

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
Факультет энергетики и управления  
Гудим А.С.  
«30» 10 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### «Анализ и синтез сложных систем»


Направление подготовки	27.04.04 Управление в технических системах
Направленность (профиль) образовательной программы	Управление и информатика в технических системах
Квалификация выпускника	Магистр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
2	3	5

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой	Кафедра «Электропривод и автоматизация промышленных установок»

Разработчик рабочей программы:

Доцент, Кандидат технических наук

  
Сухоруков С.И

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

Кафедра «Электропривод и автоматизация промышленных установок»

  
Черный С.П.

## 1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Анализ и синтез сложных систем» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации № 942 от 11.08.2020, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Управление и информатика в технических системах» по направлению подготовки «27.04.04 Управление в технических системах».

<p>Задачи дисциплины</p>	<p>- теоретическое освоение студентами основных классов математических моделей объектов и систем управления, технологий их моделирования, принципов построения моделей процессов, оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления;</p> <p>- приобретение умений и практических навыков по формулировке задачи, выделению исходных данных, принятию решения по использованию той или иной модели из имеющихся библиотек математических моделей элементов и узлов;</p> <p>- приобретение умений и практических навыков формализации и построения алгоритмов математических моделей проектируемых объектов, использования современных программно-технических средств реализации математических моделей и методов машинного моделирования.</p>
<p>Основные разделы / темы дисциплины</p>	<p><b>Раздел 1. Сложные объекты управления. Особенности и свойства сложных объектов.:</b> Предмет курса, его цели и задачи. Содержание курса и его связь с другими дисциплинами направления. , Основные определения и понятия: конечный автомат, память конечного автомата, классификация конечных автоматов, Основные недостатки конечных автоматов, Типовые математические схемы моделирования систем: дискретно-детерминированные модели (F-схемы), Анализ внедрения технологии производственных систем искусственного интеллекта</p> <p><b>Раздел 2. F-схемы. Математическое описание:</b> Математическое описание F-схем, способы задания конечного автомата, основные соотношения, возможные приложения, примеры, Основные определения и понятия: вероятностный автомат, память вероятностного автомата, классификация вероятностных автоматов, марковские последовательности, теорема Маркова, Основные отличия вероятностных автоматов, Типовые математические схемы моделирования систем: дискретно-стохастические модели (P-схемы), Определение основных подходов к реализации интеллектуальной системы управления</p> <p><b>Раздел 3. P-схемы. Математическое описание:</b> Математическое описание P-схем, способы задания вероятностного автомата, основные соотношения, возможные приложения, примеры, Основные определения и понятия: процесс обслуживания, прибор обслуживания, входящий поток, выходящий поток, очередь, канал обслуживания, поток событий, приоритет, Области применения, Типовые математические схемы моделирования систем: непрерывно-стохастические модели (Q-схемы), Реализация закона регулирования универсальным аппроксиматором</p> <p><b>Раздел 4. Q-схемы. Математическое описание.:</b> Системы массового обслуживания. Математическое описание Q-схем, способы задания си-</p>

	<p>стемы массового обслуживания, основные соотношения, возможные приложения, примеры, Области применения систем массового обслуживания, Моделирование сложного объекта управления универсальным аппроксиматором, Анализ динамических характеристик системы управления сложным объектом</p>
--	--

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

Процесс изучения дисциплины «Анализ и синтез сложных систем» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Общепрофессиональные</b>		
ОПК-4 Способен осуществлять оценку эффективности результатов разработки систем управления математическими методами	<p>ОПК-4.1 Знает математические методы оценки эффективности результатов разработки систем управления</p> <p>ОПК-4.2 Умеет осуществлять оценку эффективности результатов деятельности</p> <p>ОПК-4.3 Владеет навыками формулирования критериев оценки эффективности результатов разработки систем управления</p>	<p>Знает математические методы анализа функционирования систем управления. Умеет осуществлять оценку эффективности функционирования системы при синтезе различных вариантов построения системы. Владеет навыками формулирования и применения критериев оценки эффективности функционирования систем управления.</p>

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

Дисциплина «Анализ и синтез сложных систем» изучается на 2 курсе, 3 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

## 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>	36
<b>В том числе:</b>	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	12
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	24
<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	144
Промежуточная аттестация обучающихся – Зачет с оценкой	0

**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)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>Раздел 1. Сложные объекты управления. Особенности и свойства сложных объектов.</b>				
<b>Предмет курса, его цели и задачи. Содержание курса и его связь с другими дисциплинами направления.</b>	1			
<b>Основные определения и понятия: конечный автомат, память конечного автомата, классификация конечных автоматов.</b>	2			

<b>Основные недостатки конечных автоматов</b>				14
<b>Типовые математические схемы моделирования систем: дискретно-детерминированные модели (F-схемы)</b>		8		
<b>Анализ внедрения технологии производственных систем искусственного интеллекта</b>				18
<b>Раздел 2. F-схемы. Математическое описание</b>				
<b>Математическое описание F-схем, способы задания конечного автомата, основные соотношения, возможные приложения, примеры.</b>	1			
<b>Основные определения и понятия: вероятностный автомат, память вероятностного автомата, классификация вероятностных автоматов, марковские последовательности, теорема Маркова.</b>	2			
<b>Основные отличия вероятностных автоматов</b>				16
<b>Типовые математические схемы моделирования систем: дискретно-стохастические модели (P-схемы)</b>		8		
<b>Определение основных подходов к реализации интеллектуальной системы управления</b>				18
<b>Раздел 3. P-схемы. Математическое описание</b>				
<b>Математическое описание P-схем, способы задания вероятностного автомата, основные соотношения, возможные приложения, примеры.</b>	2			
<b>Основные определения и понятия: процесс обслуживания, прибор обслуживания, входящий поток, выходящий поток, очередь, канал обслуживания, поток событий, приоритет.</b>	2			
<b>Области применения</b>				16
<b>Типовые математические схемы моделирования систем: непрерыв-</b>		4*		

но-стохастические модели (Q-схемы).				
Реализация закона регулирования универсальным аппроксиматором				18
<b>Раздел 4. Q-схемы. Математическое описание.</b>				
Системы массового обслуживания. Математическое описание Q-схем, способы задания системы массового обслуживания, основные соотношения, возможные приложения, примеры.	2			
Области применения систем массового обслуживания				24
Моделирование сложного объекта управления универсальным аппроксиматором		4*		
Анализ динамических характеристик системы управления сложным объектом				24
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	12	24		144

\* - реализованы в практической форме

#### **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

<b>Компоненты самостоятельной работы</b>	<b>Количество часов</b>
Изучение теоретических разделов дисциплины	72
Выполнение и подготовка к защите КР	72

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

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

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

### 8.1 Основная литература

1) Крюков, С. В. Системный анализ: теория и практика : учебное пособие / С. В. Крюков. — Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2011. — 228 с. — ISBN 978-5-9275-0851-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/47127.html> (дата обращения: 16.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

2) Попов, В. П. Теория и анализ систем / В. П. Попов, И. В. Крайнюченко. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 250 с. — ISBN 978-5-4486-0211-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/70283.html> (дата обращения: 16.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/70283>.

3) Осипова, Н. В. Математическое моделирование объектов и систем управления : учебное пособие / Н. В. Осипова. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2019. — 67 с. — ISBN 978-5-906953-66-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/98193.html> (дата обращения: 16.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

### 8.2 Дополнительная литература

1) Бесекерский, В.А. Теория систем автоматического управления / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. - 4-е изд., перераб. и доп. - СПб.: Профессия, 2004. - 749с.

2) Мирошник, И.В. Нелинейное и адаптивное управление сложными динамическими системами / И. В. Мирошник, В. О. Никифоров, А. Л. Фрадков. - СПб.: Наука, 2000. - 550с.

3) Зенкин, В. И. Практический курс математического и компьютерного моделирования : учебно-практическое пособие / В. И. Зенкин. — Калининград : Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта, 2006. — 152 с. — ISBN 5-88874-732-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/23869.html> (дата обращения: 16.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

4) Методы инженерного синтеза сложных систем управления: аналитический аппарат, алгоритмы, приложения в технике. Ч. I. Элементы функционального анализа: пространства, операторы и их матричная форма — математическая основа метода матричных операторов / К. А. Пупков, Н. Д. Егупов, Л. В. Колесников [и др.] ; под редакцией К. А. Пупкова, Н. Д. Егупова. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2012. — 272 с. — ISBN 978-5-7038-3613-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/94154.html> (дата обращения: 16.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей.

5) Методы инженерного синтеза сложных систем управления: аналитический аппарат, алгоритмы приложения в технике. Ч. II. Вычислительно-аналитический эксперимент: аппарат матричных операторов и вычислительные технологии / К. А. Пупков, Н. Д. Егупов, Л. В. Колесников [и др.] ; под редакцией К. А. Пупкова, Н. Д. Егупова. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2012. — 416 с. — ISBN 978-5-7038-3451-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/94155.html> (дата обращения: 16.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

### 8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

1) Структурный синтез. Повышение информативности нечеткого регулятора: методические указания к лабораторной работе / С.П. Черный, А.С. Гудим, Е.Д. Петренко, - Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2008. - 12 с.

2) Структурный синтез САР. Коррекция САР на примере системы управления тиристорный преобразователь-двигатель: методические указания к лабораторной работе /



С.П. Черный, А.С. Гудим, Е.Д. Петренко, - Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2008. – 13 с.

3) Интеллектуальная система управления электроприводом с использованием мягких вычислений: методические указания к курсовой работе / С.П. Черный, А.С. Гудим, Е.Д. Петренко, - Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2008. – 20 с.

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

1. <http://elib.spbstu.ru/dl/531/chapter6.html>
2. <http://www.gotai.net/documents/doc-l-fl-001.aspx>
3. [http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/4\\_4.php](http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/4_4.php)

8.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
Программа структурного моделирования (PSM) разработанная на кафедре ЭПАПУ КнАГТУ	Распоряжение о вводе в учебный процесс ПО от 23.12.2015, акт внедрения результатов научных исследований

## 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.

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

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

## 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 6 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
202/3	Лаборатория ЭВМ и вычислительных промышленных сетей	ПК

## 11 Иные 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 возможностями 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 производится 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.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### по дисциплине

#### «Анализ и синтез сложных систем»

Направление подготовки	27.04.04 Управление в технических системах
Направленность (профиль) образовательной программы	Управление и информатика в технических системах
Квалификация выпускника	Магистр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
2	3	5

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой	Кафедра «Электропривод и автоматизация промышленных установок»

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

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Общепрофессиональные</b>		
ОПК-4 Способен осуществлять оценку эффективности результатов разработки систем управления математическими методами	ОПК-4.1 Знает математические методы оценки эффективности результатов разработки систем управления ОПК-4.2 Умеет осуществлять оценку эффективности результатов деятельности ОПК-4.3 Владеет навыками формулирования критериев оценки эффективности результатов разработки систем управления	Знает математические методы анализа функционирования систем управления. Умеет осуществлять оценку эффективности функционирования системы при синтезе различных вариантов построения системы. Владеет навыками формулирования и применения критериев оценки эффективности функционирования систем управления.

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Раздел 1-4	ОПК-4	Итоговая оценка	Правильность выполнения задания
Раздел 1-4	ОПК-4	Курсовая работа	Полнота и правильность выполнения задания
Раздел 1-4	ОПК-4	Практическое задание	Аргументированность ответов

## 2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

Наименование оценочного	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
-------------------------	------------------	------------------	---------------------

средства			
3 семестр <b>Промежуточная аттестация в форме «Зачет с оценкой»</b>			
Практическое задание 1	в течение семестра	5 баллов	5 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных навыков и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 4 балла – студент показал хорошие навыки применения полученных навыков и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 3 балла – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных навыков и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 2 балла – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
Практическое задание 2	в течение семестра	5 баллов	
Практическое задание 3	в течение семестра	5 баллов	
Практическое задание 4	в течение семестра	5 баллов	
<b>ИТОГО:</b>		20 баллов	

**Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:**

0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);  
65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);  
75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);  
85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)

Курсовая работа	в течение семестра	5	5 – студент владеет умениями и навыками в полном объеме, достаточно глубоко осмысливает выполненную работу; самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на вопросы, связанные с работой 4 – студент владеет умениями и навыками почти в полном объеме (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); не допускает вместе с тем серьезных ошибок в проектировании 3 – студент способен решать лишь наиболее легкие задачи, владеет только обязательным минимумом методов проектирования 2 – студент не освоил обязательного минимума знаний, не способен проектировать
<b>ИТОГО:</b>	-	5 баллов	-

## Задания для текущего контроля

### ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

*Типовые математические схемы моделирования систем: дискретно-детерминированные модели (F-схемы)*

1. Концептуальная модель сложной системы, примеры.
2. Конечный автомат, память конечного автомата.
3. Классификация конечных автоматов.
4. Математическое описание F-схем.

*Типовые математические схемы моделирования систем: дискретно-стохастические модели (P-схемы)*

1. Способы задания конечного автомата.
2. Вероятностный автомат, память вероятностного автомата.
3. Классификация вероятностных автоматов.
4. Математическое описание P-схем.
5. Марковские последовательности, теорема Маркова.

*Типовые математические схемы моделирования систем: непрерывно-стохастические модели (Q-схемы).*

1. Способы задания вероятностного автомата.
2. Процесс обслуживания, прибор обслуживания, входящий поток, выходящий поток, очередь, канал обслуживания, поток событий, приоритет.
3. Системы массового обслуживания. Математическое описание Q-схем.
4. Способы задания системы массового обслуживания.

*Моделирование сложного объекта управления универсальным аппроксиматором*

1. Определение универсального аппроксиматора
2. Механизмы выводов применяемые в универсальных аппроксиматорах
3. Описать способы коррекции динамических свойств проектируемой системы?
4. Теорема о нечеткой аппроксимации

### КУРСОВАЯ РАБОТА

#### **«Моделирование системы управления электроприводом постоянного тока с использованием универсального аппроксиматора»**

1. Настроить заданную систему автоматического управления на модульный или симметричный оптимум, согласно варианту задания. Номер варианта задания на курсовую работу определяет преподаватель.



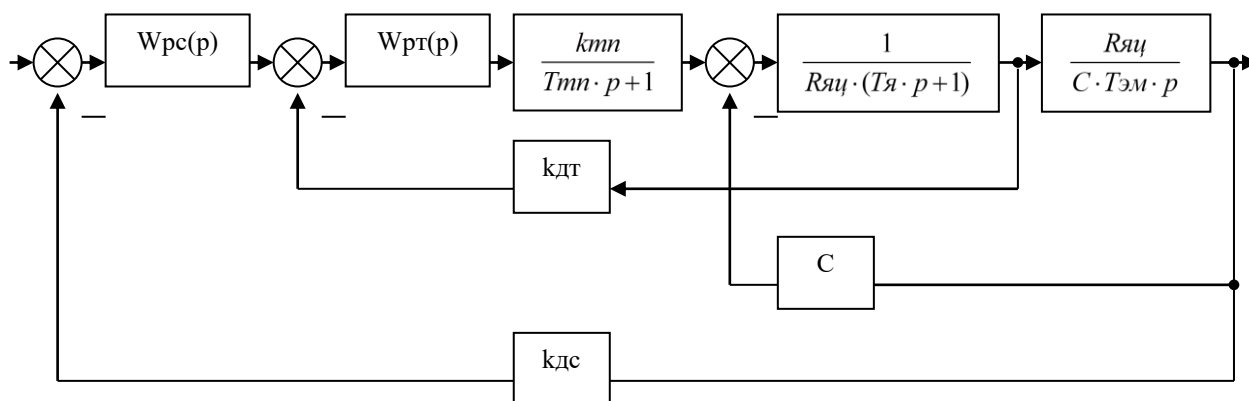


Рисунок 12 – Структурная схема системы подчиненного регулирования тиристорный преобразователь-двигатель

Структурная схема включает:

$W_{pc}(p)$  – регулятор скорости;

$W_{pt}(p)$  – регулятор тока;

$Tя$  – постоянная времени якорной цепи;

$Tм$  – электромеханическая постоянная времени;

$C$  – конструктивный коэффициент;

$кдт$  – датчик тока;

$кдс$  – датчик скорости.

Исходные данные:

$U_{zc} = 10$  В – задающий сигнал;

$к_{тп} = 22$  В – коэффициент передачи тиристорного преобразователя;

$T_{тп} = 0.007$  с – постоянная времени тиристорного преобразователя.

**Двигатель: П151-5К**

$R_{яц} = 0.0476$  Ом – полное активное сопротивление якорной цепи

$L_{яц} = 0.0045$  Гн – суммарная индуктивность якорной цепи

$R_{я} = 0.0122$  Ом – сопротивление якоря

$U_{н} = 440$  В – номинальное напряжение

$I_{н} = 788$  А – номинальный ток якоря

$n_{н} = 500$  об/мин – частота вращения

$J = 360$  кг·м<sup>2</sup> – суммарный момент инерции

**Двигатель: ДП92**

$R_{яц} = 0.26$  Ом – полное активное сопротивление якорной цепи

$L_{яц} = 0.0044$  Гн – суммарная индуктивность якорной цепи

$R_{я} = 0.232$  Ом – сопротивление якоря

$U_{н} = 440$  В – номинальное напряжение

$I_{н} = 335$  А – номинальный ток якоря

$n_{н} = 450$  об/мин – частота вращения

$J = 130$  кг·м<sup>2</sup> – суммарный момент инерции

**Двигатель: ДП32**

$R_{яц} = 0.26 \text{ Ом}$  – полное активное сопротивление якорной цепи  
 $L_{яц} = 0.0043 \text{ Гн}$  – суммарная индуктивность якорной цепи  
 $R_{я} = 0.232 \text{ Ом}$  – сопротивление якоря  
 $U_{н} = 220 \text{ В}$  – номинальное напряжение  
 $I_{н} = 85 \text{ А}$  – номинальный ток якоря  
 $n_{н} = 600 \text{ об/мин}$  – частота вращения  
 $J = 1.7 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$  – суммарный момент инерции

**Двигатель: ДП42**

$R_{яц} = 0.21 \text{ Ом}$  – полное активное сопротивление якорной цепи  
 $L_{яц} = 0.005 \text{ Гн}$  – суммарная индуктивность якорной цепи  
 $R_{я} = 0.252 \text{ Ом}$  – сопротивление якоря  
 $U_{н} = 220 \text{ В}$  – номинальное напряжение  
 $I_{н} = 142 \text{ А}$  – номинальный ток якоря  
 $n_{н} = 650 \text{ об/мин}$  – частота вращения  
 $J = 4.2 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$  – суммарный момент инерции

2 Получить и представить графики переходных процессов настроенной системы по току и скорости для проверки адекватности модели электропривода.

3 Произвести настройку эталонной модели нечеткого логического регулятора по току или скорости с заданным алгоритмом нечеткого логического вывода.

4 Произвести предварительную настройку нечеткого регулятора, при этом входные сигналы, необходимые для работы нечеткого регулятора, выбираются согласно варианту задания, получить не худшие, по сравнению с исходной настроенной классической системой, показатели качества переходных процессов.

5 Привести содержание нечеткой базы правил и распределение функций принадлежности нечеткого регулятора.

6 Представить графики переходных процессов системы с нечетким регулятором по току и скорости.

7 Используя механизм настройки универсального аппроксиматора адаптивной нейронной сетью провести моделирование управляющего модуля с двумя информационными входами и пятью термами.

8 Представить содержание нечеткой базы правил, распределение функций принадлежности и визуализацию поверхности «входы – выход» полученного универсального аппроксиматора, и провести их анализ.

9 Представить графики переходных процессов в интеллектуальной системе с универсальным аппроксиматором по току и скорости.

10. Сравнить различные управляющие модули. Осуществить аналитически нечеткий вывод для произвольного значения сигнала входа нечеткого регулятора. Правильность рассуждений проверить с помощью меню *RuleViewer* (привести экранную форму).

11. Сделать выводы о качестве настройки системы и реализации законов управления, с учетом теоремы о нечеткой аппроксимации.

Номер варианта	Замена классического регулятора	Входные сигналы нечеткого регулятора	Показатель качества	Тип двигателя
1	2	3	4	5
1	Тока	вх., пр.вх	tпп (4%)	П151-5К
2	Тока	вх., пр.вх	tпп (6%)	ДП92
3	Скорости	вх., пр.вх	tпп (8%)	ДП32
4	Скорости	вх., инт.вх	tпп (10%)	ДП42
5	Тока	вх., инт.вх	$\sigma$ (20%)	П151-5К
6	Тока	вх., инт.вх	$\sigma$ (15%)	ДП92
7	Скорости	вх., пр.вх	$\sigma$ (10%)	ДП32
8	Скорости	вх., пр.вх	$\sigma$ (5%)	ДП42
9	Тока	вх., пр.вх	tпп (10%)	П151-5К
10	Тока	вх., инт.вх	tпп (8%)	ДП92
11	Скорости	вх., инт.вх	tпп (6%)	ДП32
12	Скорости	вх., инт.вх	tпп (4%)	ДП42
13	Тока	вх., пр.вх	$\sigma$ (5%)	П151-5К
14	Тока	вх., пр.вх	$\sigma$ (10%)	ДП92
15	Скорости	вх., пр.вх	$\sigma$ (15%)	ДП32
16	Скорости	вх., инт.вх	$\sigma$ (20%)	ДП42
17	Тока	вх., инт.вх	tпп (4)	П151-5К
18	Тока	вх., инт.вх	tпп (10)	ДП92
19	Скорости	вх., пр.вх	tпп (8)	ДП32
20	Скорости	вх., пр.вх	tпп (6)	ДП42