

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

**Руководитель ОПОП ВО
профессор В.А. Шпенст**

**Проректор по образовательной
деятельности
Д.Г. Петраков**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

Уровень высшего образования:	Бакалавриат
Направление подготовки:	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль):	Электроснабжение
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Форма обучения:	очная
Составитель:	доц. Т.Е. Минакова

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Надежность электроснабжения» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «13.03.02 Электроэнергетика и электротехника», утвержденного приказом Минобрнауки России № 144 от 28.02.2018 г.;

- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки «13.03.02 Электроэнергетика и электротехника» направленность (профиль) «Электроснабжение».

Составитель _____ к.т.н., доц. Т.Е. Минакова

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электроэнергетики и электромеханики от 27.01.2022г., протокол № 08/01.

Заведующий кафедрой _____ д.т.н., проф. В.А. Шпенст

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса _____ к.т.н. Иванова П.В.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины «Надежность электроснабжения» – формирование у студентов базовых знаний и навыков о надежности систем электроснабжения, показателях надежности, способах увеличения надежности и методах расчета надежности систем электроснабжения.

Основные задачи дисциплины:

- формирование у студентов базовых знаний в области показателей надежности систем электроснабжения, понятий об оптимальной надежности и принципов нормирования надежности, понятий об ущербе от перерыва электроснабжения, а также математических моделей надежности систем электроснабжения и методов их исследования,
- научиться применять эти знания для решения практических задач,
- подготовка выпускников к решению профессиональных задач, связанных с обеспечением необходимого уровня надежности электроснабжения,
- формирование у студентов современного научного мировоззрения, развитие творческого естественнонаучного мышления, ознакомление с методологией научных исследований.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Надежность электроснабжения» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «13.03.02 Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) «Электроснабжение» и изучается в 6 семестре.

Дисциплина «Надежность электроснабжения» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Электроснабжение», «Электроэнергетические системы и сети», «Монтаж и эксплуатация оборудования систем электроснабжения».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Надежность электроснабжения» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен участвовать в проектировании систем электропривода, автоматизированных системы управления, систем электроснабжения.	ПКС-1	ПКС-1.2. Обосновывает выбор целесообразного решения..
		ПКС-1.4. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации
Способен участвовать в эксплуатации электрооборудования систем электроснабжения	ПКС-2	ПКС-2.2 Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования систем электроснабжения.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачётные единицы, 108 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		6
Аудиторная работа, в том числе:	57	57
Лекции (Л)	19	19
Практические занятия (ПЗ)	38	38
Лабораторные работы (ЛР)	–	–
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	51	51
Выполнение курсовой работы (проекта)	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	31	31
Реферат	-	-
Подготовка к практическим занятиям	20	20
Подготовка к лабораторным занятиям	-	-
Промежуточная аттестация – дифф. зачет (ДЗ) / зачет (З) / экзамен (Э)		ДЗ
Общая трудоёмкость дисциплины		
ак. час.	108	108
зач. ед.	3	

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента,
Раздел 1. Введение. Основные положения теории надежности систем электроснабжения	4	2	-	-	2
Раздел 2. Свойства и показатели надежности систем электроснабжения	31	4	12	-	15
Раздел 3. Математические модели и количественные расчеты надежности систем электроснабжения	44	8	14	-	22
Раздел 4. Ущерб от ненадежности электроснабжения объекта энергетики. Заключение	29	5	12	-	12
Итого:	108	19	38		51

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Разделы	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Цели и задачи дисциплины, основные понятия: надежность в технике, понятие о теории надежности, современное состояние надежности СЭС и электрооборудования. Общее определение надежности объекта. Понятие о надежности системы электропитания промышленного предприятия.	2
2	Раздел 2	Понятие о показателях надежности – единичных комплексных, первичных, вторичных. Показатели надежности элементов системы электропитания. Показатели плановых ремонтов элементов систем электропитания. Понятие о расчетных отказах систем электропитания.	4
3	Раздел 3	Общие сведения о логико-вероятностных методах расчета надежности. Основные этапы. Разновидность логических функций системы и способы их получения. Способы перехода к вероятностным функциям. Способы нахождения показателей надежности. Логико-аналитический метод расчета надежности. Особенности и погрешность метода. Приближенные вычисления показателей надежности.	8
4	Раздел 4	Стоимостная оценка ущерба от ненадежности объекта энергетики. Убытки производителя поставщика и потребителя, вызванные ненадежностью объекта энергетики, а также связанные с ней экономические нарушения. Ущерб для потребителя и для энергоснабжающей организации. Понятие о нормировании надежности. Прямое и опосредствованное нормирование.	5
Итого:			19

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 2	Расчет показателей надежности систем электропитания инженерным (классическим) методом	12
2	Раздел 3	Определение основных показателей надежности систем электропитания логико-вероятностными методами	14
3	Раздел 4	Определение количества недоотпущенной электроэнергии ущерба от ненадежности электропитания	12
Итого:			38

4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены»

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне дифференцированного зачета) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю. В процессе изучения дисциплины предусмотрено выполнение РГР.

Примерное содержание РГР:

Рассчитать в общем виде логико-вероятностным методом показатели надежности T и T_v системы электроснабжения конкретного потребителя в схемах электроснабжения, приведенных на рис.1. Номер потребителя (B_0, B_1, \dots, B_9) выбирается в соответствии с вариантом задания. Показатели надежности элементов системы электроснабжения (q_i, μ_i) заданы.

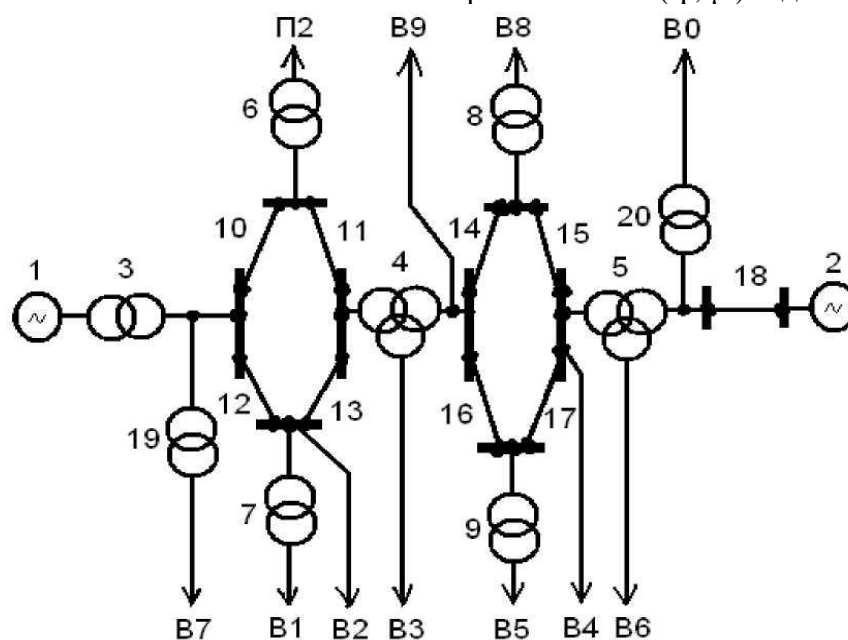


Рис. 1 - Схема системы электроснабжения потребителей

Порядок выполнения РГР

1. Составить расчетную схему для определения показателей надежности заданного потребителя
2. Определить условия работоспособности (F) заданного потребителя.
3. Определить условия неработоспособности (\bar{F}) заданного потребителя.
4. Найти приближенное значение функции неработоспособности (\bar{F}) заданного потребителя.
5. Найти приближенный вероятностный полином (\tilde{Q}) для системы электроснабжения заданного потребителя.

6. Определить частные производные приближенного полинома : $\frac{\partial \tilde{Q}}{\partial q_i} \cdot q_i \mu_i$

7. Определить среднее время восстановления электроснабжения заданного потребителя :

$$T_B = \frac{\tilde{Q}}{\sum \frac{\partial \tilde{Q}}{\partial q_i} \cdot q_i \mu_i}$$

8. Определить среднее время безотказной работы системы заданного потребителя

$$\tilde{T} = \frac{1 - \tilde{Q}}{\sum \frac{\partial \tilde{Q}}{\partial q_i} \cdot q_i \mu_i}$$

9. Определить вес и значимость основных элементов расчетной схемы, определить наиболее и наименее значимые и весомые элементы системы

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля

успеваемости

Раздел 1. «Введение. Основные положения теории надежности систем электроснабжения»

1. Понятие элемента и системы.
2. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые объекты. Восстановление работоспособности системы электроснабжения.
3. Показатели надежности – единичные, комплексные, первичные, вторичные.
4. Основные свойства надежности
5. Дополнительные свойства надежности, используемые для электроэнергетических систем
6. Нормирование надежности в Правилах устройства электроустановок.

Раздел 2. «Свойства и показатели надежности систем электроснабжения»

1. Последовательно-параллельное сложение показателей надежности систем электроснабжения.
2. Инженерный метод расчета.
3. Три направления в решении задачи математических моделей надежности. Преимущества и недостатки направлений.
4. Оценка точности математических моделей надежности и методов их исследования.
5. Оценка влияния резервирования элементов системы электроснабжения на показатели надежности системы

Раздел 3. «Математические модели и количественные расчеты надежности систем электроснабжения»

1. Общие сведения о логико-вероятностных методах расчета надежности.

2. Основные этапы расчета ЛВМ.
3. Разновидность логических функций системы и способы их получения.
4. Способы нахождения показателей надежности ЛВМ.
5. Логико-аналитический метод расчета надежности. Особенности и погрешность метода
6. Расчет надежности методом «дерева отказов»
7. Таблично-логический метод расчета надежности

Раздел 4. «Ущерб от ненадежности электроснабжения объекта энергетики. Заключение»

1. Особенности технико-экономических расчетов в энергетике.
2. Методы расчета недоотпуска электрической энергии с учетом особенности расчета надежности.
3. Стоимостная оценка ущерба от ненадежности объекта энергетики.
4. Убытки производителя поставщика и потребителя, вызванные ненадежностью объекта энергетики, а также связанные с ней экономические нарушения.
5. Ущерб для потребителя и для энергоснабжающей организации.
6. Нормировании надежности. Прямое и опосредствованное нормирование.

6.2. *Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)*

6.2.1. *Примерный перечень вопросов/заданий к дифференцированному зачету (по дисциплине):*

1. Нормирование надежности в Правилах устройства электроустановок.
2. Показатели плановых ремонтов элементов систем электроснабжения.
3. Важность элементов на логическом уровне задания системы. Способы оценки. Практическое использование результатов оценок..
4. Важность элементов на вероятностном уровне задания системы. Способы получения оценок и области их использования.
5. Логико-аналитический метод расчета надежности. Особенности и погрешность метода
6. Расчет надежности методом «дерева отказов»
7. Стоимостная оценка ущерба от ненадежности объекта энергетики.
8. Убытки производителя поставщика и потребителя, вызванные ненадежностью объекта энергетики, а также связанные с ней экономические нарушения.
9. Показатели плановых ремонтов элементов систем электроснабжения.
10. Описание процессов функционирования элементов системы электроснабжения (СЭС) и СЭС в целом, факторы и особенности режимов работы, допущения, учитываемые в математической модели надежности элемента и СЭС.
11. Совокупность математических моделей надежности элементов и СЭС, используемых на практике, их сходство и отличие.
12. Способы представления математических моделей: словесный, графический, аналитический.
13. Общие сведения об оценках важности элементов.
14. Важность элементов на логическом уровне задания системы. Способы оценки. Практическое использование результатов оценок..
15. Важность элементов на вероятностном уровне задания системы. Способы получения оценок и области их использования.
16. Важность повышения надежности электроснабжения в современных условиях
17. Необходимость нормирования показателей надежности для систем электроснабжения.
18. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые объекты. Восстановление работоспособности системы электроснабжения.
19. Нормировании надежности. Прямое и опосредствованное нормирование
2. Инженерный метод расчета

20. Оценка точности математических моделей надежности и методов их исследования.
21. Оценка влияния резервирования элементов системы электроснабжения на показатели надежности системы
22. Основные этапы расчета ЛВМ.
23. Разновидность логических функций системы и способы их получения.
24. Способы нахождения показателей надежности ЛВМ.
25. Логико-аналитический метод расчета надежности. Особенности и погрешность метода
26. Расчет надежности методом «дерева отказов»
27. Методы расчета недоотпуска электрической энергии с учетом особенности расчета надежности.
28. Стоимостная оценка ущерба от ненадежности объекта энергетики.
29. Нормирование надежности в ПУЭ
30. Нормирование параметров ЭЭС
31. Основные схемы ЭС, используемые как опосредованно надежные

6.2.2. Примерные тестовые задания к дифференцированному зачету

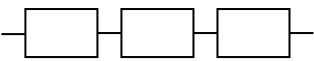
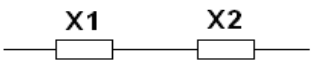
Вариант № 1

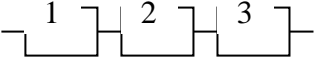
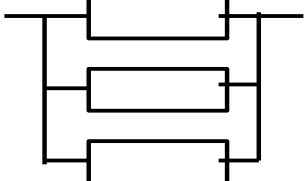
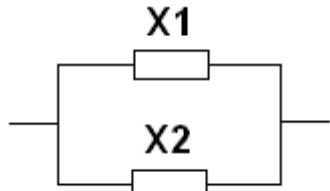
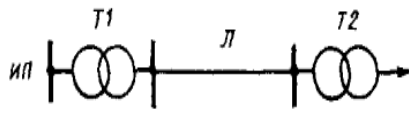
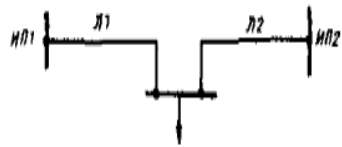
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Надежность элемента системы (согласно теории надежности) зависит от	1. функциональной роли и места элемента в системе; 2. надежности составляющих элемент частей; 3. надежности других элементов системы; 4. показателей надежности системы в целом.
2.	Надежность системы (совокупности взаимосвязанных объектов, предназначенных для решения определенного круга задач) . . .	1 зависит от надежности системы в характерных режимах работы; 2 не зависит от надежности составляющих систему элементов; 3 определяется надежностью составляющих систему элементов; 4. определяется надежностью аналогичных систем
3.	Свойство объекта сохранять работоспособное состояние непрерывно в течении некоторого времени или наработки это	1. долговечность; 2. безотказность; 3. ремонтпригодность; 4. сохраняемость
4.	Событие, заключающееся в переходе объекта из работоспособного в предельное состояние называется	1.ресурсный отказ; 2.дефект; 3.. повреждение; 4. сбой.
5.	Сохраняемость – это свойство объекта	1.сохранять безопасность для персонала при обслуживании и ремонте; 2. сохранять исправное состояние при транспортировке и (или) хранении; 3.переходить в неработоспособное состояние только при хранении более 1 месяца; 4.сохранять работоспособное состояние притранспортировки и (или) хранении
6	Нарушение работоспособного состояния, обнаруженное при профилактическом осмотре или наладке называется	1 ресурсный отказ; 2 повреждение; 3 сбой; 4 дефект.

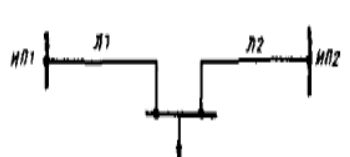
7.	Событие, заключающееся в нарушении исправного состояния. при сохранении работоспособного состояния, называется ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. производственный отказ 2. дефект; 3. сбой; 4. повреждение;
8.	ω системы из двух последовательных элементов рано:	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\omega_1 + \omega_2$. 2. $\omega_1 K_{П2} + \omega_2 K_{П1}$. 3. $(\omega_1 + \omega_2) / \omega_1 * \omega_2$. 4. $\omega_1 * \omega_2$.
9.	Статистическая оценка интенсивности отказов имеет вид	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\hat{\lambda}(t) = \frac{n(t + \Delta t)}{N \cdot \Delta t}$ 2. $\hat{\lambda}(t) = \frac{n(t + \Delta t) - n(t)}{N \cdot \Delta t}$ 3. $\hat{\lambda}(t) = \frac{n(t + \Delta t) + n(t)}{N \cdot \Delta t}$ 4. $\hat{\lambda}(t) = \frac{n(t + \Delta t) - n(t)}{\Delta t}$
10.	Надежность элемента системы (согласно теории надежности) зависит от ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. функциональной роли и места элемента в системе; 2. надежности составляющих элемент частей; 3. надежности других элементов системы; 4. показателей надежности системы в целом.
11.	Надежность системы (совокупности взаимосвязанных объектов, предназначенных для решения определенного круга задач) ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. определяется надежностью составляющих систему элементов; 2. не зависит от надежности составляющих систему элементов; 3. зависит от надежности системы в характерных режимах работы; 4. зависит от времени наибольших потерь
12.	Вероятность отказа и вероятность работоспособности связаны друг с другом	<ol style="list-style-type: none"> 1. $P(t) + Q(t) = \min$ 2. $P(t) + Q(t) = \max$ 3. $P(t) + Q(t) = 1$ 4. $P(t) - Q(t) = 1$
13.	Свойство объекта сохранять работоспособное состояние непрерывно в течении некоторого времени или наработки это	<ol style="list-style-type: none"> 1. безотказность; 2. долговечность; 3. ремонтпригодность; 4. сохраняемость.
14.	Событие, заключающееся в переходе объекта из работоспособного в предельное состояние называется	<ol style="list-style-type: none"> 1. ресурсный отказ; 2. дефект; 3. повреждение; 4. сбой
15.	Вероятность того, что объект (или система) окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени называется	<ol style="list-style-type: none"> 1. коэффициент готовности; 2. коэффициент отказа; 3. опасность аварийного ремонта; 4. опасность планового ремонта.
16.	Вероятность одновременного наступления нескольких независимых событий это ... вероят-	<ol style="list-style-type: none"> 1. разность; 2. сумма; 3. произведение;

	ностей наступления каждого из событий;	4.десятичным логарифмом произведения.
17.	Вероятность наступления хотя бы одного из нескольких независимых событий это вероятностей наступления каждого их событий	1. произведение; 2. сумма; 3. разность; 4.десятичным логарифмом
18.	Система, состоящая из параллельных включенных элементов, находится в работоспособном состоянии	1.при сохранении работоспособного состояния хотя бы одного из параллельно включенных элементов; 2. независимо от работоспособного состояния параллельно включенных элементов системы; 3. при сохранении работоспособного состояния любых двух из параллельно включенных элементов; 4. при сохранении работоспособного состояния всех параллельно включенных элементов.
19.	Система, состоящая из последовательно включенных элементов, находится в работоспособном состоянии	1. при сохранении работоспособного состояния более половины последовательно включенных элементов системы; 2.при сохранении работоспособного состояния хотя бы одного из последовательно включенных элементов; 3.независимо от работоспособного состояния последовательно включенных элементов системы; 4.при сохранении работоспособного состояния всех последовательно включенных элементов.
20.	Неработоспособное состояние системы электроснабжения описывается методом	1. минимальных сечений; 2.минимальных путей; 3. максимальных сечений; 4. максимальных путей.

Вариант № 2

1.	Работоспособное состояние системы электроснабжения наиболее часто описывается методом	1. максимальных путей; 2. минимальных сечений; 3. максимальных сечений; 4. минимальных путей.
2.	При заданной схеме соединения элементов и параметрах элементов $\omega_1 = 0,5$ 1/год; $\omega_2 = 0,2$ 1/год; $\omega_3 = 0,3$ 1/год, поток отказов системы равен ω_c	1. 2 1/год 2. 0,6 1/год 3.0,08 1/год 4. 1 1/год
		
3.	При заданной схеме соединения элементов и параметрах элементов $\omega_1 = \omega_2 = 0,2$ 1/час, время наработки на отказ системы T_c равно	1. 1 час 2. 2,5 час 3. 5 час 4. 7,5 час
		
4.	При заданной схеме соединения элементов и параметрах элементов	1.0,125

	<p>$p_1 = p_2 = p_3 = 0,5$, вероятность отказа системы Q_c равна</p> 	<p>2. 0,875 3. 1 4. 3</p>
5.	<p>При заданной схеме соединения элементов и параметрах элементов $T_{в1} = T_{в2} = T_{в3} = 300$ час, параметр потока отказов системы равен ($T_{вс}$)</p> 	<p>1. 400 час 2. 300 час 3. 250 час 4. 100 час</p>
6.	<p>При заданной схеме соединения элементов и параметрах элементов $p_1 = p_2 = 0,7$, вероятность работоспособности системы P_c равна</p> 	<p>1. 0,009 2. 0,91 3. 0,5 4. 0,19</p>
7.	<p>Определить параметр потока отказов системы ω_c, при заданных параметрах его элементов: $\omega_{т1} = 0,2$ 1/год; $T_{в т1} = 200$ час; $\omega_{л} = 0,4$ 1/год; $T_{в л} = 50$ час; $\omega_2 = 0,1$ 1/год; $T_{в т2} = 200$ час</p> 	<p>1. 250 1/год 2. 0,4 1/год 3. 0,6 1/год 4. 0,52 1/год</p>
8.	<p>Определить время восстановления $T_{в}$ системы, при заданных параметрах его элементов: $\omega_{л1} = 0,2$ 1/год; $T_{в т1} = 20$ час; $\omega_{л2} = 0,4$ 1/год; $T_{в л2} = 20$ час</p> 	<p>1. 50 час 2. 25 час 3. 15 час 4. 10 час</p>
9.	<p>Если для системы электроснабжения вероятность отказа в матричной форме имеет вид</p>	<p>1. $V_1 = 2 V^{(3)}$ 2. $V_1 = 3 V^{(3)}$</p>

	$Q_C = \begin{matrix} q_1 & q_2 & q_3 \\ q_2 & q_4 & q_5 \\ q_1 & q_3 & q_5 \end{matrix}$ <p>то вес элемента системы q_1, равен</p>	<p>3. $B_1 = 3 B^{(2)}$</p> <p>4. $B_1 = B^{(1)} + B^{(3)}$</p>
10.	<p>При вероятности отказа системы равной $Q_C = q_1 q_2 + q_2 q_3$, значимость элемента q_1 равна</p>	<p>1. $q_1 + q_3$</p> <p>2. q_1</p> <p>3. q_2</p> <p>4. q_2^2</p>
11.	<p>Определить вероятность работоспособности системы P_C, при показателях надежности ее элементов :</p> <p>$q_{Л1} = 0,2$; $q_{Л2} = 0,4$</p> 	<p>1. 0,92</p> <p>2. 0,1</p> <p>3. 0,05</p> <p>4. 1,5</p>
12.	<p>Недоотпуск электроэнергии измеряется в</p>	<p>1. руб.;</p> <p>2. руб * кВт/час;</p> <p>3. кВт/(час*руб);</p> <p>4.кВт час.</p>
13.	<p>Недоотпуск электроэнергии ΔW может найден по формуле (где $W_H(t)$, $W_R(t)$ – количество электроэнергии, необходимое предприятию для нормального функционирования и потребленное предприятием с учетом ограничения):</p>	<p>1. $\Delta W = \int_0^T (W_H(t) - W_R(t)) dt$</p> <p>2. $\Delta W = \int_0^T (W_H(t) - W_R(t)) dt$</p> <p>3. $\Delta W = \int_0^T (W_H(t) - W_R(t)) dt$</p> <p>4. $\Delta W = \int_0^T (W_H(t) - W_R(t)) dt$</p>
14.	<p>Реакторы на подстанциях применяются для ...</p>	<p>1. ограничения тока короткого замыкания</p> <p>2. ограничения рабочих токов в период максимума потребления</p> <p>3. ограничения рабочих токов в период минимума потребления электроэнергии</p> <p>4. подключения измерительных трансформаторов</p>
15.	<p>Недоотпуск электроэнергии является</p>	<p>1. параметром свойства безотказности</p> <p>2. параметром свойства сохраняемости;</p>

		3. параметром свойства долговечности 4. комплексным параметром
16.	Коэффициент планового ремонтного простоя, или коэффициент ремонтного режима определяется по формуле	1. $K_{П.Р.} = T_{В П.Р.} \cdot \omega_{П.Р.} \cdot 8760$ 2. $K_{П.Р.} = T_{В П.Р.} \cdot \omega_{П.Р.} / 8760$; 3. $K_{П.Р.} = T_{В П.Р.} + \omega_{П.Р.} / 8760$ 4. $K_{П.Р.} = T_{В} \cdot \omega \cdot 8760$
17.	В качестве общепринятых при расчете надежности технических систем допущений применяются следующие:	1. Законы распределения T_i , T_{Vi} , $T_{ПРi}$ являются экспоненциальными. 2. Момент отказа обнаруживается практически немедленно после его возникновения. 3. В процессе АР и ППР происходит полное восстановление ресурса элементов. 4. Простой в ожидании восстановления элемента имеет длительность от одного часа до месяца..
18.	При расчетах надежности систем электроснабжения длительными перерывами в электроснабжении считаются перерывы	1. длительностью не более 1 часа. 2. на период ремонтно–восстановительных работ. 3. на время срабатывания АВР. 4. на период оперативных переключений дежурным персоналом.
19.	Дизъюнкция высказываний x_1 и x_2 обозначается как $x_1 \cup x_2$ является	1. логической суммой x_1 и x_2 2. логической разностью x_1 и x_2 3. логическим произведением x_1 и x_2 . 4. логическим частным x_1 и x_2 .
20	Конъюнкция высказываний x_1 и x_2 обозначается как $x_1 \cap x_2$	1. логической суммой x_1 и x_2 2. логической разностью x_1 и x_2 3. логическим произведением x_1 и x_2 . 4. логическим частным x_1 и x_2 .

Вариант № 3

1.	Для обеспечения надежности электроснабжения потребителей 1 категории требуется	1. два независимых взаимно резервируемых источников питания, 2. три независимых источника питания 3. четыре независимых 4. один источник питания
2.	Для обеспечения надежности электроснабжения потребителей 0 группы 1 категории требуется	1. двух независимых взаимно резервируемых источников питания, 2. три независимых источников питания 3. четыре независимых 4. один источник питания
3.	Для обеспечения надежности электроснабжения потребителей 3 категории требуется	1. двух независимых взаимно резервируемых источников питания, 2. три независимых источников питания 3. четыре независимых 4. один источник питания
4.	Критерий режимной надежности	1. в системе, содержащей N сетевых элементов, от-

	N– 1 означает, что	<p>ключение любого элемента не должно приводить к изменению характера работы системы</p> <p>2. из N сетевых элементов один должен иметь абсолютную надежность</p> <p>3. из каждых N сетевых элементов один должен быть резервным</p> <p>4. при расчете надежности системы учитываются не все элементы сети</p>
5.	В качестве основных критериев при экономической оценке надежности принимаются	<p>1. средний недоотпуск электроэнергии за 1 год;</p> <p>2. удельные разовые показатели ущерба конкретных производств;</p> <p>3. время безотказной работы T, время восстановления T_в;</p> <p>4. параметр потока отказов системы $\lambda_c = T^{-1}$ и параметр потока восстановления системы $\mu_c = T_v^{-1}$.</p>
6.	Если при отказе работоспособности системы j отключаются потребители суммарной мощности S _{aj} на время T _{вj} (ч) λ_j раз в году, то величина недоотпущенной электроэнергии ΔW_j равна:	<p>1. $\Delta W_j = S_{aj} / (T_{vj} \lambda_j)$;</p> <p>2. $\Delta W_j = S_{aj} T_{vj} \lambda_j$;</p> <p>3. $\Delta W_j = S_{aj} + T_{vj} + \lambda_j$;</p> <p>4. $\Delta W_j = T_{vj} \lambda_j / S_{aj}$.</p>
7.	К факторам окружающей среды, влияющим на надежность, не относятся:	<p>1. Грозовая и ветровая деятельность.</p> <p>2. Гололедные отложения.</p> <p>3. Обложные дожди, мокрый снег.</p> <p>4. Густой туман.</p>
8.	К эксплуатационным факторам, влияющим на надежность, не относятся:	<p>1. Перенапряжения.</p> <p>2. Форма собственности</p> <p>3. Некачественный ремонт.</p> <p>4. Квалификация персонала..</p>
9.	К случайным факторам, влияющим на показатели надежности относятся:	<p>1. Наезд транспорта на опоры ЛЭП, обрывы КЛ при проведении земляных работ.</p> <p>2. Перегрузки элементов электроустановок.</p> <p>3. Некачественный ремонт.</p> <p>4. Перенапряжения.5.</p>
10.	ω системы из двух последовательных элементов равно:	<p>1. $\omega_1 + \omega_2$.</p> <p>2. $\omega_1 K_{II2} + \omega_2 K_{III1}$.</p> <p>3. $(\omega_1 + \omega_2) / \omega_1 * \omega_2$.</p> <p>4. $\omega_1 * \omega_2$.</p>
11.	Для двух параллельно соединенных элементов с неизменным параметром потока отказов вероятность безотказной работы P(t) равна:	<p>1. $e^{-\omega_1 t} + e^{-\omega_2 t} - e^{-(\omega_1 + \omega_2)t}$</p> <p>2. ω_1 / ω_2.</p> <p>3. $(\omega_1 + \omega_2) / \omega_1 * \omega_2$.</p> <p>4. $\omega_1 * \omega_2 / (\omega_1 + \omega_2)$.</p>
12.	Применительно к системам электроснабжения промышленных предприятий главнейшими принципами, лежащими в основе построения надежных схем электроснабжения промышленных предприятий, не являются:	<p>1. Максимальное приближение источников высокого напряжения к электроустановкам потребителей.</p> <p>2. Отказ от "холодного" резерва, то есть от специальных резервных, нормально не работающих линий и трансформаторов, установленных на подстанции.</p> <p>3. Глубокое секционирование всех звеньев системы электроснабжения (от шин ГПП до шин вторичного напряжения цеховых подстанций).</p>

		<p>4. Раздельный режим работы линий, трансформаторов, токопроводов.</p> <p>5. Экономии энергозатрат на строительство СЭС.</p>
13.	Множественно возникающий и саморазрушающийся отказ одного и того же характера, называется:	<p>1. Неполный отказ.</p> <p>2. Зависимый отказ.</p> <p>3. Перемежающийся отказ.</p> <p>4. Производственный отказ.</p>
14.	Отказ, возникающий вследствие нарушения или несовершенства технологического процесса изготовления объекта или комплектующих – это:	<p>1. Неполный отказ.</p> <p>2. Зависимый отказ.</p> <p>3. Перемежающийся отказ.</p> <p>4. Производственный отказ..</p>
15.	Отказ, возникающий вследствие ошибок конструктора – это:	<p>1. Неполный отказ.</p> <p>2. Конструкционный отказ</p> <p>3. Перемежающийся отказ.</p> <p>4. Производственный отказ.</p>
16.	Основными единичными показателями ремонтпригодности являются	<p>1. поток восстановления и время восстановления</p> <p>2. опасность отказа</p> <p>3. коэффициент готовности и коэффициент отказа</p> <p>4. интенсивность отказов, время наработки на отказ</p>
17.	$P(t)$ – это:	<p>1. Вероятность безотказной работы.</p> <p>2. Вероятность отказа.</p> <p>3. Интенсивность отказов</p> <p>4. Интенсивность восстановления.</p>
18.	$Q(t)$ – это:	<p>1. Вероятность безотказной работы.</p> <p>2. Вероятность отказа.</p> <p>3. Интенсивность отказов</p> <p>4. Интенсивность восстановления.</p>
19.	μ – это:	<p>1. Вероятность безотказной работы.</p> <p>2. Вероятность отказа.</p> <p>3. Интенсивность отказов</p> <p>4. Интенсивность восстановления.</p>
20.	Какое минимальное число источников питания должны иметь потребители первой категории?	<p>1. Два независимых, взаимно резервирующих источника питания</p> <p>2. Три независимых, взаимно резервирующих источника питания</p> <p>3. Один источник питания</p> <p>4. Четыре независимых, взаимно резервирующих источника питания</p>

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)

Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий дифференцированного зачета:

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических и лабораторных занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических и лабораторных занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических и лабораторных занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических и лабораторных занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Малафеев С.И. Надежность электроснабжения [Электронный ресурс] : учеб.пособие / С.И. Малафеев. — Электрон.дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 368 с.-

<https://e.lanbook.com/reader/book/91070/#1>.

2. Надежность энергетических систем : учеб.пособие / В. Г. Китушин. - Новосибирск : НГУ, 2003 - . - (Учебники НГТУ), Ч. 1 : Теоретические основы. - 2003. - 252,

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=400&task=set_static_req&b

[ns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=31%2E27%D1%8F73%2F%D0%9A%20455%2D920759<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=400&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=31%2E27%D1%8F73%2F%D0%9A%20455%2D920759<.>)

7.1.2. Дополнительная литература

1. Острейковский В. А. Теория надежности / В. А. Острейковский. — Москва : Высшая школа, 2003. - 463 с.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=400&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=487996<.>

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Надежность электроснабжения : учеб.-метод. комплекс / сост.: Г. З. Зайцев, Т. Е. Минакова, А. В. Слинкин. - СПб. : Изд-во СЗТУ, 2010. - 116 с.–

URL:http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=400&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%9C%2D%2D20100917112913<.>.

2. Божков М. И. Надежность электроснабжения [Текст] : учеб.пособие / М. И. Божков, Т. Е. Минакова ; М-во образования РФ, Федер. агентство по образованию, Национальный минерально-сырьевой ун-т "Горный". - СПб. : Национальный минерально-сырьевой ун-т "Горный", 2012. - 80 с. - http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

2. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>

3. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

4. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

6. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>

7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

9. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.

10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] www.garant.ru/.

11. Термические константы веществ. Электронная база данных, <http://www.chem.msu.su/cgibin/tkv.pl>

12. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>

13. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>

14. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

15. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.

16. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукоонт»». <http://rucont.ru/>

17. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Аудитории для проведения лекционных занятий:

52 посадочных места

Оснащенность: Стол аудиторный – 26 шт., стул аудиторный – 52 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 5 шт., ИБП ProtectionStation 800 USB DIN – 1 шт., ноутбук 90NB0AQ2-M01400 – 1 шт., проектор XEED WUX450ST – 1 шт., стойка мобильная – 1 шт., экран SCM-16904 Champion – 1 шт.

30 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт.

Аудитории для проведения практических занятий:

30 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 4 шт.

30 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 3 шт.

30 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 5 шт.

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011, Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012, Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования». Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) – 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм – 1 шт.,

моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: MicrosoftWindows 7 Professional: MicrosoftOpenLicense 49379550 от 29.11.2011.

MicrosoftOffice 2007 ProfessionalPlus: MicrosoftOpenLicense 46431107 от 22.01.2010.

CorelDRAWGraphicsSuite X5.

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product key: 766H1

CiscoPacketTracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMathStudio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: MicrosoftWindows 7

MicrosoftOffice 2010 ProfessionalPlus (Лицензионное соглашение MicrosoftOpenLicense 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение KasperskyEndpoint

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: MicrosoftWindows 7 Professional (Лицензионное соглашение MicrosoftOpenLicense 60799400 от 20.08.2012)

MicrosoftOffice 2007 ProfessionalPlus (Лицензионное соглашение MicrosoftOpenLicense 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение KasperskyEndpointSecurity

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: MicrosoftWindows 7 Professional (Лицензионное соглашение MicrosoftOpenLicense 48358058 от 11.04.2011)

MicrosoftOffice 2007 ProfessionalPlus (Лицензионное соглашение MicrosoftOpenLicense 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение KasperskyEndpointSecurity.

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. MicrosoftWindows 8 Professional.

2. Microsoft Office 2007 Standard.

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011)