовательным стандартом по специальности.

## 2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Надёжность электроснабжения» относится к Блоку 1, части, формируемой участниками образовательных отношений, модулю «Электрические приёмники» – Б1.В.01.02

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции), достижение которых обеспечивает дисциплина |   | Индикаторы обучения по дисциплине   |
|--|---|---|
| Коды компетенции   | Содержание компетенций  |   |
| <i>ПК-3</i>  | Способен организовывать деятельность по оперативно-технологическому управлению объектов профессиональной деятельности   | <i>ПК-3 3-1</i> физические основы построения, принцип действия и устройство электрооборудования и электрических систем<br><i>ПК-3 3-2</i> основные термины и понятия надёжности применительно к объектам электроэнергетических систем<br><i>ПК-3 3-3</i> факторы, влияющие на основные характеристики и параметры надёжности электрооборудования и электрических систем;<br><i>ПК-3 У-1</i> рассчитывать, измерять, анализировать и сравнивать параметры и основные характеристики надёжности электрооборудования и электрических систем;<br><i>ПК-3 У-2</i> выбирать и использовать математические модели анализа надёжности электрооборудования и электрических систем;<br><i>ПК-3 У-3</i> проводить энергетические обследования объектов с целью определения характеристик надёжности;<br><i>ПК-3 В-1</i> навыками организовывать и контролировать выполнение персоналом смены действий по управлению технологическим режимом работы электрической сети при предупреждении, предотвращении развития и ликвидации отказов и повреждений в системе электроснабжения. |
| <i>ПК-5</i>  | Способен выполнять работы всех видов сложности по организационному и техническому обеспечению полного цикла или отдельных стадий эксплуатации электротехнического | <i>ПК-5 3-1</i> экономические и эксплуатационные характеристики надёжности электрооборудования;<br><i>ПК-5 3-2</i> регламентные сроки текущих и капитальных ремонтов электрооборудования;<br><i>ПК-5 3-3</i> способы анализа последствий перерывов электроснабжения на функционирование технологических систем<br><i>ПК-5 У-1</i> разрабатывать план мероприятий по обеспечению   |

|  |              |   |
|--|--------------|---|
|  | оборудования | необходимого уровня надёжности при эксплуатации элементов систем электроснабжения;<br><i>ПК-5 У-2</i> организовать сбор и обработку информации об отказах элементов систем электроснабжения<br><i>ПК-5 В-1</i> методикой оценки надёжности сложных электроэнергетических систем на стадиях их проектирования и эксплуатации<br><i>ПК-5 В-2</i> методами оценки фактического и ожидаемого экономического ущерба, вызванного отказами элементов систем электроснабжения |
|--|--------------|---|

#### 4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

| № п/п   | Тема   | Трудоемкость по видам учебной работы, час |                      |                      |              |                        | Код компетенции      | Оценочные средства         |
|---|--|---|----------------------|----------------------|--------------|------------------------|----------------------|----------------------------|
|   |  | Занятия лекционного типа                  | Практические занятия | Лабораторные занятия | Консультации | Самостоятельная работа |                      |                            |
| Раздел 1. Введение. История становления науки о надежности Термины и понятия надежности.. |  |   |                      |                      |              |                        |                      |                            |
| 1   | Введение. История становления науки о надежности. Области её применения. Термины и понятия надежности. Состояния объектов..  | 0,5                                       |                      |                      |              | 2                      | ПК-3 3-2<br>ПК-3 3-3 | Устный опрос; тестирование |
| 2   | Отказы объектов и их классификация. Восстановление объектов. Резервирование. Типы резервирования. Классификация резервированных устройств.   | 0,5                                       |                      |                      |              | 2                      | ПК-3 3-1<br>ПК-3 3-3 | Устный опрос; тестирование |
| Раздел 2. Основные понятия теории вероятностей и математической статистики                |  |   |                      |                      |              |                        |                      |                            |
| 3   | Основные понятия теории вероятностей. Понятие о логических схемах анализа надёжности. Последовательные и параллельные логические схемы. Случайные величины и их законы распределения. Дискретные и непрерывные случайные величины в энергетике. Понятие о законе распределения | 1   |                      |                      |              | 2                      | ПК-3 У-2             | Устный опрос; тестирование |

|   |  |  |   |  |  |   |          |                            |
|---|--|--|---|--|--|---|----------|----------------------------|
| 4 | События и их классификация. Основные понятия алгебры событий. Вероятность события. Классическое определение вероятностей для схемы случаев. Геометрическая вероятность. Примеры применения при оценке надёжности электроснабжения  |  | 1 |  |  | 4 | ПК-3 У-2 | Устный опрос; тестирование |
| 5 | Теорема умножения вероятностей. Теорема сложения вероятностей для несовместных и совместных событий. Примеры применения для расчёта надёжности последовательно и параллельно соединённых элементов. Определение вероятности появления хотя бы одного из группы событий. Пример использования при расчёте надёжности электроснабжения |  | 1 |  |  | 6 | ПК-3 У-2 | Устный опрос; тестирование |
| 6 | Формула полной вероятности. Теорема разложения. Применение формул полной вероятности и теоремы разложения для расчёта надёжности сложных схем электрических соединений. Частная теорема о повторении опытов (формула Бернулли).  |  | 1 |  |  | 6 | ПК-3 У-2 | Устный опрос; тестирование |
| 7 | Ряд распределения и многоугольник распределения. Статистические способы задания закона распределения. Простой и группированный статистический ряд. Гистограмма. Функция распределения для непрерывных и дискретных случайных величин. Свойства. Статистическая функция распределения   |  | 1 |  |  | 6 | ПК-3 У-2 | Устный опрос; тестирование |
| 8 | Параметры положения случайной величины (мода, медиана, математическое ожидание). Моменты случайной величины. Диспер-   |  | 1 |  |  | 8 | ПК-3 У-2 | Устный опрос; тестирование |

|  |   |     |   |  |  |   |  |                             |
|--|---|-----|---|--|--|---|--|-----------------------------|
|  | сия случайной величины<br>Биномиальный закон распределения. Параметры. Условия возникновения. Закон Пуассона. Параметры. Условия возникновения. Закон Пуассона в энергетике. Закон равномерной плотности. Его параметры.  |     |   |  |  |   |  |                             |
| 9  | Нормальный закон распределения. Параметры. Условия возникновения. Нормальная функция распределения. Правило "три сигма". Законы распределения случайных величин в теории надёжности. Выравнивание статистических рядов. Проверка правдоподобия гипотез о характере закона распределения |     | 1 |  |  | 8 | ПК-3 У-2   | Устный опрос; тестирование  |
| <b>Раздел 3. Основные показатели надежности объектов</b>   |   |     |   |  |  |   |  |                             |
| 10   | Основные показатели надежности объектов. Показатели надежности ремонтируемых и восстанавливаемых объектов. Показатели надежности элементов систем электроснабжения. Статистический анализ показателей надежности  | 0,5 |   |  |  | 6 | ПК-3 3-1<br>ПК-3 3-3<br>ПК-3 У-1<br>ПК-3 У-3<br>ПК-5 3-1<br>ПК-5 У-2 | устный опрос; тестирование; |
| <b>Раздел 4 Анализ надежности простейших логических схем. Резервирование. Типы резервирования. Классификация резервированных устройств</b> |   |     |   |  |  |   |  |                             |
| 11   | Анализ надежности простейших логических схем. Расчет надежности при последовательном соединении невосстанавливаемых элементов. Расчет надежности при последовательном соединении восстанавливаемых элементов  | 0,5 | 1 |  |  | 8 | ПК-3 У-2   | устный опрос; тестирование; |
| <b>Раздел 5. Расчет надёжности сложных систем.</b>   |   |     |   |  |  |   |  |                             |
| 12   | Расчет надежности сложных систем. Резервированная невосстанавливаемая система. Резервированная восстанавливаемая система.   | 1   | 1 |  |  | 8 | ПК-3 У-2<br>ПК-5 В-1   | устный опрос; тестирование; |
| <b>Раздел 6. Инженерный метод расчета систем электроснабжения.</b>   |   |     |   |  |  |   |  |                             |

|  |   |   |    |  |  |    |  |                               |
|--|---|---|----|--|--|----|--|-------------------------------|
| 13   | Инженерный метод расчёта надёжности систем электроснабжения промышленных предприятий  | 1 | 1  |  |  | 10 | ПК-3 В-1<br>ПК-5 З-1<br>ПК-5 З-2<br>ПК-5 У-1 | устный опрос;<br>тестирование |
| Раздел 7. Категории электроприёмников по степени надёжности электроснабжения. Экономическая оценка последствий внезапных перерывов электроснабжения технологических объектов |   |   |    |  |  |    |  |                               |
| 14   | Категории электроприёмников по степени надёжности электроснабжения. Влияние внезапных перерывов электроснабжения на технологический процесс. Время простоя и его составляющие. Функционирование систем с различными уровнями эффективности. | 1 | 1  |  |  | 6  | ПК-3 В-1<br>ПК-5 З-1<br>ПК-5 З-3             | устный опрос;<br>тестирование |
| 15   | Экономическая оценка. Оценка ущерба от внезапных перерывов электроснабжения предприятий с непрерывным технологическим процессом   |   |    |  |  | 6  | ПК-5 З-1<br>ПК-5 В-2                         | Устный опрос;<br>тестирование |
| Итого  |   | 6 | 10 |  |  | 88 | –  | –                             |

### 5 Образовательные технологии, используемые при различных видах учебной работы

| № темы | Образовательная технология   |
|--------|--|
| 13     | Кейс-метод (Моделирование производственных процессов и ситуаций)   |
| Все    | Презентации с использованием проектора и с последующим обсуждением |
| 5, 13  | Коллективные решения творческих задач                              |
| 3, 13  | Индивидуальная работа (домашнее задание)                           |
| Все    | Тестирование   |

### 6 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Электронно-информационная образовательная среда представлена личным кабинетом, расположенным по ссылке <https://itport.ugrasu.ru>, электронной библиотечной системой <https://lib.ugrasu.ru>, электронным каталогом Научной библиотеки ЮГУ <https://irbis.ugrasu.ru> и системой дистанционного обучения Moodle, расположенной по ссылке <http://eluniver.ugrasu.ru> (<https://eluniver.ugrasu.ru/course/view.php?id=321>).

Методические указания для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ в доступной для них форме представлены в электронном виде в системе Moodle по ссылке <http://eluniver.ugrasu.ru>.

#### 6.1 Методические указания к занятиям лекционного типа

Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли,

выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать его научно-педагогическому работнику на консультации, на практическом занятии.

### **6.2 Методические указания к практическим занятиям**

Целью практических занятий является закрепление теоретических знаний и приобретение практических умений и навыков. Методические рекомендации по каждой практической работе имеют теоретическую часть, подготовленную отдельно, или указание на источник, необходимый для подготовки к соответствующему практическому занятию, с необходимыми для выполнения работы формулами, пояснениями, таблицами и графиками; алгоритм выполнения заданий. Практические задания сочетаются с теоретическими знаниями. Проведению практического занятия как правило предшествует самостоятельная работа обучающегося.

### **6.3 Методические указания к самостоятельной работе**

В рамках самостоятельной работы обучающийся знакомится с рабочей программой, особое внимание должно уделяться целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Анализируется конспект лекций, ведется подготовка ответов к контрольным вопросам, просматривается рекомендуемая литература, используются аудио-видеозаписи по заданной теме, решаются расчетно-графические задания, задачи по алгоритму и др.

### **6.4 Методические указания к консультациям**

Консультация – устное или письменное разъяснение НПП по сложному и актуальному теоретическому, практическому, методическому вопросу, проблеме, предшествующее активной самостоятельной познавательной деятельности обучающихся. Консультация является одной из форм руководства работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении учебного материала. Для участия в консультации обучающийся готовит вопросы или результаты работы для обсуждения с научно-педагогическим работником. Вопросы и результаты работы могут предварительно согласовываться обучающимся с научно-педагогическим работником для обсуждения на консультации.

### **6.5 Методические указания к индивидуальному заданию (контрольной работе)**

В индивидуальном задании решаются конкретные задачи либо раскрываются определенные условия вопросы. Исходными данными для выполнения задания могут служить нормативные правовые акты, учебники и учебные пособия, статистические данные, результаты социологических исследований и др. Завершенная работа, оформленная должным образом, подписывается обучающимся на титульном листе и сдается для проверки научно-педагогическому работнику. Срок сдачи индивидуального задания определяется в соответствии с учебным планом и доводится до сведения обучающихся.

Все методические указания по дисциплине представлены в Методических указаниях для обучающихся по освоению дисциплины «Электрическое освещение», размещённых на сайте Университета в среде «Moodle» по ссылке <https://eluniver.ugrasu.ru/course/view.php?id=321>.

## **7 Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Промежуточная аттестация обучающихся производится в дискретные временные интервалы НПП, обеспечивающими реализацию дисциплины в форме: *зачета*.



Обучение и контроль обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

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

Методическое обеспечение для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья представлено как электронный учебно-методический комплект документов по дисциплине и размещено в системе «Moodle» (и/или в системе управления электронными образовательными ресурсами) на сайте Университета по ссылке <http://eluniver.ugrasu.ru> (<https://eluniver.ugrasu.ru/course/view.php?id=321>).

### 7.1 Технологическая карта дисциплины

|  |                         |                              |                               |                                |
|--|-------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Смежные дисциплины по учебному плану: математика, математические задачи в энергетике, электрические и электронные аппараты             |                         |                              |                               |                                |
| <b>8 СЕМЕСТР</b>   |                         |                              |                               |                                |
| <b>ВВОДНЫЙ МОДУЛЬ – 10 баллов</b><br>(входной рейтинг-контроль, проверка «остаточных» знаний по смежным дисциплинам при необходимости) |                         |                              |                               |                                |
| Тема, задание или мероприятие входного контроля  | Виды текущей аттестации | Аудиторная или внеаудиторная | Минимальное количество баллов | Максимальное количество баллов |
| Проверка «остаточных» знаний по смежным дисциплинам  | Тестирование            | Аудиторная                   | 0                             | 10                             |
| <b>Итого:</b>  |                         |                              | <b>0</b>                      | <b>10</b>                      |
| <b>ОБЯЗАТЕЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ – 60 баллов</b><br>(проверка знаний и умений по дисциплине)  |                         |                              |                               |                                |
| Тема, задание или мероприятие текущего контроля  | Виды текущей аттестации | Аудиторная или внеаудиторная | Минимальное количество баллов | Максимальное количество баллов |
| Посещение лекций (3 лекций)  | Посещение               | Лекция                       | 0                             | 3                              |
| Посещение практических занятий (5 занятий)   | Посещение               | ПЗ                           | 0                             | 5                              |
| Выполнение РГР   | РГР                     | СРС                          | 0                             | 22                             |
| Тестирование   | Тестирование            | аудиторная                   | 0                             | 30                             |
| <b>Итого:</b>  |                         |                              | <b>0</b>                      | <b>60</b>                      |
| <b>ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ (30 баллов)</b><br>(проверка знаний, умений, владений)   |                         |                              |                               |                                |
| Тема, задание или мероприятие дополнительного контроля   | Виды текущей аттестации | Аудиторная или внеаудиторная | Минимальное количество баллов | Максимальное количество баллов |
| Промежуточный контроль   | Зачёт с оценкой         | аудиторная                   | 0                             | 30                             |

|  |         |               |   |    |
|--|---------|---------------|---|----|
| Доклад на конференции по теме дисциплины | Доклад  | внеаудиторная | 0 | 15 |
| Публикация статьи по теме дисциплины     | Статья  | внеаудиторная | 0 | 15 |
| Участие в профильной Олимпиаде           | Участие | внеаудиторная | 0 | 15 |
| Итого максимум:                          |         |               | 0 | 30 |

**Для допуска к промежуточной аттестации** по дисциплине за семестр студент должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов.

**Для получения зачёта «автоматом»** студенту необходимо набрать в ходе текущей и рубежных аттестаций в семестре не менее 61 баллов.

**Дополнительные требования** для студентов, **отсутствующих на занятиях** по уважительной причине: устное собеседование с преподавателем по проблемам пропущенных практических занятий, обязательное выполнение индивидуальных заданий.

Шкала оценивания результатов *по балльной системе*:

Критерии выставления оценки по экзамену при промежуточной аттестации  
«отлично» от 90 до 100 баллов;  
«хорошо» от 76 до 89 баллов;  
«удовлетворительно» от 60 до 75 баллов,  
«неудовлетворительно» менее 60 баллов.

## 7.2 Примерные тестовые задания

**Вопрос 1.** Наиболее высокие требования по надёжности электроснабжения предъявляются к электроприёмникам

- третьей категории надёжности
- второй категории надёжности
- первой категории надёжности
- к электроприёмникам всех категорий требования по надёжности электроснабжения одинаковы.
- особой группы первой категории надёжности

**Вопрос 2.** Для электроприёмников третьей категории надёжности

- необходимо три независимых источника питания
- необходимо два независимых источника питания
- в качестве источника питания должны быть использованы аккумуляторные батареи
- допустимое время перерыва электроснабжения при отказе одного из источников ~питания равно времени восстановления питания выездной оперативной бригадой.
- достаточно одного источника питания

**Вопрос 3.** Укажите ошибочное утверждение. Для электроприёмников (ЭП) первой категории надёжности (без учёта ЭП особой группы)

- в нормальных режимах работы необходимо не менее двух независимых источников питания
- допустимое время перерыва электроснабжения при отказе одного из источников питания равно времени автоматического восстановления питания
- требования по надёжности электроснабжения отличаются от аналогичных требований к ЭП второй категории только по допустимой длительности перерыва электроснабжения
- в качестве независимых источников питания могут быть использованы секции шин электростанций и подстанций, не связанные между собой, или имеющие связь, которая автоматически размыкается при исчезновении напряжения на одной из них.

- перерыв электроснабжения может быть допущен лишь на время включения резервного источника питания дежурным персоналом

Вопрос 4. Согласно ПУЭ: «Электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, угрозу для безопасности государства, значительный материальный ущерб, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства, объектов связи и телевидения относятся к».

- второй категории надёжности
- третьей категории надёжности
- особой группе первой категории надёжности
- определение не верно ни для одной из категорий надёжности
- первой категории надёжности

Вопрос 5. Согласно ПУЭ: «Электроприемники, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов и пожаров относятся к»

- второй категории надёжности
- третьей категории надёжности
- определение не верно ни для одной из категорий надёжности
- первой категории надёжности
- особой группе первой категории надёжности

Вопрос 6. Согласно ПУЭ: «Электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей относятся к».

- первой категории надёжности
- третьей категории надёжности
- особой группы первой категории надёжности
- определение не верно ни для одной из категорий надёжности
- второй категории надёжности

### **7.3 Контрольные вопросы по дисциплине**

1. Термины и понятия надёжности: качество, надёжность, объект, система, элемент, работоспособность, исправность.
2. Термины и понятия надёжности: безотказность, долговечность, предельное состояние, срок службы, ресурс, наработка.
3. Термины и понятия надёжности: ремонтпригодность, сохраняемость, устойчивоспособность, режимная управляемость, живучесть, безопасность.
4. Отказы объектов и их классификация.
5. Восстановление объектов.
6. Показатели надёжности неремонтируемых объектов: Функции надёжности и ненадёжности, вероятность безотказной работы.
7. Показатели надёжности неремонтируемых объектов: плотность распределения наработки до отказа, интенсивность отказов, средняя наработка до отказа.
8. Поток отказов и его характеристики: интенсивность и параметр потока отказов. Свойства потока: ординарность, последствие, стационарность.
9. Показатели надёжности ремонтируемых объектов: средняя наработка на отказ, среднее время безотказной работы, коэффициенты готовности и простоя.

10. Показатели надёжности ремонтируемых объектов: функция и плотность распределения времени восстановления, интенсивность восстановления, среднее время восстановления.
11. Показатели надёжности элементов систем электроснабжения.
12. Показатели плановых ремонтов электрооборудования. Методы назначения профилактического обслуживания.
13. Расчёт надёжности при последовательном соединении невосстанавливаемых элементов.
14. Расчёт надёжности при последовательном соединении восстанавливаемых элементов.
15. Резервирование. Классификация резервированных устройств.
16. Расчёт надёжности резервированной системы из невосстанавливаемых элементов.
17. Расчёт надёжности резервированной системы из восстанавливаемых элементов.
18. Инженерный метод расчёта надёжности СЭС. Односекционная подстанция.
19. Инженерный метод расчёта надёжности СЭС. Двухсекционная подстанция без АВР – показатели полных отключений.
20. Инженерный метод расчёта надёжности СЭС. Двухсекционная подстанция без АВР – показатели частичных отключений.
21. Инженерный метод расчёта надёжности СЭС. Двухсекционная подстанция с АВР – показатели полных отключений.
22. Инженерный метод расчёта надёжности СЭС. Двухсекционная подстанция с АВР – показатели частичных отключений.
23. Инженерный метод расчёта надёжности многоступенчатых систем электроснабжения.
24. Расчёт надёжности сложных систем. Уравнения Эрланга и их получение.
25. Расчёт надёжности сложных систем. Случайный процесс со счётным множеством состояний. Графы состояний, их разновидности.
26. Расчёт надёжности с использованием теории марковских случайных процессов.
27. Расчёт надёжности с использованием метода Монте-Карло.
28. Категории электроприёмников по степени надёжности электроснабжения.
29. Влияние внезапных перерывов электроснабжения на технологический процесс. Время простоя и его составляющие.
30. Функционирование систем с различными уровнями эффективности. Экономическая оценка.
31. Оценка ущерба от внезапных перерывов электроснабжения потребителей.
32. Оценка ущерба от внезапных перерывов электроснабжения предприятий с непрерывным технологическим процессом

#### 7.4 Примерные темы индивидуальных заданий (домашнее задание, по вариантам)

**Задание.** Определить числовые характеристики надёжности ЭС насосной станции завода, получающей питание от шин РУ-1 (рис. 1). Плановый ремонт сборных шин РУ совмещён с ремонтом технологического оборудования

Таблица. Показатели надёжности элементов СЭС предприятия

| Элементы                           | $\omega_a$ , 1/год | $T_v$ ,<br>10 <sup>-3</sup> год | $\omega_p$ , 1/год | $T_p$ ,<br>10 <sup>-3</sup> год |
|------------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|
| Источники питания предприятия      | 0                  | -                               | -                  | -                               |
| Ячейка масляного выключателя 35 кВ | 0,095              | 2,28                            | 0,3                | 9,13                            |
| Воздушная линия электропередачи    |                    |                                 |                    |                                 |

|  |       |       |     |      |
|--|-------|-------|-----|------|
| 35 кВ:   |       |       |     |      |
| - на 1 км длины                                  | 0,011 | 0,90  | 5   | 0,91 |
| - на 4 км длины                                  | 0,044 | 0,90  | 5   | 0,91 |
| Разъединитель 35 кВ                              | 0,06  | 0,68  | -   | -    |
| Трансформатор силовой 35/6 кВ                    | 0,020 | 10,20 | 1   | 3,42 |
| Масляный выключатель<br>6кВ в камере КРУ         | 0,035 | 0,26  | 0,3 | 0,91 |
| Отходящая линия 6 кВ (при разви-<br>тии отказов) | 0,012 | 0,11  | -   | -    |
| Кабельная линия 6 кВ<br>проложенная в траншее:   |       |       |     |      |
| - на 1 км в одну нитку                           | 0,055 | 7,30  | 1   | 0,91 |
| - на 1,2 км в две нитки                          | 0,132 | 0,34  | 1   | 0,91 |
| Разъединитель 6 кВ                               | 0,006 | 0,68  | -   | -    |
| Комплект АВР 6 кВ:                               |       |       |     |      |
| - вероятность отказа                             | 0,18  | -     | -   | -    |
| - вероятность ложного<br>срабатывания            | 0,04  | -     | -   | -    |
| Ручное включение резервного пита-<br>ния         | -     | 0,04  | -   | -    |
| Секция шин 6 кВ                                  | 0,05  | 0,46  | -   | -    |

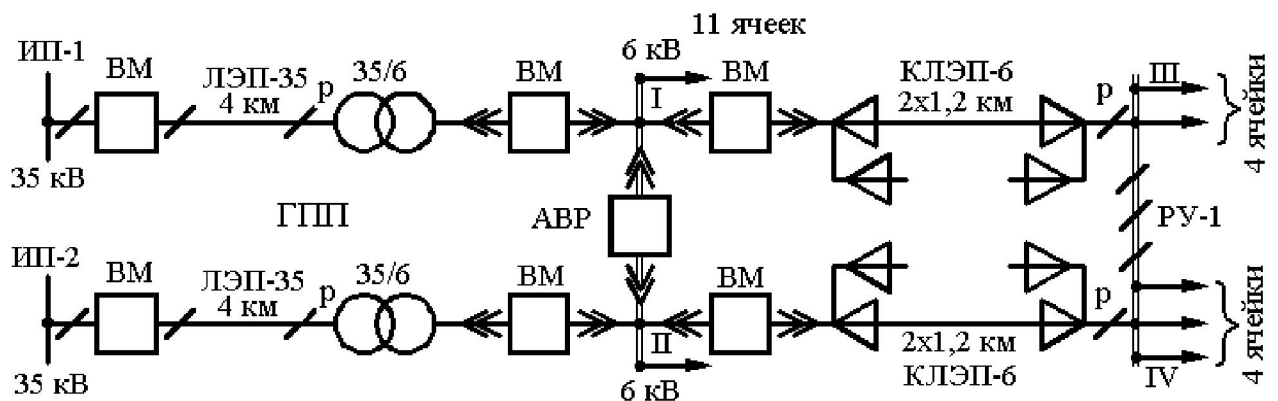


Рис. 1. Схема электроснабжения насосной станции.

Таблица 2. Варианты исходных данных для расчёта показателей надёжности ( $\omega, T, P$ ) для частичных и полных отключений РП промышленного предприятия

| № ва-<br>рианта<br>п/п | Длина питающей<br>линии 110 кВ,<br>км | Длина линии 6<br>кВ до РП,<br>км | Наличие<br>АВР |    | Число линий, отходящих<br>с одной секции |    |
|------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|----------------|----|--|----|
|                        |                                       |                                  | ГПП            | РП | ГПП                                      | РП |
| 1                      | 3                                     | 0,5                              | +              | -  | 11                                       | 5  |
| 2                      | 94                                    | 0,4                              | -              | +  | 12                                       | 4  |
| 3                      | 7                                     | 0,3                              | +              | -  | 13                                       | 10 |
| 4                      | 90                                    | 0,2                              | -              | +  | 14                                       | 9  |
| 5                      | 11                                    | 0,1                              | +              | -  | 15                                       | 8  |
| 6                      | 86                                    | 2,0                              | -              | +  | 16                                       | 7  |
| 7                      | 15                                    | 1,9                              | +              | -  | 17                                       | 6  |
| 8                      | 82                                    | 1,8                              | -              | +  | 18                                       | 5  |

|    |    |     |   |   |    |    |
|----|----|-----|---|---|----|----|
| 9  | 19 | 1,7 | + | - | 19 | 4  |
| 10 | 78 | 1,6 | - | + | 20 | 10 |
| 11 | 23 | 1,5 | + | - | 10 | 9  |
| 12 | 74 | 1,4 | - | + | 11 | 8  |
| 13 | 27 | 1,3 | + | - | 12 | 7  |
| 14 | 70 | 1,2 | - | + | 13 | 6  |
| 15 | 31 | 1,1 | + | - | 14 | 5  |
| 16 | 66 | 0,9 | - | + | 15 | 4  |
| 17 | 35 | 0,8 | + | - | 16 | 10 |
| 18 | 62 | 0,7 | - | + | 17 | 9  |
| 19 | 39 | 0,6 | + | - | 18 | 8  |
| 20 | 58 | 0,5 | - | + | 19 | 7  |
| 21 | 43 | 0,4 | + | - | 20 | 6  |
| 22 | 54 | 0,3 | - | + | 19 | 5  |
| 23 | 47 | 0,2 | + | - | 18 | 4  |
| 24 | 50 | 0,1 | - | + | 17 | 10 |
| 25 | 57 | 2,0 | + | - | 16 | 9  |
| 26 | 46 | 1,9 | - | + | 15 | 8  |
| 27 | 55 | 1,8 | + | - | 14 | 7  |
| 28 | 42 | 1,7 | - | + | 13 | 6  |
| 29 | 59 | 1,6 | + | - | 12 | 5  |
| 30 | 38 | 1,5 | - | + | 11 | 4  |
| 31 | 63 | 1,4 | + | - | 10 | 10 |
| 32 | 34 | 1,3 | - | + | 20 | 9  |
| 33 | 67 | 1,2 | + | - | 19 | 8  |
| 34 | 30 | 1,1 | - | + | 18 | 7  |
| 35 | 71 | 1,0 | + | - | 17 | 6  |
| 36 | 31 | 0,5 | + | + | 11 | 4  |
| 37 | 66 | 0,4 | - | - | 12 | 5  |
| 38 | 35 | 0,3 | - | + | 13 | 6  |
| 39 | 62 | 0,2 | + | - | 14 | 7  |
| 40 | 39 | 0,1 | + | + | 15 | 8  |
| 41 | 58 | 2   | - | - | 16 | 9  |
| 42 | 43 | 1,9 | - | + | 17 | 10 |
| 43 | 54 | 1,8 | + | - | 18 | 11 |
| 44 | 47 | 1,7 | + | + | 19 | 12 |
| 45 | 50 | 1,6 | - | - | 20 | 13 |
| 46 | 57 | 1,5 | - | + | 10 | 4  |
| 47 | 46 | 1,4 | + | - | 11 | 5  |
| 48 | 55 | 1,3 | + | + | 12 | 6  |
| 49 | 42 | 1,2 | - | - | 13 | 7  |
| 50 | 59 | 1,1 | - | + | 14 | 8  |

## 8 Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 8.1 Перечень учебной литературы

1. Крючин, П. В. Надёжность систем электроснабжения : практикум / П. В. Крючин, С. Н. Тарасов, С. В. Машков, Т. С. Гриднева, М. Р. Фатхутдинов. - Самара : СамГАУ, 2018. - 110 с. <https://e.lanbook.com/book/113426>

1. Тетеревков, И.В. Надежность систем автоматизации: учебное пособие / И.В. Тетеревков. - Москва: Инфра-Инженерия, 2019. - 356 с.  
<http://znanium.com/catalog/document/?pid=1048725&id=346059>

2. Вероятность и статистика в примерах и задачах. - Т. 3: Теория информации и кодирования / М. Я. Кельберт, Ю. М. Сухов. - Москва: МЦНМО, 2016. - 567 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=80125](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=80125)

### 8.2 Информационно-образовательные (правовые) ресурсы в сети «Интернет»

| №                                 | Ссылка на информационный ресурс                                 | Наименование ресурса в электронной форме                         | Доступность             |
|-----------------------------------|---|--|-------------------------|
| Электронно-библиотечные системы   |   |  |                         |
| 1                                 | <a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a>             | Электронная библиотека диссертаций РГБ                           | авторизированный доступ |
| 2                                 | <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>         | ЭБС издательства «Лань»  | авторизированный доступ |
| 3                                 | <a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>             | ЭБС «Znanium.com»  | авторизированный доступ |
| 4                                 | <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>               | ЭБС «Urait»  | авторизированный доступ |
| Информационные справочные системы |   |  |                         |
| 5                                 | <a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a> | СПС КонсультантПлюс  | авторизированный доступ |
| 6                                 | <a href="https://www.garant.ru">https://www.garant.ru</a>       | СПС Гарант   | авторизированный доступ |
| Профессиональные базы данных      |   |  |                         |
| 7                                 | <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>             | Научная электронная библиотека elibrary.ru                       | авторизированный доступ |
| 8                                 | <a href="https://webofscience.com">https://webofscience.com</a> | Международная наукометрическая база данных (МНБД) Web of Science | авторизированный доступ |
| 9                                 | <a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a>     | База данных международных индексов научного цитирования Scopus   | авторизированный доступ |

### 8.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, в том числе отечественного производства

Программное обеспечение Office Professional plus 2016 Russian OLP NL Academic Edition.  
 Программное обеспечение Windows Professional 10.

### 8.4 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория лекционного типа: компьютер/ноутбук, проектор, экран, учебная мебель, учебная доска.

Учебная аудитория для проведения практических занятий: учебная мебель, учебная доска, персональный компьютер, проектор, экран, учебно-наглядные пособия (стенды).

Учебная аудитория для самостоятельной работы: учебная мебель, компьютеры с выходом в интернет и доступом к электронной информационно-образовательной среде.

**9 Лист дополнений и изменений, внесённых в рабочую программу:**

1. Дополнения и изменения в рабочей программе

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1) \_\_\_\_\_;
- 2) \_\_\_\_\_;
- 3) \_\_\_\_\_.

2. Разработчик:

\_\_\_\_\_  
(ученая степень, ученое  
звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И. О.  
Фамилия)

3. *Согласовано* руководителем образовательной программы по направлению подготовки (специальности) (*код и направление подготовки (специальности)*)

\_\_\_\_\_  
(ученая степень, ученое  
звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И. О.  
Фамилия)

4. Изменения, внесенные в рабочую программу, одобрены на заседании учебно-методического совета \_\_\_\_\_ протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_.  
(институт) (дата)