Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Крюков Вадим Николаевич
Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике
Дата подписания: 02.11.2026 17:38:41
Уникальный программный ключ:
1b0adb7fd710f6a0705d90c58682bd0c5f2f25b2

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Заполярный государственный университет им. Н. М. Федоровского»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине
Углубленное моделирование систем электроснабжения в MATLAB

Уровень образования: *магистратура*

Кафедра электроэнергетики и автоматики

Разработчик ФОС:

Доцент, д-р.техн.наук., доцент		Будников Д.А.
(должность, степень, ученое звание)	(подпись)	(ФИО)

Оценочные материалы по дисциплине рассмотрены и одобрены на заседании кафедры, протокол № 4 от «10» февраля 2025 г.
Заведующий кафедрой Петров А.М.

Фонд оценочных средств по дисциплине «Углубленное моделирование систем электроснабжения в MATLAB» для текущей/ промежуточной аттестации разработан в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств на основе Рабочей программы дисциплины «Углубленное моделирование систем электроснабжения в MATLAB», Положения о формировании Фонда оценочных средств по дисциплине (ФОС), Положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ЗГУ, Положения о государственной итоговой аттестации (ГИА) выпускников по образовательным программам высшего образования в ЗГУ им. Н.М. Федоровского.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения и планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные	
УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1. Выбирает основные методы управления и самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни.
Профессиональные	
ПК-4. Способен разрабатывать функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств, их элементов, технического, алгоритмического и программного обеспечения на базе современных методов, средств и технологий проектирования.	ПК-4.1. Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов
	ПК-4.2. Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования

Таблица 2. Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	**Формируемая компетенция**	**Наименование оценочного средства**	**Форма оценивания**
Раздел 1. Предмет и система курса Темы 1, 2.	УК-6	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно
Раздел 2. Виды систем электроснабжения. Темы 3-8.	УК-6	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно
Раздел 3. Виды технологических процессов и способы их имитации.	УК-6, ПК-4	Лекция-презентация, разбор конкретных	Устно/ письменно

Темы 9-12.		ситуаций, работа в малых группах	
Раздел 4. Особенности кодирования в MATLAB. Ч.1. Темы 13, 14.	УК-6, ПК-4	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно
Раздел 5. Особенности кодирования в MATLAB. Ч.2. Темы 15-23.	УК-6, ПК-4	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно
Раздел 6. Особенности кодирования в MATLAB. Ч.2. Темы 24-27.	УК-6, ПК-4	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно
Раздел 7. Особенности кодирования в MATLAB. Ч.3. Тема 28.	ПК-4	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно
Раздел 8. Особенности кодирования в MATLAB. Ч.4. Темы 29, 30.	ПК-4	Лекция-презентация, разбор конкретных ситуаций, работа в малых группах	Устно/ письменно

2. **Перечень контрольно-оценочных средств (КОС)**

Для определения качества освоения обучающимися учебного материала по дисциплине используются следующие контрольно-оценочные средства текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся:

Таблица 3. Перечень контрольно-оценочных средств

	Наименование оценочного средства	**Сроки выполнения**	**Шкала оценивания***	**Критерии оценивания****
1.	***Текущий контроль качества ******			
	Тестовые задания	2 семестр	Достигнут/ не достигнут пороговый уровень освоения компетенции	освоено/ не освоено
	Промежуточная аттестация			
	Билеты к зачету	2 семестр	Освоил/ не освоил компетенцию*	Зачтено
	***Примерная шкала оценивания результатов обучения по дисциплине:** Минимальный уровень не достигнут - обнаружены пробелы у обучающегося в знаниях основного учебного материала, допускающим принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Ответы носят несистематизированный, отрывочный, поверхностный характер, обучающийся не понимает существа излагаемых им вопросов – «*не зачтено*»; Минимальный, средний, максимальный уровни - обучающийся показал знание учебного и нормативного материала, продемонстрировал выполнение задания, владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач – *«зачтено».*			
	****Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:** ***«зачтено» - освоил компетенцию;***			

	«не зачтено» - не освоил компетенцию.
	***** **Примерные виды оценочного средства текущей аттестации:** *А) в устной форме (устный опрос, проведение семинаров, решение ситуационных задач.);* *2) в письменной форме (письменный опрос, проверка выполнения письменных домашних заданий, написание рефератов, и т.д.);* *3) в виде теста (письменное тестирование)).*

*****Критерии промежуточной аттестации***

Критерии выставления аттестации «зачтено», «не зачтено»:

- **«Зачтено»** выставляется обучающемуся, если он показал достаточно прочные знания основных положений учебной дисциплины, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты.

- «Не зачтено» выставляется обучающемуся, если при ответе выявились существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

3. **Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы**

3.1 Задания для текущего контроля успеваемости

Задания практических работ

Вопросы для устного или письменного опроса

В целях проверки знаний обучающихся, владение ими основными понятиями по соответствующей теме преподавателем в качестве оценочного материала могут быть использованы вопросы для устного ли письменного опроса.

Примерные вопросы для устного или письменного опроса:

1. Модель синхронной машины в осях dq: структура, параметры, режимы работы.
2. Настройка ПИД-регуляторов в Simulink: PID Tuner, линеаризация.
3. Особенности дискретизации моделей систем электроснабжения.
4. Моделирование нагрузок: статическая, динамическая, нелинейная.
5. Моделирование трёхфазных трансформаторов: двухобмоточные, трёхобмоточные, с насыщением.

Примеры тестовых заданий по всему курсу

1. Опишите последовательность разработки модели системы электроснабжения в среде Simscape Electrical. Какие этапы необходимо пройти от формулирования требований до анализа результатов?

2. Инженеру необходимо смоделировать переходный процесс при прямом пуске асинхронного двигателя мощностью 315 кВт. Какой режим симуляции (Continuous/Discrete/Phasor) следует выбрать и почему? Какие параметры двигателя являются критическими для достоверного моделирования?

3. При моделировании трёхфазного мостового выпрямителя с ШИМ-регулированием получены осциллограммы тока и напряжения, содержащие

высокочастотные помехи, не соответствующие физической природе процесса. Укажите возможные причины и способы устранения данной проблемы.

4. Какой блок Simscape Electrical позволяет моделировать трёхфазную линию электропередачи длиной 150 км с учётом волновых процессов?

a) Three-Phase Series RLC Branch
b) Three-Phase PI Section Line
c) Distributed Parameters Line
d) Mutual Inductance

5. Расположите в правильной последовательности этапы настройки ПИД-регулятора напряжения синхронного генератора с использованием PID Tuner:

1. Запуск симуляции и оценка качества регулирования
2. Линеаризация модели в рабочей точке
3. Корректировка желаемой полосы пропускания и запасов устойчивости
4. Запуск PID Tuner и автоматическая настройка коэффициентов
5. Экспорт настроенных коэффициентов в блок PID Controller

6. Какие из перечисленных факторов обязательно должны быть учтены при моделировании фотоэлектрической станции для оценки её годовой выработки? Выберите все верные и обоснуйте.

a) Температурная зависимость напряжения холостого хода
b) Алгоритм MPPT и его эффективность
c) Тип химической системы аккумуляторных батарей
d) Профиль инсоляции и затенения
e) Деградация PV-модулей во времени

Примеры тестовых заданий по всему курсу

Спецификация комплекта оценочных материалов

Количество заданий в комплекте оценочных материалов

Код компетенции	Наименование компетенции	Количество заданий
УК-6.	УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	30
ПК-4	Способен разрабатывать функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств, их элементов, технического, алгоритмического и программного обеспечения на базе современных методов, средств и технологий проектирования.	30
		60

Распределение заданий по типу и уровням сложности

Код компетенции	Индикатор сформированности компетенции	Номер задания	Тип задания	Уровень сложности задания	Время выполнения (мин)
УК-6	УК-6.1. Выбирает основные методы управления и самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни.	1	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
УК-6	УК-6.1. Выбирает основные методы управления и самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни.	2	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
УК-6	УК-6.1. Выбирает основные методы управления и самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни.	3	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
УК-6	УК-6.1. Выбирает основные методы управления и самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни.	4	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
УК-6	УК-6.1. Выбирает основные методы управления и самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни.	5	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
УК-6	УК-6.1. Выбирает основные методы управления и самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни.	6	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
УК-6	УК-6.1. Выбирает основные методы управления и самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни.	7	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
УК-6	УК-6.1. Выбирает основные методы	8	Задание закрытого типа	Средний	5

	управления и самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни.		на установление последовательности		
УК-6	УК-6.1. Выбирает основные методы управления и самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни.	9	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
УК-6	УК-6.1. Выбирает основные методы управления и самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни.	10	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
УК-6	УК-6.1. Выбирает основные методы управления и самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни.	11	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
УК-6	УК-6.1. Выбирает основные методы управления и самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни.	12	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
УК-6	УК-6.1. Выбирает основные методы управления и самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни.	13	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
УК-6	УК-6.1. Выбирает основные методы управления и самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни.	14	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
УК-6	УК-6.1. Выбирает основные методы управления и самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни.	15	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5

УК-6	УК-6.1. Выбирает основные методы управления и самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни.	16	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
УК-6	УК-6.1. Выбирает основные методы управления и самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни.	17	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
УК-6	УК-6.1. Выбирает основные методы управления и самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни.	18	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
УК-6	УК-6.1. Выбирает основные методы управления и самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни.	19	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
УК-6	УК-6.1. Выбирает основные методы управления и самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни.	20	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
УК-6	УК-6.1. Выбирает основные методы управления и самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни.	21	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
УК-6	УК-6.1. Выбирает основные методы управления и самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни.	22	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
УК-6	УК-6.1. Выбирает основные методы управления и самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни.	23	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5

УК-6	УК-6.1. Выбирает основные методы управления и самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни.	24	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
УК-6	УК-6.1. Выбирает основные методы управления и самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни.	25	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
УК-6	УК-6.1. Выбирает основные методы управления и самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни.	26	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
УК-6	УК-6.1. Выбирает основные методы управления и самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни.	27	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
УК-6	УК-6.1. Выбирает основные методы управления и самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни.	28	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
УК-6	УК-6.1. Выбирает основные методы управления и самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни.	29	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
УК-6	УК-6.1. Выбирает основные методы управления и самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни.	30	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и	31	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2

	автоматических производств и их элементов				
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	32	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	33	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	34	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	35	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	36	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	37	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает	38	Задание	Средний	5

	функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов		закрытого типа на установление последовательности		
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	39	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	40	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	41	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	42	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	43	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию	44	Задание закрытого типа на установление последовательно	Средний	5

	автоматизированных и автоматических производств и их элементов		сти		
ПК-4	ПК 4.1 – Разрабатывает функциональную, логическую и техническую организацию автоматизированных и автоматических производств и их элементов	45	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	46	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	47	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	48	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	49	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	50	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	51	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий	52	Задание комбинированного типа с выбором одного	Низкий	2

	проектирования		верного ответа		
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	53	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	54	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	55	Задание открытого типа с развернутым ответом	Высокий	10
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	56	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	57	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора	Средний	5
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	58	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа	Низкий	2
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	59	Задание закрытого типа на установление последовательности	Средний	5
ПК-4	ПК 4.2 – Разрабатывает программное обеспечение на базе современных методов, средств и технологий проектирования	60	Задание закрытого типа на установление соответствия	Средний	5

Тестовые задания, позволяющие осуществлять оценку всех компетенций, установленных образовательной программой

1. Вопрос: Какой пакет расширения MATLAB является основным инструментом для моделирования электроэнергетических систем и полупроводниковых преобразователей?

А) Simulink Control Design
Б) Simscape Electrical (ранее SimPowerSystems)
В) Simulink Real-Time
Г) Signal Processing Toolbox

2. Вопрос: Установите правильную последовательность этапов разработки модели системы электроснабжения в среде Simscape Electrical.

1. Настройка параметров решателя (solver) и времени моделирования.
2. Сборка принципиальной электрической схемы из готовых блоков библиотеки.
3. Анализ результатов (осциллограммы, спектры, потери мощности).
4. Формулирование требований к модели и выбор уровня детализации.
5. Ввод параметров элементов (сопротивления, индуктивности, коэффициенты трансформации).

3. Вопрос: Установите соответствие между типом блока Simscape Electrical и его назначением.

1. Three-Phase Source
2. Three-Phase Transformer
3. Universal Bridge
4. Three-Phase RLC Load

А) Моделирование трёхфазной активной, индуктивной или ёмкостной нагрузки.
Б) Реализация силового полупроводникового преобразователя (выпрямитель, инвертор).
В) Источник трёхфазного синусоидального напряжения.
Г) Трёхфазный трансформатор (линейный или с насыщением).

4. Вопрос: Опишите назначение и особенности работы блока «Synchronous Machine» в стандартной и фундаментальной (pu) версиях. В каких случаях целесообразно использовать каждую из них?

5. Вопрос: Для корректного моделирования преобразователей частоты с ШИМ в Simscape Electrical необходимо выбрать опцию:

А) Continuous (обычный решатель с переменным шагом)
Б) Discrete (фиксированный шаг, модель дискретизирована)
В) Phasor simulation (симметричные составляющие)
Г) Accelerator mode

6. Вопрос: Какие из перечисленных факторов необходимо учитывать при выборе шага дискретизации (Ts) в дискретной модели системы электроснабжения с силовой электроникой? Выберите все верные и обоснуйте.

А) Частота несущего сигнала ШИМ.
Б) Постоянная времени самой быстрой электрической цепи.
В) Размер жёсткого диска компьютера.
Г) Требования теоремы Котельникова к высшим гармоникам.

7. Вопрос: Какой блок Simscape Electrical позволяет моделировать электрическую сеть бесконечной мощности?

А) Three-Phase Fault
Б) Three-Programmable Source
В) Three-Phase Source с установленными параметрами короткого замыкания
Г) Distributed Parameters Line

8. Вопрос: Установите последовательность настройки модели трёхфазного мостового выпрямителя с активно-индуктивной нагрузкой.
1. Выбор типа полупроводниковых приборов (диоды / тиристоры).
2. Подключение измерительных блоков (вольтметр, амперметр).
3. Сборка силовой схемы из блоков Universal Bridge и трёхфазного источника.
4. Настройка параметров нагрузки (R, L).
5. Задание угла управления α (для тиристорного варианта).

9. Вопрос: Установите соответствие между методом моделирования электрических машин и его характеристикой.
1. Модель в осях dq (Park).
2. Фазовая модель (abc).
3. Гармоническая модель.
4. Модель на основе магнитных цепей.

А) Высокая детализация, учёт насыщения и геометрии.
Б) Расчёт установившихся режимов с учётом высших гармоник.
В) Наибольшая скорость расчёта переходных процессов, идеально подходит для систем регулирования.
Г) Естественное представление, удобно для непосредственного подключения к трёхфазной сети.

10. Вопрос: Объясните разницу между моделями линий электропередачи в SimPowerSystems (Simscape Electrical): PI-секция, Distributed Parameters Line (линия с распределёнными параметрами) и эквивалент на основе сосредоточенных RLC-элементов. В каких случаях предпочтительна каждая из моделей?

11. Вопрос: Какой решатель рекомендуется для моделирования быстрых электромагнитных переходных процессов в системах с силовой электроникой при использовании дискретной модели?
А) ode45 (Дорман–Принс)
Б) ode23t (трапеций)
В) ode15s (Гира)
Г) Discrete (фиксированный шаг, метод Эйлера или Трапеций)

12. Вопрос: При моделировании фотоэлектрических станций (PV) в MATLAB необходимо учитывать следующие факторы (выберите все верные и обоснуйте):
А) Нелинейность вольт-амперной характеристики PV-элемента.
Б) Температурную зависимость напряжения холостого хода.
В) Тип химического элемента, используемого в аккумуляторах.
Г) Алгоритм поиска точки максимальной мощности (MPPT).

13. Вопрос: Для моделирования ветроэнергетической установки с асинхронным генератором двойного питания (DFIG) в Simscape Electrical используется блок:
А) Asynchronous Machine

Б) Doubly-Fed Induction Generator (DFIG)
В) Synchronous Machine
Г) Permanent Magnet Synchronous Machine

14.Вопрос: Установите последовательность действий при создании пользовательского блока (Subsystem) для модели системы электроснабжения с параметризацией через маску (Mask).
1. Группировка элементов в подсистему (Create Subsystem).
2. Создание маски (Edit Mask).
3. Определение параметров маски (Parameters) и привязка их к переменным в диалоговом окне.
4. Сборка схемы из типовых блоков.
5. Сохранение библиотеки или модели.

15. Вопрос: Установите соответствие между типом анализа в MATLAB/Simulink и решаемой задачей.
1. Powergui → FFT Analysis.
2. Powergui → Steady-State Voltages and Currents.
3. Linear Analysis Tool.
4. Simscape Results Explorer.

А) Получение передаточной функции системы электроснабжения.
Б) Визуализация переменных состояния и тепловых потерь.
В) Спектральный анализ токов и напряжений.
Г) Расчёт установившегося режима (баланс мощностей).

16. Вопрос: Какой блок используется для задания произвольной зависимости тока от времени или напряжения в Simscape Electrical?
А) Three-Phase Source
Б) Controlled Current Source
В) AC Current Source
Г) Signal Builder + Controlled Current Source

17. Вопрос: Установите последовательность этапов кода MATLAB для пакетного запуска симуляции с изменяющимся параметром нагрузки.
1. Загрузка модели (load_system).
2. Цикл for по значениям параметра.
3. Сохранение результатов в массив.
4. Запись нового значения параметра в рабочее пространство (set_param).
5. Запуск симуляции (sim).

18. Вопрос: Установите соответствие между блоком Simscape Electrical и его функциональным назначением.
1. Breaker.
2. Fault.
3. Surge Arrester.
4. Zigzag Transformer.

А) Моделирование короткого замыкания в заданный момент времени.
Б) Ограничение перенапряжений (нелинейный резистор).
В) Коммутация цепи по внешнему сигналу.
Г) Заземление нейтрали и подавление гармоник нулевой последовательности.

19. Вопрос: Опишите методику настройки ПИД-регулятора для системы автоматического регулирования возбуждения синхронного генератора в среде Simulink с использованием инструмента «PID Tuner». Какие данные необходимо предварительно получить от модели?

20. Вопрос: Какой инструмент MATLAB используется для автоматической генерации C-кода из модели Simulink для последующей реализации на микроконтроллере?
А) Simscape Code Generation
Б) Embedded Coder
В) MATLAB Coder
Г) Simulink PLC Coder

21. Вопрос: Какие из перечисленных подходов позволяют ускорить симуляцию сложных моделей систем электроснабжения в MATLAB? Выберите все верные и обоснуйте.
А) Использование решателя с переменным шагом (ode23tb).
Б) Применение модели в фазорной форме (Phasor).
В) Детальное моделирование всех полупроводников каждые 0,1 мкс.
Г) Понижение частоты ШИМ в модели по сравнению с реальной.

22. Вопрос: Для расчёта установившегося режима электрической сети с нелинейными нагрузками (гармонический анализ) в Powergui необходимо выбрать режим:
А) Continuous
Б) Discrete
В) Phasor
Г) Initial State Setting

23. Вопрос: Установите последовательность этапов проведения спектрального анализа тока сети с помощью Powergui FFT Analysis Tool.
1. Запуск симуляции и запись данных в рабочее пространство.
2. Выбор в Powergui вкладки FFT Analysis.
3. Выбор сигнала (например, ток фазы А) и окна анализа.
4. Задание базовой частоты (50 Гц) и максимальной частоты спектра.
5. Нажатие кнопки Display для построения спектрограммы.

24. Вопрос: Установите соответствие между методом подавления гармоник в Simulink-модели и его технической реализацией.
1. Пассивная фильтрация.
2. Активная фильтрация.
3. Многоуровневые инверторы.
4. ШИМ с векторной модуляцией (SVPWM).

А) Управление ключами инвертора для минимизации низкочастотных гармоник.
Б) RC- или LC-фильтр, настроенный на частоту гармоники.
В) Силовой преобразователь, генерирующий компенсирующий ток.
Г) Каскадное соединение полупроводниковых ячеек для приближения к синусоиде.

25. Вопрос: Разработайте план (алгоритм) верификации сложной модели системы электроснабжения, созданной в Simscape Electrical. Какие тесты необходимо выполнить, чтобы подтвердить адекватность модели?

26. Вопрос: Для моделирования трёхобмоточного трансформатора с расщеплённой обмоткой низшего напряжения в Simscape Electrical используется блок:
А) Three-Phase Transformer (Two Windings)
Б) Three-Phase Transformer (Three Windings)

В) Zigzag Transformer
Г) Saturable Transformer

27. Вопрос: Какие из перечисленных блоков обязательно должны присутствовать в модели микросетевой системы (Microgrid) с возобновляемыми источниками и накопителями для корректного расчёта баланса мощностей? Выберите все верные и обоснуйте.
А) Блок синхронизации (PLL).
Б) Измеритель частоты (PLL или Frequency Measurement).
В) Тепловая модель солнечной панели.
Г) Система управления накопителем (Battery Controller).

28. Вопрос: Какой параметр блока «Three-Phase V-I Measurement» позволяет получить мгновенные значения тока и напряжения в комплексной форме (векторные величины)?
А) Output voltage in pu
Б) Use a label
В) Output signals in complex (magnitude-angle)
Г) Sampling time

29. Вопрос: Установите последовательность импорта реальных данных осциллограмм аварии в MATLAB для последующего сравнения с результатами моделирования.
1. Загрузка файла данных (например, .csv или .mat) в рабочее пространство.
2. Наложение графиков из модели и экспериментальных данных на один Figure.
3. Приведение временной шкалы к единому формату (интерполяция).
4. Нормировка амплитуд (при необходимости).
5. Запуск модели и сохранение результатов симуляции.

30. Вопрос: Установите соответствие между типом решателя (solver) и его характеристикой при моделировании систем электроснабжения.
1. ode23t.
2. ode15s.
3. ode45.
4. Discrete (фиксированный шаг, Tustin).

А) Оптимален для жёстких систем с большими постоянными времени (электромеханика + сеть).
Б) Не рекомендуется для силовой электроники (неустойчив при быстрых переключениях).
В) Рекомендован для моделей с дискретными ШИМ-сигналами, билинейное преобразование.
Г) Обеспечивает трапецеидальный метод интегрирования, подходит для схем с идеальными ключами.

31.Вопрос: Для чего предназначен блок Powergui в моделях Simscape Electrical Specialized Power Systems?

А) Только для визуализации осциллограмм токов и напряжений
Б) Для выбора типа решателя, установки режима симуляции (Continuous/Discrete/Phasor) и выполнения анализа (FFT, Load Flow)
В) Для моделирования трёхфазных трансформаторов
Г) Для импорта данных из внешних файлов

32. Вопрос: Установите правильную последовательность этапов проведения гармонического анализа тока сети с помощью Powergui FFT Analysis Tool.
1. Выбор сигнала для анализа и настройка окна отображения

2. Запуск симуляции модели
3. Выбор вкладки FFT Analysis в окне Powergui
4. Задание базовой частоты и максимального порядка гармоник
5. Построение спектрограммы и расчёт THD

33. Вопрос: Установите соответствие между режимом симуляции Simscape Electrical и областью его применения.
Continuous
Discrete
Phasor
Ideal Switching
А) Анализ электромагнитных переходных процессов с высокой детальностью, учёт всех гармоник
Б) Ускоренная симуляция установившихся режимов, анализ потокораспределения и устойчивости
В) Симуляция систем с силовой электроникой с фиксированным шагом дискретизации
Г) Форсированное ускорение расчёта за счёт идеализации полупроводниковых ключей

34. Вопрос: Опишите назначение и функциональные возможности инструмента Load Flow Analyzer в Simscape Electrical. Какие типы шин (Bus types) поддерживаются и как они параметризуются?

35. Вопрос: Какой блок Simscape Electrical используется для моделирования трёхфазной линии электропередачи средней длины с учётом равномерно распределённых параметров?
А) Three-Phase Series RLC Branch
Б) Three-Phase PI Section Line
В) Distributed Parameters Line
Г) Mutual Inductance

36. Вопрос: Какие из перечисленных факторов необходимо учитывать при настройке модели синхронного генератора для расчёта нагрузочного потока (Load Flow) в Simscape Electrical? Выберите все верные и обоснуйте.
А) Тип шины (Swing, PV, PQ), к которой подключён генератор
Б) Номинальное напряжение и мощность
В) Конструкция системы охлаждения статора
Г) Ограничения по реактивной мощности (Qmin, Qmax)

37. Вопрос: Для моделирования удалённой микросети (remote microgrid) с последующей оценкой соответствия стандартам IEEE Std 2030.7-2017 в Simscape Electrical используется специализированная библиотека:
А) Power Electronics FACTS
Б) Renewable Energy Systems
В) Microgrid Examples (доступна через MATLAB Central File Exchange)
Г) Electric Drives

38. Вопрос: Установите последовательность действий при параметризации модели синхронной машины в режиме PV-шины для расчёта нагрузочного потока.
1. Выбор типа источника (Source type) – PV bus
2. Задание номинального напряжения (Nominal voltage)
3. Ввод активной мощности (P) и модуля напряжения (V)
4. Подключение блока Load Flow Bus или соответствующая настройка в Powergui
5. Указание ограничений по реактивной мощности (Reactive power limits)

39. Вопрос: Установите соответствие между типом релейной защиты и её назначением в моделях Simscape Electrical.
1. Distance Relay
2. Overcurrent Relay
3. Mho Relay
4. Earth Protection Unit

А) Защита от высоких фазных токов, координация селективности
Б) Защита от высоких токов замыкания на землю
В) Дистанционная защита на основе импедансной характеристики
Г) Дистанционная защита на основе круговой характеристики на диаграмме проводимостей

40. Вопрос: Опишите методику верификации модели grid-forming (GFM) преобразователя в соответствии с 13 стандартными тестовыми сценариями. Какие аспекты динамики оцениваются?

41. Вопрос: Какой инструмент MATLAB используется для автоматической инициализации модели, содержащей асинхронные двигатели, в состоянии установившегося режима перед запуском динамического расчёта?
Варианты ответа:
А) power_initstates
Б) power_loadflow
В) power_analyze
Г) power_steadystate

42. Вопрос: Какие из перечисленных подходов используются для ускорения крупномасштабных EMT-симуляций (Electromagnetic Transient) в Simscape Electrical? Выберите все верные и обоснуйте.
А) Программная сборка модели (programmatic model building) скриптами MATLAB
Б) Использование различных стратегий сохранения данных (data saving strategies)
В) Детальное моделирование каждого IGBT ключа с шагом 10 нс
Г) Разделение модели на подсистемы с разными частотами дискретизации (multirate HIL deployment)

43. Вопрос: Для моделирования многосекционной лестничной схемы (ladder network), аппроксимирующей дисковую обмотку трансформатора, используется подход:
А) Последовательное соединение блоков Three-Phase Transformer
Б) Каскадирование RLC-элементов с взаимной индуктивностью между катушками
В) Использование блока Distributed Parameters Line
Г) Применение блока Zigzag Transformer

44. Вопрос: Установите последовательность этапов реализации алгоритма MPPT (Perturb & Observe) для фотоэлектрической панели в Simulink.
1. Измерение текущих значений тока I_pv и напряжения V_pv
2. Вычисление мощности P_pv = I_pv * V_pv
3. Сравнение текущей мощности с предыдущим значением
4. Сравнение текущего напряжения с предыдущим значением
5. Корректировка управляющего сигнала (duty cycle) буст-преобразователя

45. Вопрос: Установите соответствие между термином системы электроснабжения и его реализацией в Simscape Electrical.
1. Swing bus
2. PV bus

3. PQ bus
4. Point of Common Coupling (PCC)

А) Шина, на которой заданы активная и реактивная мощность нагрузки
Б) Шина, задающая опорное напряжение и угол, балансирующая небаланс мощностей
В) Точка присоединения микросети к основной сети
Г) Шина, на которой заданы активная мощность и модуль напряжения

46. Вопрос: Какой блок Simscape Electrical используется для моделирования нелинейного ограничителя перенапряжений (surge arrester)?

А) Breaker
Б) Surge Arrester
В) Fault
Г) Zigzag Transformer

47. Вопрос: Установите последовательность действий при создании пользовательской модели электролизёра для системы «фотоэлектрика –储能 – водород» (PV-Storage-Hydrogen).

1. Определение математической зависимости напряжения ячейки от тока и температуры
2. Реализация уравнения Фарадея для расчёта скорости производства водорода
3. Интеграция модели электролизёра с блоком управления
4. Учёт потерь и эффективности преобразования
5. Масштабирование от единичной ячейки до стека (stack)

48. Вопрос: Установите соответствие между режимом работы микросети и действием системы управления в моделях Simscape Electrical.

1. Grid-connected mode
2. Islanded mode
3. Planned islanding
4. Resynchronization

А) Управление мощностью на PCC до нуля с последующим размыканием выключателя
Б) Синхронизация напряжения и частоты островной сети с основной сетью и замыкание выключателя
В) Поддержание баланса мощности за счёт BESS и генераторов, стабилизация частоты
Г) Работа по заданному графику мощности или участие в рынке электроэнергии

49. Вопрос: Опишите концепцию HIL (Hardware-in-the-Loop) моделирования и возможности Simscape Electrical для развёртывания моделей в системах реального времени. Какие требования предъявляются к моделям для HIL-тестирования?

50. Вопрос: Для расчёта полного гармонического искажения (THD) тока или напряжения в Simscape Electrical используется инструмент:

А) Powergui → Steady-State Voltages and Currents
Б) Powergui → FFT Analysis Tool
В) Linear Analysis Tool
Г) Simscape Results Explorer

51. Вопрос: Какие из перечисленных задач решаются с помощью функции power_statespace? Выберите все верные и обоснуйте.

А) Получение линейной модели состояния (A, B, C, D) электрической цепи
Б) Расчёт собственных чисел (полюсов) системы

В) Синтез LQR-регулятора непосредственно в Powergui
Г) Анализ управляемости и наблюдаемости линейной модели

52. Вопрос: Какой тип решателя рекомендуется для симуляции крупных энергосистем в фазорном режиме (Phasor) с целью анализа электромеханических переходных процессов?

А) ode45 (переменный шаг, Дорман-Принс)
Б) ode23tb (переменный шаг, неявный Рунге-Кутты)
В) Discrete (фиксированный шаг, обычно 10-20 мс)
Г) ode15s (переменный шаг, Гира)

53. Вопрос: Установите последовательность действий при выполнении несбалансированного нагрузочного потока (unbalanced load flow) в Simscape Electrical.

1. Выбор режима Unbalanced Load Flow в Powergui
2. Задание несимметричных нагрузок по фазам
3. Параметризация трёхфазных источников и генераторов
4. Запуск расчёта и анализ результатов
5. Подключение Load Flow Bus к соответствующим шинам

54. Вопрос: Установите соответствие между физическим эффектом в полупроводниковом приборе и способом его моделирования в Simscape Electrical.
1. Потери проводимости (Conduction losses)
2. Потери переключения (Switching losses)
3. Тепловые эффекты (Thermal effects)
4. Обратное восстановление диода (Reverse recovery)

А) Моделирование через сопротивление открытого канала R_on и прямое падение напряжения Vf
Б) Табличные зависимости энергии переключения E_on, E_off от тока и напряжения
В) Учёт обратного тока и заряда восстановления
Г) Использование тепловых портов (thermal ports) и моделирование температуры перехода

55. Вопрос: Опишите методику моделирования гибридной солнечной панели с тепловым коллектором (PV/T) в среде Simscape. Какие домены физического моделирования необходимо связать?

56. Вопрос: Для моделирования трёхфазного кабеля с экраном, заземлённым с обоих концов, и возможностью конфигурации cross-bonded соединений используется блок:
А) Three-Phase PI Section Line
Б) Three-Phase Cable with Sheath
В) Distributed Parameters Line
Г) Mutual Inductance

57. Вопрос: Какие из перечисленных стандартов могут использоваться для оценки качества разработанной модели микросети в Simscape Electrical? Выберите все верные и обоснуйте.
А) IEEE Std 2030.7-2017 (стандарт для микросетевых контроллеров)
Б) IEEE Std 2030.9-2019 (рекомендации по планированию микросетей)
В) ГОСТ 32144-2013 (нормы качества электроэнергии)
Г) IEC TS 62898-1:2017 (требования к проектированию микросетей)

58. Вопрос: Для автоматизации расчёта серии симуляций с варьированием параметров солнечной инсоляции и температуры наиболее эффективным инструментом является:

А) Ручное изменение параметров каждого блока
Б) Использование блока Signal Builder
В) Скрипт MATLAB с циклическим вызовом sim() и set_param()
Г) Powergui → Steady-State Analysis

59. Вопрос: Установите последовательность этапов приёмочного тестирования модели релейной защиты в Simscape Electrical.
1. Создание сценариев повреждений (однофазное КЗ, трёхфазное КЗ, двойное замыкание на землю)
2. Задание параметров срабатывания (токовая уставка, выдержка времени, характеристика)
3. Анализ селективности и времени отключения
4. Подключение блока Relay к моделируемой сети
5. Проверка обратной селективности (back-up protection)

60. Вопрос: Установите соответствие между типом неопределённости параметров и методом её исследования в Simscape Electrical.
1. Параметрическая неопределённость (сопротивление линии, ёмкость)
2. Неопределённость сценария (вариации нагрузки, генерации)
3. Неопределённость модели (упрощения, идеализация ключей)
4. Внешние возмущения (короткие замыкания, обрывы)

А) Прогон множества сценариев в цикле с разными значениями параметров
Б) Сравнение результатов полной и упрощённой модели (Ideal Switching vs детальная)
В) Моделирование типовых аварийных событий с помощью блока Fault
Г) Использование Monte Carlo simulation с варьированием профилей нагрузки

Ключи к оцениванию тестовых заданий

№ Задания	Верный ответ	Критерии
1	Б	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
2	4→ 2 → 5 → 1→ 3	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
3	1-В, 2-Г, 3-Б, 4-А	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
4	Блок «Synchronous Machine» моделирует синхронную машину в двигательном или генераторном режиме. Стандартная версия (SI) использует физические единицы (В, А, Ом, Гн) и удобна при наличии паспортных данных машины в абсолютных величинах. Фундаментальная версия (pu) оперирует относительными единицами, что повышает численную устойчивость при моделировании больших энергосистем и упрощает масштабирование. Выбор версии зависит от задачи: SI — для детального проектирования единичного агрегата, pu — для системного анализа и исследований устойчивости.	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
5	Б	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи

6	А, Б, Г Обоснование: Шаг дискретизации должен быть как минимум в 50–100 раз меньше периода несущей ШИМ (А), обеспечивать адекватное воспроизведение переходных процессов в цепях с малыми постоянными времени (Б) и соответствовать теореме Котельникова для частот, присутствующих в сигнале (Г). Размер жёсткого диска (В) не влияет на выбор шага моделирования	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
7	В	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
8	3 → 1 → 4 → 5 → 2	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
9	1-В, 2-Г, 3-Б, 4-А	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
10	RLC-элементы (сосредоточенные параметры) — простейшая модель, пригодна для коротких ЛЭП (до 80 км), где волновыми процессами можно пренебречь. PI-секция — модель со средней точностью, используется для средних линий (80–250 км), учитывает равномерно распределённые RLC параметры. Distributed Parameters Line — точная модель с бесконечным числом элементарных ячеек, необходима для длинных линий (>250 км) и анализа волновых переходных процессов. Выбор определяется длиной линии и целью исследования.	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
11	Г	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
12	А, Б, Г Обоснование: Нелинейность ВАХ (А) — фундаментальное свойство фотоэлемента, требующее либо табличного задания, либо аппроксимации. Температура (Б) существенно влияет на напряжение и мощность. Алгоритм MPPT (Г) необходим для эффективного отбора мощности. Тип химического элемента аккумулятора (В) относится к моделированию систем накопления энергии, а не самой PV-станции.	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
13	Б	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
14	4 → 1 → 2 → 3→ 5	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
15	1-В, 2-Г, 3-А, 4-Б	1 балл за правильное указание каждого из соответствий;

		0 б - остальные случаи
16	Г	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
17	1 → 2 → 4 → 5→ 3	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
18	1-В, 2-А, 3-Б, 4-Г	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
19	Для настройки ПИД-регулятора возбуждения необходимо: 1. Линеаризовать модель в рабочей точке 2. Запустить PID Tuner, который автоматически подберёт коэффициенты, обеспечивающие заданные запасы устойчивости и быстродействие. 3. Проверить качество регулирования на нелинейной модели. Предварительно от модели требуется получить: установившийся уровень напряжения, постоянные времени обмотки возбуждения, инерционность турбины (для учёта обратного влияния). Входными данными для настройки является передаточная функция «напряжение генератора – напряжение возбуждения».	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
20	Б	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
21	А, Б, Г Обоснование: Решатели с переменным шагом (А) автоматически уменьшают шаг только на быстрых участках. Фазорная модель (Б) пренебрегает высокочастотными составляющими и позволяет использовать крупный шаг. Понижение частоты ШИМ (Г) — распространённый компромисс для ускорения, если динамика системы существенно медленнее.	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
22	В	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
23	1 → 2 → 3 → 4 → 5	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
24	1-Б, 2-В, 3-Г,4-А	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
25	Алгоритм верификации: 1. Тест холостого хода и КЗ — сравнение токов и потерь с паспортными данными оборудования. 2. Проверка баланса мощностей — активная и реактивная мощность источника должна равняться сумме мощностей нагрузки и потерь.	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи

	3. Сравнение с аналитическим расчётом — для простых режимов. 4. Имитационное тестирование — анализ отклика на типовые возмущения. 5. Проверка предельных режимов — работа при минимальном и максимальном напряжении сети. 6. Оценка численной сходимости — изменение шага моделирования не должно качественно менять результат.	
26	Б	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
27	Ответ: А, Б, Г Обоснование: Для корректного расчёта баланса мощностей в микросети критически важны: блок синхронизации (PLL) (А), обеспечивающий привязку к опорному вектору напряжения; измеритель частоты (Б) для оценки состояния системы; система управления накопителем (Г) — без неё невозможен алгоритм балансировки.	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
28	В	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
29	1 → 3 → 4 → 5→ 2	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
30	1-Г, 2-А, 3-Б, 4-В	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
31	Б	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
32	2 → 3→ 1 → 4→ 5	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
33	1-А, 2-В, 3-Б, 4-Г	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
34	Load Flow Analyzer предназначен для расчёта установившегося режима электроэнергетической системы. Поддерживаются три типа шин: Swing Bus, PV Bus, PQ Bus. Инструмент позволяет автоматически инициализировать модель в состоянии установившегося режима перед запуском динамического расчёта.	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
35	Б	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
36	Ответ: А, Б, Г Обоснование: Для расчёта Load Flow критически важны: тип шины, определяющий, какие переменные фик-	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи

	сируются (А); номинальные параметры как базисные величины (Б); ограничения по реактивной мощности для PV-шин (Г).	
37	В	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
38	4 → 2 → 1 → 3→ 5	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
39	1-В, 2-А, 3-Г, 4-Б	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
40	Ответ: Методика включает прогон модели по 13 предопределённым сценариям, охватывающим: частотные переходные процессы, скачки фазы, короткие замыкания различной удалённости, изменение жёсткости сети, режимы островной работы и ресинхронизации. Оцениваются: способность к эмуляции инерции, точность отслеживания задания по активной/реактивной мощности, устойчивость при различных методах ограничения тока, соответствие сетевым кодексам.	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
41	Б	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
42	Ответ: А, Б, Г Обоснование: Программная сборка (А) позволяет автоматизировать создание крупных сетей (900+ узлов) без ручного труда; оптимизация сохранения данных (Б) снижает объёмы логов; мультирежимная дискретизация (Г) уменьшает вычислительную нагрузку.	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
43	Б	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
44	1 → 2 → 3 → 4→ 5	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
45	1-Б, 2-Г, 3-А, 4-В	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
46	Б	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
47	1 → 2 → 4 → 5→ 3	1 б –совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи

48	1-Г, 2-В, 3-А, 4-Б	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
49	Ответ: HIL-симулирование предполагает выполнение модели реального объекта на высокопроизводительном вычислителе в реальном масштабе времени с физическим подключением реального контроллера. Simscape Electrical поддерживает генерацию С-кода из моделей для HIL-платформ. Требования к моделям: 1) использование фиксированного шага дискретизации; 2) оптимизация вычислительной сложности; 3) возможность мультирейтовой симуляции; 4) численная устойчивость при жёстких ограничениях по времени такта.	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
50	Б	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
51	Ответ: А, Б, Г Обоснование: power statespace формирует state-space модель линеаризованной электрической цепи (А), что позволяет далее рассчитать полюса (Б) и проанализировать управляемость/наблюдаемость (Г).	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
52	В	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
53	1 → 3 → 5 → 2→ 4	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
54	1-А, 2-Б, 3-Г, 4-В	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи
55	Ответ: Моделирование PV/T требует интеграции трёх физических доменов: 1) Электрический домен (Simscape Electrical) – модель фотоэлектрического преобразования, ВАХ, MPPT; 2) Тепловой домен (Simscape Thermal) – модель тепловых потерь, конвекции, радиации; 3) Гидравлический домен (Simscape Fluids) – циркуляция теплоносителя, отбор тепла. Связь осуществляется через управляемые источники тепла, зависящие от электрической мощности, и температурную зависимость напряжения холостого хода PV-элемента.	1 б - совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
56	Б	1 б – совпадение с верным ответом;

		0 б - остальные случаи
57	Ответ: А, Б, Г Обоснование: В документации MathWorks прямо указано использование стандартов IEEE 2030.7, IEEE 2030.9 и IEC TS 62898-1 для валидации моделей микросетей. ГОСТ 32144 (В) является российским стандартом и в англоязычной среде MathWorks не упоминается, однако может применяться при аккредитации в РФ.	1 б – каждое совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
58	В	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
59	2 → 4 → 1 → 3→ 5	1 б – совпадение с верным ответом; 0 б - остальные случаи
60	1-А, 2-Г, 3-Б, 4-В	1 балл за правильное указание каждого из соответствий; 0 б - остальные случаи

3.2 Задания для промежуточной аттестации

Контрольные вопросы к зачету

1. Назовите основной пакет расширения MATLAB для моделирования электроэнергетических систем и полупроводниковых преобразователей.
2. Перечислите и кратко охарактеризуйте три режима симуляции, доступные в Powergui (Continuous, Discrete, Phasor).
3. Опишите последовательность этапов разработки модели системы электроснабжения в среде Simscape Electrical.
4. Какие факторы определяют выбор шага дискретизации при моделировании систем с силовой электроникой?
5. В чём различие между стандартной (SI) и фундаментальной (pu) версиями блока Synchronous Machine?
6. Для каких целей используется блок Universal Bridge и какие типы полупроводниковых приборов он поддерживает?
7. Поясните разницу между моделями линий электропередачи: RLC-звено, PI-секция, Distributed Parameters Line. Укажите области их применения.
8. Какой инструмент MATLAB используется для спектрального анализа токов и напряжений и расчёта коэффициента THD?
9. Опишите назначение и функциональные возможности блока Powergui.
10. Каким образом в Simscape Electrical моделируются потери мощности в полупроводниковых ключах?
11. Перечислите типы шин (Bus types), поддерживаемые инструментом Load Flow Analyzer, и укажите их назначение.
12. Как выполнить линеаризацию модели Simscape Electrical и получить передаточную функцию системы?
13. Опишите методику настройки ПИД-регулятора для системы автоматического регулирования возбуждения синхронного генератора с использованием PID Tuner.

14. Какие блоки Simscape Electrical используются для моделирования трёхфазных трансформаторов? В чём отличие двухобмоточной и трёхобмоточной моделей?
15. Как в Simscape Electrical моделируются фотоэлектрические станции? Какие параметры PV-элемента являются ключевыми?
16. Опишите алгоритм поиска точки максимальной мощности (MPPT) Perturb & Observe. Как он реализуется в Simulink?
17. Для каких целей используется блок Three-Phase Fault и как настраиваются сценарии короткого замыкания?
18. Каким образом в Simscape Electrical моделируются ветроэнергетические установки с асинхронным генератором двойного питания (DFIG)?
19. Перечислите основные этапы верификации сложной модели системы электроснабжения.
20. Что такое «фазорная модель» (Phasor simulation) и для решения каких задач она применяется?
21. Какие инструменты MATLAB позволяют автоматизировать многовариантные расчёты и параметрические исследования?
22. Опишите процедуру создания пользовательского маскированного блока (Masked Subsystem) в Simscape Electrical.
23. Какие стандарты IEEE и IEC используются для валидации моделей микросетей в Simscape Electrical?
24. В чём отличие Grid-forming и Grid-following режимов работы инверторных источников питания?
25. Каким образом в Simscape Electrical моделируются системы накопления энергии (батарейные储能 системы)?
26. Опишите методику расчёта установившегося режима (Load Flow) в Simscape Electrical.
27. Какие блоки используются для моделирования релейной защиты и автоматики в Simscape Electrical?
28. Как в Simscape Electrical учитываются тепловые эффекты и моделируется температура перехода полупроводниковых приборов?
29. Опишите концепцию Hardware-in-the-Loop (HIL) моделирования и требования к моделям для HIL-тестирования.
30. Каким образом осуществляется автоматическая генерация C-кода из модели Simulink для микроконтроллеров?
31. Перечислите и кратко охарактеризуйте основные типы решателей (solver), используемых при моделировании систем электроснабжения.
32. В чём заключается эффект «скрытых колебаний» в дискретных моделях и как его избежать?
33. Как в Simscape Electrical моделируются трёхфазные кабели с экраном и конфигурацией cross-bonded?
34. Опишите методику проведения несбалансированного нагрузочного потока (Unbalanced Load Flow).
35. Какие подходы используются для ускорения крупномасштабных EMT-симуляций в Simscape Electrical?
36. Для каких целей применяется функция power_statespace и какие задачи она позволяет решать?
37. Каким образом в Simscape Electrical моделируются нелинейные ограничители перенапряжений (surge arresters)?
38. Опишите структуру и принцип работы блока PLL (Phase-Locked Loop) в системах

управления преобразователями.

39. Какие типы неопределённостей исследуются при анализе робастности моделей систем электроснабжения?
40. Как в Simscape Electrical выполняется анализ чувствительности модели к вариации параметров?
41. Опишите методику моделирования гибридной солнечной панели с тепловым коллектором (PV/T) в среде Simscape.
42. Каким образом осуществляется координация селективности релейной защиты в моделях Simscape Electrical?
43. Перечислите основные показатели качества электроэнергии, которые могут быть оценены средствами Simscape Electrical.
44. Опишите процедуру экспорта результатов моделирования в MATLAB Workspace и их последующей обработки средствами языка MATLAB.