

«

»

“ ”

“ ”

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Автоматизация управления режимами энергообъектов и энергосистем**

: 13.04.02

: 1, : 2

		<b>2</b>
<b>1</b>	( )	3
<b>2</b>		108
<b>3</b>	, .	81
<b>4</b>	, .	18
<b>5</b>	, .	36
<b>6</b>	, .	18
<b>7</b>	, .	18
<b>8</b>	, .	2
<b>9</b>	, .	7
<b>10</b>	, .	27
<b>11</b>	( , , )	
<b>12</b>		

( ): 13.04.02

1500 21.11.2014 ., : 11.12.2014 .

: 1, ,

( ): 13.04.02

, 7 20.06.2017

, 9 21.06.2017

:

, . . . . . . . .

:

, . . . . . . . .

:

. . .

# 1.

1.1

<b>Компетенция ФГОС: ПК.23 готовность применять методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами электроэнергетической и электротехнической промышленности; в части следующих результатов обучения:</b>	
1.	-
1.	
2.	

# 2.

2.1

( , , , )	
-----------	--

<b>.23. 1</b> -	
1. Иметь представление о взаимосвязи технологических режимных параметров электроэнергетических систем;	; ;
2. Знать современную терминологию энергосистем, структуру и функции технологической и противоаварийной автоматик	; ;
3. Знать основные нормативные технологические документы (стандарты организаций), определяющие требования к управлению режимами энергообъектов и энергосистем	; ;
<b>.23. 1</b>	
4. Уметь моделировать режимы энергосистем с учётом технологической увязки режимных параметров электроэнергетических систем	; ; ;
5. Уметь моделировать системы управления технологическими процессами объектов ЭС и ЭЭС	; ; ;
6. Уметь проводить оценку эффективности систем управления на основе созданных моделей	; ; ;
<b>.23. 2</b>	
7. Уметь проводить настройку автоматики для для обеспечения режимов работы объектов энергетики	; ; ;

# 3.

3.1

: 2				
:				
1. , , , ,	0	2	1, 4	

2.	0	2	1, 4	
:				
4.	0	2	4, 5	
6.	0	2	3, 4	
:				
8.	0	2	4, 6, 7	
:				
3.	0	2	1, 4	
:				
5.	0	2	3, 5, 6, 7	
7.	0	2	4, 7	
:				
9.	0	2	4, 5, 7	

3.2

	,	.		
: 2				
:				
1.	2	4	4, 5	
:				
7.	0	4	4, 6	
:				

8.	2	4	4, 5	
:				
9.	0	4	4, 6, 7	
10.	0	2	3, 4, 6	

3.3

		,	.	
: 2				
:				
1.	2	4	4	
2.	2	4	1, 4	
:				
2.	2	4	2, 4, 5	
4.	2	4	4, 5	
:				
5.	2	4	4, 5	
:				
6.	0	4	5, 7	
9.	2	4	4, 5	
:				
7.	0	4	1, 4, 5	
:				
8.	2	4	4, 5, 7	

4.

: 2				
1		4, 5, 6, 7	10	2
: [ ]: , [2010]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149257. -				
2		1, 2, 3	4	1
: [ ]: , [2010]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149257. -				
3		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	13	4
: [ ]: , [2010]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149257. -				

5.

( . 5.1).

5.1


6.

( ), - 15- ECTS.

. 6.1.

6.1

: 2		
<i>Лабораторная:</i>	10	20
: [ ]: , [2010]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149257. -		
<i>Практические занятия:</i>	5	10
: [ ]: , [2010]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149257. -		
<i>РГЗ: Совместное регулирование мощности</i>	30	60
: [ ]: , [2010]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149257. -		

Зачет:	5	10
--------	---	----

6.2

6.2

		/		
.23	1.	+	+	+
	1.	+	+	+
	2.	+	+	+

1

## 7.

1. Лыкин А. В. Электрические системы и сети : [учебное пособие по направлению 140200 "Электроэнергетика"] / А. В. Лыкин. - М., 2007. - 253 с. : ил.
2. 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](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233296)
3. Шойко В. П. Автоматическое регулирование в электрических системах : учебное пособие / В. П. Шойко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2012. - 193, [1] с. : ил., схемы. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000168895](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000168895)

1. Лыкин А. В. Электрические системы и сети : учебное пособие по направлению подготовки 551700 - "Электроэнергетика" / А. В. Лыкин. - Новосибирск, 2003. - 246 с. : ил.
2. Веников В. А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах : Учебник для электроэнерг. спец. вузов. - М., 1985. - 536 с. : ил.

1. Системный оператор Единой энергетической системы [Электронный ресурс] : сайт. - Режим доступа: <http://so-ups.ru/>. - Загл. с экрана.

2. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>

3. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>

4. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>

5. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>

6. :

## 8.

### 8.1

1. Лыкин А. В. Электроэнергетические системы и сети [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. В. Лыкин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2010]. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000149257](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149257). - Загл. с экрана.

8.2

**1 National Instruments Lookout**

**9. -**

1	.	.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра автоматизированных электроэнергетических систем

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН ФЭН

к.э.н., доцент С.С. Чернов

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ г.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Автоматизация управления режимами энергообъектов и энергосистем**

Образовательная программа: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, магистерская

программа: Электроэнергетические системы и сети

1. **Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Автоматизация управления режимами энергообъектов и энергосистем 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)
ПК.23/ПТ готовность применять методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами электроэнергетической и электротехнической промышленности	з1. знать производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики	Моделирование динамических процессов в электроэнергетических системах Мощность генерации, и потребления, частота, напряжение, реактивная мощность генерации и потребления оценка качества регулирования мощности двух энергосистем с межсистемной связью подготовка материалов для вычислительного эксперимента Регулирование активной мощности и частоты. Регулирование реактивной мощности и напряжения. регулирование мощности в межсистемной связи технология управления режимом	Лабораторная работа, РГЗ.	Зачет, теоретический вопрос 1 и 2
ПК.23/ПТ	у1. уметь оценивать эффективность систем управления технологическими процессами объектов ЭС и ЭЭС	зависимость качества регулирования мощности от частоты зависимость мощности от частоты законы регулирования мощности от частоты Моделирование динамических процессов в электроэнергетических системах Мощность генерации, и потребления, частота, напряжение, реактивная мощность генерации и потребления оценка качества регулирования мощности двух энергосистем с межсистемной связью Оценка качества регулирования частоты и мощности параметры физической модели для управления режимами энергообъектов подготовка материалов для вычислительного эксперимента регулирование мощности регулирование мощности в межсистемной связи регулирование мощности в динамическом режиме регулирование мощности двух энергосистем Совместное регулирование мощности двух энергосистем	Лабораторная работа, РГЗ.	Зачет, задача

		с межсистемной связью технология управления режимом Уравнение движения энергосистемы систем с учётом регулирования частоты.		
ПК.23/ПТ	у2. уметь проводить работы по выбору и настройке устройства релейной защиты и автоматики для обеспечения режимов работы объектов электроэнергетики	Моделирование регулятора скорости на физической модели ЭЭС регулирование мощности двух энергосистем Совместное регулирование мощности двух энергосистем с межсистемной связью	Лабораторная работа, РГЗ.	Зачет, задача

## 2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 2 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.23/ПТ.

Зачет проводится в устной форме, в виде дискуссии позволяющей оценить показатели сформированности соответствующих компетенций по этапам выполнения РГЗ.

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

В 2 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 компетенции ПК.23/ПТ, 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 «Автоматизация управления режимами энергообъектов и энергосистем», 2  
семестр

### 1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу :  
«Дидактическая единица №1». Автоматика ЭЭС. - два **вопроса**.

«Дидактическая единица №2». Регулирование частоты и активной мощности. - **четыре вопроса**.

«Дидактическая единица №3». Частотная характеристика генератора и нагрузки. - **четыре вопроса**.

«Дидактическая единица №4». Законы регулирования частоты. - **семь вопросов**.

«Дидактическая единица №5». Автоматическое регулирование напряжения в узле электрической сети (демонстрация в Lookout). - **четыре вопроса**.

«Дидактическая единица №6». Моделирование объединённой системы, состоящей из двух энергосистем, соединённых линией связи. - **шесть вопросов**.

Оценка по дисциплине ведётся в процессе выполнения разделов РГЗ. Каждый раздел оценивается в ходе демонстрации студентом его в программном пакете Lookout. В ходе зачёта преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня по соответствующей теме (п. 4).

### Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет ФЭН

Билет № \_\_\_\_\_

---

к зачету по дисциплине «Автоматизация управления режимами энергообъектов и энергосистем»

1. Вопрос 1
2. Вопрос 2.
3. Вопрос 3.
4. Вопрос 4.
5. Вопрос 5.
6. Вопрос 6.

Утверждаю: зав. кафедрой \_\_\_\_\_ должность, ФИО  
(подпись)

(дата)

## 2. Критерии оценки

Ответ на вопросы 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 0-49 баллов.

- Ответ на билет (тест) 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 непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 50-69 баллов.
- Ответ на билет (тест) для зачета билет 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 70-89 баллов.
- Ответ на билет (тест) для зачета билет 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 90-100 баллов.

## 3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 50 баллов (из 100 возможных).

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

## 4. Вопросы к зачету по дисциплине

«Автоматизация управления режимами энергообъектов и энергосистем»

### 1. АВТОМАТИКА ЭЭС

- 1.1. Виды автоматике, атрибуты автоматике
- 1.2. Логический контроль операций на подстанции

### 2. РЕГУЛИРОВАНИЕ ЧАСТОТЫ И АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

- 2.1. Первичное и вторичное регулирование частоты
- 2.2. Регулирование частоты в ЭС
- 2.3. Регулирование частоты в программном комплексе Lookout
- 2.4. Регулирование мощности

### 3. ЧАСТОТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕНЕРАТОРА И НАГРУЗКИ

- 3.1. Статическая частотная характеристика нагрузки
- 3.2. Статическая частотная характеристика генерирующей части ЭЭС
- 3.3. Экспериментальные частотные характеристики
- 3.4. Реализация частотных характеристик в программном комплексе Lookout

### 4. ЗАКОНЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЧАСТОТЫ (демонстрация в Lookout)

- 4.1. Законы регулирования
- 4.2. Типовые динамические звенья
  - 4.2.1. Пропорциональное (усилительное) звено
  - 4.2.2. Дифференцирующее звено
  - 4.2.3. Интегрирующее звено
  - 4.2.4. Апериодическое звено

- 4.3. Реализация законов регулирования в программном комплексе Lookout
- 5. АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ В УЗЛЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ
  - 5.1. Назначение регулирования напряжения
  - 5.2. Автоматический регулятор напряжения трансформаторов
  - 5.3. Управление батареями конденсаторов
  - 5.4. Реализация регулирования напряжения в узле в программном комплексе Lookout
- 6. ЗАКОНЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЧАСТОТЫ
  - 6.1. Реализация законов регулирования в программном комплексе Lookout
- 7. МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕДИНЁННОЙ СИСТЕМЫ, СОСТОЯЩЕЙ ИЗ ДВУХ ЭНЕРГОСИСТЕМ, СОЕДИНЕННЫХ ЛИНИЕЙ СВЯЗИ
  - 7.1. Постановка задачи
  - 7.2. Простейшая объединенная система, состоящая из двух отдельных систем, связанных слабой соединительной линией
  - 7.3. Совместное регулирование частоты в системах со слабой связью в программном комплексе Lookout

## Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Автоматизация управления режимами энергообъектов и энергосистем», 2 семестр

### 1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны оценить возможность автоматизации управления режимами в соответствии с исходными данными.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны выбрать и составить модель режима электрической системы для её автоматизации.

#### Обязательные структурные части РГЗ.

1. Автоматика ЭЭС.
2. Регулирование частоты и активной мощности.
3. Частотная характеристика генератора и нагрузки.
4. Законы регулирования частоты (демонстрация в Lookout).
5. Автоматическое регулирование напряжения в узле электрической сети (демонстрация в Lookout).
6. Моделирование объединённой системы, состоящей из двух энергосистем, соединенных линиями связи (демонстрация в Lookout).

#### Оцениваемые позиции:

1. Умение поставить цель автоматизации режима электрической системы.
2. Выбор модели автоматизации режима.
3. Наблюдаемость и управляемость модели,
4. Выбор технических средств автоматизации.
5. Достижимость цели.

### 2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(1,2,3,4,5), отсутствует модель объекта, диагностические и логические признаки не обоснованы, аппаратные средства не выбраны или не соответствуют современным требованиям, оценка составляет **0-49** баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(1,2,3,4,5) выполнены формально: анализ объекта выполнен без декомпозиции, диагностические признаки недостаточно обоснованы, аппаратные средства не соответствуют современным требованиям, оценка составляет **50-69** баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны, но не оптимизированы, аппаратные средства выбраны без достаточного обоснования, оценка составляет **70-89** баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны и оптимизированы, выбор аппаратных средств обоснован, оценка составляет **90-100** баллов.

### 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(1,2,3,4,5) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

#### 4. Примерный перечень тем РГЗ(1,2,3,4,5)

1) Студенты моделируют операции на подстанции в программном пакете Lookout в виде последовательности переключений и осуществляют их логический контроль с помощью созданных программ.

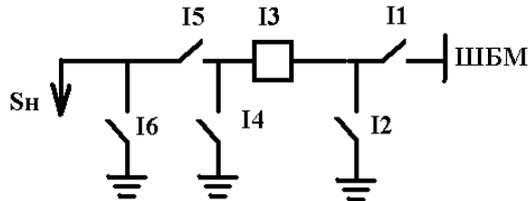
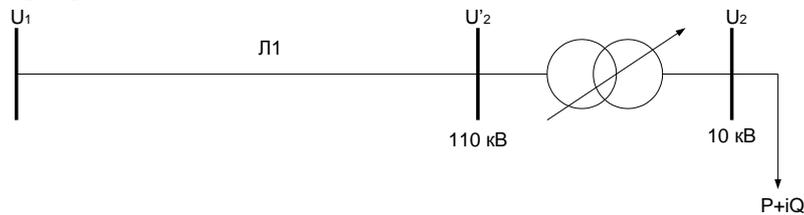
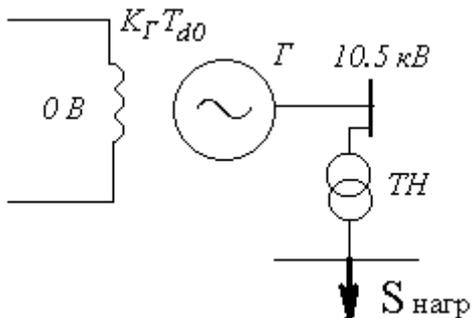


Схема расстановки аппаратов для логического контроля операций.

2) В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны создать модель простейшей управляемой энергосистемы (с РПН и БСК) в программном пакете Lookout.



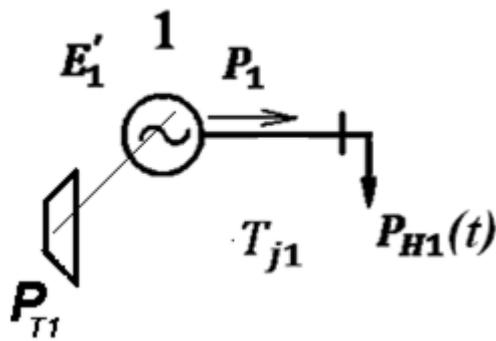
3) Регулирование напряжения на нагрузке с помощью возбуждения синхронного генератора.



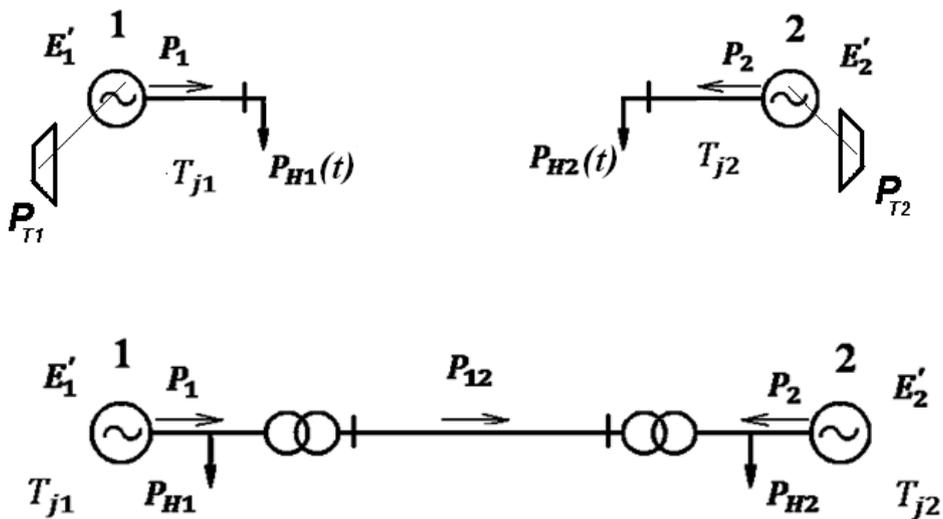
Составить схему замещения. Построить модель регулирования напряжения генератора. Построить модель графика нагрузки. Проверить законы регулирования напряжения генератора.

4) Сделать описание модели в программном пакете Lookout режима электрической системы с описанием графиков режимных параметров. Задать законы

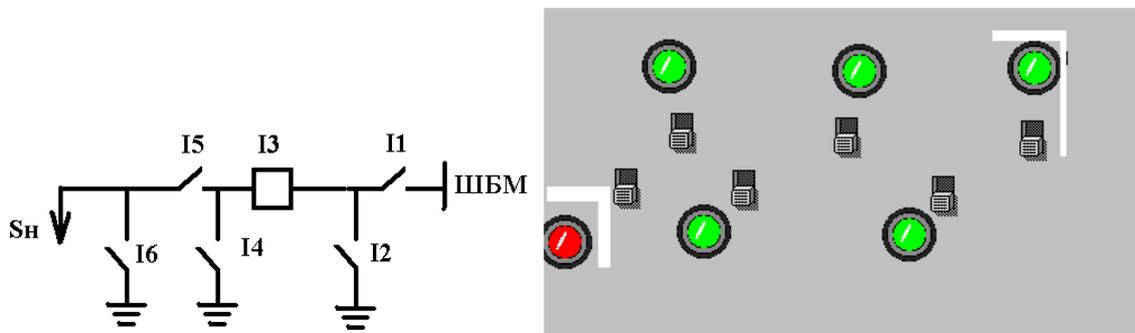
регулирования частоты. Показать их эффективность.



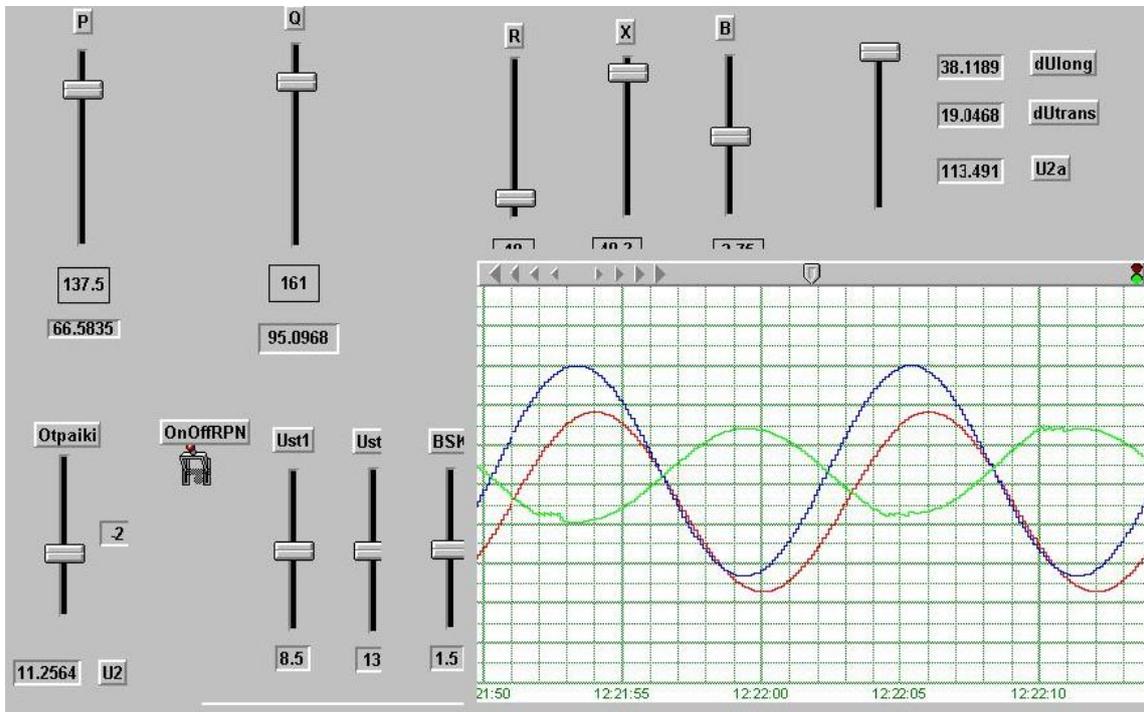
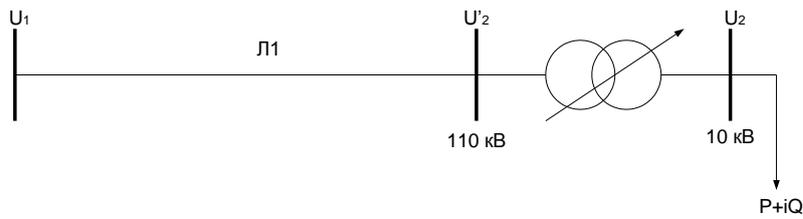
5) В программном пакете Lookout две модели электрических систем объединить слабой межсистемной связью. Сделать описание модели режима электрических систем с межсистемной связью. Описать режимные параметры систем. Выбрать или предложить закон управления системами. Определить режимные параметры наблюдаемости и управляемости системы.



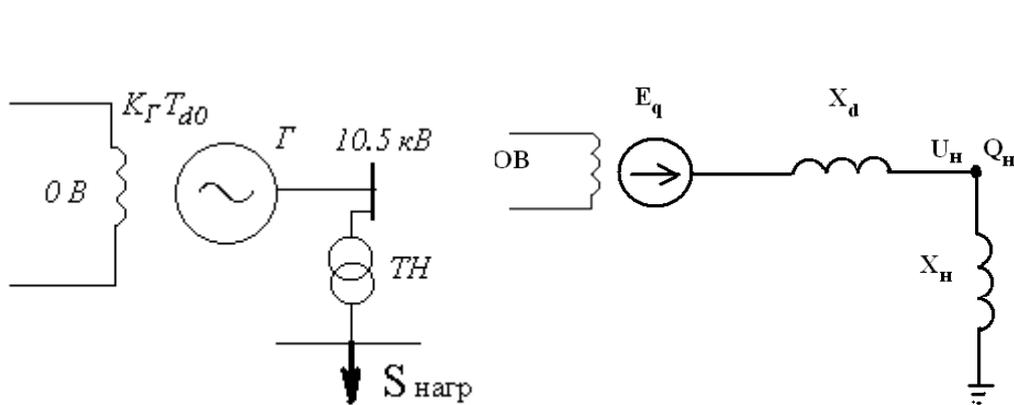
1) Схема и модель в программном пакете Lookout



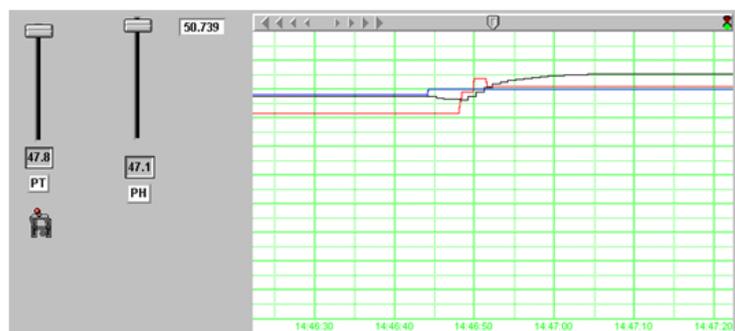
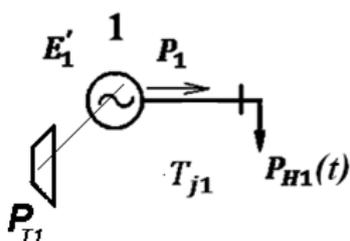
2) Интерфейс модели простейшей управляемой энергосистемы (с РПН и БСК) в программном пакете Lookout.



3) Пример модели в программном пакете Lookout регулирования напряжения на нагрузке с помощью возбуждения синхронного генератора.



4) Пример модели в программном пакете Lookout режима электрической системы



5) Интерфейс моделей в программном пакете Lookout, управляемых электрических систем объединённых слабой межсистемной связью.

