

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЮЖНО-РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ (НПИ) имени М.И. Платова»  
КАМЕНСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) ЮРГПУ(НПИ) им. М.И. ПЛАТОВА**

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Каменского института  
(филиала) ЮРГПУ(НПИ) им. М.И. Платова  
О.А. Терновский  
«28» 10 2015 г.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**Б1.В.ДВ.3.2 Теория надежности в электроэнергетике**  
индекс и наименование дисциплины (модуля) (из учебного плана)

*«13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
Направленность Электроснабжение предприятий и городов»*  
код и наименование направления подготовки (специальности), направленность

**программа прикладного бакалавриата  
набор 2015-17 г. г.**

Факультет Очного образования

Кафедра Техники и технологии

Курс IV

Семестр 7

**Итого по дисциплине 3/108 (ЗЕ/час.) (с учетом ЗЕ/часов на экзамен)**

**Каменск-Шахтинский 2015г.**

Рабочая программа составлена на основании рабочего учебного плана, утвержденного ученым советом ЮРГПУ(НПИ) протоколом №2 от «28» 10.2015г.


Рабочую программу составил(и) канд. физ.-мат. наук, доцент Очинников О.С.  
ученое звание, степень, должность, фамилия, инициалы

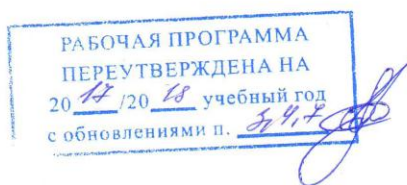
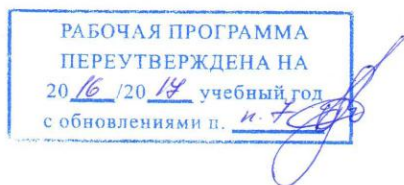
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры  
техники и технологии

наименование кафедры

«06» 10.2015г. Протокол №3

Заведующая кафедрой техники и технологии

 / **Состина Е.В./**  
(подпись, фамилия, инициалы)



## Содержание

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	4
2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) .....	4
3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) С РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ПО СЕМЕСТРАМ .....	6
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	6
5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ, ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....	8
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	15
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	15

## 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Теория надежности в электроэнергетике» относится к дисциплинам по выбору части блока Б1 учебного плана.

Целью преподавания дисциплины «Теория надежности в электроэнергетике» является формирование систематизированных знаний о современной теории надежности в электроэнергетике, методах расчета, анализа и оптимизации надежности в электроэнергетике, обоснованное понимание роли надежности при разработке и эксплуатации систем электроэнергетики, приобретение студентами навыков определения надежности электроэнергетических систем, электрических станций и электрических сетей, определения ущербов от перерывов электроснабжения и недоотпуска электроэнергии.

Задачи дисциплины.

- Изучение теоретических основ анализа надежности электроэнергетической системы и ее подсистем, основных методов достижения заданного уровня надежности, экономических аспектов надежности электроэнергетических систем.
- Освоение основных методов расчета структурной и функциональной надежности, проектирования элементов и подсистем электроэнергетических систем с учетом современных требований по надежности и энергетической безопасности.
- Формирование профессиональных навыков по решению проблемы надежности при проектировании и эксплуатации электроэнергетической системы и ее компонентов.

– связь с предшествующими дисциплинами:

№ п/п	Наименование предшествующей дисциплины (модуля)	Семестр	Шифр компетенции предшествующей дисциплины (модуля), практики, ВКР
1	Математика	1-3	ОПК-2
2	Информатика	1-2	ОПК-1
3	Теоретические основы электротехники	3-5	ОПК-3

– связь с последующими дисциплинами (модулями), практиками, ВКР:

№ п/п	Наименование последующей дисциплины (модуля)	Семестр	Шифр компетенции последующей дисциплины (модуля), практики, ВКР
1	Эксплуатация систем электроснабжения	7	ПК-5, 6, 7
3	Монтаж и наладка систем электроснабжения	7	ПК-5, 6, 8
4	Системы электроснабжения	7	ПК-3, 4, 5, 6, 7

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: ОПК-2, ПК-6

Выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать следующими общепрофессиональными компетенциями:

- способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-2);
- способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ПК-6)

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- роль надежности в проектировании и эксплуатации электроэнергетических систем и их подсистем;
- показатели, критерии и характеристики электроэнергетических установок и систем;
- модели надежности электроустановок и систем;
- современные методы расчета показателей надежности, применяемые в электроэнергетике;
- способы и средства повышения надежности и методы определения экономических ущербов от низкой надежности.

**Уметь:**

- применять модели надежности электроустановок в зависимости от поставленной задачи;
- составлять схемы замещения для расчета и анализа надежности;
- определять количественные показатели надежности типовых схем распределительных устройств, средств релейной защиты, реальных энергообъектов и электроэнергетических систем;
- применять современные методы расчета для оценки надежности при проектировании и эксплуатации;
- определять ущербы от перерывов в электроснабжении и ограничении мощности потребителей;
- применять методы и средства повышения надежности в системах различной сложности;
- оптимизировать технические решения по надежности в условиях неопределенности исходной информации.

**Владеть:**

- навыками использования методов расчета показателей структурной и функциональной надежности объектов ЭЭС;
- навыками выбора оптимальных для рассматриваемой системы моделей и методов расчета и исследования надежности;
- навыками анализа структурной и функциональной надежности в эксплуатации;
- навыками оценки надежности действующих электроустановок и систем и определения ограничений мощности и недоотпусков электроэнергии в случае их выхода из строя;
- навыками определения резервов генерирующей мощности, выбора видов резервирования и способов повышения надежности в рассматриваемой системе.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) С РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ПО СЕМЕСТРАМ

№ семестра	Виды занятий	Всего часов по учебному плану	Контактная работа		Самостоятельная работа
			аудиторная	вне-аудиторная	
7	Лекции	36	36	х	х
	Лабораторные работы	-	-	х	х
	Практические/семинарские занятия	18	18	х	х
	СРС	18	х	0,5	17,5
	СРС экз.	36	х	0,35	35,65
	<b>Всего за 7 семестр</b>	<b>108</b>	<b>54</b>	<b>0,85</b>	<b>53,15</b>
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>54</b>	<b>0,85</b>	<b>53,15</b>

– промежуточная аттестация: экзамен (7 сем.)

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 4.1. Контактная аудиторная работа

##### 4.1.1. Наименование тем лекций, их содержание и объем в часах

#### ТЕМА 1 ВВЕДЕНИЕ

– 2 ч, УЗ – 2, ОПК-2, ПК-6

Проблемы надежности в электроэнергетике при проектировании и эксплуатации электроэнергетических установок и систем. Энергетическая безопасность. Понятие "надежность" в электроэнергетике, основные определения. Общие критерии оценки надежности. Предмет и задачи дисциплины, ее роль в подготовке инженера электрика.

*Литература раздел 7 [1-4]*

#### ТЕМА 2 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКИ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ И СИСТЕМ

2 ч, УЗ – 2, ОПК-2, ПК-6

Относительность понятия "элемент" и "система" в расчетах надежности. Показатели надежности: единичные и комплексные. Задачи надежности в электроэнергетике. Нормирование надежности. Причины повреждений основных элементов электрических сетей, электростанций, систем.

*Литература раздел 7 [1-4]*

#### ТЕМА 3. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ АНАЛИЗА НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ, СХЕМ И СИСТЕМ

- 10 ч, УЗ – 3, ОПК-2, ПК-6

Основные сведения из теории вероятностей и математической статистики. Особенности случайных процессов, используемых при решении задач надежности в электроэнергетике. Модели отказов элементов систем: внезапных и постепенных. Модели отказов установок. Резервирование релейно-контактных элементов. Процессы отказов и

восстановлений одноэлементной схемы. Модель состояний Маркова, применение графов в качестве моделей. Составление структурных схем, графов возможных состояний. Модель нерезервированной схемы из  $n$  элементов (последовательное соединение элементов). Модель надежности установки, системы из резервируемых восстанавливаемых элементов (параллельное соединение элементов). Модель надежности системы с восстановлением и профилактикой (системы с последовательным соединением элементов, системы с резервированием элементов).

*Литература раздел 7 [1-4]*

#### **ТЕМА 4. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА И АНАЛИЗА НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК.**

– 8 ч, УЗ – 3, ОПК-2, ПК-6

Общая характеристика методов. Метод путей и минимальных сечений. Структурный анализ и формальные приемы декомпозиции сложных схем. Аналитический метод расчета надежности систем электроэнергетики. Вероятностные методы расчета надежности: таблично-аналитический, структурно-аналитический, структурно-вероятностный, таблично-логический, метод деревьев отказов, топологические методы расчета.

*Литература раздел 7 [1-4]*

#### **ТЕМА 5. АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК И СИСТЕМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ.**

8 ч, УЗ – 3, ОПК-2, ПК-6

Понятие о структурной надежности схем электроэнергетических систем. Определенные состояния полного отказа и безотказной работы схемы. Понятие о функциональной надежности. Оценка недоотпуска электроэнергии в системе с помощью модели состояния и режимов системы. Вероятности послеаварийных состояний сложных схем, расчет недоотпуска электроэнергии вследствие ограничения режимов в послеаварийных состояниях. Определение надежности различных схем электрических сетей. Расчеты надежности главных схем электрических соединений, схем РУ различных уровней напряжения электростанций и подстанций. Расчет показателей надежности систем релейной защиты и автоматики. Выбор резерва генерирующей мощности. Ненагруженный резерв.

*Литература раздел 7 [1-4]*

#### **ТЕМА 6. ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ С УЧЕТОМ УЩЕРБА.**

4 ч, УЗ – 3, ОПК-2, ПК-6

Понятие ущерба от отказа. Виды и составляющие ущербов. Методы расчета ущербов от перерывов электроснабжения и недоотпуска электроэнергии. Задачи надежности в условиях эксплуатации субъектов энергетики. Экономико-математическая модель для оптимизации надежности. Критерии эффективности и целевые функции. Методы оптимизации.

*Литература раздел 7 [1-4]*

##### **4.1.2. Практические (семинарские) занятия, их наименование и объем в часах**

№	Наименование тем Занятий	Количество часов	Форма контроля	Сроки контроля	Номер компетенции	Литература
1	2	3	4	5	6	7
1	Применение методов теории вероятностей для анализа	2	опрос	10-15 октября	ОПК-2, ПК-6	7(5-6)

	надежности в простейших схемах					
2	Использование математических моделей для анализа надежности элементов, схем, систем	2	опрос	10-15 октября	ОПК-2, ПК-6	7(5-6)
3	Определение надежности сложных схем с помощью различных методов расчета	8	опрос	15-20 ноября	ОПК-2, ПК-6	7(5-6)
4	Решение практических задач анализа надежности в электроэнергетике	3	опрос	15-20 декабря	ОПК-2, ПК-6	7(5-6)
5	Расчет недоотпуска электроэнергии и ущерба от перерывов электроснабжения	3	опрос	15-20 мая	ОПК-2, ПК-6	7(5-6)

#### 4.1.3. Лабораторные занятия, их наименование и объем в часах

Учебным планом не предусмотрены.

#### 4.2. Самостоятельная работа

СРС – темы и (или) разделы тем для самостоятельного изучения, в том числе конспектирование – 17,5 ч.

№	Наименование тем (разделов)	Кол-во часов	Номер компетенции	Литература
3	ТЕМА 7. Средства и методы повышения надежности систем электроэнергетики.	17,5	ОПК-2, ПК-6	7 [1-4]

#### 4.3. Контактная внеаудиторная работа СРС:

– групповые консультации в течение 7 семестра – 1,4 ч.

СРС экз.

– групповые консультации в течение 7 семестра – 0,35 ч.,

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ, ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

#### 5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Номер компетенции "ОПК-2"	Формулировка компетенции: «способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач»	
Дисциплины, формирующие компетенцию в процессе освоения образовательной программы		Этап формирования (семестр)
Индекс	Наименование	
Б1.Б.5	Высшая математика	1-3
Б1.Б.6	Физика	1-2
Б1.Б.7	Химия	1



Б1.Б.10	Теоретическая механика	2
Б1.Б.12	Общая энергетика	3
Б1.Б.13	Электрические машины	4-5
Б1.В.ОД.3	Электроника	3
Б1.В.ОД.6	Электрическая часть станций и подстанций	5-6
Б1.В.ОД.7	Электроэнергетические системы и сети	5-6
Б1.В.ОД.11	Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах	5
Б1.В.ОД.12	Электромеханические переходные процессы в электроэнергетике	6
Б1.В.ОД.16	Силовая электроника в энергетике	7
Б1.В.ОД.18	Прикладная механика	3
Б1.В.ДВ.1.1	Решение инженерных задач электроснабжения на ЭВМ	8
Б1.В.ДВ.1.2	Математические задачи электроснабжения	8
Б1.В.ДВ.2.2	Программное обеспечение задач электроэнергетики	4
Б1.В.ДВ.3.1	Вероятностные методы в электроснабжении	7
Б1.В.ДВ.6.2	Микропроцессорные средства управления	7
Б1.В.ДВ.11.1	Физико-химические процессы в энергетике	3
Б1.В.ДВ.11.2	Концепция современного естествознания	3
Б1.В.ДВ.12.1	Специальные главы физики	3
Б1.В.ДВ.12.2	Квантовая и ядерная физика	3
Б1.В.ДВ.13.2	Специальные главы математики	4

Номер компетенции "ПК-6"	Формулировка компетенции: «способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности»	
Дисциплины, формирующие компетенцию в процессе освоения образовательной программы		Этап формирования (семестр)
Индекс	Наименование	
Б1.В.ОД.8	Электроснабжение	6
Б1.В.ОД.9	Электроэнергетические системы и сети	6
Б1.В.11	Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах	5
Б1.В.ОД.12	Электромеханические переходные процессы в электроэнергетике	6
Б1.В.ОД.14	Основы релейной защиты и автоматики	6
Б1.В.ОД.17	Системы электроснабжения	7
Б1.В.ДВ.03.01	Вероятностные методы в электроснабжении	7
Б1.В.ДВ.03.02	Теория надежности в электроэнергетике	7
Б1.В.ДВ.4.1	Электрический привод	7
Б1.В.ДВ.5.1	Электротехнологические промышленные установки	8
Б1.В.ДВ.5.2	Режимы работы оборудования электрических станций и подстанций	8
Б1.В.ДВ.6.1	Эксплуатация систем электроснабжения	7
Б1.В.ДВ.6.2	Эксплуатация электрической части электростанций и подстанций	7
Б1.В.ДВ.7.1	Монтаж и наладка систем электроснабжения	7
Б1.В.ДВ.8.1	Энергоресурсы, сбережение и учет	7
Б1.В.ДВ.9.1	Релейная защита систем электроснабжения	7
Б1.В.ДВ.9.2	Элементы устройств управления, релейной защиты	7

	и автоматики	
Б1.В.ДВ.10.1	Специальные вопросы электроснабжения	8
Б1.В.ДВ.10.2	Монтаж и наладка устройств релейной защиты и автоматики	8
Б1.В.ДВ.11.01	Концепция современного естествознания	1-2
Б1.В.ДВ.11.02	Физико-химические процессы в энергетике	1-2
Б2.П.1	Преддипломная практика	8
Б2.П.2	Технологическая	6

**5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенции на различных этапах их формирования, описание школ оценивания. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Оценка сформированности компетенций в рамках промежуточной аттестации проводится по билетам для экзамена.

Билеты для экзамена включают в себя вопросы для оценки знаний, умений и навыков.

Количество вопросов в билетах для экзамена - 3-10.

При текущей аттестации обучающихся оценка сформированности компетенций осуществляется на занятиях:

- лекционного типа посредством опроса обучаемых, в том числе по темам и разделам тем, вынесенных для самостоятельного изучения обучаемым;
- практического типа посредством собеседования, устного опроса по практическим занятиям.

Номер компетенции	Показатели оценивания компетенций (знания и (или) умения и (или) навыки и (или) опыт деятельности, формируемые данной компетенций)	Критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования		
		1-й уровень «УЗНАВАНИЕ»	2-й уровень «ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ»	3-й уровень «ПРИМЕНЕНИЕ»
ОПК-2 ПК-6	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– роль надежности в проектировании и эксплуатации электроэнергетических систем и их подсистем;</li> <li>– показатели, критерии и характеристики электроэнергетических установок и систем;</li> <li>– модели надежности электроустановок и систем;</li> <li>– современные методы расчета показателей надежности, применяемые в электроэнергетике;</li> <li>– способы и средства повышения надежности и методы определения экономических ущербов от низкой надежности.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять модели надежности</li> </ul>		+	+

	<p>электроустановок в зависимости от поставленной задачи;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– составлять схемы замещения для расчета и анализа надежности;</li> <li>– определять количественные показатели надежности типовых схем распределительных устройств, средств релейной защиты, реальных энергообъектов и электроэнергетических систем;</li> <li>– применять современные методы расчета для оценки надежности при проектировании и эксплуатации;</li> <li>– определять ущербы от перерывов в электроснабжении и ограничении мощности потребителей;</li> <li>– применять методы и средства повышения надежности в системах различной сложности;</li> <li>– оптимизировать технические решения по надежности в условиях неопределенности исходной информации.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками использования методов расчета показателей структурной и функциональной надежности объектов ЭЭС;</li> <li>– навыками выбора оптимальных для рассматриваемой системы моделей и методов расчета и исследования надежности;</li> <li>– навыками анализа структурной и функциональной надежности в эксплуатации;</li> <li>– навыками оценки надежности действующих электроустановок и систем и определения ограничений мощности и недоотпусков электроэнергии в случае их выхода из строя;</li> <li>– навыками определения резервов генерирующей мощности, выбора видов резервирования и способов повышения надежности в рассматриваемой системе.</li> </ul>			
--	---	--	--	--

**Шкала оценивания компетенций:**

**«отлично»** – обучающийся правильно, четко, аргументировано и в полном объеме изложил содержание теоретических зачетных вопросов, успешно выполнил практические задания, убедительно ответил на все дополнительные вопросы, показал высокий уровень сформированных компетенций;

**«хорошо»** – обучающийся правильно, но недостаточно полно изложил содержание теоретических зачетных вопросов, успешно выполнил практические задания, испытывал затруднения при ответе на дополнительные вопросы, показал продвинутый уровень сформированных компетенций;

**«удовлетворительно»** – обучающийся изложил основные положения теоретических зачетных вопросов, правильно выполнил практическое задание, испытывал серьезные затруднения при ответах на дополнительные вопросы, показал пороговый уровень сформированных компетенций;

**«неудовлетворительно»** – обучающийся не справился с большинством теоретических зачетных вопросов и (или) не справился с выполнением практических заданий.

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

#### **Материалы для оценивания знаний:**

- вопросы для промежуточной проверки знаний;

1. Характеристики надежности.
2. Работоспособность и отказ.
3. Показатели надежности: единичные и комплексные.
4. Внезапные и постепенные отказы.
5. Причины отказов элементов систем электроэнергетики.
6. Модель внезапного отказа.
7. Модель постепенного отказа.
8. Анализ надежности системы из последовательно соединенных элементов по модели отказов электроустановок.
9. Анализ надежности системы из резервируемых элементов по модели отказов электроустановок.
10. Резервирование замещением.
11. Постоянное резервирование.
12. Резервирование релейно-контакторных схем.
13. Модели выключателей, применяемые при расчете надежности в электроэнергетике.
14. Расчет показателей надежности систем релейной защиты и автоматики.
15. Учет средств релейной защиты и автоматики при расчетах надежности.
16. Модель надежности системы из последовательно соединенных элементов.
17. Модель надежности схемы из параллельно соединенных элементов.
18. Анализ надежности системы из последовательно соединенных элементов с учетом преднамеренных отключений.
19. Анализ надежности системы из параллельно соединенных элементов с учетом преднамеренных отключений.
20. Аналитический метод расчета надежности систем электроэнергетики.
21. Метод путей и минимальных сечений сложных схем.
22. Топологические методы расчета надежности.
23. Логико-вероятностный метод расчета надежности систем электроэнергетики.
24. Таблично-аналитический метод расчета надежности.
25. Определение ущербов от перерывов в электроснабжении потребителей.
26. Анализ надежности типовых схем подстанций и главных схем РУ станций.
27. Марковские случайные процессы в теории надежности.
28. Модель состояний Маркова, применение графов в качестве моделей.
29. Ненагруженный резерв.
30. Выбор резерва генерируемой мощности.
31. Экономико-математические модели для оптимизации надежности.
32. Средства и методы повышения надежности систем электроэнергетики.
33. Надежность функционирования оперативных (диспетчерских) эргатических систем в электрических сетях.
34. Задачи надежности в условиях эксплуатации субъектов энергетики.

**Материалы для оценивания умений и навыков:**  
(Примеры заданий)

**Задание 1.**

На испытание поставлено 100 однотипных изделий. За 4000 час. отказало 50 изделий. За интервал времени 4000 - 4100 час. отказало ещё 20 изделий. Требуется определить  $f^*(t), \lambda^*(t)$  при  $t=4000$  час.

**Задание 2.**

Вероятность безотказной работы автоматической линии изготовления цилиндров автомобильного двигателя в течении 120 час равна 0.9. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется рассчитать интенсивность отказов и частоту отказов линии для момента времени  $t = 120$  час., а также среднее время безотказной работы.

**Задание 3.**

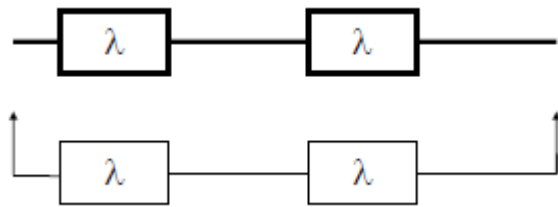
Невосстанавливаемая в процессе работы электронная машина состоит из 200000 элементов, средняя интенсивность отказов которых  $\lambda = 0,2 \cdot 10^{-6}$  1/час . Требуется определить вероятность безотказной работы электронной машины в течении  $t = 24$  часа и среднее время безотказной работы электронной машины.

**Задание 4.**

Приемник состоит из трех. блоков: УВЧ, УПЧ и УНЧ. Интенсивности отказов этих блоков соответственно равны:  $\lambda_1 = 4 \cdot 10^{-4}$  1/час;  $\lambda_2 = 2,5 \cdot 10^{-4}$  1/час;  $\lambda_3 = 3 \cdot 10^{-4}$  1/час. Требуется рассчитать вероятность безотказной работы приемника при  $t=100$  час для следующих случаев: а) резерв отсутствует; б) имеется общее дублирование приемника в целом.

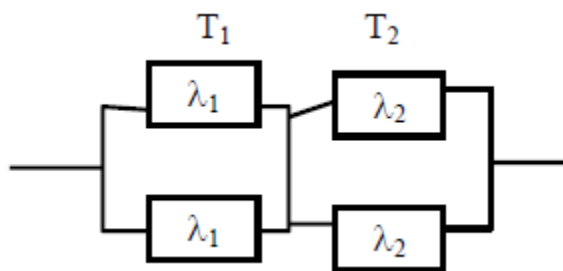
**Задание 5.**

Система состоит из двух одинаковых элементов. Для повышения ее надежности конструктор предложил дублирование системы по способу замещения с ненагруженным состоянием резерва (см. рис.). Интенсивность отказов элемента равна  $\lambda$  . Требуется определить вероятность безотказной работы системы  $P_c(t)$ , среднее время безотказной работы  $m_{tc}$  , частоту отказов  $f_c(t)$  , интенсивность отказов  $\lambda_c(t)$ .



**Задание 6.**

Схема расчета надежности устройства показана на рис. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности для элементов устройства. Интенсивности отказов элементов имеет следующие значения  $\lambda_1=0,3 \cdot 10^{-3}$  1/час,  $\lambda_2=0,7 \cdot 10^{-3}$  1/час. Необходимо определить вероятность безотказной работы устройства в течении времени  $t = 100$  час.



**Задание 7.**

Интенсивность отказов измерительного прибора  $\lambda=0,83 \cdot 10^{-3}$  1/час . Для повышения точности измерения применена схема группирования из пяти по три ( $m=2/3$  ). Необходимо определить вероятность безотказной работы схемы  $P_c(t)$  , частоту отказов  $f_c(t)$ , интенсивность отказов  $\lambda_c(t)$  схемы.

**Задание 8.**

Машина состоит из 1024 стандартных ячеек и множества других элементов. В ЗИПе имеется еще две однотипные ячейки, которые могут заменить любую из отказавших. Все элементы, кроме указанных ячеек, идеальные в смысле надежности. Известно, что интенсивность отказов ячеек есть величина постоянная, а среднее время безотказной работы машины с учетом двух запасных ячеек  $m_{ic}=60$  час. Предполагается, что машина допускает короткий перерыв в работе на время отказавших ячеек. Требуется определить среднее время безотказной работы одной ячейки  $m_i=m_{ii}$ ,  $i=1, 1 0 2 4$  . Определить вероятность безотказной работы резервированной системы  $P_c(t)$ , частоту отказов  $f_c(t)$ , интенсивность отказов  $\lambda_c(t)$  резервированной системы.

**Задание 9.**

Усилитель состоит из двух равнонадежных блоков, для каждого из которых  $\lambda = 3 \cdot 10^{-3} \text{ 1/час}$ . Имеется усилитель в ненагруженном резерве. Ремонт производит одна бригада, среднее время ремонта  $m_T = 0,5 \text{ час}$ . Определить коэффициент простоя усилителя с резервом.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Аудитории оснащены персональными компьютерами, объединенными в локальную сеть с выходом в Интернет. В процессе обучения используются современные программно-методические комплексы.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### *Основная литература*

1. Калентионюк Е.В. Оперативное управление в энергосистемах: учебное пособие / Е. В. Калентионюк, В. Г. Прокопенко, В. Т. Федин; под ред. В.Т. Федина. - Минск: Выш. шк., 2007. – 351 с.
2. Секретарев Ю.А. Надежность электроснабжения учеб. пособие / Ю.А. Секретарев.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. – 104с.  
<http://www.knigafund.ru/books/185996/read#page1>
3. Волков Н.Г. Надежность электроснабжения: Учебное пособие. - Томск: ТПУ, 2003. - 137 с. <http://window.edu.ru/resource/111/57111>

### *Дополнительная литература*

4. Костин В.Н. Оптимизационные задачи электроэнергетики: Учебное пособие. - СПб.: СЗТУ, 2003. - 120 с. <http://window.edu.ru/resource/987/24987>

### *К практическим занятиям*

5. Липатов И.Н. Решение задач по курсу "Прикладная теория надежности": Учебное пособие. - Пермь: Перм. гос. техн. ун-т, 1996. - 55 с.  
<http://window.edu.ru/resource/651/47651>
6. Кужеков С.Л. Практическое пособие по электрическим сетям и электрооборудованию: учебное пособие / С. Л. Кужеков, С. В. Гончаров. - Ростов-н/Д: Феникс, 2010. - 492 с. .

### **Информационные справочные системы, профессиональные базы данных**

1. Профессиональные справочные системы «Техэксперт» <http://195.209.112.161:3000/>
2. Информационно-справочная система «Электрик» <http://www.electrik.org/>
3. Независимая информационно-консалтинговая компания Enerdata <https://www.enerdata.ru/>
4. Научная электронная библиотека: <http://www.elibrary.ru>
5. ЭБС Книгафонд: <http://www.knigofond.ru>
6. ЭБС <http://e.lanbook.com/>
7. Единое окно доступа к информационным ресурсам <http://window.edu.ru>

**Комплект лицензионного программного обеспечения:**

1. Microsoft Windows 7,8,10 лицензия 1203798551
2. Microsoft Office 2007 Professional Plus лицензия 42947565

Комплект лицензионного программного обеспечения:

1. Microsoft Windows 7,8,10 лицензия 1203798551
2. Microsoft Office 2007 Professional Plus лицензия 42947565



**Обновление основной образовательной программы в части содержания рабочей программы учебного курса, предмета, дисциплины (модуля) (изменения и дополнения к рабочей программе) на 2016/2017 учебный год**

В рабочую программу Б1.В.ДВ.03.02 Теория надежности в электроэнергетике

для направления подготовки (специальности) 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электроснабжение промышленных предприятий и городов, год набора - 2015, форма обучения - очная

с учетом развития науки, техники, культуры, экономики, технологий и социальной сферы вносятся следующие изменения:

<p>Содержание пункта 7. рабочей программы в части п/п «Информационные справочные системы, профессиональные базы данных» до обновления</p>	<p>Содержание пункта 7. рабочей программы в части п/п «Информационные справочные системы, профессиональные базы данных» <b>после обновления</b></p>
<p>1. Профессиональные справочные системы «Техэксперт» <a href="http://195.209.112.161:3000/">http://195.209.112.161:3000/</a>                  2. Информационно-справочная система «Электрик» <a href="http://www.electrik.org/">http://www.electrik.org/</a>                  3. Независимая информационно-консалтинговая компания Enerdata <a href="https://www.enerdata.ru/">https://www.enerdata.ru/</a>                  4. Научная электронная библиотека: <a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a>                  5. ЭБС Книгафонд: <a href="http://www.knigofond.ru">http://www.knigofond.ru</a>                  6. ЭБС <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>                  7. Единое окно доступа к информационным ресурсам <a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a></p>	<p>1. Информационно-справочная система «Электрик» <a href="http://www.electrik.org/">http://www.electrik.org/</a>                  2. Независимая информационно-консалтинговая компания Enerdata <a href="https://www.enerdata.ru/">https://www.enerdata.ru/</a>                  3. Научная электронная библиотека: <a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a>                  4. ЭБС Книгафонд: <a href="http://www.knigofond.ru">http://www.knigofond.ru</a>                  5. ЭБС <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>                  6. Единое окно доступа к информационным ресурсам <a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>                  7. ГОСТ 6.38-90 ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР Унифицированные системы документации СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИОННО-РАСПОРЯДИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ Требования к оформлению документов <a href="http://docs.cntd.ru/document/gost-6.38-90">http://docs.cntd.ru/document/gost-6.38-90</a>                  8. Международный исторический журнал - <a href="http://www.history.machaon.ru/">http://www.history.machaon.ru/</a>                  9. База данных экономики и права. – Режим доступа: <a href="http://www.polpred.com">http://www.polpred.com</a></p>

дополнения: лицензии на программное обеспечение обновлены

Заведующий кафедрой Т и Т Состина Е.В.

  
 Утверждаю:  
 Директор  
 Терновский О.А.  
 31 августа 2016 г.

**Обновление основной образовательной программы в части содержания рабочей программы учебного курса, предмета, дисциплины (модуля) (изменения и дополнения к рабочей программе) на 2016/2017 учебный год**

В рабочую программу Б1.В.ДВ.03.02 Теория надежности в электроэнергетике

для направления подготовки (специальности) 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электроснабжение промышленных предприятий и городов, год набора - 2015, форма обучения - очная

с учетом развития науки, техники, культуры, экономики, технологий и социальной сферы вносятся следующие изменения:

<p>Содержание пункта 7. рабочей программы в части п/п «Информационные справочные системы, профессиональные базы данных» до обновления</p>	<p>Содержание пункта 7. рабочей программы в части п/п «Информационные справочные системы, профессиональные базы данных» <b>после обновления</b></p>
<p>1. Информационно-справочная система «Электрик» <a href="http://www.electrik.org/">http://www.electrik.org/</a>                  2. Независимая информационно-консалтинговая компания Enerdata <a href="https://www.enerdata.ru/">https://www.enerdata.ru/</a>                  3. Научная электронная библиотека: <a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a>                  4. ЭБС Книгафонд: <a href="http://www.knigofond.ru">http://www.knigofond.ru</a>                  5. ЭБС <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>                  6. Единое окно доступа к информационным ресурсам <a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>                  7. ГОСТ 6.38-90 ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР Унифицированные системы документации СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИОННО-РАСПОРЯДИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ Требования к оформлению документов <a href="http://docs.cntd.ru/document/gost-6.38-90">http://docs.cntd.ru/document/gost-6.38-90</a>                  8. Международный исторический журнал - <a href="http://www.history.machaon.ru/">http://www.history.machaon.ru/</a>                  9. База данных экономики и права. – Режим доступа: <a href="http://www.polpred.com">http://www.polpred.com</a></p>	<p>1. Профессиональные справочные системы «Техэксперт» <a href="http://195.209.112.161:3000/">http://195.209.112.161:3000/</a>                  2. Информационно-справочная система «Электрик» <a href="http://www.electrik.org/">http://www.electrik.org/</a>                  3. Независимая информационно-консалтинговая компания Enerdata <a href="https://www.enerdata.ru/">https://www.enerdata.ru/</a>                  4. Научная электронная библиотека: <a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a>                  5. ЭБС Книгафонд: <a href="http://www.knigofond.ru">http://www.knigofond.ru</a>                  6. ЭБС <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>                  7. Единое окно доступа к информационным ресурсам <a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>                  8. РД 34.01.101-93 Номенклатура документов электроэнергетической отрасли <a href="http://www.gosthelp.ru/text/rd340110193">http://www.gosthelp.ru/text/rd340110193</a>                  9. Ресурсы WWW по истории России - <a href="http://www.history.ru/histr.htm">http://www.history.ru/histr.htm</a>                  10. Официальный сайт Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. Полные тексты законов Российской Федерации в области охраны интеллектуальной собственности. - Режим доступа: <a href="http://www.fips.ru">http://www.fips.ru</a>                  11. Сайт Российского авторского общества (РАО). Информация, касающаяся защиты авторских прав, условия коллективного управления имущественными правами авторов, консультации юристов. - Режим доступа: <a href="http://www.rao.ru">http://www.rao.ru</a></p>

дополнения: лицензии на программное обеспечение обновлены

Заведующий кафедрой Т и Т Гасанов А.Б.



**Изменения основной образовательной программы в части рабочей программы дисциплины (модуля)**

(в связи с вступлением в силу с 01.09.2017 г. Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 г. )  
Рабочей программы по дисциплине: Теория надежности в электроэнергетике.

для направления подготовки (специальности) 13.03.02

Электроэнергетика и электротехника, Электроснабжение предприятий и городов, год набора-2015, форма обучения- очная

1. Пункт 3 читать в следующей редакции

№ семестра	Формы организации работы обучающихся	Всего часов по учебному плану, ак. час / астр. час	Контактная работа, ак. час / астр. час		Самостоятельная работа обучающихся, ак. час / астр. час
			аудиторная	вне-аудиторная	
7	лекции	36 / 27	36 / 27	х	х
	лабораторные работы	0 / 0	0 / 0	х	х
	практические занятия (семинарские занятия)	18 / 13,5	18 / 13,5	х	х
	контактная внеаудиторная работа, самостоятельная работа обучающихся в период обучения	18 / 13,5	х	0,5 / 0,375	17,5 / 13,125
	контактная внеаудиторная работа, самостоятельная работа обучающихся в период экзаменационной сессии	36 / 27	х	0,35 / 0,2625	35,65 / 26,7375
	<b>ВСЕГО за 7 семестр</b>	<b>108 / 81</b>	<b>54 / 40,5</b>	<b>0,85 / 0,6375</b>	<b>53,15 / 39,8625</b>
<b>ИТОГО по дисциплине</b>		<b>108 / 81</b>	<b>54 / 40,5</b>	<b>0,85 / 0,6375</b>	<b>53,15 / 39,8625</b>

2. В п. 4 количество часов в часах считать количеством часов в академических часах.

Заведующий кафедрой ТиТ Гасанов А.Б. \_\_\_\_\_

*А.Б. Гасанов*

Утверждаю:  
Директор  
*О.А. Терновский*  
Терновский О.А.  
01 сентября 2017 г.

