

Документ подписан простой электронной подписью
 Информация о владельце: Министерство образования и науки Российской Федерации
 ФИО: Рукович Александр Владимирович
 Должность: Директор
 Дата подписания: 25.11.2021 18:45:12
 Уникальный программный ключ: f45eb7c44954caac05ea7d4f32eb8d7d6b5cb9bae6d9b4bda094afddda1b7031

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования
 «СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»
 Технический институт (филиал) ФГАОУ ВО «СВФУ» в г. Нерюнгри

Кафедра электропривода и автоматизации производственных процессов

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ДВ.02.01 Теория автоматического управления

для программы специалитета
 по направлению подготовки
21.05.04 – Горное дело

Направленность программы: Электрфикация и автоматизация горного производства
 Форма обучения – очная

Автор: Шабо К.Я., к.т.н., доцент кафедры ЭПиАПП, e-mail: kamilshabo@rambler.ru

| | | |
|--|---|--|
| <p>РЕКОМЕНДОВАНО Представитель кафедры ЭПиАПП <u>Шабо К.Я.</u> /М.А.Новикова/ Заведующий кафедрой ЭПиАПП <u>Киушкина В.Р.</u> /В.Р.Киушкина/ протокол № <u>10</u> от «<u>27</u>» <u>03</u> 2016 г.</p> | <p>ОДОБРЕНО Представитель кафедры ЭПиАПП <u>Шабо К.Я.</u> /М.А.Новикова/ Заведующий кафедрой ЭПиАПП <u>Киушкина В.Р.</u> /В.Р.Киушкина/ протокол № <u>10</u> от «<u>21</u>» <u>03</u> 2016 г.</p> | <p>ПРОВЕРЕНО Нормоконтроль в составе ОПОП пройден Специалист УМО <u>Санникова С.Р.</u> <u>Санникова С.Р.</u> «<u>27</u>» <u>03</u> 2016 г.</p> |
| <p>Рекомендовано к утверждению в составе ОПОП Председатель УМС <u>Меркель Е.В.</u> / Е.В. Меркель протокол УМС № <u>8</u> от «<u>15</u>» <u>04</u> 2016 г.</p> | | <p>Зав. библиотекой <u>Гошанская И.С.</u> / И.С. Гошанская «<u>27</u>» <u>03</u> 2016 г.</p> |

1. Аннотация
к рабочей программе дисциплины
Б1.В.ДВ.02.01 Теория автоматического управления
Трудоёмкость 4 з.е

1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины

Целью изучения дисциплины является изучение теоретических основ и практических методов анализа и синтеза систем автоматического управления (САУ), особенностей взаимодействия элементов таких систем, характера динамических процессов и особенностей статических режимов.

К задачам курса относятся:

научить применению полученных знаний для представления соответствующими математическими моделями различных рассматриваемых видов и типов САУ, устройств и звеньев, для расчета их параметров, характеристик и переходных процессов;

для определения границ устойчивости по тем или иным критериям и влияния управляющих и возмущающих воздействий на поведение САУ устройств и звеньев, а также их параметров.

Задачей изучения дисциплины является:

формирование навыков расчета динамических и статических характеристик технических систем различной физической природы, решения задач анализа устойчивости и оценки качества управления такими системами.

Краткое содержание дисциплины: Основы теории автоматического управления

Основные дидактические единицы (разделы) дисциплины:

классификация систем. Описание и анализ непрерывных линейных систем. Устойчивость непрерывных линейных систем. Качество процессов регулирования. Синтез непрерывных линейных систем с заданными показателями качества регулирования. Нелинейные системы автоматического регулирования.

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

| Планируемые результаты освоения программы (содержание и коды компетенций) | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|--|---|
| <p>Способность участвовать в разработке организационно-технической документации, выполнять задания в области сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов. (ОПК-8); способность обеспечивать информационное обслуживание машинотехнологических комплексов механо-сборочных производств (ПСК-10.4).</p> | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Формы представления математических моделей объектов и систем управления (ОПК-8); - Методы анализа фундаментальных свойств процессов и систем управления (ОПК-8); - Работу над проектами электроэнергетических и электротехнических систем и их компонентов (ПК-8); <p>готовностью участвовать в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания систем и средств автоматизации и управления (ПК-8).</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Применять методы получения математических моделей объектов автоматизации и управления (ОПК-8); - Формулировать требования к свойствам систем (ОПК-8); - Проводить сравнительный анализ свойств динамических систем (ОПК-8); - Проверять устойчивость систем (ОПК-8); - Проводить расчет корректирующих звеньев для обеспечения заданных свойств систем автоматического управления (ПК-8). <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Основами анализа и синтеза систем автоматического управления (ПК-8) - Основами решения практических задач по расчету, анализу устойчивости, качества, проектированию систем управления (ОПК-8) <p>Иметь представление:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Об основных свойствах различных классов динамических систем. - О способах коррекции свойств замкнутых систем. - Об испытаниях и эксплуатации систем управления. <p>Иметь опыт:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Анализа и синтеза линейных систем автоматического управления любой сложности, используя современные аналитические методы и метод структурного моделирования в компьютерной программе MatLab / Simulink/ «Electronics Workbench 5.12» (ОПК-8). |

1.3. Место дисциплины структуре образовательной программы

| Индекс | Наименование дисциплины (модуля) практики | Семестр изучения | Индексы и наименования учебных дисциплин (модулей), практик | |
|---------------|---|------------------|---|--|
| | | | на которые опирается содержание данной дисциплины (модуля) | для которых содержание данной дисциплины (модуля) выступает опорой |
| Б1.В.ДВ.02.01 | Теория автоматического управления | 7 | Высшая математика, физика, электроника, теория цепей, программирование, электрические машины, электрический привод, преобразовательная техника, микропроцессорная техника | Моделирование в технике, Системы управления электроприводами |

1.4. Язык преподавания русский

2. 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

Выписка из учебного плана (гр. С-ЭФ-16):

| | | |
|---|--|--|
| Код и название дисциплины по учебному плану | Б1.В.ДВ.02.01 Теория автоматического управления | |
| Курс изучения | 4 | |
| Семестр(ы) изучения | 7 | |
| Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен) | Экзамен | |
| Трудоемкость (в ЗЕТ) | 4 ЗЕТ | |
| Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1,2,3), в т.ч.: | 144 | |
| №1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах: | Объем аудиторной работы, в часах | В т.ч. с применением ДОТ или ЭО ¹ , в часах |
| Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.): | 39 | - |
| 1.1. Занятия лекционного типа (лекции) | 18 | - |
| 1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.: | | - |
| - семинары (практические занятия, коллоквиумы и т.п.) | - | - |
| - лабораторные работы | 18 | - |
| - практикумы | - | - |
| 1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации) | 3 | - |
| №2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах) | 78 | |
| №3. Количество часов на экзамен (при наличии экзамена в учебном плане) | 27 | |

¹Указывается, если в аннотации образовательной программы по позиции «Сведения о применении дистанционных технологий и электронного обучения» указан ответ «да».

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

3.1. Распределение часов по разделам и видам учебных занятий

| Раздел | Всего часов | Контактная работа, в часах | | | | | | | | | Часы СРС |
|--|-------------|----------------------------|-------------------------------|--|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|------------|-------------------------------|--------------------|----------------|
| | | Лекции | из них с применением ЭО и ДОТ | Семинары (практические занятия, коллоквиумы) | из них с применением ЭО и ДОТ | Лабораторные работы | из них с применением ЭО и ДОТ | Практикумы | из них с применением ЭО и ДОТ | КСР (консультации) | |
| Введение. Предмет. Основные понятия. | 6 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | 4 (ТР) |
| Математическое описание линейных САУ | 12 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | - | 8(ТР) |
| Статика линейных систем автоматического регулирования (САР). Передаточная функция. | 16 | 2 | - | - | - | 4 | - | - | - | 1 | 4(ТР), 5(ЛР) |
| Динамика линейных САР, их характеристики | 13 | 2 | - | - | - | 2 | - | - | - | - | 4(ТР), 5(ЛР) |
| Устойчивость линейных САР. Критерии. | 15 | 2 | - | - | - | 4 | - | - | - | - | 4(ТР), 5(ЛР) |
| Качество линейных САУ в установившемся и переходном режиме | 15 | 2 | - | - | - | 2 | - | - | - | 2 | 4(ТР), 5(ЛР) |
| Нелинейные САР. Динамика. Критерии устойчивости. | 15 | 2 | - | - | - | 4 | - | - | - | - | 4(ТР), 5(ЛР) |
| Коррекция линейных САУ | 13 | 2 | - | - | - | 2 | - | - | - | - | 4(ТР), 5(ЛР) |
| Контрольная работа | 12 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12(КР) |
| Экзамен | 27 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 27 |
| Всего часов за семестр | 144 | 18 | - | - | - | 18 | - | - | - | 3 | 78 (27) |

Примечание: ПР- оформление и подготовка к защите; ТР- теоретическая подготовка; КР – выполнение контрольной работы; НИРС, ргр – расчетно-графическая работа.

Тема 1. Введение. Предмет. Основные понятия.

Основные термины, понятия и определения: объект управления (регулирование), управляемые (регулируемые) величины, управляющие и возмущающие воздействия, обратные связи. Принципы управления (регулирования): разомкнутый, по отклонению, по возмущению. Алгоритмы управления. Классификация систем автоматического управления (САУ) по различным признакам. Задачи и особенности теории автоматического управления (ТАУ).

Тема 2. Математическое описание линейных САУ

Общие принципы составления и линеаризации дифференциальных уравнений САУ. Формы записи уравнений. Типовые воздействия, применяемые при исследовании САУ (единичный скачок, гармонический сигнал). Представление произвольных сигналов с помощью типовых воздействий. Весовая, переходная и передаточная функции элементов и систем. Передаточные функции по управляющему и возбуждающему воздействию. Комплексный коэффициент передачи. Частотные характеристики в обычном и логарифмическом масштабе. Применение принципа суперпозиции и наложения при исследовании линейных САУ.

Тема 3. Статика линейных систем автоматического регулирования (САР). Передаточная функция

Статические режимы САР. Статическая характеристика САР. Виды соединения звеньев САР. Определение коэффициента передачи для последовательно и параллельно соединённых звеньев. Зависимость выходного сигнала САР от величины входного сигнала и возмущающего воздействия в установившемся режиме. Статическая САР. Определение статизма системы. Астатическая САР. Пример. Уравнение движения линейной системы. Принцип линеаризации. Пример линеаризации уравнения движения генератора постоянного тока. Передаточная функция. Определение. Связь между уравнением движения и передаточной функцией. Способы определения передаточной функции. Структурный метод анализа САР. Звено направленного действия. Правила преобразования структурных схем. Передаточная функция параллельно и последовательно соединённых звеньев направленного действия. Передаточная функция для соединения звеньев типа «обратная связь».

Тема 4. Динамика линейных САР, их характеристики

Обобщённая структурная схема системы в динамике. Связь между передаточной функцией замкнутой и разомкнутой системы. Комплексный коэффициент передачи (ККП). Определение. Связь между ККП и передаточной функцией. Амплитудно-частотные характеристики. Определение. Пример. Фазо-частотные характеристики. Определение. Пример. Амплитудно-фазовые частотные характеристик. Определение. Построение асимптотической логарифмической амплитудно-частотной характеристики (ЛАЧХ). Пример. Переходная характеристика. Определение. Пример. Связь между переходной характеристикой и передаточной функцией. Частный случай теоремы разложения. Отсутствуют кратные и нулевые корни. Пример. Частный случай теоремы разложения. Существует один нулевой корень. Пример. Типовые звенья линейных САР. Инерционное звено, его характеристики. Интегрирующее звено, его характеристики. Реальное дифференцирующее звено, его характеристики. (2 часа). Упругое дифференцирующее звено, его характеристики. Упругое интегрирующее звено, его характеристики. Минимально-фазовые системы, их свойства. Теорема Боде. Применение теоремы для построения полу бесконечной ЛАЧХ. Построение логарифмической фазо-частотной характеристики (ЛФЧХ) по известной ЛАЧХ минимально-фазовой системы. (2 часа).

Тема 5. Устойчивость линейных САР. Критерии

Устойчивость линейной САР. Необходимое условие устойчивости. Критерий Гурвица. Пример. Принцип аргумента. Критерий Михайлова. Пример. Способы построения годографа Михайлова. Следствия из критерия Михайлова. Критерий Найквиста. Частный случай: система в разомкнутом состоянии устойчива. Критерий Найквиста. Частный случай: система в разомкнутом состоянии неустойчива. Критерий Найквиста. Частный случай: система в разомкнутом состоянии нейтральна. Общая формулировка критерия Найквиста. Применение критерия Найквиста для логарифмических характеристик.

Тема 6. Качество линейных САУ в установившемся и в переходном режиме

Статические характеристики, ошибки САУ, коэффициенты ошибок. Расчет статических характеристик САУ при различных соединениях звеньев. Способы устранения статических ошибок. Методы компенсации возмущений. Влияние вида возмущения на установившуюся ошибку в статических и астатических системах. Определение требуемого коэффициента передачи системы по заданной точности при типовых воздействиях. Основные показатели качества и особенности их исследования. Косвенные методы исследования качества. Интегральный и частотный критерий качества. Анализ качества по расположению корней

характеристического уравнения. Прямые методы анализа качества. Решение дифференциального уравнения. Операторный метод. Построение переходных процессов методом трапецеидальных вещественных частотных характеристик. Метод математического моделирования на аналоговых и цифровых вычислительных машинах.

Тема 7. Коррекция линейных САУ

Назначение коррекции САУ. Виды корректирующих устройств (последовательные и параллельные). Методы коррекции САУ. Синтез корректирующих устройств по логарифмическим частотным характеристикам. Синтез последовательных активных корректирующих устройств. Понятие о типовых настройках регуляторов, модульном и симметричном оптимумах. Принцип подчиненного регулирования.

3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии

В процессе преподавания дисциплины используются традиционные технологии наряду с активными и интерактивными технологиями.

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы² обучающихся по дисциплине

4.1 Содержание СРС

| № | Наименование раздела (темы) дисциплины | Вид СРС | Трудоемкость (в часах) | Формы и методы контроля |
|---|--|--|------------------------|---|
| 1 | Введение. Предмет. Основные понятия. | | 2 | Анализ теоретического материала (внеаудит. СРС) |
| 2 | Математическое описание линейных САУ | | 6 | Анализ теоретического материала (внеаудит. СРС) |
| 3 | Статика линейных систем автоматического регулирования (САР). Передаточная функция. | Подготовка и выполнение лабораторных работ | 7 | Анализ теоретического материала (внеаудит. СРС) Оформление лабораторных работ и подготовка к защите, (внеауд. СРС) |
| 4 | Динамика линейных САР, их характеристики | | 7 | Анализ теоретического материала (внеаудит. СРС) Оформление лабораторных работ и подготовка к защите, (внеауд. СРС) |
| 5 | Устойчивость линейных САР. Критерии. | | 7 | Анализ теоретического материала (внеаудит. СРС) Оформление лабораторных работ и подготовка к защите, (внеауд. СРС) |
| 6 | Качество линейных САУ в установившемся и переходном режиме | | 7 | Анализ теоретического материала (внеаудит. СРС) Оформление лабораторных работ и подготовка к защите, (внеауд. СРС) |
| 7 | Нелинейные САР. Динамика. Критерии устойчивости. | | 7 | Анализ теоретического материала (внеаудит. СРС) Оформление лабораторных работ |

² Самостоятельная работа студента может быть внеаудиторной (выполняется студентом самостоятельно без участия преподавателя – например, подготовка конспектов, выполнение письменных работ и др.) и аудиторной (выполняется студентом в аудитории самостоятельно под руководством преподавателя – например, лабораторная или практическая работа).

| | | | | |
|---|------------------------|-------------------------------|-----------|--|
| | | | | работ и подготовка к защите, (внеауд. СРС) |
| 8 | Коррекция линейных САУ | | 7 | Анализ теоретического материала (внеаудит.СРС) Оформление лабораторных работ и подготовка к защите, (внеауд. СРС) |
| 9 | Контрольная работа | Выполнение контрольной работы | 10 | Анализ теоретического материала (внеаудит. СРС), подготовка к защите, (внеауд. СРС) |
| | Итого 7 семестр | | 60 | |

4.2. Лабораторные работы:

Лабораторная работа 1. Изучение принципов работы стенда операционных усилителей, изучение схем настройки коэффициентов.

Лабораторная работа 2. Анализ статических режимов работы структур САР.

Лабораторная работа №3: Анализ и моделирование динамики типовых звеньев САР.

Лабораторная работа №4: Анализ и моделирование типовых структур замкнутых САР

Лабораторная работа №5: Моделирование типовых структур замкнутых САР с заданным типом коррекции (последовательной или параллельной)

Лабораторная работа №6: Моделирование следящей САР с заданным качеством

Целями проведения лабораторных работ являются:

- установление связей теории с практикой в форме экспериментального подтверждения положений теории;

- обучение студентов умению анализировать полученные результаты;

- контроль самостоятельной работы студентов по освоению курса;

- обучение навыкам профессиональной деятельности

Цели лабораторного практикума достигаются наилучшим образом в том случае, если выполнению эксперимента предшествует определенная подготовительная внеаудиторная работа. Поэтому преподаватель обязан довести до всех студентов график выполнения лабораторных работ с тем, чтобы они могли заниматься целенаправленной домашней подготовкой.

Перед началом очередного занятия преподаватель должен удостовериться в готовности студентов к выполнению лабораторной работы путем короткого собеседования и проверки наличия у студентов заготовленных протоколов проведения работы.

Критерии оценки:

| Компетенции | Характеристика ответа на теоретический вопрос / выполнения лабораторной работы | Количество набранных баллов |
|--------------------------|---|-----------------------------|
| ОПК-8, ПК-8, ПСК-10.4 | <i>Получен допуск к выполнению лабораторной работы</i> понимающий, что теоретический материал, изложен в объеме, необходимом для выполнения лабораторной работы; сформулированы цели и задачи, требующие решения в ходе выполнения лабораторной работы; приведены необходимые схемы, формулы и соотношения, решены предложенные задачи; обозначена последовательность выполнения лабораторной работы, с соблюдением правил техники безопасности.. <i>Лабораторная работа выполнена в пол-</i> | 6-8 б. |

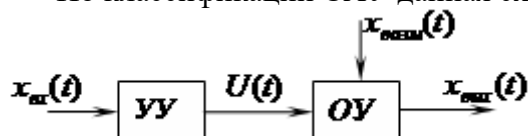
| | | |
|--|---|------|
| | <p><i>ном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, все опыты проведены в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов, соблюдены требования правил техники безопасности, продемонстрировано умение читать и собирать электрические схемы со знанием символики, понимания терминологии. На дату защиты предоставлен отчет по результатам лабораторной работы, оформленный в соответствии с требованиями ГОСТ единой системы конструкторской документации (ЕСКД), полностью отображающий проведенные исследования. В ходе защиты продемонстрировано знание основных законов и методов анализа процессов, протекающих в исследуемой области, логично и грамотно изложены умозаключения и выводы.</i></p> | |
| | <p><i>Получен допуск к выполнению лабораторной работы. Лабораторная работа выполнена в полном объеме, с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, все опыты проведены в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов, соблюдены требования правил техники безопасности, продемонстрировано умение читать и собирать электрические схемы. В процессе выполнения лабораторной работы студент обращался за помощью к преподавателю. На дату защиты (или в срок не позднее 3 дней от даты защиты) предоставлен отчет по результатам лабораторной работы, оформленный в соответствии с требованиями ГОСТ единой системы конструкторской документации (ЕСКД), полностью отображающий проведенные исследования. В ходе защиты продемонстрировано знание основных законов и методов анализа процессов, протекающих в исследуемой области. При ответах допущены неточности, корректируемые студентом с подсказки преподавателя.</i></p> | 56. |
| | <p><i>Получен допуск к выполнению лабораторной работы. Лабораторная работа выполнена в полном объеме, с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, соблюдены требования правил техники безопасности. В процессе выполнения лабораторной работы студент обращался за помощью к преподавателю. Отчет по результатам лабораторной работы, оформленный в соответствии с требованиями ГОСТ единой системы конструкторской документации (ЕСКД), полностью отображающий проведенные исследования, предоставлен не в срок. В ходе защиты продемонстрировано знание основных законов и методов анализа процессов, протекающих в исследуемой области. При ответах допущены ошибки, корректируемые студентом с подсказки преподавателя.</i></p> | 4 б. |
| | <p><i>При получении допуска к выполнению лабораторной работы ответы выявили незнание студентом определений основных понятий, законов, правил, основных положений теории, формул, незнание приемов решения задач, аналогичных ранее решенным на практических занятиях, т.е. уровень знаний не позволяет ему провести опыт, необходимые расчеты, или использовать полученные данные для</i></p> | 0 б. |

| | | |
|--|---|--|
| | формулировки выводов. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента. <i>или</i> Ответ на вопрос полностью отсутствует <i>или</i> Отказ от ответа | |
|--|---|--|

Пример тестовых заданий

1. Отметьте правильный ответ

По классификации САУ данная схема относится к:



- замкнутой системе.
- разомкнутой системе.
- системе с принципом управления по отклонению
- системе с компенсацией возмущения

2. Отметьте правильный ответ

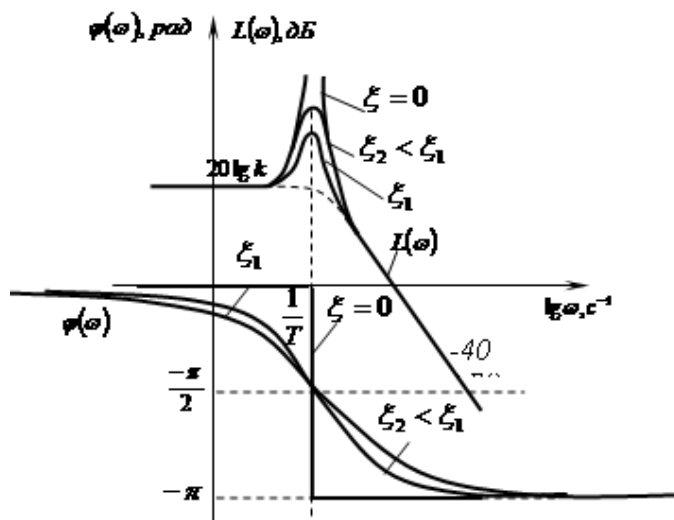
Единичное ступенчатое воздействие (*единичная ступенчатая функция, функция Хевисайда*) – это воздействие, которое мгновенно возрастает и далее остается неизменным и может быть описано следующим выражением:

- $\delta(t) = \begin{cases} \infty & \text{при } t = 0, \\ 0 & \text{при } t \neq 0. \end{cases}$
- $1(t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t < 0; \\ 1 & \text{при } t \geq 0. \end{cases}$
- $h(t) = \int_0^t w(t) dt$
- $h(t) = L^{-1} \left\{ \frac{W(p)}{p} \right\}$.

Отметьте правильный ответ

Логарифмические амплитудно- и фазо- частотные характеристики звеньев

- колебательного и апериодического II порядка
- консервативного и колебательного
- апериодического II порядка и консервативного
- форсирующего и колебательного



Контрольные работы (по вариантам)

Критерии оценки контрольной

| Компетенции | Характеристика ответа на теоретический вопрос / выполнения практического задания | Количество набранных баллов |
|-----------------------------|--|-----------------------------|
| ОПК-8, ПК-8, ПСК-10.4 | Работа выполнена в соответствии с заданием, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Графическая часть соответствует требованиям ГОСТа. Могут быть допущены недочеты в определении терминов и понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа. | 226 |
| | Работа выполнена в соответствии с заданием, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Графическая часть соответствует требованиям ГОСТа. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя. | 186 |
| | В работе сделаны незначительные ошибки в расчетах. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Графическая часть имеет отступления от ГОСТов. | 136. |
| | Работа имеет значительные недочеты в расчетах и выборе справочных данных. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса с другими объектами дисциплины. Графическая часть не соответствует ГОСТу. | Не оценивается |

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для помощи обучающимся в успешном освоении дисциплины в соответствии с запланированными видами учебной и самостоятельной работы обучающихся:

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Теория автоматического управления», включающий методические указания для обучающихся по освоению дисциплины <http://moodle.nfygu.ru/course/view.php?id=4504>

Рейтинговый регламент по дисциплине:

| № | Вид выполняемой учебной работы (контролирующие материалы) | | Количество баллов (min) | Количество баллов (max) | Примечание |
|---|---|----------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|
| | Испытания / Формы СРС | Время, час | | | |
| 1 | Выполнение и защита лабораторных работ | 50ч. | 24 | 8*6=48 баллов | Защита лабораторных работ |
| 3 | Контрольная работа | 10час. | 13б. | 22б. | |
| 4 | Экзамен | 27ч. | | 30б. | |
| 4 | Итого | 60ч.+27ч.экз. | 37 | 100 | |

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

6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

| Коды оцениваемых компетенций | Показатель оценивания (по п.1.2.РПД) | Уровни освоения | Критерии оценивания (дескрипторы) | Оценка |
|------------------------------|---|-----------------|--|---------|
| ОПК-8, ПК-8, ПСК-10.4 | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Формы представления математических моделей объектов и систем управления (ОПК-8); - Методы анализа фундаментальных свойств процессов и систем управления (ОПК-8); <p>-Работу над проектами электроэнергетических и электротехнических систем и их компонентов (ПК-8);</p> <p>готовностью участвовать в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания систем и средств автоматизации и управления (ПК-8).</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Применять методы получения математических моделей объектов автоматизации и управления (ОПК-8); | Высокий | <p>Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи.</p> <p>Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.</p> <p>Логика и последовательность изложения имеют некоторые нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент частично способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют убедительные выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний вызывает незначительные трудности. Речевое оформление требует поправок, коррекции.</p> | отлично |

| | | | | |
|--|---|-------------|--|---------------------|
| | <p>- Формулировать требования к свойствам систем (ОПК-8);</p> <p>- Проводить сравнительный анализ свойств динамических систем (ОПК-8);</p> <p>- Проверять устойчивость систем (ОПК-8);</p> <p>- Проводить расчет корректирующих звеньев для обеспечения заданных свойств систем автоматического управления (ПК-8).</p> <p>-Собирать и анализировать исходные данные для проектирования элементов оборудования и объектов деятельности в целом с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации (ПК-8)</p> <p>Владеть:</p> <p>- Основами анализа и синтеза систем автоматического управления (ПК-8)</p> <p>- Основами решения практических задач по расчету, анализу устойчивости, качества, проектированию систем управления (ОПК-8)</p> <p>Иметь представление:</p> <p>- Об основных свойствах различных классов динамических систем.</p> <p>- О способах коррекции свойств замкнутых систем.</p> <p>- Об испытаниях и эксплуатации систем управления.</p> <p>Иметь опыт:</p> <p>-Анализа и синтеза линейных систем автоматического управления любой сложности, используя современные аналитические методы и метод структурного моделирования в компьютерной программе MatLab / Simulink/ «Electronics Workbench 5.12» (ОПК-8).</p> | Базовый | <p>Даны полные, развернутые ответы на поставленные вопросы, показано умение выделить существенные и несущественные недочеты. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием профессиональной терминологии по дисциплине.</p> <p>Практические работы выполнены согласно алгоритму, отсутствуют незначительные ошибки различных типов, не меняющие суть решений, оформление измерений и вычислений в соответствии с техническими требованиями.</p> <p>Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.</p> | хорошо |
| | | Минимальный | <p>Даны недостаточно полные и недостаточно развернутые ответы. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Недостаточно верно используется профессиональная терминология.</p> <p>Лабораторные работы выполнены согласно алгоритму, отсутствуют незначительные ошибки различных типов, исправленные в процессе ответа, оформление измерений и вычислений также имеют отклонения от технических требований.</p> <p>Допущены 4-5 ошибок различных типов, в целом соответствует нормативным требованиям.</p> | удовлетворительно |
| | | Не освоены | <p>Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента.</p> <p>или Ответ на вопрос полностью отсутствует</p> <p>или Отказ от ответа</p> | неудовлетворительно |

6.2. Типовые контрольные задания (вопросы) для промежуточной аттестации

7 семестр - экзамен по дисциплине «Теория автоматического управления» проводится в форме собеседования по экзаменационным билетам.

Программа экзамена включает в себя 2 теоретических вопроса и 1 практическое задание, направленное на выявление уровня форсированности компетенции (ПК-8, ОПК-8).

Вопросы к экзамену:

Экзамен проводится в форме собеседования в котором студент показывает достаточные знания по теоретическим положениям и методам теории автоматического управления; также структуры, характеристик, реализации типовых звеньев и регуляторов.

Перечень теоретических вопросов:

1. Классификация и основные функции САУ.
2. Временные характеристики системы автоматического управления.
3. Частотные характеристики системы автоматического управления.
4. Внешние и регулировочные характеристики систем
5. Меры (шкалы) осей координат при построении частотных характеристик системы.
6. Усиленное звено. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)
7. Интегрирующее звено. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)
8. Дифференцирующее звено. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)
9. Форсирующее звено. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)
10. Аperiodическое звено 1-го порядка. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)
11. Аperiodическое звено 2-го порядка. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)
12. Колебательное звено. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)
13. Звено с постоянным запаздыванием. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)
14. Консервативное звено (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)
15. ПИ-регулятор. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)
16. ИД, ИП - регулятор. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)
17. ПД-регулятор. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена)

18. ПИД- регулятор. (передаточная функция, структурная схема на базе операционного усилителя, переходная и частотная характеристики ($h(t)$, ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФЧХ), реализация звена).
19. Структурные преобразования соединений звеньев (последовательное, параллельного).
20. Перенос элементов в структурной схеме САУ.
21. Преобразование звена, охваченного обратной связью.
22. Передаточные функции одноконтурных САУ относительно различных воздействий.
23. Устойчивость линейных САУ. Общие понятия.
24. Расположение корней характеристического уравнения на комплексной плоскости и влияние его на поведение выходной координаты.
25. Критерии устойчивости. Общие положения.
26. Критерий устойчивости Гурвица.
27. Критерий устойчивости Найквиста.
28. Критерий устойчивости Михайлова.
29. Оценка устойчивости САУ по ЛЧХ. Запасы устойчивости систем.
30. Построение областей устойчивости САУ.
31. Точность САУ в статическом режиме.
32. Оценки качества переходных процессов.
33. Показатели качества переходных процессов.
34. Критерии качества переходных процессов.
35. Связь показателей качества с параметрами приближенной модели.
36. Основные понятия о синтезе САУ.
37. Общие принципы синтеза САУ.
38. Последовательная коррекция динамических свойств.
39. Параллельная коррекция динамических свойств.
40. Структурно-параметрическая оптимизация САУ.
41. Частотный метод синтеза САУ.
42. Нелинейные САУ. Общие положения.
43. Особенности нелинейных систем.
44. Типовые нелинейные элементы систем управления.
45. Метод фазовых траекторий.
46. Метод гармонической линеаризации.
47. Оптимизация по быстродействию нелинейных САУ.
48. Общие сведения о дискретных системах.
49. Функциональная и алгоритмическая структуры амплитудно-импульсной системы.
50. Математическое описание амплитудно-импульсной системы.
51. Характеристика типовой импульсной цепи.
52. Характеристики замкнутой импульсной системы.
53. Основные условия и критерии устойчивости импульсных систем.
54. Структура и характеристики цифровой системы управления.

Критерии оценки экзамена

| Компетенции | Характеристика ответа на теоретический вопрос / выполнения практического задания | Количество набранных баллов |
|-------------|---|-----------------------------|
| ОПК-8 | Теоретические вопросы Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Мо- | 30 б. |

| | | |
|------|--|--------------------|
| | <p>гут быть допущены недочеты в определении терминов и понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.</p> <p>Практический вопрос Задача решена в соответствии с алгоритмом, отличное владение и понимание структуры решенной задачи.</p> | |
| ПК-8 | <p>Теоретические вопросы Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.</p> <p>Практический вопрос Задача решена в соответствии с алгоритмом, отличное владение и понимание структуры решенной задачи.</p> | 24балла |
| | <p>Теоретические вопросы Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний удовлетворительно.</p> <p>Практический вопрос Задача решена в соответствии с алгоритмом, однако при решении задачи возникают трудности в выборе необходимых справочных данных.</p> | 18 баллов |
| | <p>Теоретические вопросы Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется.</p> <p>Практический вопрос Отсутствует решение задачи. <i>или</i> Ответ на вопрос полностью отсутствует <i>или</i> Отказ от ответа</p> | пересдача экзамена |

6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

| Характеристики процедуры | Б1.В.ДВ.02.01 Теория автоматического управления |
|---|---|
| Вид процедуры | экзамен |
| Цель процедуры | выявить степень сформированности компетенции ОПК-8, ПК-8, ПСК-10.4 |
| Локальные акты вуза, регламентирующие проведение процедуры | Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся СВФУ, версия 2.0, утверждено ректором СВФУ 15.03.2016 г. Положение о балльно-рейтинговой системе в СВФУ, версия 4.0, утверждено 21.02.2018 г. |
| Субъекты, на которых направлена процедура | студенты 4 курса |
| Период проведения процедуры | зимняя экзаменационная сессия |
| Требования к помещениям и материально-техническим средствам | Специальное оборудованные помещения с лабораторными стендами, отвечающими требованиям освоения дисциплины в полном объеме |
| Требования к банку оценочных средств | - |
| Описание проведения процедуры | Экзамен принимается в устной форме по билетам или в форме тестирования. Экзаменационный билет по дисциплине включает два теоретических вопроса и практическое задание. Время на подготовку – 1 астрономический час. |
| Шкалы оценивания результатов | Шкала оценивания результатов приведена в п.6.1. РПД. |
| Результаты процедуры | В результате сдачи всех заданий для СРС студенту необходимо набрать 45 баллов, чтобы быть допущенным к экзамену. |

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

| № | Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов | Наличие грифа, вид грифа | Библиотека ТИ (Ф) СВФУ, кол-во экземпляров | Электронные издания: точка доступа к ресурсу (наименование ЭБС, ЭБ СВФУ) | Количество студентов |
|--|---|--------------------------|--|--|----------------------|
| Основная литература³ | | | | | |
| 1 | Востриков, Анатолий Сергеевич. Теория автоматического управления: учеб. пособие для студ. вузов / А. С. Востриков, Г. А. Французова. - Москва: Высш. шк., 2004. - 365 с. : ил. - В конце каждого разд. дана библиогр. - ISBN 5-06-004686-9 : 120,00. 2006 г. – 1 экз | УМО | 10 | - | 18 |
| | Певзнер Л.Д. Практикум по теории автоматического управления: Учеб. пособие / Л.Д. Певзнер. – М.: Высш. шк., 2006. – 590 с.: ил. | УМО | 15 | | 18 |
| Дополнительная литература | | | | | |
| 1 | Ерофеев А.А. Теория автоматического управления: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб: Политехника, 2003. – 302 с.: ил. | | | | 18 |
| 2 | Коновалов Б.И. Теория автоматического управления: Учебное пособие. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2000. –99 с. | | | | 18 |
| 3 | Бесекерский В.А. и др. Сборник задач по теории автоматического регулирования и управления. – М.: Наука, 1978. – 512 с. | | | | 18 |
| 4 | Иващенко Н.Н. Автоматическое регулирование.-М.: Машиностроение, 1973.-608 с. | | | | 18 |
| 5 | Теория автоматического управления. В двух частях./ Под ред. А.А. Воронова. – М.: Высшая школа. 1986. - 844 с. | | | | 18 |
| 6 | Юревич Е.А. Теория автоматического управления. – Л.: Энергия, 1975. - 416 с. | | | | 18 |
| Периодические издания | | | | | |
| | Электромеханика | | | | |
| | Электроника | | | | |
| | Электротехника | | | | |
| Методические разработки вуза | | | | | |
| 1 | Земская О.П. Электронный учебник по ЕWB: ТИ (Ф) ЯГУ 2003. | ТИ (Ф) СВФУ | 50 | | 18 |

³ Рекомендуется указывать не более 3-5 источников (с грифами).

| | | | | | |
|---|--|----------------|----|--|----|
| 2 | Киушкина В.Р., Старостина Л.В. Учебно-методическое-пособие по самостоятельным, расчетно-графическим и индивидуальным работам по дисциплине «Теория автоматического управления». - Нерюнгри: ТИ (ф) СВФУ, 2014 – 60с. | ТИ (ф) СВФУ | 50 | | 18 |
| 3 | Киушкина В.Р. Учебно-методическое-пособие для студентов электроэнергетических и электротехнических направлений. Самостоятельная работа студентов - рекомендации. – Нерюнгри: ТИ (ф) СВФУ, 2015 – 46с. | ТИ (ф) СВФУ | 50 | | 18 |
| 4 | Киушкина В.Р. Учебно-методическое-пособие для студентов электроэнергетических и электротехнических направлений. Самостоятельная работа студентов - рекомендации. (РАЗДЕЛ. Программное обеспечение в инженерных задачах) – Нерюнгри: ТИ (ф) СВФУ, 2015 – 46с. | ТИ (ф) СВФУ | 50 | | 18 |

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

- модульная объектно-ориентированная динамическая учебная среда «Moodle».
- Электронные презентационные плакаты. Автоматизированные системы управления на основе микропроцессорных технологий

8.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- 1) Теория автоматического управления, <https://tstu.ru/book/elib/pdf/2004/lazarev1.pdf>
- 2) Образовательный портал Библиотека технической литературы (Справочник по ТАУ), http://umur.narod.ru/862_1.html
- 3) Электроработы, <http://www.yanvictor.narod.ru>

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

лекции и практические занятия проводятся в учебных аудиториях с использованием мультимедийных средств для представления презентаций лекций;

- лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе с требуемым программным обеспечением:

1. Программа схемотехнического моделирования EWB 5.12.
2. Пакеты моделирования динамических систем Mat lab
3. Пакеты программ для математических расчетов MathCad.

| № п/п | Виды учебных занятий* | Наименование аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр. | Перечень оборудования |
|----------|----------------------------|--|---|
| 1. | Лабораторные работы | Кабинеты ауд №510 | Ноутбук HP Compaq 1.86/512/80/DVD-RW/Wifi (1 шт.), осциллограф С-1-117 (1 шт.), проектор NEC Projector NP40G (1 шт.), тип.комп. учеб оборуд "Электрические аппараты" исполнение стендовое (1 шт.), тип.комп.учебного оборуд "Программирование микроконтроллеров" ПМ (1 шт.), тип.комп. учебного оборудования "Основы цифровой техники" исполнение моноблочное (1 шт.), типовой комплект уч.оборуд "Электрические измерения и основы метрологии" наст.ва (1 шт.), экран Projecta SlimScreen 160x160см Mattle White S (1 шт.), комплект мебели (14 шт.), стол письменный (1 шт.), стул (1 шт.), доска (1 шт.), трибуна (1 шт.). |
| 2. | Лекция, контрольная работа | Кабинеты №А510 | Ноутбук HP Compaq 1.86/512/80/DVD-RW/Wifi (1 шт.), осциллограф С-1-117 (1 шт.), проектор NEC Projector NP40G (1 шт.), тип.комп. учеб оборуд "Электрические аппараты" исполнение стендовое (1 шт.), тип.комп.учебного оборуд "Программирование микроконтроллеров" ПМ (1 шт.), тип.комп. учебного оборудования "Основы цифровой техники" исполнение моноблочное (1 шт.), типовой комплект уч.оборуд "Электрические измерения и основы метрологии" наст.ва (1 шт.), экран Projecta SlimScreen 160x160см Mattle White S (1 шт.), комплект мебели (14 шт.), стол письменный (1 шт.), стул (1 шт.), доска (1 шт.), трибуна (1 шт.). |

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

10.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине⁴

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного учебного пособия), видео- и аудиоматериалов (через Интернет);
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и СДО Moodle.

10.2. Перечень программного обеспечения

- Math Works-MATLAB, Simulink 2013b, ZOOM.

10.3. Перечень информационных справочных систем

https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F_%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F

⁴В перечне могут быть указаны такие информационные технологии, как использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного курса лекций, графических объектов, видео- аудио- материалов (через Интернет), виртуальных лабораторий, практикумов), специализированных и офисных программ, информационных (справочных) систем, баз данных, организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты, форумов, Интернет-групп, скайп, чаты, видеоконференцсвязь, компьютерное тестирование, дистанционные занятия (олимпиады, конференции), вебинар (семинар, организованный через Интернет), подготовка проектов с использованием электронного офиса или оболочки) и т.п.

