



Федеральное агентство по рыболовству  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник УРОПСИ

Фонд оценочных средств  
(приложение к рабочей программе модуля)

**АДАПТИВНЫЕ И ОПТИМАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

основной профессиональной образовательной программы бакалавриата  
по направлению подготовки

**15.03.04 - АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ  
И ПРОИЗВОДСТВ**

ИНСТИТУТ  
РАЗРАБОТЧИК

Цифровых технологий  
Кафедра цифровых систем и автоматики

## 1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
<p>ПКС-6: Способен аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством;</p> <p>ПКС-9: Способен выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовность использовать современные методы и средства автоматизации, контроля,</p>	<p>ПКС-6.13: Аккумулирует научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области адаптивных и оптимальных системы управления;</p> <p>ПКС-9.2: Выполняет работы по автоматизации технологических процессов и производств с применением адаптивных и оптимальных систем управления.</p>	<p>Адаптивные и оптимальные системы управления</p>	<p><u>Знать:</u> методологические основы функционирования и синтеза адаптивных и оптимальных систем автоматического управления (САУ);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные способы синтеза адаптивных и оптимальных САУ.</li> </ul> <p><u>Уметь:</u> проводить анализ адаптивных и оптимальных САУ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать средства при проектировании адаптивных и оптимальных САУ;</li> <li>- программировать и отлаживать системы на базе микроконтроллеров;</li> <li>- определять показатели качества функционирования САУ;</li> <li>- рассчитывать основные характеристики и оптимальные режимы работы.</li> </ul> <p><u>Владеть:</u> навыками построения систем автоматического управления системами и процессами;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками наладки, настройки и обслуживания технических средств и систем управления.</li> </ul>

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
диагностики и испытаний и управления процессами.			

## **2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ) И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания;
- контроль на лекциях;
- индивидуальные контрольные задания по отдельным темам (по очной форме обучения);
- задания и контрольные вопросы по лабораторным работам.

2.3 К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме экзамена, относятся:

- задания по контрольной работе (по заочной форме обучения);
- экзаменационные вопросы.

## **3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ**

3.1 Контроль на лекциях используется для оценки освоения, в том числе в ходе самостоятельной работы, тем дисциплины. Контроль производится в виде устного опроса. Примеры контрольных вопросов приведены в приложении № 1.

Положительная оценка («зачтено») по результатам каждого контроля (опроса) выставляется в соответствии с универсальной системой оценивания, приведенной в п. 6.2 рабочей программы модуля. В случае получения оценки «не зачтено» студент должен пройти повторный контроль по данной теме в ходе последующих консультаций.

3.2 Индивидуальные контрольные задания используются для оценки освоения второй (два задания) и третьей (одно задание) тем дисциплины студентами очной формы обучения (Приложение № 2). Индивидуальные контрольные работы выполняются в рамках самостоятельной работы студентов после рассмотрения на лекциях и практических занятиях соответствующих тем.

Индивидуальное контрольное задание №1 – «Синтез непрерывной оптимальной системы управления с использованием принципа максимума» предусматривает выполнение студентом работы указанной тематики по заданной преподавателем исходной информации: уравнению движения объекта, критерию оптимизации (оптимизирующим функционалу), начальным и конечным условиям, наличию (отсутствию) ограничений на управление.

Индивидуальное контрольное задание №2 – «Синтез оптимальных непрерывных систем с использованием уравнения Риккати» предусматривает получение для выполнения задания исходной информации от преподавателя: уравнения движения объекта, критерия оптимизации (оптимизирующего функционала).

Индивидуальное контрольное задание №3 – «Синтез самонастраивающейся системы с использованием функций Ляпунова» в качестве исходной информации, получаемой от преподавателя, содержит: уравнение объекта (основного контура), матрицу коэффициентов  $P$ .

Положительная оценка («зачтено») по каждому заданию выставляется, если задание выполнено без ошибок (получены правильные зависимости функции управления от времени (первое задание), фазовых координат объекта (второе задание), настраиваемых параметров функции Ляпунова и структурная схема самонастраивающейся системы (третье задание)). Если студентом получены неправильные результаты или действия выполнены неправильно, то задание получает оценку «не зачтено» и отправляется на доработку.

3.3 В приложении № 3 приведены типовые задания и контрольные вопросы по лабораторным работам, предусмотренным рабочей программой модуля. Целью лабораторного практикума является формирование умений и навыков по программированию оптимальных и адаптивных систем управления на базе промышленных логических контроллеров. Оценка результатов выполнения задания по каждой лабораторной работе производится при представлении студентом отчета по лабораторной работе и на основании ответов студента на вопросы по тематике лабораторной работы. Студент, самостоятельно выполнивший задание, продемонстрировавший знание использованных им технических

средств, алгоритмов и языков программирования задачи получает по лабораторной работе оценку «зачтено».

#### **4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

4.1 Задание по контрольной работе (приложение № 4), выполняемой студентами заочной формы обучения, предусматривает рассмотрение вопросов, относящихся к заданной преподавателем теме дисциплины. Задание включает два вопроса из перечня экзаменационных вопросов по дисциплине (приложение №5).

Положительная оценка контрольной работы («зачтено») выставляется, если описание вопросов выполнено полностью и без ошибок, в противном случае работа направляется на доработку.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. К экзамену допускаются студенты:

- выполнившие и защитившие все предусмотренные лабораторные работы (получившие положительную оценку по результатам лабораторного практикума);
- имеющие положительную оценку («зачтено») по результатам устного опроса;
- выполнившие индивидуальные контрольные задания (получившие оценку «зачтено» по каждому индивидуальному заданию) – для студентов очной формы,
- выполнившие контрольную работу (получившие оценку «зачтено» по контрольной работе) – для студентов заочной формы;
- допущенные к сдаче экзаменов дирекцией института цифровых технологий.

4.3 В приложении № 5 приведены экзаменационные вопросы по дисциплине.

Экзаменационный билет содержит два экзаменационных вопроса.

4.4 Экзаменационная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно») выставляется в соответствии с универсальной системой оценивания, приведенной в п. 6.2 рабочей программы модуля и зависит от уровня освоения студентом тем дисциплины (наличия и сущности ошибок, допущенных студентом при ответе на экзаменационные и дополнительные вопросы). Оценка по экзамену учитывает также результаты работы студента в семестре, качество выполнения индивидуальных контрольных заданий, знания, умения и навыки, продемонстрированные в процессе обучения.

4.5 Экзамен может проводиться также в форме тестирования. Типовые тестовые задания приведены в приложении №6. Результат тестирования определяется в соответствии с универсальной системой оценивания, приведенной в п. 6.2 рабочей программы модуля.

## **5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ**

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Адаптивные и оптимальные системы управления» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств.

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры цифровых систем и автоматики (протокол № 02 от 28.09.2022 г.).

И.о. заведующего кафедрой



Устич В.И.

Приложение № 1  
к п. 3.1

**ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ УСТНОГО ОПРОСА НА ЛЕКЦИЯХ**

**Тема 1. Оптимальное и адаптивное управление. Основные понятия**

- 1 Приведите отличие в понятиях оптимального и адаптивного управления.
- 2 Назовите наиболее часто используемые критерии оптимизации.
- 3 Запишите математическую трактовку задач оптимизации Лагранжа, Больца, Майера.
- 4 Приведите классификацию задач оптимального управления.
- 5 Приведите пример ограничений классического и неклассического вида.
- 6 Чем отличается задача оптимизации со свободными и подвижными концами?

**Тема 2. Синтез оптимальных систем управления**

1. В чем заключается принцип максимума?
2. Какой вид должен иметь оптимизирующий функционал при использовании уравнения Риккати.
3. Для чего нужен наблюдатель состояния?

**Тема 3. Анализ и синтез адаптивных систем управления**

1. Приведите классификацию методов и алгоритмов адаптации.
2. Назовите особенности беспоисковых адаптивных систем.
3. В чем отличие БАС с эталонной моделью и идентификатором?

**Тема 4. Синтез алгоритмов управления на основе обратных задач динамики**

1. В чем заключается симметрия структур управляющей и управляемой подсистем?
2. Назовите особенности робастных систем.



Приложение № 2  
к п. 3.2

ТИПОВЫЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Индивидуальное контрольное задание №1 - «Синтез непрерывной оптимальной системы управления с использованием принципа максимума»

**Вариант 1**

Уравнение движения объекта:

$$\dot{x} = Ax + Bu$$

где  $A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$ ;  $B = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$

Управление – не ограничено.

Оптимизирующий функционал:

$$I = \int_0^2 2u^2 dt \rightarrow \text{MIN}$$

Начальные и конечные условия:

$$X_1(0) = X_2(0) = 0;$$

$$X_1(2) = 10; X_2(2) = 0.$$

**Вариант 2**

Уравнение движения объекта:

$$\dot{x}_1 = 2x_2$$

$$\dot{x}_2 = 3u$$

Оптимизирующий функционал:

$$I = t_f \rightarrow \text{min}$$

$$\text{Управление} - |u| \leq a$$

Начальные и конечные условия:

$$X_1(0) = X_2(0) = 0; X_1(t_f) = d; X_2(t_f) = 0$$

Индивидуальное контрольное задание №2 – «Синтез оптимальных непрерывных систем с использованием уравнения Риккати»

**Вариант 1**

Уравнение движения объекта:

$$\dot{x} = Ax + Bu$$

где  $A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & -0.2 \end{pmatrix}$ ;  $B = \begin{pmatrix} 0 \\ 0.25 \end{pmatrix}$

Оптимизирующий функционал:

$$I = \int_{t_0}^{t_1} (0.1u^2 + 0.2x_1^2) dt \rightarrow \text{MIN}$$

### Вариант 2

Уравнение движения объекта:

$$\dot{x} = Ax + Bu$$
$$A = \begin{pmatrix} 0 & 0.5 \\ 1 & -0.5 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 0 \\ 0.02 \end{pmatrix}$$

Оптимизирующий функционал:

$$I = \int_{t_0}^{t_1} (0.2u^2 + 0.6x_1^2 + 0.25x_2^2) dt \rightarrow \text{MIN}$$

Индивидуальное контрольное задание №3 – «Синтез самонастраивающейся системы с использованием функций Ляпунова»

### Вариант 1

Объект охвачен отрицательной обратной связью с переменным коэффициентом  $k_{oc}(t)$ .

Уравнение движения объекта:

$$\ddot{y} + \dot{y} + a_0(t)y = 5 \mathbf{X} \mathbf{v} \mathbf{x}$$

Матрицу  $\mathbf{P}$  представить в виде:

$$P = \begin{pmatrix} 1 & P_{12} \\ P_{12} & p_{22} \end{pmatrix}$$

### Вариант 2

Объект с переменными параметрами охвачен отрицательной обратной связью с переменным коэффициентом  $k_{oc}(t)$  и снабжен дополнительным усилителем  $k_{ch}(t)$ .

Уравнение основного контура:

$$\ddot{y} + 3\dot{y} + (a_0(t) + k_{oc}(t))y = \mathbf{k}(t) \mathbf{X} \mathbf{v} \mathbf{x}$$

Матрицу  $\mathbf{P}$  представить в виде:

$$P = \begin{pmatrix} 1 & P_{12} \\ P_{12} & P_{22} \end{pmatrix}$$

Приложение № 3  
к п. 3.3

ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ЛАБОРАТОРНЫМ  
РАБОТАМ

Лабораторная работа № 1: Проверка работоспособности и наладка регулирующего устройства РП4 – У.

Задание по лабораторной работе: изучить устройство и принцип действия устройства регулирующего РП4 – У; провести проверку общей работоспособности РП4 –У; определить параметры настройки регулятора для работы в составе САР теплоэнергетического объекта (по заданию преподавателя) и произвести наладку устройства РП4 - У.

Контрольные вопросы:

- 1 Для каких целей предназначено устройство регулирующее РП4 - У?
- 2 Какой вид имеет функциональная связь между входными сигналами устройства и положением ИМ?
- 3 Какие виды входных сигналов используются в устройстве РП4 -У?
- 4 Объясните устройство и принцип действия устройства РП4-У.
- 5 Как определить параметры настройки РП4 - У?
- 6 Какие органы настройки и контроля вынесены на панели РП4 - У?
- 7 Каким образом проводится проверка общей работоспособности устройства?

Лабораторная работа № 2: Изучение регулирующего микроконтроллера Р-130 (КР – 300).

Задание по лабораторной работе: ознакомиться с назначением, функциональными особенностями и структурой Р- 130, КР – 300; произвести внешний осмотр контроллера; ознакомиться со схемами подключения датчиков и исполнительных механизмов; разработать схему внешних соединений системы автоматического регулирования (по заданию преподавателя).

Контрольные вопросы:

- 1 Из каких основных блоков состоит контроллер?
- 2 Какие возможности предусмотрены в ремиконте Р - 130 модификации 15, КР - 300?
- 3 Для каких целей служит лицевая панель и пульт настройки?
- 4 Какая разница между алгоблоком и алгоритмом?
- 5 Какое количество входов и выходов в модификации 15 контроллера?

- 6 Какие сигналы подключаются к разъему "Гр А", "Гр Б"?
- 7 Сколько каналов имеют преобразователи БУТ-20 и БУС-20?
- 8 Почему необходимо подавать питающее напряжение на выход контроллера?
- 9 Какое назначение кабеля КБС-23?
- 10 Чем отличается КБС - 23 для импульсного регулирования?
- 11 Почему в блоке питания БП-21 имеется два источника 24В?
- 12 Для каких целей служит интерфейсный канал микроконтроллера ?

Лабораторная работа № 3: Технологическое программирование регулирующего микроконтроллера Р – 130 (КР – 300).

Задание по лабораторной работе: составить технологическую программу при распределении алгоритмов по алгоблокам по варианту, указанному преподавателем; провести программирование ремиконта Р – 130, КР - 300.

Контрольные вопросы:

- 1 Какие процедуры выполняются в режиме программирования?
- 2 Какие процедуры выполняются в режиме "работа"?
- 3 Назовите отличительные особенности в назначении пульта настройки ПН - 21 и лицевой панели микроконтроллера?
- 4 Каким образом выполнить тестирование лицевой панели ремиконта Р - 130?
- 5 Для чего вводится стандартная конфигурация?
- 6 Какие операции входят в процедуру "установка приборных параметров"?
- 7 Что обозначает код комплектности 15?
- 8 Чем отличаются связанные и свободные входы алгоблоков?
- 9 Какие параметры входят в процедуру "настройка"?
- 10 Перечислите основные контролируемые функции, осуществляемые с помощью лицевой панели?
- 11 В каких единицах контролируются параметры в процедуре "Вх"?

Лабораторная работа № 4: Использование стандартных конфигураций ремиконта Р - 130 для построения контуров регулирования.

Задание по лабораторной работе: изучить основные алгоритмы библиотеки Р - 130, используемые для реализации САР; провести программирование ремиконта Р - 130 с

использованием стандартных конфигураций или отдельных алгоритмов (по указанию преподавателя).

Контрольные вопросы:

- 1 Какие функции позволяет выполнять алгоритм ОКО?
- 2 Что определяет модификатор алгоритма ОКО?
- 3 Что задают настроечные параметры  $W_0$  и  $W_{100}$  алгоритма ОКО?
- 4 Что определяет модификатор алгоритма ВАА?
- 5 Каково назначение настроечных параметров  $X_{см}$  и  $K_m$  алгоритма АВА?
- 6 Чем отличаются алгоритмы АВА и ИВА; ИВА и ИВБ?
- 7 Что определяет  $N$  на входе 03 алгоритма ИВА?
- 8 Какие виды задания могут быть выбраны в алгоритме ЗДН?
- 9 Для чего используются алгоритмы РАН и РИМ?
- 10 Объясните назначение входов и выходов алгоритма РАН.
- 11 Объясните назначение входов и выходов алгоритма РИМ.
- 12 Какие функции позволяет выполнять стандартная конфигурация РЕГА?
- 13 Из таких алгоритмов состоит РЕГА?
- 14 Какие функции позволяет выполнять стандартная конфигурация РЕГИ?
15. Из таких алгоритмов состоит РЕГИ?

Лабораторная работа № 5: Программирование контроллеров FESTO в редакторе лестничных диаграмм.

Задание по лабораторной работе: провести исследование работы конвейера в различных режимах с визуализацией работы программы контроллера FEC-20-DC.

Контрольные вопросы:

- 1 Назовите функциональные возможности характеристики контроллера FEC-20-DC.
- 2 Какие таймеры реализованы в виде функциональных блоков в данном контроллере?
- 3 Назовите основные элементы LD – программы.

Приложение № 4  
к п. 4.1

**ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ**

(для студентов заочной формы обучения)

**Задание 1**

- 1 Показатели оптимальности процесса управления.
- 2 Структурная схема самонастраивающейся системы и ее основные элементы.

**Задание 2**

- 1 Определение оптимального управления для непрерывных систем при квадратичном оптимизирующем функционале.
- 2 Применение анализатора характеристик. Использование эталонной модели.

**Задание 3**

- 1 Оптимальные системы с обратной связью по наблюдаемым координатам.
- 2 Адаптивные системы с идентификатором.

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

- 1 Понятия оптимального и адаптивного управления
- 2 Обобщенная функциональная схема адаптивной системы управления
- 3 Показатели оптимальности процесса управления
- 4 Задачи оптимального управления
- 5 Использование принципа максимума для синтеза оптимальных систем.
- 6 Определение оптимального управления для непрерывных систем при квадратичном оптимизирующем функционале.
- 7 Синтез цифровых систем управления при квадратичном оптимизирующем функционале.
- 8 Дискретные наблюдатели, не учитывающие помех.
- 9 Дуальность оптимальных наблюдателей и регуляторов.
- 10 Оптимальные системы с обратной связью по наблюдаемым координатам.
- 11 Реализация цифровых регуляторов в виде последовательных импульсных фильтров.
- 12 Реализация цифровых регуляторов в виде импульсных фильтров в цепи обратной связи.
- 13 Реализация цифровых регуляторов в виде комбинированных импульсных фильтров.
- 14 Принципы построения самонастраивающихся систем.
- 15 Структурная схема самонастраивающейся системы и ее основные элементы.
- 16 Классификация самонастраивающихся систем.
- 17 Задача синтеза контура самонастройки. Выбор критерия самонастройки и принципа построения контура самонастройки.
- 18 Применение анализатора характеристик. Использование эталонной модели.
- 19 Определение закона изменения настраиваемых параметров. Применение функций Ляпунова.
- 20 Беспойсковые системы прямого адаптивного управления. Обобщенная структура БАС.
- 21 Беспойсковые системы прямого адаптивного управления. Основные виды.
- 22 БАС с информацией о процессах на границе устойчивости.

- 23 Беспойсковые системы прямого адаптивного управления. БАС с настраиваемой и эталонной моделью.
- 24 Адаптивные системы с идентификатором.
- 25 Система управления с автоматически настраиваемым ПИ- (ПИД) регулятором.
- 26 Особенности робастного управления.



## ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### ВАРИАНТ 1

1. Общая задача оптимального управления – это:

- а) оптимизация управления динамическими системами и процессами
- б) управление информационными системами
- в) оптимизация разработки компьютерных программ
- г) анализ устойчивости систем автоматического управления

2. Классическое ограничение вида  $\int_{t_0}^{t_k} G(x, u, t) dt = C$  называется **(дать ответ)** ....

3. Автоматическую систему, обеспечивающую наилучшие технические и технико-экономические показатели при заданных условиях работы и ограничениях называют **(дать ответ)** ...

4. Задача Лагранжа записывается в виде:

а)  $J = \int_{t_0}^{t_k} F(x, \dot{x}, t) dt$

б)  $J = \varphi(t_k) = \varphi_1(x(t_k))$

в)  $J = \int_{t_0}^{t_k} F(x, \dot{x}, t) dt + \varphi(x(t_1))$

г)  $J = \int_{t_0}^{t_k} F(X, U, t) dt$

5. Закон управления - это:

- а) траектория движения системы
- б) функция управления, аргументом которой является время или вектор состояния системы
- в) любая функция управления системой
- г) совокупность выходных параметров системы

6. Критерий оптимальности системы, оптимальной по быстродействию, записывается в виде:

а)  $J = \int_{t_0}^{t_k} E^2(t) dt$

б)  $J = \int_{t_0}^{t_k} r \cdot u^2(t) dt$

в)  $J = \int_{t_0}^{t_k} r |u(t)| dt$

г)  $J = \int_{t_0}^{t_1} dt$

7. Стохастические системы управления - это:

- а) линейные системы
- б) оптимальные системы
- в) системы управления, параметры или сигналы в которых изменяются случайным образом
- г) нелинейные системы

8. Математическая модель линейной динамической системы управления записывается как:

- а)  $dx / dt = Ax + Bu$
- б)  $dx / dt = f(x, u, t)$
- в)  $dx / dt = f(x, u, t)$
- г)  $dx / dt = xTx + uTu$

9. При применении принципа максимума для определения оптимального управления системами с ограничениями на управление, функции управления являются:

- а) непрерывными
- б) монотонными
- в) кусочно-непрерывными
- г) разорванными

10. Расчет оптимального управления непрерывной системы с использованием уравнения Риккати возможен при следующем оптимизирующем функционале:

- а)  $I = \int_{t_0}^{t_1} (x_1 + ku) dt$
- б)  $I = \int_{t_0}^{t_1} (x_1 + ku^2) dt$
- в)  $I = \int_{t_0}^{t_1} (x_1^2 + ku) dt$
- г)  $I = \int_{t_0}^{t_1} (x_1^2 + ku^2) dt$

11. Стационарная система – это:

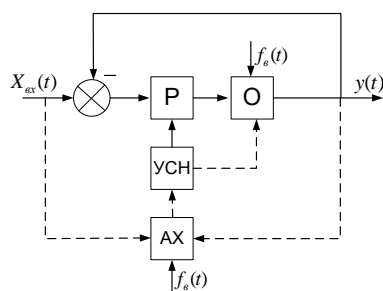
- а) система, параметры которой зависят от времени
- б) система, параметры которой не зависят от времени
- в) любая линейная система
- г) любая нелинейная система

12. Цифровые системы управления – это:

- а) системы программного управления
- б) замкнутые системы управления
- в) аналоговые системы управления
- г) системы управления с цифровым регулятором

13. На рисунке приведена структурная схема самонастраивающейся системы с (дать ответ)

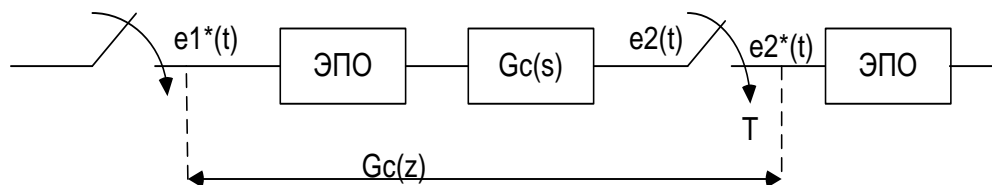
....



14. По виду характеристик, используемых при формировании показателя качества  $I$ , беспойсковые системы прямого адаптивного управления **НЕ** делятся на:

- системы с информацией о частотных характеристиках
- системы с информацией о временных характеристиках
- системы с информацией о статических характеристиках
- системы с моделью объекта

15. На данном рисунке схеме приведена схема цифрового регулятора:



- реализованного в виде последовательного импульсного фильтра
- реализованного в виде импульсного фильтра в цепи обратной связи
- реализованного в виде комбинированного импульсного фильтра
- любого из перечисленных выше

## ВАРИАНТ 2

1. Оптимальная траектория системы управления – это:

- допустимая траектория, которая соответствует оптимальному закону управления
- любая траектория
- любая допустимая траектория
- траектория при терминальном управлении

2. В задачах оптимального управления ограничения в виде неравенств относятся к **(дать ответ) .....**

3. Задачей использования методов оптимального управления является:

- анализ управляемости систем автоматического управления
- анализ устойчивости систем автоматического управления
- анализ точности систем автоматического управления
- построение оптимального закона управления системами автоматического управления

4. Основные математические методы теории оптимальных процессов:

- линейная алгебра
- операционное исчисление
- принцип максимума Понтрягина, динамическое программирование Беллмана, математическое программирование

г) преобразование Фурье

5. Задача Майера записывается в виде:

а)  $J = \int_{t_0}^{t_k} F(x, \dot{x}, t) dt$

б)  $J = \varphi(t_k) = \varphi_1(x(t_k))$

в)  $J = \int_{t_0}^{t_k} F(x, \dot{x}, t) dt + \varphi(x(t_1))$

г)  $J = \int_{t_0}^{t_k} F(X, U, t) dt$

6. Критерий оптимальности системы, оптимальной по точности в динамическом режиме, записывается в виде:

а)  $J = \int_{t_0}^{t_k} E^2(t) dt$

б)  $J = \int_{t_0}^{t_k} r \cdot u^2(t) dt$

в)  $J = \int_{t_0}^{t_k} r |u(t)| dt$

г)  $J = \int_{t_0}^{t_1} dt$

7. Математическая модель нелинейной динамической системы управления записывается в виде:

а)  $dx / dt = f(x, u, t)$

б)  $dx / dt = Ax(t) + Bu(t)$

в)  $dx / dt = Ax(t) + Bu(t) + W(t)$

г).  $dx / dt = A(t)x(t) + B(t)u(t)$

8. Критерий оптимальности системы оптимальной по быстродействию (минимум времени переходного процесса) записывается в виде **(дать ответ)** ...

9. Определить функционал Гамильтона – Понтрягина (принцип максимума), если уравнение движения объекта имеет вид  $\left. \begin{array}{l} \dot{y}_1 = y_2 \\ \dot{y}_2 = u \end{array} \right\}$ . Оптимизирующий функционал представлен в виде

$$J = T = \int_{t_0}^{t_k} 1 dt \rightarrow \min \text{ (дать ответ) } \dots$$

10. При использовании уравнения Риккати для оптимизирующего функционала

$$I = \int_{t_0}^{t_1} (x_1^2 + 0,1x_2^2 + u^2) dt$$
 матрицы  $R_1$  и  $R_2$  имеют вид:

а)  $R_1 = \begin{pmatrix} 0 & 0,1 \\ 0,1 & 0 \end{pmatrix}, R_2 = 0,1$

б)  $R_1 = \begin{pmatrix} 0 & 0,1 \\ 0,1 & 0 \end{pmatrix}, R_2 = 1$

в)  $R_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0,1 \end{pmatrix}, R_2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$

г)  $R_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0,1 \end{pmatrix}, R_2 = 1$

11. Разомкнутые системы управления – это:

- а) системы управления с обратной связью
- б) системы программного управления
- в) любые оптимальные системы
- г) любые неоптимальные системы

12. Нестационарная система – это:

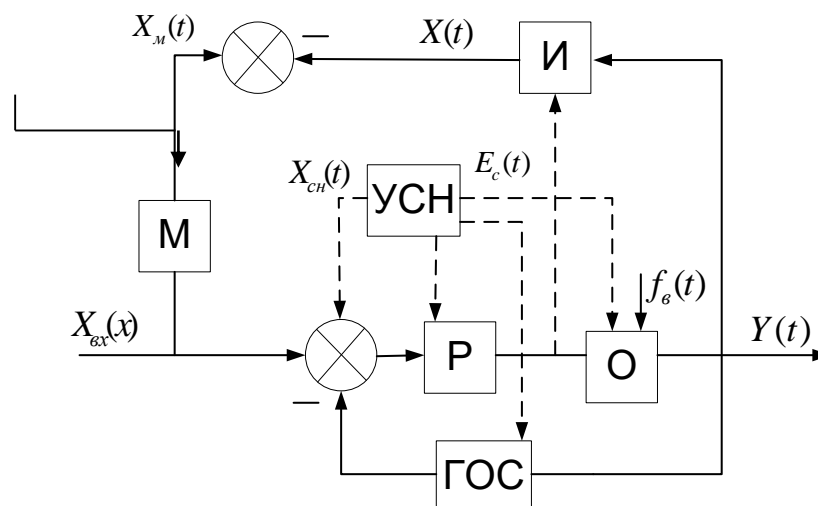
- а) система, параметры которой зависят от времени
- б) система, параметры которой не зависят от времени
- в) любая линейная система
- г) любая нелинейная система

13. Квазистационарным называется объект, характеристики которого:

- а) постоянны на всем периоде управления
- б) изменяются скачкообразно по истечении периода квазистационарности
- в) изменяются в период квазистационарности
- г) изменяются на всем периоде управления

14. На рисунке приведена структурная схема самонастраивающейся системы с (дать ответ)

....



15. Ошибка восстановления стремится к нулю при числе шагов  $i \rightarrow \infty$  для всех значений

начальной ошибки  $e(i_0)$ , если наблюдатель:

- а) асимптотически устойчив
- б) является апериодическим
- в) полного порядка

г) связан с оптимальным регулятором

### ВАРИАНТ 3

1. Автоматические системы, в которых параметры управляющих воздействий, или алгоритмы управления автоматически и целенаправленно меняются для достижения наилучших показателей, причем характеристики объекта и внешних воздействий меняющиеся заранее неизвестным образом, называются (дать ответ) ....

2. Замкнутая система управления – это:

- а) любая система управления
- б) система программного управления
- в) нелинейная система управления
- г) система с обратной связью

3. По характеру начальных и конечных условия задачи оптимального управления делятся на (дать ответ) ....

4. Задача Больца записывается в виде:

а)  $J = \int_{t_0}^{t_k} F(x, \dot{x}, t) dt$

б)  $J = \varphi(t_k) = \varphi_1(x(t_k))$

в)  $J = \int_{t_0}^{t_k} F(x, \dot{x}, t) dt + \varphi(x(t_1))$

г)  $J = \int_{t_0}^{t_k} F(X, U, t) dt$

5. Существование оптимального управления:

- а) оптимальное решение всегда существует, но не является единственным
- б) оптимальное решение существует не всегда
- в) оптимальное решение всегда существует и является единственным
- г) оптимальное решение всегда существует

6. Критерий оптимальности системы, оптимальной по расходу энергии на управление, записывается в виде:

а)  $J = \int_{t_0}^{t_k} E^2(t) dt$

б)  $J = \int_{t_0}^{t_k} r \cdot u^2(t) dt$

в)  $J = \int_{t_0}^{t_k} r |u(t)| dt$

г)  $J = \int_{t_0}^{t_1} dt$

7. Расчет оптимального управления непрерывной системы с использованием уравнения Риккати возможен при следующем оптимизирующем функционале:

а)  $I = \int_{t_0}^{t_1} (x_1 + x_2 + ku) dt$

б)  $I = \int_{t_0}^{t_1} (x_1^2 + x_2^2 + ku) dt$

в)  $I = \int_{t_0}^{t_1} (x_1^2 + x_2^2 + ku^2) dt$

г)  $I = \int_{t_0}^{t_1} (x_1 + x_2 + ku^2) dt$

8. Классическое изопериметрическое ограничение записывается в виде:

а)  $v_i(x, u, t) = 0$

б)  $\int_{t_0}^{t_k} G(x, u, t) dt = C$

в)  $v_i(x, u, t) \leq 0$

г)  $t_k > 0$

9. В общем случае критерий управления может быть записан в виде функционала:

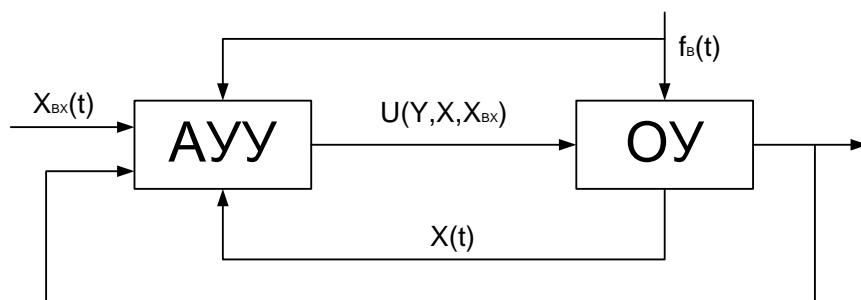
а)  $J = \int_{t_0}^{t_k} F(X, U, t) dt$

б)  $J = \int_{t_0}^{t_k} F(x, \dot{x}, t) dt$

в)  $J = \varphi(t_k) = \varphi_1(x(t_k))$

г)  $J = \int_{t_0}^{t_k} F(x, \dot{x}, t) dt + \varphi(x(t_1))$

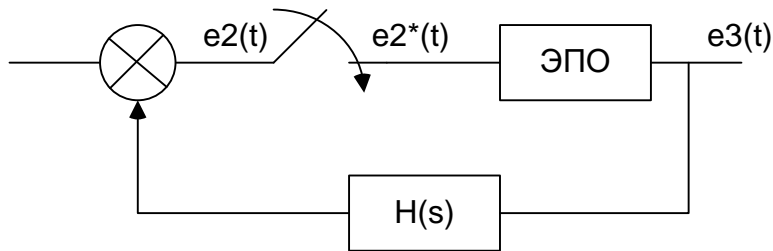
10. Обобщенная функциональная схема системы представлена на рисунке. На ней элемент АУУ – это (дать ответ) ...



11. Определить функционал Гамильтона – Понтрягина (принцип максимума) , если уравнение движения объекта имеет вид  $\begin{cases} \dot{y}_1 = y_2 \\ \dot{y}_2 = u \end{cases}$  . Оптимизирующий функционал

представлен в виде  $J = \int_{t_0}^{t_k} r \cdot u^2(t) dt$  (дать ответ) ....

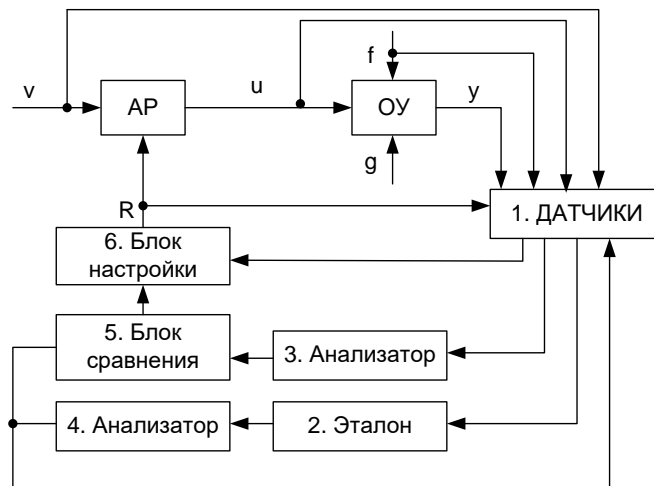
12. На данном рисунке схеме приведена схема цифрового регулятора:



- а) реализованного в виде последовательного импульсного фильтра
- б) реализованного в виде импульсного фильтра в цепи обратной связи
- в) реализованного в виде комбинированного импульсного фильтра
- г) любого из перечисленных выше

13. При построении оптимальных адаптивных систем используют два основных подхода: (дать ответ) ...

14. В блоке настройки 6 обобщенной структуры беспоисковой системы прямого адаптивного управления производится (дать ответ) ...



15. В структуру системы управления с самонастраивающимся регулятором **НЕ** входит:

- а) упредитель (предсказатель)
- б) оценитель
- в) управляемый объект
- г) эталонная модель