

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»



Проректор по УР

Г.П. Старинов

2019 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Системы объектно-ориентированного электропривода


Направление подготовки	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль) образовательной программы	Электропривод и автоматика
Квалификация выпускника	бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2019
Форма обучения	заочная
Технология обучения	традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
5	10	5

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой	ЭПАПУ


Комсомольск-на-Амуре 2019

Разработчик рабочей программы  
доцент, канд. техн. наук, доцент


 А.И. Горькавый  
« 28 » 04 2019 г.

СОГЛАСОВАНО


Директор библиотеки

 И.А. Романовская  
« 28 » 04 2019 г.

Заведующий кафедрой ЭПАПУ

 С.П. Черный  
« 28 » 04 2019 г.

Декан электротехнического факультета

 А.С. Гудим  
« 28 » 04 2019 г.

Начальник учебно-методического  
управления

 Е.Е. Поздеева  
« 28 » 04 2019 г.

## 1 Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Системы объектно-ориентированного электропривода» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 144 от 28.02.2018, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Электропривод и автоматика» по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Практическая подготовка реализуется на основе:

Профессиональный стандарт 40.180 «СПЕЦИАЛИСТ В ОБЛАСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПРИВОДА».

Обобщенная трудовая функция: А Оформление технической документации на различных стадиях разработки проекта системы электропривода.

Задачи дисциплины	Формирование навыков расчета и проектирования современных систем электропривода
Основные разделы / темы дисциплины	Математическое описание объектов и систем в пространстве состояний Синтез модальных регуляторов в системе управления электроприводом Принципы построения наблюдающих устройств в системе управления электроприводом Принципы оценивания неконтролируемых возмущений (нагрузки) Синтез астатических систем электропривода на принципах модального управления

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Системы объектно-ориентированного электропривода» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Профессиональные</b>		
ПК-1 Способность проводить обследование оборудования объектов профессиональной деятельности	ПК-1.1 Знать методики определения характеристик оборудования при различных режимах работы	Знать методики и процедуры расчетов параметров и характеристик современного электропривода по результатам обследования оборудования
	ПК-1.2 Уметь определять параметры оборудования при различных режимах работы согласно требованиям технического задания	Уметь применять методики и процедуры идентификации параметров и характеристик электропривода современного технологического оборудования
	ПК-1.3 Владеть навыками составления отчета по результатам выполненного обследования оборудования	Владеть навыками анализа и выбора эффективного решения для выполнения технического задания по обследованию электрооборудования

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Системы объектно-ориентированного электропривода» изучается на 5 курсе в 10 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин и практик:

Этап 1: Учебная практика (ознакомительная практика)

Этап 2: Электрические и электронные аппараты

Этап 3: Производственная практика (технологическая практика)

Этап 4: Элементы систем автоматики

Этап 5: Электрические машины

Этап 6: Силовая электроника

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Системы объектно-ориентированного электропривода», будут востребованы при прохождении производственной (преддипломной) практики.

Дисциплина «Системы объектно-ориентированного электропривода» реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем проведения лекций и практических занятий.

Дисциплина «Системы объектно-ориентированного электропривода» в рамках воспитательной работы направлена на формирование умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения.

Входной контроль не проводится.

*Входной контроль при изучении дисциплины не проводится.*

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

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 5 з.е., 180 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	180
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	16
В том числе:	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	6
в том числе в форме практической подготовки:	2
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	10

Объем дисциплины	Всего академических часов
в том числе в форме практической подготовки:	2
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	160
Промежуточная аттестация обучающихся – Зачет с оценкой	4

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы**

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>Раздел 1 Математическое описание объектов и систем в пространстве состояний</b>				
<b>Тема 1.1</b> Математическое описание объектов и систем в пространстве состояний	2			2
Векторно-матричное описание электродвигателей и систем электропривода.				4
Формирование структурных схем по векторно-матричному описанию				4
<b>Тема 1.2</b> Векторно-матричная структурная схема. Матричные передаточные функции		2		6
Определение передаточных функций систем электропривода векторно-матричным способом				4
<b>Тема 1.3</b> Сложные многомерные объекты. Проблемы качества при управлении сложными объектами				6
Формирование моделей взаимосвязанных электроприводов. Оценка взаимосвязей				4
Определение передаточных функций многомерных объектов				4
<b>Раздел 2 Синтез модальных регуляторов в системе управления электроприводом</b>				
<b>Тема 2.1</b> Построение систем на принципах модального управления.*	2*			6

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Синтез регуляторов по полному вектору состояния. Преимущества и недостатки модального и подчиненного регулирования.				6
Модальное управление многомерными объектами				4
<b>Тема 2.2</b> Стандартные формы. Управляемость				6
Сравнительная оценка эффективности стандартной формы Баттерворта и биномиальной стандартной формы применительно к системам электропривода*.		2*		6
Вариативность применения стандартных форм				4
<b>Раздел 3 Принципы построения наблюдающих устройств в системе управления электроприводом</b>				
<b>Тема 3.1</b> Проблема измерения переменных состояний. Наблюдающие устройства полного порядка в структуре систем управления.	2			2
Наблюдаемость. Настройка динамики наблюдателя в системе электропривода				4
Синтез наблюдателя полного порядка				4
<b>Тема 3.2</b> Наблюдающие устройства пониженного порядка в системах управления.				4
Дополнительные возможности повышения эффективности систем электропривода за счет выбора структуры редуцированного наблюдателя		2		2
Синтез наблюдателя пониженного порядка				4
<b>Тема 3.3</b> Поднаблюдатели. Основные процедуры формирования поднаблюдателей для систем электропривода				6
Синтез поднаблюдателей в электроприводе				6
<b>Раздел 4 Принципы оценивания неконтролируемых возмущений (нагрузки)</b>				
<b>Тема 4.1</b> Система объект-наблюдатель-регулятор в условиях действия неконтролируемого возмущения		2		6
Ошибки оценивания от действия неконтролируемой нагрузки на электропривод				6
Анализ способов уменьшения ошибок оценивания				4

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>Тема 4.2</b> Астатическое наблюдающее устройство				8
Оценивание момента нагрузки. динамические ошибки оценивания				8
<b>Раздел 5. Синтез астатических систем электропривода на принципах модального управления</b>				
<b>Тема 5.1</b> Модальный ПИ-регулятор.				4
Формирование в системе электропривода астатизма по возмущению.		2		2
Расчет модального ПИ-регулятора				4
<b>Тема 5.2</b> Комбинированный модальный регулятор				4
Расчет канала частичной инвариантности системы по возмущению				2
Возможности формирования полной инвариантности в системе электропривода				4
<b>Тема 5.3</b> Система управления объект – астатическое наблюдающее устройство – регулятор				4
Согласование динамических характеристик наблюдателя и системы				2
Синтез системы электропривода с астатическим регулятором				4
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>6</b>	<b>10</b>		<b>160</b>

\* – реализуется в форме практической подготовки

## 6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
Изучение теоретических разделов дисциплины	126
Подготовка к занятиям семинарского типа	8
Подготовка и оформление расчетно-графической работы	26
<b>Итого</b>	<b>160</b>

## 7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Таблица 5 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Разделы 1-5	ПК-1	Тест	Правильность ответов
Разделы 1-5	ПК-1	Практические задания	Полнота и правильность выполнения задания
Раздел 2-5	ПК-1	Расчетно-графическая работа	Полнота и правильность выполнения задания

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 6).

Таблица 6 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
10 семестр				
<i>Промежуточная аттестация в форме Зачет с оценкой</i>				
1	Тест	в течение семестра	10 баллов	10 баллов – 91-100 % правильных ответов – высокий уровень знаний; 8 баллов – 71-90 % правильных ответов – достаточно высокий уровень знаний; 6 баллов – 61-70 % правильных ответов – средний уровень знаний; 4 балла – 51-60 % правильных ответов – низкий уровень знаний; 0 баллов – 0-50 % правильных ответов – очень низкий уровень знаний.
2	Практическое задание 1	в течение семестра	5 баллов	5 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала 4 балла – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала 3 балла – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала 2 балла – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и
3	Практическое задание 2	в течение семестра	5 баллов	
4	Практическое задание 3	в течение семестра	5 баллов	
5	Практическое задание 4	в течение семестра	5 баллов	
6	Практическое задание 5	в течение семестра	5 баллов	

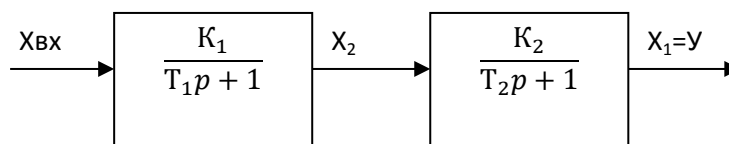


	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала
7	Расчетно-графическая работа		5 баллов	<p>5 баллов – студент владеет знаниями, умениями, навыками в полном объеме, достаточно глубоко осмысливает выполненную работу; самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на вопросы, связанные с работой</p> <p>4 балла – студент владеет знаниями, умениями, навыками почти в полном объеме (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); не допускает вместе с тем серьезных ошибок в расчетах</p> <p>3 балла – студент способен решать лишь наиболее легкие задачи, владеет только обязательным минимумом методов расчета</p> <p>2 балла – студент не освоил обязательного минимума знаний, не способен выполнить работу</p>
ИТОГО:		-	40 баллов	-
<p><b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b></p> <p>0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);</p> <p>65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);</p> <p>75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);</p> <p>85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)</p>				

### Задания для текущего контроля

#### ТЕСТЫ

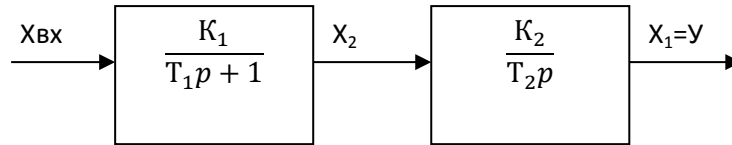
1. Матрица для объекта второго порядка



Имеет вид:

$$a) \begin{bmatrix} -\frac{1}{T_2} & \frac{K_2}{T_2} \\ 0 & -\frac{1}{T_1} \end{bmatrix}; \quad б) \begin{bmatrix} -\frac{K_2}{T_2} & -\frac{1}{T_2} \\ 0 & -\frac{1}{T_1} \end{bmatrix}; \quad в) \begin{bmatrix} -\frac{1}{T_2} & \frac{K_2}{T_2} \\ -\frac{K_1}{T_1} & 0 \end{bmatrix}.$$

2. Матрица входа  $B_u$  и выхода  $C$  объекта второго порядка

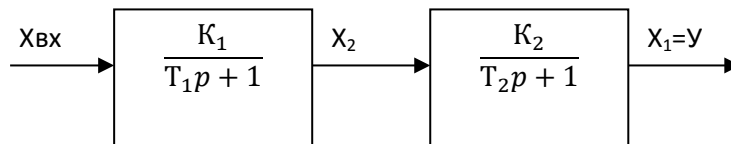


Имеет вид:

$$a) B_u = \begin{bmatrix} \frac{1}{K_2} \\ 0 \end{bmatrix}; \quad б) B_u = \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{K_1}{T_1} \end{bmatrix}; \quad в) B_u = \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{1}{T_1} \end{bmatrix}.$$

$$C = [1 \quad 0]; \quad C = [1 \quad 0]; \quad C = [0 \quad 1].$$

3. Для объекта



Матрица коэффициентов модального регулятора имеет вид:

$$a) F = [f_1 \quad f_2 \quad f_3]; \quad б) F = \begin{bmatrix} f_1 & 0 \\ 0 & f_2 \end{bmatrix}; \quad в) F = [f_1 \quad f_2].$$

4. При общепринятом описании объекта матрица управляемости имеет вид:

$$a) [Bu \quad ABu \quad A^2Bu \quad \dots \quad A^{n-1}Bu];$$

$$б) [Bu \quad A^2Bu \quad A^3Bu \quad \dots \quad A^nBu];$$

$$в) [ABu \quad A^2Bu \quad A^3Bu \quad \dots \quad A^nBu].$$

5. При общепринятом описании объекта матрица наблюдаемости имеет вид:

$$a) [A^T C^T \quad (A^T)^2 C^T \quad \dots \quad (A^T)^n C^T];$$

$$б) [C^T A^T \quad C^T (A^T)^2 \quad \dots \quad (A^T)^n C^T];$$

$$в) [C^T \quad A^T C^T \quad (A^T)^2 C^T \quad \dots \quad (A^T)^{n+1} C^T].$$

6. При общепринятом описании передаточная функция объекта по задающему воздействию имеет вид:

$$а) \frac{y(p)}{X_{ВХ}(p)} = B_u(pI - A)^{-1}C;$$

$$б) \frac{y(p)}{X_{ВХ}(p)} = C(pI - A)^{-1}B_u;$$

$$в) \frac{y(p)}{X_{ВХ}(p)} = CB_u(pI - A)^{-1}.$$

7. При общепринятом описании передаточная функция объекта по возмущающему воздействию имеет вид

$$а) \frac{y(p)}{m_c(p)} = C(pI - A)^{-1}B_m;$$

$$б) \frac{y(p)}{m_c(p)} = B_m(pI - A)^{-1}C;$$

$$в) \frac{y(p)}{m_c(p)} = C(pI - B_m)^{-1}A;$$

8. Определить коэффициент передачи по задающему воздействию объекта второго порядка, представленного в векторно-матричной форме:

$$A = \begin{bmatrix} -\frac{1}{T_2} & \frac{K_2}{T_2} \\ 0 & -\frac{1}{T_1} \end{bmatrix}; B_u = \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{K_1}{T_1} \end{bmatrix}; B_m = \begin{bmatrix} \frac{K_2}{T_2} \\ 0 \end{bmatrix}; C = [1 \quad 0].$$

$$а) \frac{y}{X_{ВХ}} = \frac{K_1K_2}{1+K_1K_2}; б) \frac{y}{X_{ВХ}} = \frac{K_2}{1+K_1K_2}; в) \frac{y}{X_{ВХ}} = K_1K_2.$$

9. Определить коэффициент передачи по возмущающему воздействию объекта второго порядка, представленного в виде векторно-матричной формы:

$$A = \begin{bmatrix} -\frac{1}{T_2} & \frac{K_2}{T_2} \\ -\frac{K_1}{T_1} & -\frac{1}{T_2} \end{bmatrix}; B_u = \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{K_1}{T_1} \end{bmatrix}; B_m = \begin{bmatrix} \frac{K_2}{T_2} \\ 0 \end{bmatrix}; C = [1 \quad 0].$$

$$а) \frac{y}{m_c} = \frac{K_2}{1+K_1K_2}; б) \frac{y}{m_c} = K_2; в) \frac{y}{m_c} = \frac{K_1}{1+K_1K_2}.$$

10. Для объекта второго порядка, представленного в векторно-матричной форме, определить передаточную функцию по задающему воздействию:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & K_2 \\ -K_1 & -K_1 \end{bmatrix}; B_u = \begin{bmatrix} 0 \\ K_1 \end{bmatrix}; B_m = \begin{bmatrix} K_2 \\ 0 \end{bmatrix}; C = [1 \quad 0].$$

$$а) \frac{y}{X_{ВХ}} = \frac{K_2}{p^2+K_1p+K_1K_2}; б) \frac{y}{X_{ВХ}} = \frac{K_1K_2}{p^2+K_2p+K_1K_2}; в) \frac{y}{X_{ВХ}} = \frac{K_1K_2}{p^2+K_1p+K_1K_2}.$$

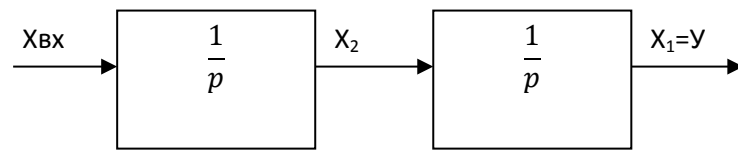
11. Для объекта второго порядка, представленного в векторно-матричной форме, определить передаточную функцию по возмущающему воздействию:

$$A = \begin{bmatrix} -K_2 & K_2 \\ -K_1 & -K_1 \end{bmatrix}; B_u = \begin{bmatrix} 0 \\ K_1 \end{bmatrix}; B_m = \begin{bmatrix} K_2 \\ 0 \end{bmatrix}; C = [1 \quad 0].$$

а)  $\frac{y}{mc} = \frac{K_2}{p^2 + (K_1 + K_2)p + K_1 K_2}$ ; б)  $\frac{y}{mc} = \frac{K_1 K_2 (P + K_2)}{p^2 + (K_1 + K_2)p + 2K_1 K_2}$ ;

в)  $\frac{y}{mc} = \frac{(P + K_1)K_2}{p^2 + (K_1 + K_2)p + 2K_1 K_2}$ .

12. Для объекта второго порядка



определить матрицу коэффициентов модального регулятора  $F = [f_1 \quad f_2]$  при настройке динамики системы на биномиальную стандартную форму  $p^2 + 2w_0 p + w_0^2$ :

а)  $f_1 = 2w_0, f_2 = w_0^2 + 1$ ; б)  $f_1 = w_0^2, f_2 = 2w_0$ ; в)  $f_1 = w_0, f_2 = 2w_0^2$ .

13. Общепринятые уравнения состояния для объекта n-го порядка имеют вид:

а)  $\dot{x}(t) = B_u x(t) + B_m y(t) + C x_{vx}(t)$ ;  
 $y(t) = Ax(t)$ .

б)  $\dot{x}(t) = Ax(t) + B_m x_{vx}(t) + B_m mc(t)$ ;  
 $y(t) = Cx(t)$ .

в)  $\dot{x}(t) = Ax(t) + B_m x_{vx}(t) + B_u mc(t)$ ;  
 $y(t) = Cx(t)$ .

14. Общепринятое уравнение наблюдающего устройства полного порядка имеет вид:

а)  $\dot{\hat{x}}(t) = (A - LC)\hat{x}(t) + Ly(t) + B_u x_{vx}(t)$ ;

б)  $\dot{\hat{x}}(t) = (A - LC)\hat{x}(t) + L\dot{y}(t) + B_u x_{vx}(t)$ ;

в)  $\dot{\hat{x}}(t) = (A - LC)y(t) + Lx(t) + B_u m_c(t)$ .

15. Общепринятое уравнение наблюдающего устройства пониженного порядка имеет вид:

а)  $\dot{\hat{w}}(t) = (A_{22} - LA_{12})\hat{w}(t) + (A_{21} - LA_{11})y(t) + L\dot{y}(t) + (B_{u2} - LB_{u1})x_{vx}(t)$ ;

б)  $\dot{\hat{w}}(t) = (A_{22} - LA_{21})\hat{w}(t) + (A_{12} - LA_{11})y(t) + L\dot{y}(t) + (B_{u2} - LB_{u1})x_{vx}(t)$ ;

в)  $\dot{\hat{w}}(t) = (A_{22} - LA_{21})\hat{w}(t) + (A_{12} - LA_{11})y(t) + L\dot{y}(t) + (B_{u1} - LB_{u2})x_{vx}(t)$ .

16. Общепринятое уравнение «объект-модальный регулятор» имеет вид:

а)  $\dot{\hat{x}}(t) = (A - B_m F)x(t) + B_u x_{vx}(t) + B_m m_c(t)$ ;

б)  $\dot{\hat{x}}(t) = (A - B_u F)x(t) + B_m x_{vx}(t) + B_u m_c(t)$ ;

- в)  $\dot{\hat{x}}(t) = (A - B_u F)x(t) + B_u x_{вх}(t) + B_m m_c(t)$ .
17. Матрица линейного преобразования переменных состояния  $T$  имеет размерность:
- $m \times n$ ;
  - $r \times n$ ;
  - $n \times n$ .
18. Матрицы объекта имеет вид:
- $$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}; B_u = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}.$$
- Оцените устойчивость объекта:
- устойчивый;
  - неустойчивый;
  - на границе устойчивости.
19. Наблюдающее устройство полного порядка со временем исключает ошибки от:
- действия возмущений;
  - изменения параметров объекта;
  - несовпадения начальных условий объекта и наблюдателя.
20. Размерность матрицы объекта  $A$ , входа  $B_u$ , выхода  $C$  следующие:
- $A - (n \times m)$ ;  $B_u - (n \times r)$ ;  $C - (r \times n)$ ;
  - $A - (n \times n)$ ;  $B_u - (m \times m)$ ;  $C - (r \times r)$ ;
  - $A - (n \times n)$ ;  $B_u - (n \times m)$ ;  $C - (r \times n)$ ;
- где  $n, m, r$  соответственно размерности векторов состояния, входа и выхода.
21. Пропорциональный канал прямой связи по возмущающему воздействию полностью исключает:
- ошибку;
  - динамическую ошибку;
  - статическую ошибку.
22. Астатическое наблюдающее устройство оценивает координаты объекта при действии возмущения без:
- динамической ошибки;
  - статической ошибки;
  - без статической и динамической ошибок.
23. При настройке динамики системы второго порядка на стандартную форму Баттерворта, знаменателем передаточной функции является выражение:
- $p^2 + 2\omega_0 p + \omega_0^2$ ;
  - $p^2 + 1.6\omega_0 p + \omega_0^2$ ;
  - $p^2 + 1.4p + \omega_0^2$ .
24. При настройке динамики системы на биномиальную стандартную форму, корни ее характеристического уравнения будут:

- а) комплексные с отрицательной вещественной частью;
  - б) вещественные отрицательные раздельные;
  - в) вещественные отрицательные одинаковые.
25. Размерность объекта «п». Система «объект-астигматический наблюдатель-регулятор» имеет размерность:
- а) 2п; б) п+1; в) 2п+1; г) 2п-1.
26. Принципы модального управления позволяют получить в системе любой вид переходного процесса:
- а) в «большом»;
  - б) в «малом»;
  - в) в «среднем».
27. Принципы модального управления позволяют получить в системе любой вид переходного процесса:
- а) реалистически;
  - б) практически;
  - в) теоретически.
28. Объект не наблюдаем. Можно ли построить наблюдатель, оценивающий часть координат?
- а) нельзя;
  - б) можно при определенных условиях;
  - в) недопустимо.
29. При синтезе регулятора на основе принципов модального управления отдельные контуры системы настраиваются:
- а) раздельно;
  - б) совместно;
  - в) по очереди.
30. Для объекта, матрицы которого:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & -1 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}; C = [1 \quad 0].$$

матрица модального регулятора имеет вид

а)  $F = [f_1, f_2];$

б)  $F = [f_1, f_2, f_3];$

$$в) F = \begin{bmatrix} f1, & f2 \\ f3, & f4 \end{bmatrix}.$$

### **ВОПРОСЫ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

**1.** Синтез модального регулятора. Исследование характеристик системы «объект – регулятор»

- 1) Для чего используются стандартные формы?
- 2) По какому принципу чаще всего организуются структуры регуляторов?
- 3) Как рассчитывается модальный регулятор?
- 4) Как определяются передаточные функции?
- 5) Как оценить точность системы по возмущающему воздействию?

**2.** Синтез и настройка модального ПИ-регулятора. Исследование характеристик системы «объект – модальный ПИ-регулятор»

- 1) Назначение классического ПИ-регулятора?
- 2) Структурная схема с модальным ПИ-регулятором
- 3) Назначение прямого канала
- 4) Передаточные функции и коэффициенты передач системы с модальным регулятором
- 5) Рекомендации по выбору коэффициента пропорциональной части регулятора

**3.** Синтез и настройка системы «объект – регулятор» с инвариантными свойствами. Исследование характеристик

- 1) Назначение инвариантного канала
- 2) На какие режимы работы системы оказывает влияние прямая связь по возмущению?
- 3) Каковы преимущества инвариантного канала по сравнению с модальным ПИ-регулятором?
- 4) К чему приведет перекомпенсация действия возмущения?
- 5) Каким образом производится расчет инвариантного канала?

**4.** Синтез и настройка наблюдающего устройства полного порядка. Исследование характеристик системы «объект – наблюдатель – регулятор»

- 1) Оценка наблюдаемости
- 2) Назначение наблюдателя
- 3) Какова процедура расчета коэффициентов наблюдателя?
- 4) Наблюдатель устраняет ошибки от несовпадения начальных условий объекта и наблюдателя?
- 5) Какой может быть реакция системы на возмущающее воздействие?

**5.** Синтез и настройка наблюдателя пониженного порядка. Исследование характеристик системы «объект – наблюдатель пониженного порядка-регулятор»

- 1) Преимущества и недостатки наблюдателя пониженного порядка
- 2) Как обозначаются координаты при построении наблюдающего устройства пониженного порядка?
- 3) Какова реакция системы на возмущающее воздействие?
- 4) Как определяется матрица наблюдающего устройства пониженного порядка?
- 5) Преимущества поднаблюдателя.

### **РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА**

Исходные данные: структурная схема электропривода (объекта управления), значения параметров, стандартная форма переходного процесса.

### **Задание:**

- определить векторно-матричное описание объекта управления;
- определить передаточные функции объекта по задающему и возмущающему воздействиям векторно-матричным способом. Определить коэффициенты передачи по задающему и возмущающему воздействиям;
- произвести расчёт модального регулятора, исходя из настройки системы электропривода на заданную стандартную форму;
- определить передаточные функции и коэффициенты передачи системы «объект – регулятор» по задающему и возмущающему воздействиям;
- произвести расчёт модального ПИ-регулятора при сохранении заданной стандартной настройки динамики системы;
- произвести расчёт наблюдающего устройства в системе «объект – наблюдатель – регулятор»;

Все разработки и расчёты систем управления электроприводом, выполняемые в расчетно-графической работе, реализуются в структурных схемах, работоспособность и эффективность которых исследуются в процессе моделирования.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **8.1 Основная литература**

- 1 Автоматизированный электропривод в современных технологиях/Симаков Г.М. – Новосиб.: НГТУ, 2014. – 103 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система.
- 2 Избранные разделы современной теории управления / Панкратов В.В., Нос О.В., Зима Е.А. – Новосиб.: НГТУ, 2011. – 223 с. // ZNANIUM.COM: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.
- 3 Математические основы элементов, систем, и процессов управления: учебное пособие/ А.И. Горькавый.- Комсомольск – на- Амуре: ФБГОУ ВПО «КнАГТУ». 2016 – 73 с.

### **8.2 Дополнительная литература**

- 1 Автоматизация технологических процессов и производств: учебное пособие/ А.А. Иванов.- М.: ФОРУМ: ИНФРА – М. 2017.- 224 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.
- 2 Теория автоматического управления в примерах и задачах с решением в MATLAB: учебн. Пособие/ Гайдук а.р., Беляев В.Е., Пьявченко Г.А. –СПб.: Изд-во ЛАНЬ, 2017. – 463 с.
- 3 Федосенков Б.А. Теория автоматического управления [Электронный ресурс] : современные разделы теории управления. Учебное пособие / Б.А. Федосенков. — Электрон. текстовые данные. — Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2014. — 153 с. — 978-5-89289-863-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61292.html>



### **8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины (при наличии)**

Математические основы элементов, систем, и процессов управления: учебное пособие/ А.И. Горькавый. – Комсомольск – на- Амуре: ФБГОУ ВПО «КНАГТУ». 2016 – 73 с.

### **8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

- 1 Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM - <http://www.znanium.com>
- 2 Электронно-библиотечная система IPRbooks - <http://www.iprbookshop.ru>
- 3 Информационно-справочная система «Консультант плюс».

### **8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Школа для электрика / <http://electricalschool.info/elprivod/>.

### **8.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Таблица 7 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
Microsoft Imagine Premium	Лицензионный договор АЭ223 №008/65 от 11.01.2019
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: <a href="https://www.openoffice.org/license.html">https://www.openoffice.org/license.html</a>
математический редактор MathCad	Сервисный контракт # 2А1820328, лицензионный ключ, договор № 106-АЭ120 от 27.11.2012

## **9 Организационно-педагогические условия**

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

### **9.1 Образовательные технологии**

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

## **9.2 Занятия лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

## **9.3 Занятия семинарского типа**

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

## **9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Перед выполнением обучающимися внеаудиторной самостоятельной работы преподаватель может проводить инструктаж по выполнению задания. В инструктаж включается:

- цель и содержание задания;

- сроки выполнения;
- ориентировочный объем работы;
- основные требования к результатам работы и критерии оценки;
- возможные типичные ошибки при выполнении.

Инструктаж проводится преподавателем за счет объема времени, отведенного на изучение дисциплины.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

### **9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

## **10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **10.1 Учебно-лабораторное оборудование**

Таблица 8 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
214/3	Лаборатория автоматического управления	персональные компьютеры

### **10.2 Технические и электронные средства обучения**

При проведении занятий используется аудитория, оборудованная проектором (стационарным или переносным) для отображения презентаций. Кроме того, при проведении

лекций и практических занятий необходим компьютер с установленным на нем браузером и программным обеспечением для демонстрации презентаций.

## **11 Другие сведения**

### **Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возмож-

ностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

### Лист регистрации изменений к РПД

№ п/п	Номер протокола заседания кафедры, дата утверждения изменения	Количество страниц изменения	Подпись автора РПД
<b>На 2021/2022 учебный год</b>			
1	Изменение количества аудиторных часов и СРС. Основание: Рабочий учебный план на 2021/2022 учебный год	Стр. 4-8	
2	Воспитательная работа обучающихся. Основание: Федеральный закон от 31.07.2020 N 304-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации" по вопросам воспитания обучающихся"	Стр. 4	
3	Практическая подготовка обучающихся. Основание: Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 г. № 885/390 "О практической подготовке обучающихся"	Стр. 4	
4	Актуализация литературы	Стр. 17	
5	Актуализация перечня ресурсов Интернет, необходимых для освоения дисциплины	Стр. 18	