

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.01.01
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Автоматизация систем электроснабжения

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность (профиль)
Режимы работы электрических источников питания, подстанций, сетей и систем

Форма обучения: очная

Год набора: 2021

Общая трудоемкость: 4 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр | 3 | Итого |
|--|------------|------------|
| Форма контроля | зачет | |
| Вид занятий | | |
| Лекции | 16 | 16 |
| Лабораторные | | |
| Практические | 32 | 32 |
| Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР | | |
| Промежуточная аттестация | 0,25 | 0,25 |
| Контактная работа | 48,25 | 48,25 |
| Самостоятельная работа | 95,75 | 95,75 |
| Контроль | | |
| Итого | 144 | 144 |

Рабочую программу составил(и):

профессор, доцент, д.т.н., Кувшинов А.А.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки

13.04.02. Электроэнергетика и электротехника

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2023 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Электроснабжение и электротехника»

(протокол заседания № 2 от «10» сентября 2020 г.)

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – изучение принципов функционирования современных систем автоматики управления нормальными режимами, том числе автоматики включения синхронных машин на параллельную работу, автоматического регулирования возбуждения, автоматического регулирования частоты и активной мощности в энергосистемах. Изучение методов выбора рациональной структуры и оптимальных параметров настройки устройств автоматики с учетом режимов функционирования электроэнергетических объектов и систем; умение проводить анализ и расчет устройств автоматики нормальных режимов электроэнергетических систем.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: дисциплины Блока 1 части, формируемой участниками образовательных отношений направления подготовки бакалавриата 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»: «Приемники и потребители электрической энергии систем электроснабжения», «Электроэнергетические системы и сети», «Электрические станции и подстанции», «Системы электроснабжения промышленных предприятий».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Организация эксплуатации, ремонта и диагностики электрооборудования», «Устойчивость систем электроснабжения», «Расчетно-экспериментальные исследования динамики систем электроснабжения», «Производственная практика (научно-исследовательская работа)», «Производственная практика (проектная практика)», выпускная квалификационная работа.

3. Планируемые результаты обучения

| Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций (код и наименование) | Планируемые результаты обучения |
|--|---|--|
| ПК-2 Способен управлять деятельностью по эксплуатации объектов электроэнергетики | ПК-2.1. Проводит анализ статистики, формирует заключение об эксплуатационном состоянии электрооборудования, причинах отклонений от НТД, выдает рекомендации по созданию наиболее надежной схемы электрических соединений объектов электроэнергетики | Знать: принципы функционирования и основы схемотехники современных систем автоматики управления нормальными режимами электроэнергетического оборудования и электроэнергетической системы |
| | | Уметь: обосновано и рационально выбирать структуру и оптимальные настройки систем автоматики с учетом режимов функционирования электроэнергетических систем |

| Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций (код и наименование) | Планируемые результаты обучения |
|--|--|--|
| | | Владеть: методами расчета параметров автоматики нормальных режимов |
| ПК-3 Способен управлять деятельностью по эксплуатации средств измерений и информационно-измерительных систем | ПК-3.1. Осуществляет сбор и систематизацию информации о работе средств измерений и интеллектуальных информационно-измерительных систем на объектах ПД | Знать: методы расчета коэффициентов передачи автоматических регуляторов возбуждения пропорционального и сильного действия, параметров автоматики включения синхронных генераторов на параллельную работу |
| | | Уметь: разрабатывать мероприятия по повышению устойчивости работы автоматических регуляторов возбуждения |
| | | Владеть: методами составления моделей для расчета и анализа автоматики электроэнергетических объектов |
| | ПК-3.2. Демонстрирует знания устройства и принципа работы новых устройств измерения и нового функционала интеллектуальных информационно-измерительных системах | Знать: содержание основных нормативно-правовых документов в области электроэнергетики и электротехники; источники публикаций научных достижений отечественного и зарубежного опыта в области электроэнергетики и электротехники в периодических изданиях; источники патентной информации |
| | | Уметь: пользоваться нормативно-технической литературой в сфере электроэнергетики и электротехники; работать с современными базами данных |
| | | Владеть: навыками работы с основными нормативно-техническими документами в области электроэнергетики и электротехники; навыками поиска патентов на сайте ФИПС по основным рубрикам |
| | ПК-3.3 Владеет основами работы со специализированными программами в своей предметной области | Знать: нормативно-технические документы в области автоматики нормальных режимов; требования к электроэнергетическим и электротехническим системам в области обеспечения устойчивости функционирования с помощью |

| Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций (код и наименование) | Планируемые результаты обучения |
|--|---|---|
| | | систем автоматики |
| | | Уметь: рассчитывать параметры схем замещения электрических сетей, производить расчеты функциональных узлов систем автоматики нормальных режимов |
| | | Владеть: навыками расчета статических характеристик нагрузки и генерирующей части энергосистемы по частоте |

4. Структура и содержание дисциплины

Семестр изучения 3

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--|--------------------|---|---------|-----------|-------|----------------|--|
| Раздел 1 Автоматическое включение синхронных генераторов на параллельную работу | Лек. | Общая характеристика способов автоматического включения. Автоматическое включение по способу самосинхронизации. Точная автоматическая синхронизация. Автоматические синхронизаторы. Микропроцессорные автоматические синхронизаторы | 3 | 2 | - | - | Вопросы входного контроля |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (подготовка доклада) | 3 | 5 | - | - | |
| | Пр. | Расчет автоматического синхронизатора | 3 | 2 | - | - | Темы докладов |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (подготовка доклада) | 3 | 5 | | | |
| | Пр. | Структурная схема микропроцессорного автоматического синхронизатора | 3 | 2 | | | Комплект задач |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--|--------------------|--|---------|-----------|-------|----------------|--|
| Раздел 2 Автоматическое регулирование возбуждения, напряжения и реактивной мощности | Лек. | Основные задачи автоматического регулирования напряжения и реактивной мощности. Автоматическое регулирование возбуждения синхронных генераторов. Возбудители синхронных генераторов. Автоматические регуляторы синхронных генераторов с тиристорным возбуждением. Микропроцессорный автоматический регулятор возбуждения | 3 | 2 | - | - | Комплект задач |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (решение задач) | 3 | 7 | - | - | |
| | Пр. | Характерные особенности микропроцессорных регуляторов возбуждения | 3 | 2 | - | - | Комплект задач |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (решение задач) | 3 | 7 | | | |
| | Пр. | Расчет автоматического регулятора возбуждения | 3 | 2 | | | Комплект задач |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|---|--------------------|---|---------|-----------|-------|----------------|--|
| Раздел 3 Автоматическое регулирование частоты и активной мощности в энергосистемах | Лек. | Назначение автоматического управления электростанциями. Автоматические устройства группового управления частотой и мощностью. Микропроцессорная автоматизированная система управления гидроэлектростанциями. Микропроцессорная автоматизированная система управления тепловыми электростанциями. Микропроцессорная автоматизированная система управления частотой и активной мощностью электроэнергетических систем | 3 | 2 | - | - | Комплект задач |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (решение задач) | 3 | 8 | - | - | |
| | Пр. | Характеристики микропроцессорной системы управления частотой и активной мощностью | 3 | 2 | - | - | Комплект задач |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--|--------------------|--|---------|-----------|-------|----------------|--|
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (решение задач) | 3 | 8 | | | |
| | Пр. | Расчет параметров автоматического устройства группового управления частотой и мощностью | 3 | 2 | | | Комплект задач |
| Раздел 4 Основные задачи противоаварийной автоматики электроэнергетических систем | Лек. | Режимы работы электроэнергетических систем. Характеристика возмущающих и противоаварийных управляющих воздействий. Основные функции, назначение и виды противоаварийной автоматики | 3 | 2 | - | - | Темы докладов, комплект задач |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (решение задач) | 3 | 6 | - | - | |
| | Пр. | Расчет противоаварийных управляющих воздействий | 3 | 2 | - | - | Комплект задач |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (подготовка доклада) | 3 | 6 | | | |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--|--------------------|---|---------|-----------|-------|----------------|--|
| | Пр. | Противоаварийная автоматика | 3 | 2 | | | Темы докладов |
| Раздел 5 Автоматическое повторное включение | Лек. | Принцип действия автоматики повторного включения. Автоматические устройства повторного включения. Микропроцессорный комплект автоматических устройств повторного включения. Автоматические устройства включения резерва | 3 | 1 | - | - | Темы докладов |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (подготовка доклада) | 3 | 4 | - | - | |
| | Пр. | Технические характеристики автоматических устройств повторного включения | 3 | 2 | - | - | Темы докладов |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (подготовка доклада) | 3 | 4 | | | |
| | Пр. | Технические характеристики автоматических устройств включения | 3 | 2 | | | Темы докладов |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--|--------------------|--|---------|-----------|-------|----------------|--|
| Раздел 6 Автоматика предотвращения нарушения устойчивости | Лек. | Назначение и общая функциональная структура. Автоматическое дозирование. противоаварийных управляющих воздействий. Микропроцессорная автоматика предотвращения нарушения устойчивости | 3 | 2 | - | - | Комплект задач |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (решение задач) | 3 | 6 | - | - | |
| | Пр. | Технические характеристики микропроцессорной автоматики предотвращения нарушения устойчивости | 3 | 2 | - | - | Комплект задач |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (подготовка доклада) | 3 | 6 | | | |
| | Пр. | Противоаварийные управляющие | 3 | 2 | | | Темы докладов |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|---|--------------------|--|---------|-----------|-------|----------------|--|
| Раздел 7 Автоматика предотвращения асинхронного режима | Лек. | Принцип действия автоматики прекращения асинхронного режима. Типовые устройства автоматики прекращения асинхронного режима. Микропроцессорная автоматика прекращения асинхронного режима | 3 | 2 | - | - | Комплект задач |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (решение задач, подготовка к докладу) | 3 | 6 | - | - | |
| | Пр. | Расчет параметров асинхронного режима в электроэнергетической системе | 3 | 2 | - | - | Комплект задач, темы докладов |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (решение задач, подготовка к докладу) | 3 | 6 | | | |
| | Пр. | Автоматика прекращения асинхронного режима | 3 | 2 | | | |
| Раздел 8 Автоматическая частотная разгрузка электроэнергетических систем | Лек. | Процесс изменения частоты в электроэнергетической системе. Автоматика противоаварийных отключений и включений. Автоматика частотной разгрузки | 3 | 2 | - | - | Комплект задач |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--|--------------------|--|---------|------------|-------|----------------|--|
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям (решение задач, подготовка к тестированию) | 3 | 5,75 | - | - | |
| | Пр. | Выбор числа и номинальной мощности силовых трансформаторов ГПП и ТП с учетом характеристик нагрузок и эксплуатационных особенностей трансформаторов | 3 | 2 | - | - | Комплект задач, комплект тестов |
| Раздел 9 Автоматизация диспетчерского управления электроэнергетическими системами | Лек. | Назначение и функции АСУ диспетчерского управления. Средства сбора, передачи, обработки и отображения информации в АСУ диспетчерского управления | 3 | 1 | | | |
| | Ср. | Самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к промежуточной аттестации | 3 | 6 | | | |
| | Пр. | Основные задачи автоматизированной системы диспетчерского управления | 3 | 2 | | | |
| | ПА | Сдача зачета | 3 | 0,25 | | | |
| Итого: | | | | 144 | | | |

5. Образовательные технологии

Для оценки знаний, умения и уровня профессиональных компетенций, приобретаемых выпускником в процессе изучения дисциплины «Автоматизация систем электроснабжения», используются технологии традиционного обучения:

- лекции;
- практические занятия с устным опросом обучающихся и закреплением теоретического материала;
- индивидуальные и групповые консультации по теоретическим и практическим вопросам курса;
- выполнение практических заданий, которые позволяют приобрести практические знания и навыки решения задачи и работы с нормативной, методической, научно-технической и справочной литературой;
- проведение различных форм самостоятельной работы, которая включает подготовку к лекционным и практическим занятиям, подготовку доклада и его презентации к защите на практическом занятии.

6. Методические указания по освоению дисциплины

6.1. Обучающимся необходимо ознакомиться: с содержанием рабочей программы дисциплины (далее – РПД), с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине.

6.2. Методические указания по подготовке к лекционным занятиям.

В ходе лекций рассматриваются основные понятия тем, связанные с ними теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к практическим занятиям. Поэтому изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Обучающимся необходимо: перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, ее основные вопросы, рекомендуемую литературу, что позволит сэкономить время на освоение темы на аудиторном занятии; перед очередной лекцией необходимо просмотреть/повторить материалы предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам.

6.3. Методические указания по подготовке к практическим занятиям.

В ходе практических занятий углубляются и закрепляются знания обучающихся по ряду рассмотренных на лекциях вопросов, знаний по современным методам проектирования систем потребителей различных предприятий и основных способах построения систем электроснабжения; по методам решения оптимизационных задач в электроснабжении и вопросам оптимизации структуры и режимов электрических сетей предприятий; умения производить выбор экономически обоснованных схем и режимов систем электроснабжения. На практических занятиях развиваются способности использовать современные информационные технологии, управлять информацией с применением прикладных программ; использовать сетевые компьютерные технологии, базы данных и пакеты прикладных продуктов. При подготовке к практическим занятиям каждый обучающийся должен:

- изучить рекомендованную литературу;
- изучить материалы лекций;
- подготовить ответы на все вопросы по изучаемой теме;
- выполнить домашнее задание, рекомендованное преподавателем при изучении каждой темы занятия.

По заданию преподавателя обучающийся должен подготовить доклад по теме практического занятия. В процессе подготовки к практическим занятиям обучающиеся могут воспользоваться консультациями преподавателя.

6.4. Самостоятельная работа включает в себя выполнение различного рода заданий и самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям. Контроль самостоятельной работы обучающихся над программой курса осуществляется в ходе практических занятий (устный опрос, решение задач, публичное выступление с докладом по выбранной теме, тестирование).

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

| Семестр | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |
|---------|--|--|
| 3 | ПК-2 (ПК-2.1) | Тестовые задания № 1-33 Темы докладов № 1-11 Задачи № 1, 2 Вопросы к зачету № 1-12 |
| 3 | ПК-3 (ПК-3.1) | Тестовые задания № 34-66 Темы докладов № 12-16 Задачи № 1,2 Вопросы к зачету № 13-26 |
| 3 | ПК-3 (ПК-3.2) | Тестовые задания № 67-83 Темы докладов № 17-23 Задачи № 1,2 Вопросы к зачету № 27-33 |
| 3 | ПК-3 (ПК-3.3) | Тестовые задания № 84-100 Темы докладов № 24-30 Задачи № 1,2 Вопросы к экзамену № 34-40 |

7.2.1. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля по дисциплине «Автоматизация систем электроснабжения»

7.2.1.1. Входной контроль

Вопросы входного контроля:

1. Основные термины и определения электроснабжения (приемник электроэнергии, потребитель электроэнергии, электроснабжение, система электроснабжения, электрическая сеть, подстанция);
2. Классификация электроприемников по различным показателям;
3. Продолжительный, кратковременный, повторно-кратковременный режимы работы;
4. Основные показатели графиков электрической нагрузки;
5. Какие режимы нейтрали используются в электрических сетях;
6. Категории надежности электроснабжения потребителей;
7. Понятие расчетной нагрузки;
8. Основные требования, предъявляемые к построению систем электроснабжения;
9. Какие факторы являются определяющими при выборе места расположения источника питания;
10. Какие виды проводников применяются для канализации электрической энергии в системах электроснабжения.

Краткое описание и регламент выполнения

Входной контроль проводится на первой лекции. Он представляет собой контрольный срез знаний из 10 основных вопросов, ответы на которые обучающийся должен знать в результате изучения предыдущих дисциплин по программе бакалавриата. Контроль проводится по оценке остаточных знаний по дисциплинам «Приемники и потребители электрической энергии систем электроснабжения», «Электроэнергетические системы и сети», «Электрические станции и подстанции», «Системы электроснабжения промышленных

предприятий». Поставленные вопросы требуют точных и коротких ответов. Входной контроль проводится в письменном виде в течение 15-20 минут. Итоги входного контроля используются для корректировки методик проведения лекционных и практических занятий.

Критерии оценки:

- отметка «зачтено» выставляется обучающемуся, если даны правильные ответы на 4-10 вопросов;
- отметка «не зачтено», если правильных ответов менее 4-х.

7.2.1.2. Задачи

Типовые задачи:

1. Расчет автоматической точной синхронизации

Расчет проводится для определения максимально допустимых значений угловой ошибки синхронизации $\delta_{ОШ_{мд}}$ и угловой частоты скольжения $\omega_{S_{мд}}$. В качестве исходных данных принимаются значения ЭДС генератора и системы $E_G = E_C = E_q'' = 1$, сопротивления генератора (x_d'') и системы (x_C).

1. Максимально допустимые значения угловой ошибки синхронизации определяются с помощью выражений

$$\delta_{ОШ_{мд}} = I_{доп}'' \cdot (x_d'' + x_C), \quad (1.10)$$

$$\delta_{ОШ_{мд}} = 0,275 \cdot \frac{x_d'' + x_C}{x_d''}, \quad (1.11)$$

которые получены из (1.2) и (1.4.) соответственно при условии $\sin \delta_{ОШ_{мд}} \approx \delta_{ОШ_{мд}}$, поскольку угол $\delta_{ОШ_{мд}}$ всегда достаточно мал.

При $x_d'' \leq 0,275$ (генераторы средней мощности) принимается $I_{доп}'' = 1$ и для расчета максимально допустимого значения угловой ошибки синхронизации необходимо использовать выражение (1.10).

При $x_d'' \geq 0,275$ (мощные генераторы) коэффициент запаса по моменту принимается $K_M = 2$ и для расчета максимально допустимого значения угловой ошибки синхронизации необходимо использовать выражение (1.11).

2. Максимально допустимое значение угловой частоты скольжения $\omega_{S_{мд}}$ при синхронизации с **постоянным углом опережения** $\delta_{оп} = const$. В этом случае включение с нулевой ошибкой возможно только при скольжении

$$\omega_{S_{т.в}} = \delta_{оп} / t_{в}, \quad (1.12)$$

которое называют **скольжением точного включения**.

Для реализации данного вида синхронизации угол опережения выбирается равным $\delta_{оп} = \delta_{ОШ_{мд}}$, а максимально допустимое значение угловой частоты скольжения равным $\omega_{S_{мд}} = 2 \cdot \omega_{S_{т.в}}$.

В настоящее время синхронизация с постоянным углом опережения применяется только в устройствах АПВ линий с двухсторонним питанием.

3. Максимально допустимое значение угловой частоты скольжения $\omega_{S_{мд}}$ при синхронизации с **постоянным временем опережения** $t_{оп} = const$. В этом случае угол опережения вычисляется по выражению

$$\delta_{оп} = \omega_s \cdot t_B + \frac{d\omega_s}{dt} \cdot \frac{t_B^2}{2}, \quad (1.13)$$

позволяя осуществлять включение теоретически без угловой ошибки при любых значениях угловой частоты скольжения ω_s .

В действительности, из-за разброса Δt_B времени включения выключателя и аппаратурных погрешностей устройства АТС в задании угла $\Delta \delta_{оп}$ и времени $\Delta t_{оп}$ опережения возникает угловая погрешность

$$\delta_\Sigma = \Delta \delta_{оп} + \omega_s \cdot (\Delta t_B + \Delta t_{оп}). \quad (1.14)$$

Тогда максимально допустимая угловая частота скольжения определится из выражения (1.14) при $\delta_\Sigma = \delta_{ош_{мд}}$ и $\omega_s = \omega_{с_{мд}}$

$$\omega_{с_{мд}} = \frac{\delta_{ош_{мд}} - \Delta \delta_{оп}}{t_B \cdot (\Delta t_B^* + \Delta t_{оп}^*)}, \quad (1.15)$$

где $\Delta t_B^* = \Delta t_B / t_B$, $\Delta t_{оп}^* = \Delta t_{оп} / t_B$ - относительные значения разброса времени включения выключателя и погрешности определения времени опережения.

| № вари анта | Тип генератора |
|-------------------|---------------------|
| 1 | ТВФ – 63 - 2 |
| 2 | ТВФ – 110 - 2 |
| 3 | ТВВ – 160 - 2 |
| 4 | ТГВ - 200 |
| 5 | ТГВ – 500 - 4 |
| 6 | ТВМ - 300 |
| 7 | ТВВ – 1000 - 4 |
| 8 | СГК2 – 538/160 - 70 |
| 9 | СВ – 712/227 - 24 |
| 10 | СВО – 733/130 - 36 |
| 11 | СВФ – 1285/275 - 42 |
| 12 | СВФ – 1690/175 - 64 |
| 13 | СВО – 1170/190 - 36 |
| 14 | СВ – 1070/145 - 52 |
| 15 | ВГС – 1190/215 - 48 |

2. Определить запас статической устойчивости: а) при отсутствии АРВ; б) при АРВ пропорционального действия; в) при АРВ сильного действия.

Исходные данные: $P_L = 0,58$; $Q_L = 0,36$; $x_d = 1,8$; $x'_d = 0,46$; $x_T = 0,18$; $x_L = 0,3$; $U_C = 1$.

Пример решения.

а). При отсутствии АРВ запас статической устойчивости определяется исходя из условия постоянства синхронной ЭДС $E_q = const$.

Суммарное сопротивление электропередачи

$$x_\Sigma = x_d + x_T + x_L = 2,28.$$

Синхронная ЭДС

$$E_q = \sqrt{(U_C + Q_L \cdot x_\Sigma / U_C)^2 + (P_L \cdot x_\Sigma / U_C)^2} = 2,25.$$

Предел передаваемой активной мощности

$$P_{\text{пп}} = \frac{E_q \cdot U_c}{x_{\Sigma}} = 0,9868.$$

Коэффициент запаса статической устойчивости

$$K_3 = \frac{P_{\text{пп}} - P_{\text{л}}}{P_{\text{л}}} = 0,7.$$

б). При использовании АРВ пропорционального действия запас статической устойчивости исходя из постоянства переходной ЭДС $E' = \text{const.}$ за переходным синхронным сопротивлением. В этом случае

$$x'_{\Sigma} = x'_d + x_T + x_{\text{л}} = 0,94;$$

$$E' = \sqrt{(U_c + Q_{\text{л}} \cdot x_{\Sigma} / U_c)^2 + (P_{\text{л}} \cdot x'_{\Sigma} / U_c)^2} = 1,445;$$

$$P_{\text{пп}} = \frac{E' \cdot U_c}{x'_{\Sigma}} = 1,537;$$

$$K_3 = \frac{P_{\text{пп}} - P_{\text{л}}}{P_{\text{л}}} = 1,65.$$

в). При использовании АРВ сильного действия запас статической устойчивости определяется исходя из условия постоянства напряжения на шинах генератора $U_{\Gamma} = \text{const.}$

Суммарное сопротивление системы

$$x_c = x_T + x_{\text{л}} = 0,48.$$

Напряжение на выводах генератора

$$U_{\Gamma} = \sqrt{(U_c + Q_{\text{л}} \cdot x_c / U_c)^2 + (P_{\text{л}} \cdot x_c / U_c)^2} = 1,205.$$

Предел передаваемой активной мощности

$$P_{\text{пп}} = \frac{U_{\Gamma} \cdot U_c}{x_c} = 2,51.$$

Коэффициент запаса статической устойчивости

$$K_3 = \frac{P_{\text{пп}} - P_{\text{л}}}{P_{\text{л}}} = 3,33.$$

Таким образом, использование АРВ позволяет повысить предел передаваемой активной мощности и соответственно статическую устойчивость системы за счет исключения влияния собственных сопротивлений генератора.

| № варианта | $P_{\text{л}}$ | $Q_{\text{л}}$ | x_d | x'_d | x_T | $x_{\text{л}}$ |
|---------------|----------------|----------------|-------|--------|-------|----------------|
| 1 | 0,6 | 0,4 | 0,9 | 0,31 | 0,12 | 0,45 |
| 2 | 0,61 | 0,39 | 1,0 | 0,33 | 0,13 | 0,44 |
| 3 | 0,62 | 0,38 | 1,1 | 0,35 | 0,14 | 0,43 |
| 4 | 0,63 | 0,37 | 1,2 | 0,37 | 0,15 | 0,42 |
| 5 | 0,64 | 0,36 | 1,3 | 0,39 | 0,16 | 0,41 |
| 6 | 0,65 | 0,35 | 1,4 | 0,41 | 0,17 | 0,4 |
| 7 | 0,66 | 0,34 | 1,5 | 0,43 | 0,18 | 0,39 |
| 8 | 0,67 | 0,33 | 1,6 | 0,44 | 0,19 | 0,38 |
| 9 | 0,68 | 0,32 | 1,7 | 0,46 | 0,2 | 0,37 |
| 10 | 0,69 | 0,31 | 1,8 | 0,48 | 0,21 | 0,36 |
| 11 | 0,7 | 0,3 | 1,9 | 0,5 | 0,22 | 0,35 |
| 12 | 0,71 | 0,29 | 2,0 | 0,27 | 0,23 | 0,34 |
| 13 | 0,72 | 0,28 | 2,1 | 0,3 | 0,24 | 0,33 |
| 14 | 0,73 | 0,27 | 2,2 | 0,36 | 0,25 | 0,32 |

| | | | | | | |
|----|------|------|-----|------|------|------|
| 15 | 0,74 | 0,26 | 2,3 | 0,34 | 0,26 | 0,31 |
|----|------|------|-----|------|------|------|

Краткое описание и регламент выполнения

Задание выполняется письменно. Оценивается правильность выполнения задания и количество допущенных при выполнении задания ошибок.

Критерии оценки:

- отметка «зачтено» выставляется обучающемуся, если задача решена правильно или решена с незначительными ошибками;
- отметка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если задача не решена и/или допущены грубые ошибки.

7.2.1.3. Темы докладов

| № п/п | Темы |
|-------|---|
| 1 | Методы автоматического включения синхронных генераторов на параллельную работу. |
| 2 | Общая структура и принципы функционирования микропроцессорных автоматических синхронизаторов. |
| 3 | Автоматическое регулирование возбуждения синхронных генераторов, разновидности возбудителей. |
| 4 | Особенности автоматических регуляторов СГ с тиристорным возбуждением. |
| 5 | Общая структура и принципы функционирования микропроцессорных автоматических регуляторов возбуждения. |
| 6 | Автоматические устройства управления частотой и мощностью параллельно работающих СГ. |
| 7 | Особенности микропроцессорной АСУ частотой и мощностью гидрогенераторов. |
| 8 | Особенности микропроцессорного автоматического управления частотой и мощностью турбогенераторов. |
| 9 | Микропроцессорное автоматическое управление частотой и активной мощностью ЭЭС. |
| 10 | Характеристика режимов работы ЭЭС, возмущающих и противоаварийных управляющих воздействий. |
| 11 | Назначение и виды противоаварийной автоматики. |
| 12 | Назначение, области применения, технико-экономическая эффективность и принцип действия АПВ. |
| 13 | Разновидности и краткая характеристика автоматических устройств повторного включения. |
| 14 | Назначение, области применения и основные принципы выполнения автоматических устройств включения резерва. |
| 15 | Особенности функционирования микропроцессорных комплектов автоматического повторного включения |
| 16 | Назначение и принципы функционирования автоматики предотвращения нарушения устойчивости |
| 17 | Общая структура микропроцессорной автоматики предотвращения нарушения устойчивости |
| 18 | Разновидности и краткая характеристика типовых устройств прекращения асинхронного режима |

| № п/п | Темы |
|-------|---|
| 19 | Принцип действия автоматики прекращения асинхронного режима |
| 20 | Особенности микропроцессорной автоматики прекращения асинхронного режима |
| 21 | Автоматика ограничения повышения частоты и напряжения |
| 22 | Автоматика, ограничивающая аварийное снижение частоты |
| 23 | Автоматическая частотная разгрузка ЭЭС |
| 24 | Микропроцессорная автоматика частотной разгрузки ЭЭС |
| 25 | Назначение и основные задачи АСДУ |
| 26 | Средства сбора, передачи, обработки и отображения информации в АСДУ |
| 27 | Организация коммерческого учета электроэнергии |
| 28 | Технический учет электроэнергии |
| 29 | Общая структура и принцип действия микропроцессорных счетчиков электроэнергии |
| 30 | Микропроцессорная интегрированная противоаварийная автоматика |

Краткое описание и регламент выполнения

Доклад представляет собой публичное выступление по изучаемому разделу дисциплины «Автоматизация систем электроснабжения». При подготовке доклада, презентации обучающийся должен отобрать не менее 10 наименований литературы (книг, статей, сборников, нормативно-правовых актов). Предпочтение следует отдавать литературе, опубликованной в течение последних 5 лет. Допускается обращение к Интернет-сайтам. Изложение текста доклада должно быть четким, аргументированным.

В заключение доклада обучающийся должен сделать выводы по теме.

Продолжительность доклада не более 7 минут. Для получения положительной отметки наличие компьютерной презентации обязательно. Минимальное количество слайдов – 5. Презентация должна быть информативна, соответствовать теме доклада.

Критерии оценки:

- отметка «зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся изложил материал грамотно, содержание ответа соответствует содержанию вопроса, тема вопроса полностью раскрыта; подготовлена презентация с требуемым количеством слайдов.

- отметка «не зачтено», если обучающийся не раскрыл содержание вопроса или отклонился от заданной темы, отсутствует презентация или презентация не содержит требуемого количества слайдов, не информативна и не соответствует теме доклада.

7.2.1.4. Типовые тестовые задания

1. Управление процессами производства, распределения и потребления электроэнергии является автоматическим, если осуществляется

- А) диспетчером;
- Б) техническими средствами;
- В) без участия человека;
- Г) верны ответы Б и В.

2. Управление процессами производства, распределения и потребления электроэнергии является автоматизированным, если осуществляется

- А) оператором;
- Б) диспетчером;
- В) техническими средствами;
- Г) верны ответы Б и В.

3. Автоматизированная система диспетчерского управления это

- А) экспертная система;

- Б) человеко-машинная система;
- В) адаптивная система;
- Г) релейная система.

4. Средства автоматического управления процессом производства, распределения и потребления электроэнергии это

- А) технологическая автоматика;
- Б) противоаварийная автоматика;
- В) местная и системная автоматика;
- Г) верны ответы А и Б.

5. Технологическая автоматика обеспечивает

- А) автоматическое повторное включение;
- Б) автоматическое включение резерва;
- В) автоматическое регулирование возбуждения;
- Г) автоматическую частотную разгрузку.

6. Противоаварийная автоматика обеспечивает

- А) включение на параллельную работу синхронных генераторов;
- Б) регулирование напряжения в распределительной сети;
- В) релейную защиту электрооборудования;
- Г) регулирование частоты и активной мощности.

7. Основная причина возникновения аварийного режима в электрической сети

- А) ошибочные действия оперативного персонала;
- Б) отключение группы потребителей;
- В) короткие замыкания;
- Г) отключение группы синхронных генераторов.

8. Короткое замыкание сопровождается

- А) увеличением напряжения;
- Б) увеличением тока;
- В) увеличением частоты;
- Г) верны ответы А) и В).

9. Основные функции релейной защиты

- А) контролировать параметры электрического режима;
- Б) выявлять и отключать поврежденный элемент;
- В) выдавать сообщение дежурному персоналу;
- Г) верны ответы Б) и В).

10. Основные требования к релейной защите

- А) селективность и быстродействие;
- Б) надежность и чувствительность;
- В) экономическая эффективность и эксплуатационные расходы;
- Г) верны ответы А) и Б).

Краткое описание и регламент выполнения

Тест проводится в начале практического занятия в письменной форме. Каждому обучающемуся выдается 20 вопросов, на каждый из которых нужно выбрать правильный (ые) ответ (ы). Время, отводимое на тестирование - 15 минут.

Критерии оценки:

- отметка «зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся ответил правильно больше чем на половину тестов.

- отметка «не зачтено» - если обучающийся ответил правильно на половину или меньше тестов.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 3

| № п/п | Вопросы к зачету |
|-------|---|
| 1 | Автоматизированные системы управления энергосбережением и электроснабжением |
| 2 | История возникновения и современные проблемы автоматизации электроснабжения |
| 3 | Телемеханические системы управления в СЭС |
| 4 | Микропроцессорные средства РЗАиТ |
| 5 | Диспетчеризация управления СЭС: щиты управления, диспетчерский пункт, контрольно-измерительные приборы |
| 6 | Измерение показателей качества электроэнергии в СЭС |
| 7 | Контроль показателей качества электроэнергии в СЭС |
| 8 | Автоматизированные системы регистрации аварийных ситуаций |
| 9 | АСУ ТП электростанций |
| 10 | АСУ ТП подстанций |
| 11 | АСУ ТП предприятий электрических сетей |
| 12 | Системы сбора данных и телеуправления СЭС. Системы мониторинга и диагностики СЭС |
| 13 | Системы диагностики СЭС |
| 14 | Моделирование средств автоматизации СЭС в программном пакете LabVIEW (VisSim, MatLab) |
| 15 | SCADA – системы человеко-машинного интерфейса: функции и задачи SCADA-уровня |
| 16 | Оптические, беспроводные и спутниковые каналы связи в АСУ-электро |
| 17 | Оптовый рынок электроэнергии: инфраструктура, иерархия управления, участники |
| 18 | Розничный рынок электроэнергии: инфраструктура, иерархия управления, участники |
| 19 | Коммерческий и технический учет электроэнергии, активной и реактивной мощности |
| 20 | Автоматизация учета потребления энергоресурсов на ПП |
| 21 | Автоматизация учета электроэнергии в рыночных условиях |
| 22 | АИИС КУЭ: основные функции и задачи, уровни иерархии, состав оборудования |
| 23 | Архитектура программного обеспечения АИИС КУЭ |
| 24 | Техническая эксплуатация, метрологическое и нормативное обеспечение АИИС КУЭ |
| 25 | Микропроцессорные счетчики электроэнергии |
| 26 | Организация коммерческого учета перетоков электроэнергии в ЭЭС |
| 27 | Микропроцессорные автоматические синхронизаторы для включения синхронных генераторов на параллельную работу |
| 28 | Микропроцессорный автоматический регулятор возбуждения синхронных генераторов |
| 29 | Микропроцессорная автоматизированная система управления гидроэлектростанциями |
| 30 | Микропроцессорная АСУ тепловыми станциями |
| 31 | Цифровая АСУ частотой и активной мощностью электроэнергетической системы |
| 32 | Микропроцессорная автоматика прекращения асинхронного режима |
| 33 | Цифровая автоматика предотвращения нарушения устойчивости ЭЭС |
| 34 | Микропроцессорная автоматика частотной разгрузки ЭЭС |

| № п/п | Вопросы к зачету |
|--------------|---|
| 35 | Микропроцессорная интегрированная противоаварийная автоматика |
| 36 | Микропроцессорные регуляторы реактивной мощности конденсаторных батарей |
| 37 | Автоматизированная система управления плавкой гололеда в энергосистеме |
| 38 | Противоаварийная автоматика |
| 39 | Режимы работы электроэнергетических систем |
| 40 | Цифровая автоматика отключений коротких замыканий, повторного и резервного включений |
| 41 | Автоматические устройства включения резерва |
| 42 | Фазы функционирования автоматики предотвращения нарушения устойчивости |
| 43 | Общая функциональная структура АПНУ |
| 44 | Назначение устройств автоматического предотвращения нарушения устойчивости |
| 45 | Воздействия устройств автоматического предотвращения нарушений устойчивости |
| 46 | Причины возникновения аварийных режимов |
| 47 | Устройства для выявления аварийных возмущений |
| 48 | Автоматизированные системы регистрации аварийных ситуаций |
| 49 | Особенности автоматики предотвращения нарушения устойчивости |
| 50 | Автоматическая частотная разгрузка. Понятие. Нормативные требования. Длительность работы. |
| 51 | Структура устройства АЧР |
| 52 | Автоматическое повторное включение после АЧР |
| 53 | Назначение и функции автоматизированных систем диспетчерского управления |
| 54 | Автоматизированное рабочее место (АРМ) диспетчера энергетического объекта |
| 55 | Средства сбора, передачи и обработки информации |
| 56 | Дистанционное и телемеханическое управление |
| 57 | Диспетчерский пункт. Щиты управления энергообъекта |
| 58 | Структура АСКУЭ |
| 59 | Задачи автоматизации учёта электроэнергии |
| 60 | Требования, предъявляемые к автоматизированным системам учета электроэнергии |

7.3.2. Критерии и нормы оценки

| Семестр | Форма проведения промежуточной аттестации | Критерии и нормы оценки | |
|----------------|--|--------------------------------|---|
| 1 | зачет | «зачтено» | оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся изложил материал грамотно, содержание ответа соответствует содержанию вопроса, тема вопроса полностью раскрыта |
| | | «не зачтено» | оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если обучающийся не раскрыл содержание вопроса или отклонился от заданной темы |

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

| № п/п | Авторы, составители | Заглавие (заголовок) | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС |
|----------|--|--|---|-------------|---|
| 1 | Шойко В.П. | Автоматическое регулирование в электрических системах | Учебное пособие | 2018 | ЭБС «IPRbooks» |
| 2 | Крылов Ю.А., Карандаев А.С., Медведев В.Н. | Энергосбережение и автоматизация производства в теплоэнергетическом хозяйстве города | Учебное пособие | 2018 | ЭБС «Лань» |
| 3 | Петренко Ю.Н., Новиков С.О., Гончаров А.А. | Программное управление технологическими комплексами в энергетике | Учебное пособие | 2017 | ЭБС «IPRbooks» |
| 4 | Клевцов А.В. | Средства оптимизации потребления электроэнергии | Учебник | 2016 | ЭБС «IPRbooks» |
| 5 | Струченков В.И. | Прикладные задачи оптимизации. Модели, методы, алгоритмы | Учебник | 2016 | ЭБС «IPRbooks» |

8.2. Дополнительная литература

| № п/п | Авторы, составители | Заглавие (заголовок) | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС |
|----------|--|---|---|-------------|---|
| 1 | Кудрявцева И.В., Рыков С.А., Рыков С.В., Скобов Е.Д. | Методы оптимизации в примерах в пакете MathCAD 15 | Учебное пособие | 2016 | ЭБС «IPRbooks» |
| 2 | Кувшинов А.А. | Автоматизация систем электроснабжения | Практикум | 2018 | Репозиторий ТГУ |

| № п/п | Авторы, составители | Заглавие (заголовок) | Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС |
|------------------|----------------------------------|-----------------------------|---|--------------------|---|
| | | | | | |
| 3 | Вахнина В. В., Черненко А. Н. | Системы электроснабжения | Учебно-методическое пособие | 2015 | Репозиторий ТГУ |

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Web of Science [Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: Clarivate Analytics, 2016. – Режим доступа : apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус.,англ.;
- Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004. – Режим доступа : scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000. – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Springer Link [Электронный ресурс] : [база данных].– Switzerland: SpringerNature, 1842. – Режим доступа : link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Science Direct [Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018. – Режим доступа : sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Cambridge university press [Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridge university press, 2018 . – Режим доступа : cambridge.org. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- NEICON [Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. – Москва : НЭИКОН, 2002. – Режим доступа : neicon.ru/resources/archive. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

8.4. Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование ПО | Реквизиты договора (дата, номер, срок действия) |
|-------|-----------------|--|
| 1 | Windows | Договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно |
| 2 | Office Standard | Договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016, срок действия – бессрочно |

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| № п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории) | Перечень основного оборудования |
|-------|---|--|
| 1 | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-211) | Проектор, экран; стол ученический (моноблок) двухместный, стол ученический (моноблок) трехместный, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная., экран, проектор, жалюзи. |

| № п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории) | Перечень основного оборудования |
|----------|---|--|
| 2 | <p>Лаборатория «Электрооборудование станций и подстанций предприятий».</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.</p> <p>Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ).</p> <p>Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p>(Э-203)</p> | <p>Проектор, экран; столы ученические двухместные, стулья ученические, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), стенды универсальный лабораторный, стенд демонстрационный., стол компьютерный одноместный, ПК, жалюзи</p> |
| 3 | <p>Лаборатория «Производство и передача электроэнергии».</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.</p> <p>Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ).</p> <p>Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p>(Э-201)</p> | <p>Стол�ы ученические двухместные, стулья ученические, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), стенд лабораторный., столы лабораторные, шкаф, жалюзи</p> |
| 4 | <p>Помещение для самостоятельной работы студентов. (Г-401)</p> | <p>Стол�ы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет</p> |