

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ПРИЕМ 2017 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Направление подготовки	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа	Электроэнергетика		
Специализация	Электроснабжение		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	5	семестр	9
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		

И.о. заведующего кафедрой – руководителя ОЭЭ		Ивашутенко А.С.
Руководитель ООП		Шестакова В.В.
Преподаватель		Обухов С.Г.

2020 г.

1. Роль дисциплины «Математическое моделирование в системах электроснабжения» в формировании компетенций выпускника:

Элемент образовательной программы (дисциплина, практика, ГИА)	Семестр	Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
				Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
Математическое моделирование в системах электроснабжения	7	ОПК(У) -2	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	P8	Уметь формулировать задачи в области электроэнергетики и электротехники, анализировать и решать их с использованием всех требуемых и доступных ресурсов.	ОПК(У)-2.B1	Владеет математическим аппаратом алгебры и дифференциального исчисления функции одной переменной для проведения теоретического исследования и моделирования физических и химических процессов и явлений, а также для решения профессиональных задач
				P10	Уметь планировать и проводить необходимые экспериментальные исследования, связанные с определением параметров, характеристик и состояния электрооборудования, объектов и систем электроэнергетики и электротехники, интерпретировать данные и делать выводы.	ОПК(У)-2.Y1	Умеет применять изученные методы алгебры и анализа для решения стандартных задач, а также для решения профессиональных задач
						ОПК(У)-2.31	Знает основные понятия и теоремы линейной и векторной алгебры, аналитической геометрии, теории линейных пространств, дифференциального исчисления функции одной переменной

2. Показатели и методы оценивания

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Код индикатора достижения контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование раздела дисциплины	Методы оценивания (оценочные мероприятия)
Код	Наименование			
РД 1	Способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	P8	Раздел (модуль) 1. Раздел (модуль) 2	Защита лабораторных работ Коллоквиум
РД 2	Применять математические, инженерные знания и компьютерные технологии для решения задач расчета и анализа электрических устройств, объектов и систем и оптимизации их параметров.	P8, P10	Раздел (модуль) 1. Раздел (модуль) 2 Раздел (модуль) 3	Защита лабораторных работ Коллоквиум Контрольная работа
РД3	Формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроэнергетики, а также смежных областей науки и техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач.	P8, P10	Раздел (модуль) 2 Раздел (модуль) 3	Защита лабораторных работ Коллоквиум Контрольная работа

3. Шкала оценивания

Порядок организации оценивания результатов обучения в университете регламентируется отдельным локальным нормативным актом – «Система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Система оценивания)» (в действующей редакции). Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов обучения. Итоговая оценка (традиционная и литерная) по видам учебной деятельности (изучение дисциплин, УИРС, НИРС, курсовое проектирование, практики) определяется суммой баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (итоговая рейтинговая оценка - максимум 100 баллов).

Распределение основных и дополнительных баллов за оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации устанавливается календарным рейтинг-планом дисциплины.

Рекомендуемая шкала для отдельных оценочных мероприятий входного и текущего контроля

% выполнения задания	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

Шкала для оценочных мероприятий экзамена

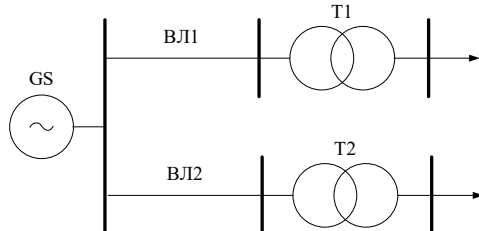
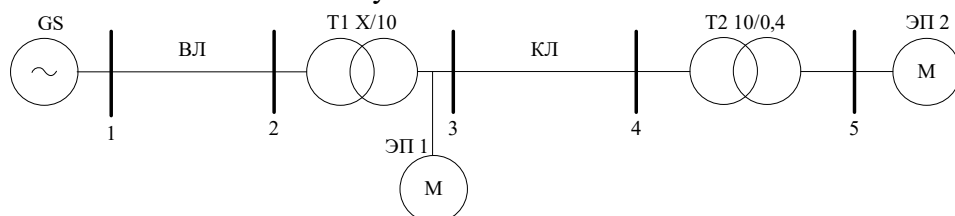
% выполнения заданий экзамена	Экзамен, балл	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	18 ÷ 20	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	14 ÷ 17	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	11 ÷ 13	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	0 ÷ 10	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям
55% ÷ 100%	55 ÷ 100	«Зачтено»	Результаты обучения соответствуют минимально достаточным требованиям
0% ÷ 54%	0 ÷ 54	«Не зачтено»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

4. Перечень типовых заданий

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
1.	Защита лабораторных работ	Вопросы: 1. Каковы цели расчета короткого замыкания? 2. Какие условия и основные допущения принимаются при расчете токов КЗ в системах электроснабжения и почему? 3. Назовите отличия принципиальной схемы, расчетной схемы и схемы замещения. 4. Почему при моделировании элементов схемы электроснабжения для расчета токов КЗ не учитываются их поперечные составляющие? 5. В каких случаях допускается не учитывать активные сопротивления элементов схемы электроснабжения? 6. Объясните понятие ударного тока КЗ, периодической и апериодической составляющих 7. На каких участках электрической сети необходимо определять токи КЗ? 8. Что понимается под термином «относительные единицы»? 9. Как выбираются и пересчитываются базисные условия для различных ступеней напряжения электроэнергетической системы? 10. Зависит ли результат расчета тока КЗ от выбора базисных условий?
2.	Контрольная работа	Задачи: 1. Задачи по схеме замещения трансформаторов напряжения 2. Задачи по схеме замещения кабельных и воздушных линий 3. Задачи по оптимизации методом потенциалов 4. Задачи по оптимизации распределительным методом 5. Транспортные задачи с учетом транзита мощности
3.	Экзамен	Вопросы на экзамен: 1. Назовите и кратко охарактеризуйте основные этапы моделирования. 2. Приведите примеры объектов и их возможных моделей в электроснабжении. 3. Дайте определения понятиям «модель», «оригинал», «моделирование». Основные цели моделирования. 4. Классификация моделей и видов моделирования. 5. Основные требования к математическим моделям. 6. Математическое моделирование. Преимущества. Схема математической модели. 7. Компьютерное моделирование. 8. Основные типы задач моделирования в электроснабжении. 9. Особенности задач моделирования в электроснабжении.

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		10. Режимы работы системы электроснабжения. 11. Устойчивость электрических систем. Понятие. Виды. 12. Математическая модель резистивного элемента в цепи переменного тока, временные диаграммы напряжения, тока, мощности и энергии, основная характеристика резистора. 13. Математическая модель индуктивного элемента в цепи переменного тока, временные диаграммы напряжения, тока, мощности и энергии. Основная характеристика индуктивности. 14. Математическая модель емкостного элемента в цепи переменного тока, временные диаграммы напряжения, тока, мощности и энергии. Основная характеристика ёмкости. 15. Моделирование источников питания. 16. Математическое описание электрических цепей переменного тока. 17. Каковы особенности задач моделирования в электроснабжении, требования к точности выходных данных? 18. Математическая модель двухобмоточного трансформатора. 19. Математическая модель трехобмоточного трансформатора. 20. Математическая модель линий электропередач. 21. Понятие критерия оптимальности. 22. Математическая модель оптимизационной задачи. 23. Математическое программирование. Определение. Виды. Задачи математического программирования. 24. Симплекс-метод для решения задач. Этапы. 25. Назовите основные типы задач моделирования в электроснабжении, дайте им краткую характеристику. 26. Преимущества математического моделирования в сравнении с прямым экспериментом. 27. Способы решения оптимизационных задач. 28. Приведите примеры объектов и их возможных моделей в электроснабжении. 29. Понятие оптимизационной задачи. 30. Основные отличия между сбалансированной и несбалансированной транспортными задачами 31. Транспортная задача и ее особенности применительно к задачам электроснабжения. 32. Особенности транспортной задачи с учетом транзита мощности 33. Особенности транспортной задачи с учетом пропускной способности ЛЭП 34. Необходимость применения моделирования при исследовании технических систем. 35. Линейное программирование. Нелинейное программирование. 36. Метод множителей Лагранжа.

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		37. Правила пересчёта при переводе одной из базисных переменных в разряд свободных. 38. Активные и пассивные элементы электрической цепи. Определения. Основные виды. 39. Дайте определения понятиям «система электроснабжения», «электрическая сеть», «электрическая цепь», «ветвь схемы», «узел схемы». 40. Определение «короткое замыкание». Виды КЗ. Причины возникновения КЗ. Последствия от КЗ. Способы ограничения токов КЗ. Понятие ударного тока. Цели расчёта КЗ. Относительные единицы. 41. Отличия принципиальной схемы от расчётной схемы и схемы замещения. 42. Физический смысл периодической и аperiodической составляющей тока КЗ. 43. Компенсирующие устройства. Виды (краткое описание). Достоинства и недостатки. 44. Понятие «потери напряжения», «отклонение напряжения», «падение напряжения». Допустимые отклонения напряжения для электроприемников в нормальных условиях работы. 45. Расчет потерь напряжения для трансформаторов. Линии электропередач. Эпюра отклонения напряжения. 46. Потери мощности и энергии в элементах электрических сетей. Определение времени максимальных потерь. Задачи на экзамен: 1. Задачи по схеме замещения трансформаторов напряжения 2. Задачи по схеме замещения кабельных и воздушных линий 3. Задачи по оптимизации методом потенциалов 4. Задачи по оптимизации распределительным методом 5. Транспортные задачи с учетом транзита мощности
4.	Выполнение курсового проекта	Выполнение курсового проекта (работы) По форме курсовой проект представляет собой письменную самостоятельную учебно-исследовательскую работу студента, для систематизации, закрепления теоретических знаний и практических навыков при решении конкретных задач, а также умении аналитически оценивать, защищать и обосновывать полученные результаты. Курсовой проект выполняется в программах Microsoft Office и MatLab Simulink. Пример исходных данных для выполнения курсового проекта На рисунке 1 представлена обобщенная схема электроснабжения предприятия. На основании графика нагрузки (таблица 1), необходимо выполнить нижеприведенные задания. 1. Построить графики нагрузок предприятия, рассчитать все параметры графиков нагрузок. 2. Выбрать два возможных варианта напряжения внешнего электроснабжения и выбрать сечение провода воздушной линии для этих вариантов. Линия выполнена проводом АС.

Оценочные мероприятия		Примеры типовых контрольных заданий																									
		3. Выбрать мощность трансформаторов главной понизительной подстанции. 4. Рассчитать потери мощности и энергии отдельного элемента и в системе в целом (приведенные потери) и определить по минимуму потерь энергии оптимальное номинальное напряжение сети. 5. Определить экономически выгодный режим работы трансформаторов по графику нагрузки (отдельнорботающие трансформаторы, взаимное резервирование трансформаторов, параллельная работа трансформаторов) с учётом того, что трансформаторы неидеальны. Определить точку экономически выгодного переключения трансформаторов. 6. Смоделировать систему электроснабжения в MATLab Simulink с расчетом параметром всех элементов (по схеме на рисунке 2). В таблице 2 указаны исходные данные для моделирования. Модель и характеристики тока и напряжения на трансформаторах представить в формате А3. 7. Исследовать влияние режимов работы силового оборудования (с двигательной нагрузкой на 10 и 0,4 кВ) на показатели качества электрической энергии																									
		 Рисунок 1 – Схема сети																									
		 Рисунок 2 – Схема сети с нагрузкой																									
Таблица 1 – Данные для построения суточных графиков нагрузки активной (Р) и реактивной (Q) мощности завода цветной металлургии (вариант 5) <table><tr><td>t, ч</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td></tr><tr><td>Р, МВт</td><td>39,9</td><td>39,9</td><td>39,9</td><td>39,9</td><td>39,9</td><td>39,9</td><td>39,9</td><td>39,9</td><td>43,4</td><td>43,4</td><td>43,4</td><td>39,9</td></tr></table>		t, ч	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Р, МВт	39,9	39,9	39,9	39,9	39,9	39,9	39,9	39,9	43,4	43,4	43,4	39,9
t, ч	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12															
Р, МВт	39,9	39,9	39,9	39,9	39,9	39,9	39,9	39,9	43,4	43,4	43,4	39,9															

Оценочные мероприятия		Примеры типовых контрольных заданий													
		Q, МВА _р	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	
		t, ч	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
		P, МВт	40,8	43,4	43,4	43,4	43,4	43,4	39,9	39,9	39,9	39,9	39,9	39,9	
		Q, МВА _р	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	
		Таблица 2 – Параметры линий (ВЛ – воздушная линия, КЛ – кабельная линия l _{вл} – длина ВЛ, l _{кл} – длина КЛ), типы трансформатора (ЦТП) и асинхронных двигателей (АД) на нагрузке 10 кВ (АД на ВН) и на 0,4 кВ (АД на НН)													
		№	l _{вл} , км	Тип АД на ВН		Тип ЦТП		Тип АД на НН		Марка КЛ		l _{кл} , км			
		1	20	А4-400Х-4У3		ТС3-250/10		4А250М4У3		СГУ		0,5			
		2	25	А4-450У-4У3		ТМ-1000/10		4А160S4У3		АСПУ		0,6			
		3	45	А4-450Х-4У3		ТС3-1000/10		4А180М4У3		СПУ		0,9			
		4	34	А4-450У-10У3		ТМ-1000/10		4А200L4У3		СБГУ		0,2			
		5	51	А4-400Х-10У3		ТС3-160/10		4А250М4У3		АСГУ		0,6			
		6	16	А4-400У-10У3		ТМ-1600/10		4А160S4У3		АСБУ		0,7			
		7	15	А4-400Х-4У3		ТС3-630/10		4А180М4У3		АСГУ		0,3			
		8	40	А4-450Х-12У3		ТС3-250/10		4А200L4У3		СБЛУ		0,2			
		9	31	А4-400Х-6У3		ТМ-2500/10		4А180М4У3		СПУ		0,7			
		10	24	А4-450У-6У3		ТС3-160/10		4А200L4У3		СГУ		0,6			
		11	27	А4-400Х-8У3		ТМ-1600/10		4А160S4У3		СБУ		1,0			
		12	43	А4-400У-8У3		ТС3-400/10		4А180М4У3		СБГУ		0,6			
		13	14	А4-400ХК-6У3		ТС3-400/10		4А250М4У3		СклУ		0,8			
		14	26	А4-450Х-4У3		ТС3-1000/10		4А160S4У3		АСПУ		1,0			
		15	27	А4-400Х-8У3		ТМ-2500/10		4А180М4У3		ААБл		0,4			
		Номер варианта соответствует порядковому номеру в журнале.													
5.	Защита курсового проекта	Примеры вопросов при защите курсового проекта: 1. Назначение графиков нагрузок на промышленных предприятиях. 2. Понятие отклонения напряжений. Причины явления. 3. Понятие реактивной мощности. Индуктивный, емкостной, резистивный элементы в цепи синусоидального тока (графики и мгновенные значения i, u, p, значение энергии, векторные диаграммы) 4. Способы компенсации реактивной мощности: естественная, искусственная. 5. Дайте определения понятиям «модель», «оригинал», «моделирование». Основные цели													

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		моделирования. 6. Последствия нарушения режима параллельной работы трансформаторов.



Экзаменационный билет № 1

по дисциплине:

**"Математическое моделирование
в системах электроснабжения"**

1. Назовите и кратко охарактеризуйте основные этапы моделирования. (5)
2. Транспортная задача и ее особенности применительно к задачам электроснабжения. (5)
3. В проектируемой системе электроснабжения имеется 3 узла с источниками питания и 3 узла потребителей. Мощности источников составляют - A_1 , A_2 и A_3 , а мощности потребителей – B_1 , B_2 и B_3 единиц мощности (е.м.). Удельные стоимости передачи единицы мощности от источника i к потребителю j составляют z_{ij} у.е./е.м. и их численные значения приведены в таблице. В ней же приведены значения мощностей узлов источников питания A_i и потребителей B_j е.м.:

	$A_1=100$	$A_2=90$	$A_3=140$
$B_1=120$	7	12	14
$B_2=80$	10	11	8
$B_3=130$	13	9	10

Составить математическую модель для решения транспортной задачи и решить её методом потенциалов и составить схему электроснабжения сети. (10)

Составил:
профессор ОЭЭ _____ *С.Г. Обухов*

« ____ » _____ 2020г.

5. Методические указания по процедуре оценивания

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
1.	Защита лабораторных работ	Проводится в форме диалога в виде ответов обучающихся на поставленные вопросы. Для подготовки необходимо использовать конспекты лекций и учебно-методические и информационные материалы по дисциплине
2.	Коллоквиум	Проводится в письменной форме путем решения задач по дисциплине. Для подготовки необходимо использовать конспекты лекций, практических занятий и учебно-методические и информационные материалы по дисциплине
3.	Контрольная работа	Проводится в письменной форме путем решения задач по дисциплине. Для подготовки необходимо использовать конспекты лекций, практических занятий и учебно-методические и информационные материалы по дисциплине
4.	Экзамен	Проводится в письменной форме путем ответа на теоретические вопросы и решения задач. Для подготовки необходимо использовать конспекты лекций, практических занятий и учебно-методические и информационные материалы по дисциплине
5.	Защита курсового проекта	Проводится: - в устной форме в виде собеседования по разделам курсовой работы. - в письменной форме путем решения задач по разделам курсового проекта.