

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
в г. Смоленске
по учебно-методической работе
В.В. Рожков
« 31 » 08 2015 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Магистерская программа: Методы исследования и моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии

Уровень высшего образования: магистратура

Нормативный срок обучения: 2 года

Форма обучения: очная

Смоленск – 2015 г.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Целью освоения дисциплины является подготовка обучающихся к проектно-конструкторской деятельности по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

Задачами дисциплины является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Дисциплина направлена на формирование следующей профессиональной компетенции:

- ПК-10 «способность управлять проектами разработки объектов профессиональной деятельности».
- ПК-11 «способность осуществлять технико-экономическое обоснование проекта».

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- Основные характеристики и требования к автоматизированным системам управления технологическими процессами (АСУТП) и электроприводам промышленных механизмов (ПК-11);
- Основные принципы построения автоматизированных систем управления технологическими процессами (ПК-11);
- Основные виды и характеристики оборудования, применяемого в АСУТП и электроприводах промышленных механизмов (ПК-10);
- Схемотехнику силовых частей электроприводов в АСУТП (ПК-11);
- Теоретические основы синтеза АСУТП и систем управления электроприводами промышленных механизмов (ПК-10);
- Методы управления электроприводами промышленных механизмов (ПК-11).

Уметь:

- Использовать прикладные инструменты программирования логических контроллеров (ПК-10);
- Обоснованно выбирать технологическое оборудование АСУТП и электроприводов промышленных механизмов (ПК-11);
- Использовать компьютерную технику для анализа и синтеза АСУТП и систем управления электроприводов промышленных механизмов (ПК-10);
- Составлять алгоритмы работы АСУТП (ПК-10).

Владеть:

- навыками расчета и моделирования АСУТП и систем управления электроприводов промышленных механизмов (ПК-10);
- навыками расчёта производительности АСУТП (ПК-11);
- навыками программирования логических контроллеров (ПК-10);
- навыками расчёта нагрузок электроприводов промышленных механизмов (ПК-11).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части дисциплин по выбору В.ДВ.1.1 студента цикла Б1 образовательной программы подготовки магистров по магистерской программе «Методы исследования и моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии», направления «Электроэнергетика и электротехника».

В соответствии с учебным планом по направлению «Электроэнергетика и электротехника» дисциплина «Технические средства автоматизации технологических процессов» базируется на следующих дисциплинах:

- Б1.В.ОД.1 «Универсальный метод расчета полей и процессов в электромеханике»
- Б1.В.ОД.6 «Электрические машины автоматических устройств»
- Б1.В.ДВ.1.2 «Современные технологии в электромашиностроении»

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения дисциплины, являются базой для изучения следующих дисциплин:

- Б1.Б.4 «Экономика энергетики»
- Б1.Б.6 «Методология научного творчества»
- Б1.В.ДВ.3.1 «Управление и регулирование в электромеханике»
- Б1.В.ДВ.3.2 «Системы регулирования электромеханических преобразователей»
- Б2.П.1 «Производственная практика»
- Б2.П.2 «Преддипломная практика»

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Аудиторная работа

| | | |
|---|--------------|-----------|
| Цикл: | Б1 | Семестр |
| Часть цикла: | вариативная | |
| № дисциплины по учебному плану: | Б.1.В.ДВ.1.1 | |
| Часов (всего) по учебному плану: | 180 | 1 семестр |
| Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ) | 5 | 1 семестр |
| Лекции (ЗЕТ, часов) | 0,5, 18 | 1 семестр |
| Практические занятия (ЗЕТ, часов) | 0,5, 18 | 1 семестр |
| Лабораторные работы (ЗЕТ, часов) | 0,5, 18 | 1 семестр |
| Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего) | 2,5, 90 | 1 семестр |
| Экзамен (ЗЕТ, часов) | 1, 36 | 1 семестр |

Самостоятельная работа студентов

| | |
|--|------------------------|
| Вид работ | Трудоёмкость, ЗЕТ, час |
| Изучение материалов лекций (лк) | - |
| Подготовка к практическим занятиям (пз) | 1,5, 54 |
| Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб) | 0,5, 18 |
| Выполнение расчетно-графической работы (реферата) | - |
| Выполнение курсового проекта (работы) | - |
| Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (ср) | 0,5, 18 |
| Подготовка к контрольным работам | - |
| Подготовка к тестированию | - |
| Подготовка к зачету | - |
| Всего: | 2,5, 90 |
| Подготовка к экзамену | 1, 36 |

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических и видов учебных занятий

| № п/п | Темы дисциплины | Всего часов на тему | Виды учебной занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах) | | | | |
|---|--|---------------------|--|-----------|-----------|-----------|------------------|
| | | | лк | пр | лаб | СРС | в т.ч. интеракт. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | Тема 1. АСУТП в современном промышленном производстве. | 8 | 2 | 2 | 0 | 4 | 4 |
| 2 | Тема 2. Элементы систем автоматизированного электропривода промышленных установок. | 30 | 4 | 4 | 4 | 18 | 8 |
| 3 | Тема 3. АСУТП в металлообработке. Электропривод станков с числовым программным управлением. | 36 | 6 | 6 | 4 | 20 | 12 |
| 4 | Тема 4. Технологическое оборудование автоматизированных промышленных систем. | 18 | 2 | 2 | 4 | 10 | 4 |
| 5 | Тема 5. Типовые промышленные механизмы. Электропривод механизмов непрерывного и циклического действия. | 34 | 4 | 4 | 6 | 20 | 8 |
| 6 | Дополнительные темы на СРС. 1. Промышленные сети для передачи информации. 2. Электропривод электротранспорта. 3. Асинхронный электропривод с векторным управлением. | 18 | | | | 18 | |
| всего 180 часов по видам учебных занятий (включая 36 часов на подготовку к экзамену) | | | 18 | 18 | 18 | 90 | 36 |

Содержание по видам учебных занятий

Тема 1. АСУТП в современном промышленном производстве.

Лекция 1. АСУТП в современном промышленном производстве. Назначение, структура и характеристики АСУТП. Иерархический принцип АСУТП. Классификация и структура современных технологических объектов управления. Электроприводы в АСУТП. Переработка технологической информации. (2 часа).

Практическое занятие 1. Получение информации о технологическом объекте управления. Преобразование технологической информации (кодирование). Амплитудная модуляция, модуляции по частоте и скважности. Теорема Котельникова (2 часа).

Самостоятельная работа 1. Подготовка к практическим занятиям (изучение материалов по теме занятия) (всего к теме №1 – 4 часа).

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защита лабораторных работ.

Тема 2. Элементы систем автоматизированного электропривода промышленных установок.

Лекция 2. Элементы систем автоматизированного электропривода промышленных установок – силовые полупроводниковые преобразователи электроприводов постоянного и переменного тока и алгоритмы управления ими (2 часа).

Лекция 3. Элементы систем автоматизированного электропривода промышленных установок – регуляторы, датчики электрических и механических величин (2 часа).

Лабораторная работа 1. Программирование ПЛК. Порты ввода/вывода. Реализация логических функций (4 часа).

Практическое занятие 2. Моделирование полупроводниковых преобразователей – тиристорных выпрямителей, транзисторных преобразователей частоты, широтно-импульсных преобразователей (2 часа).

Практическое занятие 3. Моделирование системы стабилизации скорости с ПИД-регулятором. Анализ статических и динамических свойств электропривода (2 часа).

Самостоятельная работа 2. Подготовка к практическим занятиям (изучение материалов по теме занятия). Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы № 1 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла) (всего к теме №2 – 18 часов).

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защита лабораторных работ.

Тема 3. АСУТП в металлообработке. Электропривод станков с числовым программным управлением.

Лекция 4. АСУТП металлообработки. Принцип построения. Технологические процессы – точение, расточка, строгание, сверление, фрезерование шлифование. (2 часа).

Лекция 5. Электропривод станков с числовым программным управлением (ЧПУ). Классификация. Терминология станочного электропривода с ЧПУ. Задачи, решаемые ЧПУ. Понятие об интерполяции. Адаптивные системы управления с ЧПУ (2 часа).

Лекция 6. Электропривод станков с числовым программным управлением. Основные режимы работы исполнительных электроприводов с ЧПУ и общие требования к ним. Сервопривод, назначение, структурная схема, характеристики. Цифровые датчики в системах ЧПУ (2 часа).

Лабораторная работа 2. Программирование ПЛК. Реализация специальных функций. Диаграммы последовательных состояний (4 часа).

Практическое занятие 4 Моделирование системы стабилизации скорости электропривода с подчинённым регулированием координат. Изучение статических и динамических свойств электропривода (2 часа).

Практическое занятие 5 Моделирование следящей системы электропривода с подчинённым регулированием координат. Изучение статических и динамических свойств электропривода (2 часа).

Практическое занятие 6. Моделирование следящего электропривода с комбинированным управлением (2 часа).

Самостоятельная работа 3. Подготовка к практическим занятиям (изучение материалов по теме занятия). Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы № 2 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла) (всего к теме №3 – 20 часов).

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защита лабораторных работ.

Тема 4. Технологическое оборудование автоматизированных промышленных систем.

Лекция 7. Технологическое оборудование автоматизированных производственных систем (АПС). Принцип построения. Анализ производительности АПС. Производительность АПС

с различным агрегатированием. Особенности конструкций инструмента и приспособлений АПС. Компонентные схемы АПС (2 часа).

Лабораторная работа 3. Программирование ПЛК. Проектирование системы логического управления технологическим процессом (4 часа).

Практическое занятие 7. Расчёт производительности автоматизированных производственных систем (2 часа).

Самостоятельная работа 4. Подготовка к практическим занятиям (изучение материалов по теме занятия). Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы № 3 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла) (всего к теме №4 – 10 часов).

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защита лабораторных работ.

Тема 5. Типовые промышленные механизмы. Электропривод механизмов непрерывного и циклического действия.

Лекция 8. Электропривод механизмов непрерывного действия. Классификация. Требования к электроприводам. Электроприводы конвейеров, насосов и нагнетателей – кинематические схемы, функциональные схемы, статические и динамические нагрузки. Характеристика оборудования и регулирующих устройств. Управление механизмами, связанными ленточным материалом (моталки) – кинематическая схема, способы управления натяжением. Статические и динамические нагрузки (2 часа).

Лекция 9. Электропривод механизмов циклического действия. Классификация. Требования к электроприводам. Системы управления подъёмно-транспортным оборудованием. Подъёмные и тяговые лебёдки. Система управления лифтом – кинематическая схема, функциональная схема, статические и динамические нагрузки, характеристика оборудования и регулирующих устройств. Система управления летучими ножницами – кинематическая схема, функциональная схема, статические и динамические нагрузки, характеристика оборудования и регулирующих устройств (2 часа).

Лабораторная работа 4. Программирование ПЛК. Проектирование системы управления электрическим приводом (4 часа).

Практическое занятие 8. Расчёт статических и динамических нагрузок механизмов циклического действия. Выбор двигателей для механизмов циклического действия (2 часа).

Практическое занятие 9. Моделирование шагового электропривода (2 часа).

Самостоятельная работа 5. Подготовка к практическим занятиям (изучение материалов по теме занятия). Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №4 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла) (всего к теме №4 – 20 часов).

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защита лабораторных работ.

Дополнительная тема на СРС.

1. Промышленные сети для передачи информации.
2. Электропривод электротранспорта.
3. Асинхронный электропривод с векторным управлением.

Самостоятельная работа 4. Самостоятельное изучение указанным темам (18 часов).

Текущий контроль – устный опрос по дополнительной теме СРС.

Лекционные занятия (в количестве 8 часов) проводятся в интерактивной форме, а именно, происходит обсуждение материала лекций, и делаются выводы на основе имеющихся и приобретённых знаний, умений и навыков в виде диалога со студентами. На практических занятиях (14 часов) используется бригадный метод выполнения задания с разграничением

функциональных обязанностей студента при выполнении задания по моделированию – анализ исходных данных, проработка схемы построения модели, выбор технологии моделирования, расчет параметров регуляторов и контуров регулирования, возможная оптимизация. Затем усилия объединяются и организуется активный диалог студентов с преподавателем и между собой для подведения итогов решения задания и практической реализации модели).

Лабораторные работы (в количестве 14 часов) проводятся в интерактивной форме: работа в малых группах (используется бригадный метод выполнения лабораторных работ).

Промежуточная аттестация по дисциплине: экзамен.

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом. Экзамен проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструктивным письмом от 14.05.2012 г. № 21-23.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для обеспечения самостоятельной работы разработано:

- демонстрационные слайды лекций по дисциплине;
- методические указания к лабораторным работам;
- методические указания к практическим занятиям;
- методические указания по самостоятельной работе (Приложение к настоящей РПД).

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции: ПК-10, ПК-11.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов).
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа студентов).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе защит лабораторных работ, а также решения конкретных технических задач на практических занятиях, успешной сдачи экзамена.

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания

Сформированность компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 80% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 60% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 40% приведенных знаний, умений и навыков - на пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Уровень сформированности каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлен различными видами оценочных средств.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции ПК-10 «способность управлять проектами разработки объектов профессиональной деятельности» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по лабораторным работам и практическим занятиям. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах, защитах лабораторных работ и ответах на практических занятиях.

Принимается во внимание

знания обучающимися:

- основных видов и характеристик оборудования, применяемого в АСУТП и электроприводах промышленных механизмов;
- теоретических основ синтеза АСУТП и систем управления электроприводами промышленных механизмов.

наличие **умения**:

- использовать прикладные инструменты программирования логических контроллеров;
- использовать компьютерную технику для анализа и синтеза АСУТП и систем управления электроприводов промышленных механизмов;
- составлять алгоритмы работы АСУТП.

присутствие **навыка**:

- расчета и моделирования АСУТП и систем управления электроприводов промышленных механизмов;
- программирования логических контроллеров.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции в процессе выполнения и защиты лабораторных работ в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции ПК-10 «способность управлять проектами разработки объектов профессиональной деятельности» в процессе защиты лабораторных работ, как формы текущего контроля. На защите соответствующих лабораторных работ задается 2 вопроса из примерного перечня:

1. Назначение, устройство, принцип действия, характеристики и область применения программируемых логических контроллеров.
2. Характеристика языков программирования логических контроллеров. Целесообразность выбора языков программирования.
3. Инструменты комплексов программирования логических контроллеров.
4. Стандартные функциональные блоки программируемых логических контроллеров.
5. Опишите технологию пуска электродвигателя и работы на заданной установившейся скорости от аналогового сигнала, формируемого внешним потенциометром.
6. Опишите технологию пуска электродвигателя и работы на заданной установившейся скорости от внешних многофункциональных клемм с использованием ПЛК.

7. Приведите примеры основных элементов программного обеспечения контроллера, программируемого на языке релейно-контактных схем и на языке функциональных блоков.
8. Что собой представляет блок логических функций для контроллера, программируемого на языке релейно-контактных схем и на языке функциональных блоков?

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции ПК-10 «способность управлять проектами разработки объектов профессиональной деятельности» в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Оценивается активность работы студента на практических занятиях, глубина ответов студента «у доски» при устных опросах в процессе выполнения заданий к каждому практическому занятию.

Способность называть при устном ответе основные законы, приводить простейшие соотношения, определять типы регуляторов при заданной структуре системы управления и заданных технологических требованиях соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования. В дополнение к пороговому уровню – самостоятельно задавать структуру системы управления при заданных технологических требованиях – соответствует продвинутому уровню. В дополнении к продвинутому уровню – способность рассчитывать параметры регуляторов, синтезировать полную схему системы управления – соответствует эталонному уровню.

Сформированность уровня компетенции не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции ПК-11 «способность осуществлять технико-экономическое обоснование проекта» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по лабораторным работам и практическим занятиям. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах, защитах лабораторных работ и ответах на практических занятиях.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- основных характеристики и требований к автоматизированным системам управления технологическими процессами (АСУТП) и электроприводам промышленных механизмов;
- основных принципов построения автоматизированных систем управления технологическими процессами;
- схемотехники силовых частей электроприводов в АСУТП;
- методов управления электроприводами промышленных механизмов.

наличие **умения**:

- обоснованно выбирать технологическое оборудование АСУТП и электроприводов промышленных механизмов.

присутствие **навыка**:

- расчёта производительности АСУТП;
- расчёта нагрузок электроприводов промышленных механизмов.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции в процессе выполнения и защиты лабораторных работ в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции ПК-11 «способность осуществлять технико-экономическое обоснование проекта» в процессе защиты лабораторных работ, как формы текущего контроля. На защите соответствующих лабораторных работ задается 2 вопроса из примерного перечня:

1. Изобразить нагрузочную диаграмму и тахограмму подъёмного механизма и двигателя с предварительным выбором слабины канатов.
2. Изобразить нагрузочную диаграмму и тахограмму механизма передвижения и двигателя при предварительном пуске на пониженную скорость.
3. Изобразить нагрузочную диаграмму и тахограмму механизма передвижения и двигателя при наличии уклона.
4. Изобразить нагрузочную диаграмму и тахограмму механизма и двигателя при предварительном выборе зазора в кинематической цепи.
5. Объяснить отличие нагрузочной диаграммы механизма от нагрузочной диаграммы механизма.
6. Объяснить выбор двигателя для механизма циклического действия.
7. Приведите примеры базовых параметров (основных настроек) преобразователей частоты.
8. Опишите технологию проектирования технологического цикла с использованием промышленного программируемого логического контроллера по заданной тахограмме механизма.

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции ПК-11 «способность осуществлять технико-экономическое обоснование проекта» в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Оценивается активность работы студента на практических занятиях, глубина ответов студента «у доски» при устных опросах в процессе выполнения заданий к каждому практическому занятию.

Способность называть при устном ответе основные законы, приводить простейшие соотношения, определять типы регуляторов при заданной структуре системы управления и заданных технологических требованиях соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования. В дополнение к пороговому уровню – самостоятельно задавать структуру системы управления при заданных технологических требованиях – соответствует продвинутому уровню. В дополнении к продвинутому уровню – способность рассчитывать параметры регуляторов, синтезировать полную схему системы управления – соответствует эталонному уровню.

Сформированность уровня компетенции не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является зачет экзамен, оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Экзамен по дисциплине «Технические средства автоматизации технологических процессов» проводится в устной форме.

Критерии оценивания (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, преду-

смотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безусловно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практические задание.

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнившему практические задание, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомы с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные проблемы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.).

В зачетную книжку студента и приложение к диплому выносится оценка экзамена по дисциплине за 1 семестр.

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Вопросы по формированию и развитию теоретических знаний, предусмотренных компетенциями, закреплёнными за дисциплиной (примерные вопросы по лекционному материалу дисциплины):

1. АСУТП в современном промышленном производстве. Назначение, структура и характеристики АСУТП. Иерархический принцип АСУТП.
2. Классификация и структура современных технологических объектов управления. Электроприводы в АСУТП.
3. Переработка технологической информации. Получение информации о технологическом объекте управления.
4. Силовые полупроводниковые преобразователи электроприводов постоянного тока и алгоритмы управления ими. Тиристорный преобразователь. Принцип работы, временные диаграммы.

5. Силовые полупроводниковые преобразователи электроприводов постоянного тока и алгоритмы управления ими. Электропривод постоянного тока ШИП – Д. Принцип работы, временные диаграммы.
6. Силовые полупроводниковые преобразователи электроприводов переменного тока и алгоритмы управления ими. Транзисторный преобразователь частоты. Принцип работы, временные диаграммы.
7. Силовые полупроводниковые преобразователи электроприводов переменного тока и алгоритмы управления ими. Многоуровневый инвертор. Принцип работы, временные диаграммы.
8. Регуляторы в системах управления электроприводов. Назначение, математическое описание, способы синтеза.
9. Датчики электрических и механических величин. Назначение, характеристики. Цифровые датчики в АСУТП.
10. АСУТП металлообработки. Принцип построения.
11. Технологические процессы – точение, расточка, строгание, сверление, фрезерование шлифование.
12. Электропривод станков с числовым программным управлением. Классификация. Терминология станочного электропривода с ЧПУ.
13. Задачи, решаемые ЧПУ. Понятие об интерполяции.
14. Адаптивные системы управления с ЧПУ.
15. Основные режимы работы исполнительных электроприводов с ЧПУ и общие требования к ним. Сервопривод, назначение, структурная схема, характеристики.
16. Технологическое оборудование автоматизированных производственных систем. Принцип построения.
17. Анализ производительности АПС. Производительность АПС с различным агрегатированием.
18. Особенности конструкций инструмента и приспособлений АПС. Компоновочные схемы АПС.
19. Электропривод механизмов непрерывного действия. Классификация. Требования к электроприводам.
20. Электроприводы конвейеров, насосов и нагнетателей – кинематические схемы, функциональные схемы, статические и динамические нагрузки. Характеристика оборудования и регулирующих устройств.
21. Управление механизмами, связанными ленточным материалом (моталки) – кинематическая схема, способы управления натяжением. Статические и динамические нагрузки.
22. Электропривод механизмов циклического действия. Классификация. Требования к электроприводам.
23. Системы управления подъёмно-транспортным оборудованием. Подъёмные и тяговые лебёдки. Кинематическая схема, функциональная схема, статические и динамические нагрузки, характеристика оборудования и регулирующих устройств.
24. Система управления лифтом – кинематическая схема, функциональная схема, статические и динамические нагрузки, характеристика оборудования и регулирующих устройств.
25. Система управления летучими ножницами – кинематическая схема, функциональная схема, статические и динамические нагрузки, характеристика оборудования и регулирующих устройств.
26. Электропривод электрического транспорта – кинематическая схема, функциональная схема, статические и динамические нагрузки, характеристика оборудования и регулирующих устройств.
27. Асинхронный электропривод с микропроцессорной системой управления. Функциональная схема, решаемые задачи, регулирующие устройства.

26. Асинхронные электропривод с микропроцессорной системой управления. Принцип векторного управления. Математическая формулировка, векторные диаграммы тока статора и потока, статические и динамические характеристики.
27. Синхронные электропривод с микропроцессорной системой управления. Функциональная схема, решаемые задачи, регулирующие устройства.
28. Синхронные электропривод с микропроцессорной системой управления. Принцип векторного управления. Математическая формулировка, векторные диаграммы тока статора и потока, статические и динамические характеристики.

Вопросы по приобретению и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной
(примеры вопросов к практическим занятиям, лабораторным работам)

1. Получение информации о технологическом объекте управления. Преобразование технологической информации.
2. Амплитудная модуляция, модуляции по частоте и скважности.
3. Получение информации о технологическом объекте управления. Теорема Котельникова. Кодирование сигналов.
3. Перевод чисел из одной системы счисления в другую.
4. Система стабилизации скорости с подчиненным регулированием координат. Оценка точности регулирования и динамических показателей регулирования.
5. Следящий электропривод. Типовые структурные схемы. Оценка точности регулирования и динамических показателей регулирования.
6. Расчёт производительности автоматизированных производственных систем. Экономическая эффективность.
7. Расчёт производительности автоматизированных производственных систем. Взаимосвязь технических и экономических показателей.
8. Анализ производительности действующих автоматизированных производственных систем.
9. Выбор двигателей для механизмов непрерывного действия.
10. Расчёт мощности и выбор двигателей для электроприводов вентиляторов, насосов, компрессоров.
11. Расчёт статических и динамических нагрузок электроприводов механизмов передвижения и поворота.
12. Расчёт статических и динамических нагрузок электроприводов подъёмных и тяговых лебёдок.
13. Расчёт механизма лифта. Выбор двигателя для электропривода лифта.
14. Выбор двигателей для электропривода механизмов циклического действия.
15. Назначение, устройство, принцип действия, характеристики и область применения программируемых логических контроллеров.
16. Характеристика языков программирования логических контроллеров. Целесообразность выбора языков программирования.
17. Инструменты комплексов программирования логических контроллеров.
18. Стандартные функциональные блоки программируемых логических контроллеров.
19. Позиционный электропривод. Структурная схема и основные расчётные соотношения.
20. Влияние параметров на точную остановку подъёмно-транспортных механизмов.
21. Модели полупроводниковых преобразователей.
22. Система стабилизации скорости с ПИД-регулятором. Анализ статических и динамических свойств электропривода.

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к экзамену)

Первый вопрос в экзаменационном билете по лекционному материалу (вопросы 1 – 28). Второй вопрос на тему, близкую к разбираемым на практических занятиях (вопросы 29 – 51).

1. АСУТП в современном промышленном производстве. Назначение, структура и характеристики АСУТП. Иерархический принцип АСУТП.
2. Классификация и структура современных технологических объектов управления. Электроприводы в АСУТП.
3. Переработка технологической информации. Получение информации о технологическом объекте управления.
4. Силовые полупроводниковые преобразователи электроприводов постоянного тока и алгоритмы управления ими. Тиристорный преобразователь. Принцип работы, временные диаграммы.
5. Силовые полупроводниковые преобразователи электроприводов постоянного тока и алгоритмы управления ими. Электропривод постоянного тока ШИП – Д. Принцип работы, временные диаграммы.
6. Силовые полупроводниковые преобразователи электроприводов переменного тока и алгоритмы управления ими. Транзисторный преобразователь частоты. Принцип работы, временные диаграммы.
7. Силовые полупроводниковые преобразователи электроприводов переменного тока и алгоритмы управления ими. Многоуровневый инвертор. Принцип работы, временные диаграммы.
8. Регуляторы в системах управления электроприводов. Назначение, математическое описание, способы синтеза.
9. Датчики электрических и механических величин. Назначение, характеристики. Цифровые датчики в АСУТП.
10. АСУТП металлообработки. Принцип построения.
11. Технологические процессы – точение, расточка, строгание, сверление, фрезерование шлифование.
12. Электропривод станков с числовым программным управлением. Классификация. Терминология станочного электропривода с ЧПУ.
13. Задачи, решаемые ЧПУ. Понятие об интерполяции.
14. Адаптивные системы управления с ЧПУ.
15. Основные режимы работы исполнительных электроприводов с ЧПУ и общие требования к ним. Сервопривод, назначение, структурная схема, характеристики.
16. Технологическое оборудование автоматизированных производственных систем. Принцип построения.
17. Анализ производительности АПС. Производительность АПС с различным агрегатированием.
18. Особенности конструкций инструмента и приспособлений АПС. Компоновочные схемы АПС.
19. Электропривод механизмов непрерывного действия. Классификация. Требования к электроприводам.
20. Электроприводы конвейеров, насосов и нагнетателей – кинематические схемы, функциональные схемы, статические и динамические нагрузки. Характеристика оборудования и регулирующих устройств.
21. Управление механизмами, связанными ленточным материалом (моталки) – кинематическая схема, способы управления натяжением. Статические и динамические нагрузки.

22. Электропривод механизмов циклического действия. Классификация. Требования к электроприводам.
23. Системы управления подъёмно-транспортным оборудованием. Подъёмные и тяговые лебёдки. Кинематическая схема, функциональная схема, статические и динамические нагрузки, характеристика оборудования и регулирующих устройств.
24. Система управления лифтом – кинематическая схема, функциональная схема, статические и динамические нагрузки, характеристика оборудования и регулирующих устройств.
25. Система управления летучими ножницами – кинематическая схема, функциональная схема, статические и динамические нагрузки, характеристика оборудования и регулирующих устройств.
26. Электропривод электрического транспорта – кинематическая схема, функциональная схема, статические и динамические нагрузки, характеристика оборудования и регулирующих устройств.
27. Асинхронные электропривод с микропроцессорной системой управления. Функциональная схема, решаемые задачи, регулирующие устройства.
28. Асинхронные электропривод с микропроцессорной системой управления. Принцип векторного управления. Математическая формулировка, векторные диаграммы тока статора и потока, статические и динамические характеристики.
27. Синхронные электропривод с микропроцессорной системой управления. Функциональная схема, решаемые задачи, регулирующие устройства.
28. Синхронные электропривод с микропроцессорной системой управления. Принцип векторного управления. Математическая формулировка, векторные диаграммы тока статора и потока, статические и динамические характеристики.
29. Получение информации о технологическом объекте управления. Преобразование технологической информации.
30. Амплитудная модуляция, модуляции по частоте и скважности.
31. Получение информации о технологическом объекте управления. Теорема Котельникова. Кодирование сигналов.
32. Перевод чисел из одной системы счисления в другую.
33. Система стабилизации скорости с подчиненным регулированием координат. Оценка точности регулирования и динамических показателей регулирования.
34. Следящий электропривод. Типовые структурные схемы. Оценка точности регулирования и динамических показателей регулирования.
35. Расчёт производительности автоматизированных производственных систем. Экономическая эффективность.
36. Расчёт производительности автоматизированных производственных систем. Взаимосвязь технических и экономических показателей.
37. Анализ производительности действующих автоматизированных производственных систем.
38. Выбор двигателей для механизмов непрерывного действия.
39. Расчёт мощности и выбор двигателей для электроприводов вентиляторов, насосов, компрессоров.
40. Расчёт статических и динамических нагрузок электроприводов механизмов передвижения и поворота.
41. Расчёт статических и динамических нагрузок электроприводов подъёмных и тяговых лебёдок.
42. Расчёт механизма лифта. Выбор двигателя для электропривода лифта.
43. Выбор двигателей для электропривода механизмов циклического действия.
44. Назначение, устройство, принцип действия, характеристики и область применения программируемых логических контроллеров.

45. Характеристика языков программирования логических контроллеров. Целесообразность выбора языков программирования.
46. Инструменты комплексов программирования логических контроллеров.
47. Стандартные функциональные блоки программируемых логических контроллеров.
48. Позиционный электропривод. Структурная схема и основные расчётные соотношения.
49. Влияние параметров на точную остановку подъёмно-транспортных механизмов.
50. Модели полупроводниковых преобразователей.
51. Система стабилизации скорости с ПИД-регулятором. Анализ статических и динамических свойств электропривода.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, изложены в методических рекомендациях по изучению курса «Технические средства автоматизации технологических процессов», в которые входят методические рекомендации к выполнению и защите лабораторных работ, по выполнению заданий на самостоятельную работу.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Никитенко Г. В. Электропривод производственных механизмов [Электронный ресурс] : учебное пособие. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2013. – 224 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5845

б) дополнительная литература

1. Рожков, В.В. Применение частотно-регулируемого электропривода. Методические рекомендации по изучению курса «Частотно-регулируемый электропривод» [Текст]: методические рекомендации / В.В. Рожков. – Смоленск: РИО филиала МЭИ в г. Смоленске, 2012. – 64 с.
3. Даниленко Ю.И. Типовые схемы автоматического управления электроприводами [Электронный ресурс]:. – Электрон. дан. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2013. – 20 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52434

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины

1. АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ. ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА.

http://www.syl.ru/article/189110/new_avtomatizatsiya-tehnologicheskikh-protsessov-i-proizvodstv-tehnologii-avtomatizatsiya-proizvodstva

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции один раз в две недели, практические занятия один раз в две недели и четыре четырехчасовые лабораторные работы с двумя часами на защиту. Изучение курса завершается экзаменом.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях и лабораторных работах, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Во время **лекции** студент должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Практические занятия составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения практических (семинарских) занятий - формирование у студентов аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков.

Методические указания к практическим (семинарским) занятиям по дисциплине наряду с рабочей программой и графиком учебного процесса относятся к методическим документам, определяющим уровень организации и качества образовательного процесса.

Содержание практических занятий фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

Важнейшей составляющей любой формы практических занятий являются упражнения (задания). Основа в упражнении – пример, который разбирается с позиций теории, развитой в лекции. Как правило, основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что и определяет содержание деятельности студентов - решение задач, графические работы, уточнение категорий и понятий науки, являющихся предпосылкой правильного мышления и речи.

Практические занятия выполняют следующие задачи:

- стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу;
- закрепляют знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной работы над литературой;
- расширяют объём профессионально значимых знаний, умений, навыков;
- позволяют проверить правильность ранее полученных знаний;
- прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления;
- способствуют свободному оперированию терминологией;
- предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

При подготовке к **практическим занятиям** необходимо просмотреть конспекты лекций и методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

В ходе выполнения индивидуального задания практического занятия студент готовит отчет о работе (в программе *MS Word* или любом другом текстовом редакторе). В отчет заносятся результаты выполнения каждого пункта задания (схемы, диаграммы (графики), таблицы, расчеты,

ответы на вопросы пунктов задания, выводы и т.п.). Примерный образец оформления отчета имеется у преподавателя.

За 10 мин до окончания занятия преподаватель проверяет объем выполненной на занятии работы и отмечает результат в рабочем журнале.

Оставшиеся невыполненными пункты задания практического занятия студент обязан доделать самостоятельно.

После проверки отчета преподаватель может проводить устный или письменный опрос студентов для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия (студенты должны знать смысл полученных ими результатов и ответы на контрольные вопросы). По результатам проверки отчета и опроса выставляется оценка за практическое занятие.

Лабораторные работы составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;

формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

Дисциплины, по которым планируются лабораторные работы и их объемы, определяются рабочими учебными планами.

Методические указания по проведению лабораторных работ разрабатываются на срок действия РПД (ПП) и включают:

- заглавие, в котором указывается вид работы (лабораторная), ее порядковый номер, объем в часах и наименование;

- цель работы;

- предмет и содержание работы;

- оборудование, технические средства, инструмент;

- порядок (последовательность) выполнения работы;

- правила техники безопасности и охраны труда по данной работе (по необходимости);

- общие правила к оформлению работы;

- контрольные вопросы и задания;

- список литературы (по необходимости).

При планировании лабораторных работ следует учитывать, что наряду с ведущей целью – подтверждением теоретических положений – в ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с лабораторным оборудованием, аппаратурой и пр., которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Состав заданий для лабораторной работы должен быть спланирован с таким расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством студентов.

Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания.

Порядок проведения **лабораторных работ** в целом совпадает с порядком проведения практических занятий. Помимо собственно выполнения работы для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов для контроля понимания выполненных ими измерений, правильной интер-

претации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

При подготовке к **экзамену** в дополнение к изучению конспектов лекций, учебных пособий и слайдов, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке к экзамену нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

Самостоятельная работа студентов (СРС) по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются студенту.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

При проведении **лекционных** занятий предусматривается использование систем мультимедиа.

При проведении **практических** занятий предусматривается использование систем мультимедиа.

При проведении **лабораторных работ** предусматривается использование систем мультимедиа и моделирования.

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

Лекционные занятия:

Аудитория, оснащенная презентационной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные работы по данной дисциплине проводятся в учебной лаборатории Б-111 «Системы управления электроприводов» (оснащена четырьмя лабораторными стендами с частотно-регулируемыми приводами и программируемыми технологическими контроллерами).

В основное оборудование указанных лабораторий входит оборудование, необходимое для проведения лабораторных работ по дисциплине «Технические средства автоматизации технологических процессов»:

- персональные компьютеры, маломощные асинхронные электродвигатели 250-370 Вт типа MOTIVE 71A 2. АИР63В4У3 и 4ААМ63В2У3, преобразователи частоты Mitsubishi A700, CombiVario CV-730 EV, FR-E540-0.4 K-EC, ALTIVAR31 и LGig5RUS, программируемый логический контроллер Mitsubishi AL2-14MR-D 24 В со специальным кабелем для подключения к COM-порту персонального компьютера, программируемый логический контроллер MELSEC FX2N-16MR.

Автор
канд. техн. наук, ст. преподаватель

И.С. Полющенко

Зав. кафедрой
канд. техн. наук, доцент

В.В. Рожков

Программа одобрена на заседании кафедры №1 28.08. 2015 года, протокол № 01.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

| Но- мер изме- мене- ния | Номера страниц | | | | Всего стра- ниц в доку- менте | Наименование и № документа, вводящего изменения | Подпись, Ф.И.О. внесшего измене- ния в данный эк- земпляр | Дата внесения из- менения в данный эк- земпляр | Дата введения из- менения |
|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------|--------------------------------------|---|--|--|--|---------------------------------|
| | изме- ме- нен- ных | заме- ме- нен- ных | но- вых | анну- нули- ро- ванн- ых | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | | | | | | | | |