

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра автоматизированных электроэнергетических систем

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФБ
д.э.н. Хайруллина М. В.
“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Производство и передача электроэнергии

Образовательная программа: 38.03.02 Менеджмент, профиль: Производственный менеджмент в энергетике и электромашиностроении

Курс: 2, семестр : 4

Факультет бизнеса,

		Семестр
№	Вид деятельности	4
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	81
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	9
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	7
10	Самостоятельная работа, час.	63
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	3

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 38.03.02 Менеджмент

ФГОС введен в действие приказом №7 от 12.01.2016 г. , дата утверждения: 09.02.2016 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 38.03.02 Менеджмент

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

АЭЭС, протокол заседания кафедры №7 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета бизнеса, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Левин В. М.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Фишов А. Г.

Ответственный за образовательную программу:

декан Чернов С. С.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.6 владение методами принятия решений в управлении операционной (производственной) деятельностью организаций; в части следующих результатов обучения:	
у7. уметь готовить и выполнять экспериментальные исследования режимов работы ЛЭП и электрических сетей	
Компетенция ФГОС: ОПК.7 способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности; в части следующих результатов обучения:	
з1. знать способы регулирования частоты и напряжения в электроэнергетических системах	
з10. знать методы расчета простейших схем радиально-магистральных и замкнутых электрических сетей	
з8. знать устройство, параметры и модели элементов электрических сетей	
з9. знать методы выбора сечений проводов ЛЭП, силовых трансформаторов и средств компенсации реактивной мощности при проектировании электрических сетей	
у18. уметь обрабатывать и анализировать результаты проведенных экспериментов на моделях электрических сетей	
у6. уметь выполнять расчеты установившихся режимов простейших электрических сетей и использовать для расчетов установившихся режимов сложных электрических сетей специализированное программное обеспечение	
у9. уметь делать технико-экономическое сопоставление вариантов схем развития электрических сетей	
Компетенция ФГОС: ПК.8 владение навыками документального оформления решений в управлении операционной (производственной) деятельности организаций при внедрении технологических, продуктовых инноваций или организационных изменений; в части следующих результатов обучения:	
у3. владеть навыками чтения технической документации	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Производство и передача электроэнергии</i>	
ОПК.7.з1 знать способы регулирования частоты и напряжения в электроэнергетических системах	
1.- о моделях элементов ЭЭС и электрических сетей для расчета установившихся режимов; - о методах расчета и анализа, установившихся режимов электрических сетей ЭЭС; - о методиках выбора средств регулирования параметров установившихся режимов.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.7.з9 знать методы выбора сечений проводов ЛЭП, силовых трансформаторов и средств компенсации реактивной мощности при проектировании электрических сетей	
2.знать методы выбора сечений проводов ЛЭП, силовых трансформаторов и средств компенсации реактивной мощности при проектировании электрических сетей	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.7.з8 знать устройство, параметры и модели элементов электрических сетей	
3.знать устройство, параметры и модели элементов электрических сетей	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.7.з10 знать методы расчета простейших схем радиально-магистральных и замкнутых электрических сетей	
4.рассчитывать режим электрической цепи при заданном наборе исходных данных и ограничений	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

5.знать методы расчета простейших схем радиально-магистральных и замкнутых электрических сетей	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.6.у7 уметь готовить и выполнять экспериментальные исследования режимов работы ЛЭП и электрических сетей	
6.уметь готовить и выполнять экспериментальные исследования режимов работы ЛЭП и электрических сетей	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.7.у6 уметь выполнять расчеты установившихся режимов простейших электрических сетей и использовать для расчетов установившихся режимов сложных электрических сетей специализированное программное обеспечение	
7.уметь выполнять расчеты установившихся режимов простейших электрических сетей и использовать для расчетов установившихся режимов сложных электрических сетей специализированное программное обеспечение	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.7.у9 уметь делать технико-экономическое сопоставление вариантов схем развития электрических сетей	
8.уметь делать технико-экономическое сопоставление вариантов схем развития электрических сетей	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.7.у18 уметь обрабатывать и анализировать результаты проведенных экспериментов на моделях электрических сетей	
9.уметь обрабатывать и анализировать результаты проведенных экспериментов на моделях электрических сетей	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.8.у3 владеть навыками чтения технической документации	
10.владеть навыками документального оформления технических решений при обработке экспериментальных исследований	Практические занятия; Лабораторные работы

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 4				
Дидактическая единица: Электроэнергетические системы (ЭЭС)				
1. Понятие электроэнергетической системы. Процессы производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии.	0	4	1, 6, 8	
Дидактическая единица: Физика процессов производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии в элементах ЭЭС				
2. Назначение и принцип действия электромагнитных и электромеханических преобразователей энергии, линий электропередачи.	2	4	4, 9	Самостоятельное изучение материала.
Дидактическая единица: Характеристики и параметры элементов ЭЭС и их схем замещения				
3. Схема замещения и параметры ЛЭП, двух- и трехобмоточных трансформаторов. Основные расчетные формулы.	1	6	2, 3, 8	Решение индивидуального домашнего задания
Дидактическая единица: Методы расчета и анализа режимов линий электропередачи и разомкнутых электрических сетей.				

4. Потери мощности и электрической энергии в элементах ЭЭС. Падение и потеря напряжения.	1	4	4	Самостоятельное изучение материала.
5. Методики расчета установившихся режимов ЛЭП (разомкнутых сетей) по данным "начала", "конца".	1	4	3, 5, 8	Решение индивидуального домашнего задания.
Дидактическая единица: Замкнутые электрические сети				
6. Методика расчета сети с двухсторонним питанием и уравнивающей мощности в простейшей замкнутой сети.	0	2	5	Самостоятельное изучение материала.
Дидактическая единица: Повышение экономичности режимов передачи и распределения электрической энергии по замкнутым электрическим сетям				
7. Расчет "естественного" и "экономического" потокораспределения в простейшей замкнутой сети. Выбор средств повышения экономичности режима простейшей замкнутой сети.	0	2	4, 5	
Дидактическая единица: Обеспечение баланса мощности и электрической энергии в ЭЭС				
8. Способы и средства обеспечения баланса активной и реактивной мощности и электрической энергии в ЭЭС.	0	4	7	
Дидактическая единица: Регулирование параметров электрического режима ЭЭС и электрических сетей.				
9. Способы и средства регулирования напряжения в электрических сетях.	1	6	3, 6	Расчеты индивидуального домашнего задания.

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 4				
Дидактическая единица: Характеристики и параметры элементов ЭЭС и их схем замещения				
1. Исследование процессов потребления электрической энергии. анализ характеристик и параметров асинхронных двигателей в составе комплексной нагрузки.	1	4	4, 5, 9	Моделирование и исследование процессов потребления электроэнергии, характеристик и параметров электрических нагрузок.
Дидактическая единица: Методы расчета и анализа режимов линий электропередачи и разомкнутых электрических сетей.				
2. Исследование режимов работы ЛЭП-220 кВ.	0	4	6, 9	Самостоятельное изучение материала.
Дидактическая единица: Регулирование параметров электрического режима ЭЭС и электрических сетей.				
3. Регулирование напряжения в сети 110 кВ с трансформаторами.	0	4	5, 7, 8, 9	Исследование режимов сети при разных способах регулирования напряжения.

4. Исследование режимов и способов регулирования баланса реактивной мощности и уровней напряжения в электрической сети с учетом неравномерности потребления.	0	6	10, 5, 6, 7, 9	Расчеты и исследование режимов и способов их регулирования.
--	---	---	----------------	---

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 4				
Дидактическая единица: Характеристики и параметры элементов ЭЭС и их схем замещения				
1. Расчеты параметров схем замещения элементов ЭЭС по номинальным (паспортным данным).	0	3	6, 7	Расчетные упражнения по решению базовых задач.
2. Расчеты потерь мощности и электрической энергии в ЛЭП и трансформаторах (автотрансформаторах).	0	3	1, 3, 8	Расчетные упражнения по решению базовых задач.
Дидактическая единица: Методы расчета и анализа режимов линий электропередачи и разомкнутых электрических сетей.				
3. Расчет режима ЛЭП по данным "конца" и "начала".	1	3	4, 5	Расчетные упражнения по решению базовых задач.
Дидактическая единица: Повышение экономичности режимов передачи и распределения электрической энергии по замкнутым электрическим сетям				
4. Расчеты режима и выбор средств повышения экономичности простейшей замкнутой электрической сети.	1	3	2, 3, 4, 5	Расчеты индивидуального домашнего задания.
Дидактическая единица: Обеспечение баланса мощности и электрической энергии в ЭЭС				
5. Расчеты режима и средств регулирования баланса реактивной мощности в разомкнутой электрической сети. Компенсация реактивной мощности.	0	3	10, 7, 8	Расчетные упражнения по решению базовых задач.
Дидактическая единица: Регулирование параметров электрического режима ЭЭС и электрических сетей.				
6. Обеспечение желаемого напряжения на шинах нагрузки с использованием средств КРМ и коэффициентов трансформации трансформаторов.	0	3	4, 6, 8	Расчетные упражнения по решению базовых задач.

Таблица 3.4

	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 4				
Дидактическая единица: Качество электрической энергии				
0.	0	0		

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 4				
1	Выполнение РГЗ Выполнение РГЗ	1, 3, 4, 7, 9	16	7
: Производство и передача электрической энергии : методические указания и задания для самостоятельной работы 3 курса ФЭН направления 080100 дневной формы обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. М. Левин, Д. В. Кузьмина]. - Новосибирск, 2009. - 47, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000124215				
2	Подготовка к занятиям	4, 7, 9	23	0
Подготовка к лабораторным работам: Производство и передача электрической энергии : методические указания и задания для самостоятельной работы 3 курса ФЭН направления 080100 дневной формы обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. М. Левин, Д. В. Кузьмина]. - Новосибирск, 2009. - 47, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000124215 Левин В. М. Передача и распределение электрической энергии [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. М. Левин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157219 . - Загл. с экрана.				
3	Дополнительная учебная деятельность	1, 2, 3, 5	0	0
Решение индивидуальной домашней задачи: Электрические системы и сети : методические материалы и задачи для самостоятельной работы факультета энергетики по направлению "Электроэнергетика" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. В. Лыкин]. - Новосибирск, 2008. - 43, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3493.rar				
4	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	24	0
: Левин В. М. Передача и распределение электрической энергии [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. М. Левин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157219 . - Загл. с экрана. Электрические системы и сети : методические материалы и задачи для самостоятельной работы факультета энергетики по направлению "Электроэнергетика" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. В. Лыкин]. - Новосибирск, 2008. - 43, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3493.rar				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Личный типовой сайт
Консультирование	Личный типовой сайт
Контроль	Среда электронного обучения НГТУ
Размещение учебных материалов	ЭБС

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 4		
Подготовка к занятиям:	0	
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Производство и передача электрической энергии : методические указания и задания для самостоятельной работы студентов 3 курса ФЭН направления 38.03.02 - "Менеджмент" дневной формы обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. М. Левин, Д. В. Танфильева]. - Новосибирск, 2017. - 47, [1] с. : табл."		
Дополнительная учебная деятельность:	0	
Контролирующие материалы приводятся в "Левин В. М. Передача и распределение электрической энергии [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. М. Левин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157219 . - Загл. с экрана."		
Самостоятельное изучение теоретического материала:	0	
Контролирующие материалы приводятся в "Электрические системы и сети : методические материалы и задачи для самостоятельной работы факультета энергетики по направлению "Электроэнергетика" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. В. Лыкин]. - Новосибирск, 2008. - 43, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3493.rar "		
Лекция:	9	18
Контролирующие материалы приводятся в "Левин В. М. Передача и распределение электрической энергии [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. М. Левин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157219 . - Загл. с экрана."		
Лабораторная: 1 - 4	6	16
Контролирующие материалы приводятся в "Производство и передача электрической энергии : методические указания и задания для самостоятельной работы 3 курса ФЭН направления 080100 дневной формы обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. М. Левин, Д. В. Кузьмина]. - Новосибирск, 2009. - 47, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000124215 "		
Практические занятия: 1 - 18	12	28
Контролирующие материалы приводятся в "Электрические системы и сети : методические материалы и задачи для самостоятельной работы факультета энергетики по направлению "Электроэнергетика" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. В. Лыкин]. - Новосибирск, 2008. - 43, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3493.rar "		
РГЗ:	8	18
Контролирующие материалы приводятся в "Левин В. М. Передача и распределение электрической энергии [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. М. Левин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157219 . - Загл. с экрана."		
Зачет:	15	20
Контролирующие материалы приводятся в "Производство и передача электрической энергии : методические указания и задания для самостоятельной работы 3 курса ФЭН направления 080100 дневной формы обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. М. Левин, Д. В. Кузьмина]. - Новосибирск, 2009. - 47, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000124215 "		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Защита ЛР	Защита РГЗ	Зачет
ОПК.6	у7. уметь готовить и выполнять экспериментальные исследования режимов работы ЛЭП и электрических сетей			+
ОПК.7	з1. знать способы регулирования частоты и напряжения в электроэнергетических системах		+	
	з10. знать методы расчета простейших схем радиально-магистральных и замкнутых электрических сетей	+	+	+
	з8. знать устройство, параметры и модели элементов электрических сетей		+	
	з9. знать методы выбора сечений проводов ЛЭП, силовых трансформаторов и средств компенсации реактивной мощности при проектировании электрических сетей	+		+
	у18. уметь обрабатывать и анализировать результаты проведенных экспериментов на моделях электрических сетей	+		+

	у6. уметь выполнять расчеты установившихся режимов простейших электрических сетей и использовать для расчетов установившихся режимов сложных электрических сетей специализированное программное обеспечение	+	+	+
	у9. уметь делать технико-экономическое сопоставление вариантов схем развития электрических сетей			+
ПК.8	у3. владеть навыками чтения технической документации			+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Лыкин А. В. Электрические системы и сети : [учебник] / А. В. Лыкин. - Новосибирск, 2017. - 361, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233296
2. Левин В. М. Передача и распределение электрической энергии [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. М. Левин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157219. - Загл. с экрана.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Производство и передача электрической энергии : методические указания и задания для самостоятельной работы студентов 3 курса ФЭН направления 38.03.02 - "Менеджмент" дневной формы обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. М. Левин, Д. В. Танфильева]. - Новосибирск, 2017. - 47, [1] с. : табл.
2. Электрические системы и сети : методические указания и упражнения к самостоятельной работе для 3 курса факультета энергетики по направлению 13.03.02 - "Электроэнергетика и электротехника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. В. Лыкин, Ю. М. Сидоркин]. - Новосибирск, 2017. - 67 с. : ил., табл.
3. Электрические системы и сети : методические материалы и задачи для самостоятельной работы факультета энергетики по направлению "Электроэнергетика" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. В. Лыкин]. - Новосибирск, 2008. - 43, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3493.rar>
4. Производство и передача электрической энергии : методические указания и задания для самостоятельной работы 3 курса ФЭН направления 080100 дневной формы обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. М. Левин, Д. В. Кузьмина]. - Новосибирск, 2009. - 47, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000124215

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Windows

2 Office

9. Материально-техническое обеспечение

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра автоматизированных электроэнергетических систем

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФБ
д.э.н., профессор М.В. Хайруллина
“ ____ ” _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Производство и передача электроэнергии

Образовательная программа: 38.03.02 Менеджмент, профиль: Производственный
менеджмент в энергетике и электромашиностроении

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Производство и передача электроэнергии приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.6/ОУ владение методами принятия решений в управлении операционной (производственной) деятельностью организаций	у7. уметь готовить и выполнять экспериментальные исследования режимов работы ЛЭП и электрических сетей	Обеспечение желаемого напряжения на шинах нагрузки с использованием средств КРМ и коэффициентов трансформации трансформаторов. Понятие электроэнергетической системы. Процессы производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии. Способы и средства регулирования напряжения в электрических сетях.		Зачет, вопросы...19 – 45
ОПК.7/ОУ способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	з1. знать способы регулирования частоты и напряжения в электроэнергетических системах	Понятие электроэнергетической системы. Процессы производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии. Расчеты потерь мощности и электрической энергии в ЛЭП и трансформаторах (автотрансформаторах).	РГЗ, разделы... 1 – 6	
ОПК.7/ОУ	з8. знать устройство, параметры и модели элементов электрических сетей	Методики расчета установившихся режимов ЛЭП (разомкнутых сетей) по данным "начала", "конца". Расчеты потерь мощности и электрической энергии в ЛЭП и трансформаторах (автотрансформаторах). Расчеты режима и выбор средств повышения экономичности простейшей замкнутой электрической сети. Способы и средства регулирования напряжения в электрических сетях. Схема замещения и параметры ЛЭП, двух- и трехобмоточных трансформаторов. Основные расчетные формулы.	РГЗ, разделы...1 – 6	

ОПК.7/ОУ	з9. знать методы выбора сечений проводов ЛЭП, силовых трансформаторов и средств компенсации реактивной мощности при проектировании электрических сетей	Схема замещения и параметры ЛЭП, двух- и трехобмоточных трансформаторов. Основные расчетные формулы.	Отчет по лабораторной работе №2-3, РГЗ разделы... 1 – 6	Зачет, вопросы... 9 – 12, 19 – 25
ОПК.7/ОУ	з10. знать методы расчета простейших схем радиально-магистральных и замкнутых электрических сетей	Исследование процессов потребления электрической энергии. анализ характеристик и параметров асинхронных двигателей в составе комплексной нагрузки. Исследование режимов и способов регулирования баланса реактивной мощности и уровней напряжения в электрической сети с учетом неравномерности потребления. Методика расчета сети с двухсторонним питанием и уравнивающей мощностью в простейшей замкнутой сети. Методики расчета установившихся режимов ЛЭП (разомкнутых сетей) по данным "начала", "конца". Назначение и принцип действия электромагнитных и электромеханических преобразователей энергии, линий электропередачи. Обеспечение желаемого напряжения на шинах нагрузки с использованием средств КРМ и коэффициентов трансформации трансформаторов. Расчет "естественного" и "экономического" потокораспределения в простейшей замкнутой сети. Выбор средств повышения экономичности режима простейшей замкнутой сети. Расчет режима ЛЭП по данным "конца" и "начала". Расчеты режима и выбор средств повышения экономичности простейшей замкнутой электрической сети.	Отчет по лабораторной работе №1, РГЗ, разделы... 4 – 6	Зачет, вопросы... 30 – 46
ОПК.7/ОУ	уб. уметь выполнять расчеты установившихся режимов простейших электрических сетей и использовать для расчетов установившихся	Исследование режимов и способов регулирования баланса реактивной мощности и уровней напряжения в электрической сети с учетом неравномерности потребления. Расчеты параметров схем замещения элементов ЭЭС по	Отчет по лабораторной работе №4, РГЗ, разделы... 1 – 6	Зачет, вопросы... 33 – 38

	режимов сложных электрических сетей специализированное программное обеспечение	номинальным (паспортным данным). Расчеты режима и средств регулирования баланса реактивной мощности в разомкнутой электрической сети. Компенсация реактивной мощности. Регулирование напряжения в сети 110 кВ с трансформаторами. Способы и средства обеспечения баланса активной и реактивной мощности и электрической энергии в ЭЭС.		
ОПК.7/ОУ	у9. уметь делать технико-экономическое сопоставление вариантов схем развития электрических сетей	Обеспечение желаемого напряжения на шинах нагрузки с использованием средств КРМ и коэффициентов трансформации трансформаторов. Расчеты потерь мощности и электрической энергии в ЛЭП и трансформаторах (автотрансформаторах). Расчеты режима и средств регулирования баланса реактивной мощности в разомкнутой электрической сети. Компенсация реактивной мощности. Регулирование напряжения в сети 110 кВ с трансформаторами.		Зачет, вопросы... 28 – 33
ОПК.7/ОУ	у18. уметь обрабатывать и анализировать результаты проведенных экспериментов на моделях электрических сетей	Исследование процессов потребления электрической энергии, анализ характеристик и параметров асинхронных двигателей в составе комплексной нагрузки. Исследование режимов и способов регулирования баланса реактивной мощности и уровней напряжения в электрической сети с учетом неравномерности потребления. Исследование режимов работы ЛЭП-220 кВ. Назначение и принцип действия электромагнитных и электромеханических преобразователей энергии, линий электропередачи. Регулирование напряжения в сети 110 кВ с трансформаторами.	Отчет по лабораторной работе №1, РГЗ, разделы... 1 – 6	Зачет, вопросы... 1 – 46
ПК.8/ОУ	у3. владеть навыками чтения технической документации	Исследование режимов и способов регулирования баланса реактивной мощности и уровней напряжения в электрической сети с учетом неравномерности потребления.	Отчет по лабораторной работе №4, РГЗ, разделы... 1 – 6	Зачет, вопросы... 1 – 46

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 4 семестре - в форме зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.8/ОУ, ОПК.6/ОУ, ОПК.7/ОУ.

Зачет проводится в письменной форме по билетам, приведенным в паспорте зачета позволяющим оценить показатели сформированности соответствующих компетенций.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 4 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.8/ОУ, ОПК.6/ОУ, ОПК.7/ОУ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт зачета

по дисциплине «Производство и передача электроэнергии», 4 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в письменной форме, по билетам, каждый из которых содержит пять вопросов и типовую задачу. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1 – 9, второй вопрос из диапазона вопросов 10 – 18, третий вопрос из диапазона 19 – 27, четвертый – 28 – 36, пятый – 37 – 45 (список теоретических вопросов и задача приведены ниже).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет Бизнеса

Теоретический зачет билет № 1

По дисциплине Производство и передача электрической энергии

- =====
1. Что такое электроэнергетическая система, и какие энергетические процессы в ней протекают?
 2. Какие обязательные условия необходимо выполнить по отношению к синхронному генератору электрической станции, для того, чтобы он стал источником напряжения и тока (мощности) в электрической сети?
 3. Что представляет собой линия электропередачи как техническое устройство электрической сети, каково ее назначение в ЭЭС?
 4. Что такое падение и потеря напряжения участка электрической сети? От чего зависит падение напряжения в ЛЭП?
 5. В чем принципиальное отличие трансформатора от автотрансформатора?
 6. Задача

Утверждаю, заведующий кафедрой АЭЭС _____ Дата 01.06.2016 г.

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет 0 – 7 баллов.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает не принципиальные

- ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 8-12 баллов.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 13-17 балла.
 - Ответ на билет для зачета засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 18-20 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за теоретический зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины. Максимальное количество баллов, полученное за теоретический зачет, составляет 40% от максимальной общей оценки по дисциплине.

В п.6 рабочей программы дисциплины и приложении 1 приведено соответствие баллов, традиционной оценки и буквенной оценки ECTS.

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета составляет не менее 15 баллов (из 20 возможных).

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Производство и передача электроэнергии»

1. Что такое электроэнергетическая система, и какие энергетические процессы в ней протекают?
2. Какие обязательные условия необходимо выполнить по отношению к синхронному генератору электрической станции, для того, чтобы он стал источником напряжения и тока (мощности) в электрической сети?
3. Что такое график электрической нагрузки, какими основными параметрами его можно характеризовать?
4. Что такое регулирующий эффект нагрузки по напряжению? Рассмотрите на примере активной статической нагрузки и АД.
5. В чем принципиальное отличие электрической мощности от электрической энергии? Поясните с помощью графика нагрузки.
6. Как связаны между собой полная, активная и реактивная мощности, токи и напряжения в трехфазной электрической сети ЭЭС? Приведите соотношения.
7. Что представляет собой линия электропередачи как техническое устройство электрической сети, каково ее назначение в электроэнергетической системе?
8. От чего зависит номинальное напряжение линии электропередачи? Как выглядит номенклатура номинальных напряжений ЛЭП?
9. Какова последовательность расчетов при выборе сечения проводов ЛЭП при известной мощности нагрузки и номинальном напряжении?
10. Что характеризует и из каких соотношений определяется «экономическое» сечение провода ЛЭП?
11. Почему производится проверка выбранного сечения провода ВЛ и что она включает?

12. Как выглядит схема замещения ЛЭП? Что характеризуют параметры схемы замещения ЛЭП? На что следует обратить внимание для определения эквивалентных параметров схемы замещения?
13. От чего зависит и как определяется индуктивное сопротивление и емкостная проводимость в схеме замещения ЛЭП при известных параметрах конструкции?
14. Что понимается под явлением «корона» в ЛЭП? В каких случаях учет влияния «короны» можно пренебречь?
15. Что такое падение и потеря напряжения участка электрической сети? От чего зависит падение напряжения в ЛЭП?
16. Что такое потери активной и реактивной мощности на участке электрической сети? От чего зависят потери активной и реактивной мощности в ЛЭП?
17. Что такое компенсация реактивной мощности в электрической сети? С помощью каких дополнительных устройств она осуществляется и для чего применяется?
18. Как в виде общей аналитической зависимости выразить реактивную мощность компенсирующего устройства, включенного в узел нагрузки ($P_n + jQ_n$) в конце ЛЭП, для того, чтобы снизить потери активной мощности в ЛЭП до минимально возможной величины?
19. Что представляет собой трансформатор как техническое устройство электрических подстанций? Каково функциональное назначение трансформатора в электрической сети?
20. В чем принципиальное отличие трансформатора от автотрансформатора?
21. Как выглядит схема замещения двухобмоточного и трехобмоточного трансформатора? Что характеризуют параметры схемы замещения трансформатора?
22. По каким выражениям производится расчет параметров схемы замещения двухобмоточного трансформатора по номинальным данным?
23. Какова последовательность расчета установившегося режима ЛЭП с заданной полной мощностью нагрузки и значением напряжения в конце?
24. Какова последовательность расчета установившегося режима ЛЭП с заданной полной мощностью нагрузки в конце и значением напряжения в начале?
25. Каковы особенности нагрузочного режима ЛЭП при переменном значении коэффициента реактивной мощности $\text{tg}\varphi$? Поясните с использованием векторной диаграммы напряжений.
26. Каковы особенности режима холостого хода ЛЭП в отличие от нагрузочного режима? Поясните с использованием векторной диаграммы напряжений.
27. Как и за счет чего величина и знак коэффициента реактивной мощности узла нагрузки оказывают влияние на режимные параметры ЛЭП (на примере потерь активной мощности и падения напряжения в ЛЭП)?
28. Как проявляется емкостной эффект ЛЭП в режиме холостого хода и в чем его физическая сущность?
29. Почему в электрических сетях ЭЭС возникает необходимость регулирования напряжения в отдельных узлах? Какие вам известны способы регулирования напряжений в узлах электрической сети?
30. Как производится выбор регулировочного ответвления РПН трансформатора (рассмотреть на примере двухобмоточного трансформатора)?

31. Какие вам известны принципы регулирования напряжения в ЭЭС?
32. В чем особенности принципа «встречного» регулирования, и каким способом его можно реализовать в электрических сетях?
33. Какие вам известны требования ГОСТ по качеству электрической энергии? Приведите основные показатели качества и установленный для них норматив.
34. Почему важно обеспечение баланса активной мощности в ЭЭС? Приведите уравнение баланса активной мощности в объединенной ЭЭС и поясните его составляющие.
35. Какие вам известны способы обеспечения баланса активной мощности в ЭЭС?
36. Почему важно обеспечение баланса реактивной мощности в ЭЭС? Проведите краткий анализ составляющих баланса Q в ЭЭС.
37. Как проявляется знак регулирующего эффекта нагрузки по напряжению с точки зрения баланса Q в ЭЭС? Покажите на простейшем примере.
38. Что следует понимать под располагаемой реактивной мощностью генераторов электростанции? Как определить $Q_{\text{расп}}$ из условия баланса Q в простейшей электрической сети при заданном ограничении в виде
39. $Q_{\text{расп}} = aP_{\text{факт}} + b$?
40. Для чего применяются асинхронные двигатели в составе электроприемников узлов нагрузки ЭЭС?
41. Как зависит потребляемая АД из сети активная мощность от величины напряжения в узле его подключения?
42. Как выглядит статическая характеристика активной и реактивной мощности АД от величины напряжения в узле его подключения?
43. Что означает критический режим АД, и какими параметрами он характеризуется? От чего зависят параметры критического режима АД?
44. Как выглядит схема замещения АД и что характеризуют ее параметры?
45. Каков критерий статической устойчивости АД? Как рассчитать коэффициент запаса устойчивости АД по напряжению?
46. Как влияет величина сопротивления внешней сети ($X_{\text{вн}}$) на параметры критического режима АД?
47. При каком условии возможен успешный пуск АД с механической нагрузкой на валу? Как эти условия изменятся при учете влияния $X_{\text{вн}}$?

5. Типовая задача.



Определить возможность регулирования напряжения на шинах низкого напряжения понижающей подстанции с помощью устройства РПН двухобмоточного трансформатора для обеспечения $U_{2\text{жел}} = 10,5 \text{ кВ}$.

При необходимости определить мощность батареи конденсаторов.

ЛЭП: АС-240/32

$r_0 = 0,118 \text{ Ом/км}$

$x_0 = 0,435 \text{ Ом/км}$

$b_0 = 2,6 \cdot 10^{-6} \text{ См/км}$

$U_{\text{ном}} = 220 \text{ кВ}$

$L = 70 \text{ км}$

Трансформатор:

$U_{\text{ВНОМ}} = 230 \text{ кВ}$

$U_{\text{ННОМ}} = 11 \text{ кВ}$

$R_T = 1,9 \text{ Ом}$

$X_T = 63,5 \text{ Ом}$

$\Delta P_{\text{х}} = 115 \text{ кВт}, \Delta Q_{\text{х}} = 700 \text{ кВАр}$

$\pm 8 \times 1,5\%$

$P_{\text{н}} = 100 \text{ МВт},$

$Q_{\text{н}} = 65 \text{ МВАр}$

$U_{\text{цп}} = 230 \text{ кВ}$

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Производство и передача электроэнергии», 4 семестр

1. Методика оценки

В данном разделе разработчик дает характеристику задания на выполнение РГЗ(Р), его структуры, этапов выполнения и защиты, правил оформления. В паспорте также может быть дан пример оформления титульного листа.

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны освоить: методы компьютерного моделирования и анализа нормальных установившихся режимов электрической сети электроэнергетической системы (ЭЭС); способы обеспечения необходимого уровня баланса реактивной мощности и напряжений узлов сети при заданных ограничениях; методику анализа потерь активной (реактивной) мощности и электрической энергии при учете неравномерности электропотребления.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны:

- подготовить схему замещения для расчета режимов электрической сети при заданных нагрузках зимних и летних характерных суток;
- выполнить расчеты установившихся режимов при учете суточной и сезонной неравномерности потребления активной и реактивной мощностей в узлах нагрузок сети;
- подобрать значения стандартных регулировочных ответвлений РПН трансформаторов на подстанциях сети для обеспечения желаемых уровней напряжения согласно принципа «встречного» регулирования (выполнить анализ);
- выбрать загрузку синхронного компенсатора, исходя из заданных ограничений на располагаемую реактивную мощность узла питания (выполнить анализ и построить суточные графики загрузки СК);
- рассчитать суммарные потери активной (реактивной) мощности в схеме электрической сети для каждого временного интервала характерных суток с выделением «нагрузочной» и «не нагрузочной» составляющих потерь (выполнить анализ и построить графики, диаграммы);
- рассчитать суммарные потери электрической энергии W_p (кВтч) и W_Q (кВАрч) на интервале зимних и летних характерных суток (выполнить анализ составляющих потерь электроэнергии и оценить их процентное соотношение, построить диаграммы).

Обязательные структурные части РГР:

1. Цель работы.
2. Исходные данные: схема электрической сети ЭЭС, типы и параметры трансформаторов и ЛЭП, суточные графики максимальных и минимальных нагрузок, напряжение питающего пункта, ограничение по реактивной мощности питающего пункта.
3. Схема замещения электрической сети и ее параметры.
4. Расчеты режимов максимальных и минимальных нагрузок электрической сети при заданных ограничениях.
5. Интерпретация результатов расчетов (выводы).
6. Расчеты и анализ суммарных потерь активной и реактивной мощности в электрической сети на интервале режимных суток для режимов максимальных и минимальных нагрузок (графики, выводы).
7. Расчеты и оценка долевого участия элементов электрической сети (ЛЭП и

трансформаторов) в формировании суммарных потерь электрической энергии на интервале зимних и летних характерных суток (графики, выводы).

Оцениваемые позиции:

- корректность учета исходных данных при проведении расчетов;
- правильность выполнения расчетов режимов сети;
- корректность применения способов регулирования напряжения в узлах нагрузки и баланса реактивной мощности в питающем пункте электрической сети;
- Полнота и корректность выводов по результатам анализа.
- Качество оформления РГР.

Расчетная часть РГР выполняется организованно в рамках группового учебного занятия (лабораторная работа №4). Аналитическая часть РГР и оформление расчетно-пояснительной записки выполняется самостоятельно. Готовая РГР представляется на защиту.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГР, отсутствует анализ результатов расчетов режимов, отсутствует графическая интерпретация результатов, отсутствуют результаты оценки потерь мощности и электроэнергии в сети, оценка составляет 0 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГР выполнены формально: анализ результатов расчетов режимов сети выполнен без графической интерпретации и выводов, не корректно выполнены расчеты и анализ потерь мощности и электроэнергии в сети, отсутствует цель РГР и описание исходных данных, оценка составляет 10 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ результатов расчетов режимов сети выполнен в полном объеме, приведена графическая интерпретация результатов, расчеты и анализ потерь мощности и электроэнергии не достаточно корректны или не полностью описаны, имеются изъяны по полноте описания исходных данных или оформлению, оценка составляет 15 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ результатов расчетов режимов сети выполнен в полном объеме, имеются в полном объеме составные части РГР, работа не имеет изъянов по полноте описания и оформлению, оценка составляет 18 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГР учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

Выполнение и защита РГР является обязательной частью допуска к письменному теоретическому зачету. Максимальное количество баллов, полученное за РГР, составляет 18% от максимальной общей оценки по дисциплине.

В п.6 рабочей программы дисциплины и приложении 1 приведено соответствие баллов, традиционной оценки и буквенной оценки ECTS.

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны следовать следующим указаниям.

1. Схема электрической сети берется из лабораторной работы №4 по дисциплине «Производство и передача электрической энергии».
2. Параметры схемы замещения являются актуальной рабочей информацией, учитывающей эквивалентирование при параллельном включении элементов (ЛЭП и

Diagram of a power system for harmonic analysis. The system consists of a main busbar (7) connected to a source (11) and a load (4). The main busbar (7) is connected to a transformer (10) and a load (8). The transformer (10) is connected to a load (2). The load (8) is connected to a load (3). The diagram shows various impedances (Z_B , Z_c , Z_n , Z_H , Z_T , B_n) and voltage drops (ΔU_x) for different harmonics (SH_1 , SH_2 , SH_3 , SH_4).

3. При подготовке файла данных для запуска программы на единичный расчет вносятся значения мощностей нагрузки узлов схемы замещения №1-4, которые указаны в таблице 1. При этом моделируются установившиеся режимы электрической сети, учитывающие, прежде всего суточную (4 временных интервала характерных суток), а затем и сезонную (зимние и летние характерные сутки) неравномерность электропотребления.

№ узла в схеме замещения	Временной интервал характерных суток (час)	Нагрузка зимнего максимума (МВА) $P + jQ$	Нагрузка летнего минимума (МВА) $P + jQ$
1	0 – 6	142+j61	17+j33
	6 – 12	81+j78	76+j72
	12 – 18	152+j98	112+j43
	18 – 24	24+j11	65+j48
2	0 – 6	28+j13	26+j17
	6 – 12	31+j22	19+j13
	12 – 18	39+j25	20+j12
	18 – 24	32+j23	13+j11
3	0 – 6	35+j7	10+j1
	6 – 12	42+j12	18+j3
	12 – 18	54+j14	16+j1
	18 – 24	40+j12	16+j1
4	0 – 6	36+j63	32+j40
	6 – 12	91+j71	66+j37
	12 – 18	102+j78	81+j56
	18 – 24	71+j66	52+j41

4. Расчеты выполняются при заданном напряжении питающего пункта (узел №11 схемы замещения), которое задает преподаватель из диапазона 505 – 515 кВ, а также ограничения по располагаемой реактивной мощности питающего пункта из условия $tg\varphi_{жел} = 0,48$. Для обеспечения $tg\varphi_{11} = P_{11}/Q_{11} \approx 0,48$ необходимо подобрать мощность загрузки $Q_{СК}$ СК в узле №10 схемы замещения ($Q_{СК} < 0$ – генерация).
5. В каждом единичном расчете установившегося режима электрической сети необходимо выбрать доступный способ регулирования напряжения в узлах нагрузки №1-4 согласно принципу «встречного» регулирования: $U_{i_{жел}}^{max} = 1,05U_{i_{ном}}$, $U_{i_{жел}}^{max} = U_{i_{ном}}$. В качестве такого способа может быть использован выбор отпаяк РПН трансформаторов (автотрансформаторов, линейных регуляторов), либо выбор мощности дополнительного устройства компенсации реактивной мощности (КРМ), устанавливаемого локально на шинах низкого напряжения сетевых подстанций.
6. Результатами итоговых расчетов режимов сети по программе Net5a будут 8 файлов результатов по одному для каждого временного интервала характерных зимних и летних суток, содержащих таблицы «Результаты по узлам» и «Результаты по ветвям», которые содержат информацию для дальнейшего анализа и графической интерпретации (таблицы 2,3).

Таблица 2 Результаты расчета по программе Net5a по узлам схемы сети

	N	V	dV	P	Q	Pg	Qb
11	515.000	0.000	-242.1782	-139.9291	0.0000	0.0000	-0.0000
10	15.822	-0.893	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000
9	510.372	-0.893	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000
8	229.647	-2.110	0.2300	1.4000	0.0000	0.0000	-0.0000
7	229.836	-2.038	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000
6	229.153	-2.156	0.1700	1.2500	0.0000	0.0000	-0.0000
5	221.220	-4.063	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000
4	116.208	-4.087	36.0000	63.0000	0.0000	0.0000	-0.0000
3	10.507	-5.792	35.0000	7.0000	0.0000	0.0000	-0.0000
2	10.889	-3.078	28.0000	13.0000	0.0000	0.0000	-0.0000
1	234.616	-0.942	142.0000	61.0000	0.0000	0.0000	-0.0000

Таблица 2 Результаты расчета по программе Net5a по ветвям схемы сети

	N1	N2	P12	Q12	P21	Q21	DP
11	9	-242.1782	-139.9291	242.1340	134.9148		0.044244
1	7	-100.0897	-73.6169	99.5719	86.7729		0.517814
7	8	-28.2541	-11.5509	28.2475	14.9883		0.006645
7	6	-71.3178	-75.2219	71.2619	77.4298		0.055922
6	5	-71.0919	-76.1798	71.0402	71.2175		0.051691
1	9	242.0897	134.6169	-242.1340	-134.9148		0.044244
2	8	28.0000	13.0000	-28.0175	-13.5883		0.017466
3	5	35.0000	7.0000	-35.0132	-8.1085		0.013197
4	5	36.0000	63.0000	-36.0270	-63.1090		0.026976
10	9	-0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000		0.000000

7. Расчеты потерь активной и реактивной мощности выполняются с применением результатов компьютерного моделирования (таблицы 2 и 3) для каждого временного интервала характерных суток следующим образом:

$$\sum \Delta P = \sum (P_{ij} - P_{ji}) + \sum \Delta P_{xx},$$

$$\sum \Delta Q = \sum (Q_{ij} - Q_{ji}) + \sum \Delta Q_{xx}.$$

8. Защита РГР производится в виде устного собеседования и ответов студента на вопросы из списка вопросов к письменному зачету по дисциплине. Круг вопросов определен задачами РГР.