

Автономная некоммерческая организация высшего образования  
«СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ОТКРЫТЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



«Утверждаю»

Проректор по УМР

О.М. Вальц

13 сентября 2018 г.

## Рабочая программа дисциплины

# «ОСНОВЫ ТЕОРИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»

Направление подготовки: **20.03.01 – Техносферная безопасность**

Профиль подготовки: **Безопасность технологических процессов и производств**

Квалификация (степень): **бакалавр**

Форма обучения: **заочная**

Санкт-Петербург, 2018

Рабочая программа дисциплины «Основы теории автоматического управления» разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 20.03.01 – Техносферная безопасность.

Основным документом для разработки рабочей программы является рабочий учебный план направления 20.03.01 – Техносферная безопасность и профиля подготовки 20.03.01.1 Безопасность технологических процессов и производств.

Учебные и методические материалы по учебной практике размещены в электронной информационно-образовательной среде университета.

**Составитель:**

О.Л. Соколов, к.т.н., доцент

**Рецензент:**

Н.Н. Дзекцер к.т.н., научный руководитель, ООО "Системы энергоэкологической безопасности»

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры Электроэнергетики и автомобильного транспорта «12» сентября 2018 года, протокол №1

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	4
2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	6
3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ .....	6
4. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ .....	7
5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	9
5.1. Темы контрольной работы .....	9
5.2. Темы курсовых работ .....	9
5.3. Перечень методических рекомендаций.....	10
5.4. Перечень вопросов для подготовки к зачету (экзамену) .....	10
6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	11
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	11
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....	13
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	15
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ .....	15
12. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ .....	16
Приложение .....	17

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Целью освоения дисциплины «**Основы теории автоматического управления**» является:

— подготовка высококвалифицированного специалиста, глубоко знающего основы теории автоматического управления и умеющего выполнять исследовательские и расчетные работы по созданию и внедрению в эксплуатацию автоматических систем с широким использованием средств современной вычислительной техники.

1.2. Изучение дисциплины «**Основы теории автоматического управления**» способствует решению следующих задач профессиональной деятельности:

- освоение принципов функционирования и построения математических моделей объектов и систем непрерывного и дискретного управления;
- формирование у студентов современного представления о технических средствах САУ;
- развитие у студентов навыков самостоятельно решать конкретные технологические и проектные задачи;
- дать необходимые знания для освоения способов синтеза САУ и научить обоснованно выбирать их;
- ознакомление с современными методами анализа и синтеза динамических систем с использованием типовых пакетов прикладных программ;
- усвоение основных положений современной теории оптимального и адаптивного управления.

1.3. Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

**Общекультурных (ОК):**

<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование и (или) описание компетенции</b>
<b>ОК-6</b>	Способностью организовать свою работу ради достижения поставленных целей; готовность к использованию инновационных идей

### Профессиональные (ПК)

<i>Код компетенции</i>	<i>Наименование и (или) описание компетенции</i>
ПК-5	Способностью ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей.
ПК-20	Способностью принимать участие в научно-исследовательских разработках по профилю подготовки: систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные.

1.4. В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- **Знать:** основные принципы и схемы автоматического управления, основные типы систем автоматического управления, их математическое описание и основные задачи исследования, содержание и методы линейной теории систем; методы пространства состояний и комплексной области, частотные и алгебраические методы исследования автоматических систем, виды регуляторов, виды нелинейностей систем, способы синтеза и оптимизации автоматических систем, математические выражения и физический смысл основных критериев оптимальности, современные методы синтеза оптимальных систем и области их практического применения, принципы адаптации, самонастройки и структурные схемы их реализаций.
- **Уметь:** составлять математические модели систем, осуществлять их преобразования к виду, удобному для исследования на ЭВМ, строить частотные и временные характеристики, анализировать устойчивость и качество линейных и нелинейных САУ, применять математические методы для анализа общих свойств линейных систем, производить анализ и синтез линейных систем автоматического управления при детерминированных и случайных возмущениях, провести расчет настроек регулятора, осуществлять синтез и оптимизацию автоматических систем, применять методы для решения конкретных задач синтеза алгоритмов оптимального управления, определять структуру и параметры регуляторов для разомкнутых и замкнутых систем, реализующих заданный критерий оптимальности, осуществлять синтез оптимальных систем при условии параметрической неопределенности объекта.
- **Владеть:** методами составления математических моделей систем управления, преобразования структурных схем систем управления, исследования линейных и нелинейных систем управления, расчета и выбора регуляторов, синтеза систем управления.

## 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Основы теории автоматического управления» относится к вариативной части дисциплин по выбору блока Б1.

Место дисциплины базируется на курсах «Математика», «Физика», «Общая электротехника и электроника». Знания, полученные при изучении данной дисциплины, являются базой для всех специальных дисциплин, связанных с использованием систем автоматического управления. Приобретенные студентами знания будут использованы при изучении дисциплин «Проектирование информационных систем управления», «Информационно-измерительные системы», а также в дипломном проектировании.

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ

№ п/п	Наименование модуля и темы учебной дисциплины	Трудоёмкость по учебному плану (час/з.е.)	Виды занятий			Виды контроля		
			Лекции	Практическое занятие	Самостоятельная работа	Контрольная работа	Курсовая работа (проект)	Зачёт (экзамен)
<b>1.</b>	<b>Модуль 1. Общая характеристика и основные понятия теории автоматического управления</b>	<b>36/1</b>	<b>1</b>		<b>35</b>			
2.	Введение	1			1			
3.	Тема 1.1. Основные понятия и определения ТАУ	17/0,48	0,5		16,5			
4.	Тема 1.2. Общая характеристика автоматического управления	18/0,5	0,5		17,5			
<b>5.</b>	<b>Модуль 2. Линейные системы управления</b>	<b>36/1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>31</b>			
6.	Тема 2.1. Математическое описание линейных систем управления	18/0,5	0,5	2	15,5			
7.	Тема 2.2. Устойчивость линейных систем управления	18/0,5	0,5	2	15,5			
<b>8.</b>	<b>Модуль 3. Нелинейные системы управления</b>	<b>36/1</b>	<b>1</b>		<b>35</b>			
9.	Тема 3.1. Математическое описание нелинейных систем управления	18/0,5	0,5		18			
10.	Тема 3.2. Исследование нелинейных систем	18/0,5	0,5		18			
<b>11.</b>	<b>Модуль 4. Дискретные системы управления</b>	<b>36/1</b>	<b>0,5</b>	<b>2</b>	<b>33,5</b>			
12.	Тема 4.1 Описание дискретных систем управления	36/1	0,5	2	33,5			

№ п/п	Наименование модуля и темы учебной дисциплины	Трудоёмкость по учебному плану (час/з.е.)	Виды занятий			Виды контроля		
			Лекции	Практическое занятие	Самостоятельная работа	Контрольная работа	Курсовая работа (проект)	Зачёт (экзамен)
13.	<b>Модуль 5. Синтез систем управления</b>	<b>36/1</b>	<b>0,5</b>		<b>35,5</b>			
14.	Тема 5.1. Синтез систем управления	35/1	0,5		35,5			
15.	Заключение	1			1			
16.	<b>Всего:</b>	<b>180/5</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>170</b>	<b>1</b>		<b>Экз</b>

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

##### Модуль 1. Общая характеристика и основные понятия теории автоматического управления (36 часов)

###### Введение (1 час)

###### Тема 1.1. Основные понятия и определения ТАУ (17 часов)

Основные понятия и определения теории автоматического управления. Терминология. Общая характеристика различных видов математического описания автоматических систем. Классификация систем. История развития теории управления. Примеры систем автоматического управления и области их применения.

###### *Виды учебных занятий:*

Лекция: Основные понятия и определения ТАУ 0,5 час

###### Тема 1.2. Общая характеристика автоматического управления (18 часов)

Статические и динамические свойства систем автоматического управления. Роль обратной связи в управлении. Основные принципы автоматического управления. Управление по отклонению. Управление по возмущению. Комбинированное управление. Общая структура замкнутой САУ

###### *Виды учебных занятий:*

Лекция: Общая характеристика автоматического управления 0,5 час

##### Модуль 2. Линейные системы управления (36 часов)

###### Тема 2.1. Математическое описание линейных систем управления (18 часов)

Виды математического описания линейных систем управления.. Математическое описание САУ. Преобразование Лапласа. Передаточные функции. Типовые динамические звенья. Особые звенья. Типовые входные воздействия. Переходная функция. Импульсная функция. Частотные характеристики. Логарифмические амплитудно-частотные характеристики.

### ***Виды учебных занятий:***

Лекция:	Математическое описание линейных систем управления	0,5 часа
Практическое занятие:	Занятие №1 по теме «Типовые динамические звенья»	0,5 часа
Практическое занятие:	Занятие №2 по теме «Частотные характеристики»	0,5 часа

### **Тема 2.2. Устойчивость линейных систем управления (18 часов)**

Алгебраические критерии устойчивости Рауса и Гурвица. Частотные критерии устойчивости Найквиста и Михайлова. Качество и точность процессов в САУ. Корневые методы оценки качества управления.

### ***Виды учебных занятий:***

Лекция:	Устойчивость линейных систем управления	0,5 час
Практическое занятие:	Занятие №3 по теме «Алгебраические критерии устойчивости»	0,5 час
Практическое занятие:	Занятие №4 «Частотные критерии устойчивости»	0,5 час

### **Модуль 3. Нелинейные системы управления (36 часов)**

#### **Тема 3.1. Математическое описание нелинейных систем управления (18 часов)**

Основные понятия и определения теории нелинейных систем управления. Классы нелинейностей. Статические нелинейности. Статические характеристики нелинейных элементов. Динамические нелинейности. Примеры нелинейных систем. Методы линеаризации нелинейных систем. Гармоническая линеаризация. Метод Гольдфарба.

### ***Виды учебных занятий:***

Лекция:	Математическое описание нелинейных систем управления	0,5 часа
Практическое занятие:	Занятие №5 «Методы линеаризации нелинейных элементов»	1 часа

#### **Тема 3.2. Исследование нелинейных систем (18 часов)**

Методы исследования нелинейных систем. Исследование нелинейных систем управления методом фазовой плоскости. Элементы фазового портрета. Уравнения особых точек. Особый вид фазового портрета. Метод изоклин. Абсолютная устойчивость нелинейных систем. Понятие абсолютной устойчивости. Критерий абсолютной устойчивости Попова.

### ***Виды учебных занятий:***

Лекция:	Исследование нелинейных систем	0,5 час
Практическое занятие:	Занятие №6 «Построение фазовых портретов»	1 час

#### **Модуль 4. Дискретные системы управления (36 часов)**

##### **Тема 4.1. Описание дискретных систем управления (36 часов)**

Понятия о дискретных САУ. Математическое представление дискретных САУ. Решетчатые функции. Конечные разности решетчатых функций. Преобразование Лапласа. Z-преобразования. Передаточные функции дискретных систем. Частотные характеристики дискретных систем. Анализ качества переходных процессов в дискретных системах.

###### ***Виды учебных занятий:***

Лекция: Описание дискретных систем управления 0,5 час

#### **Модуль 5. Синтез систем управления (36 часов)**

##### **Тема 5.1. Синтез систем управления (35 часов)**

Основные этапы синтеза систем автоматического управления. Методика синтеза линейных систем управления. Последовательные корректирующие устройства. Типовые регуляторы. Параллельные корректирующие устройства. Методы синтеза нелинейных систем управления. Методы синтеза цифровых систем управления. Расчет дискретных корректирующих устройств.

###### ***Виды учебных занятий:***

Лекция: Понятие об информации. Кодирование информации 0,5 час

Практическое занятие: Занятие №7 «Синтез линейных систем управления» 0,5 час

Практическое занятие: Занятие №8 «Синтез нелинейных систем управления» 0,5 час

Практическое занятие: Занятие №9 «Синтез дискретных систем управления» 1 час

**Заключение (1 час)**

### **5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

#### **5.1. Темы контрольной работы**

<b>Модуль дисциплины</b>	<b>Наименование тем</b>
Модуль 2. Линейные системы управления	Исследование свойств и расчет характеристик СУ

#### **5.2. Темы курсовых работ**

Рабочими учебными планами профилей подготовки выполнение курсовых работ не предусмотрено.

### 5.3. Перечень методических рекомендаций

№ п/п	Наименование
1	Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям
2	Методические рекомендации по выполнению контрольной работы

### 5.4. Перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Перечислите принципы управления и поясните их.
2. Что представляет собой закон управления?
3. Каково назначение регулятора в системе?
4. По каким признакам классифицируются системы управления?
5. Дайте классификацию систем по виду задающего воздействия.
6. Назовите необходимые и достаточные условия линейности систем.
7. Что представляет собой система управления?
8. Перечислите основные элементы системы автоматического управления
9. Каково назначение математического описания систем?
10. Что такое динамика системы?
11. Чем отличается математическое описание динамики системы от описания ее статики?
12. Что представляет собой условие физической реализуемости системы?
13. Каким образом линеаризуются дифференциальные уравнения?
14. Назовите формы записи линеаризованных уравнений.
15. Каким образом перейти к первой форме записи дифференциального уравнения звена? Как в этом случае называются коэффициенты?
16. Как перейти от дифференциального уравнения к операторному?
17. Дайте определение передаточной функции.
18. Как по дифференциальному уравнению звена найти его передаточную функцию?
19. Что такое динамическое звено и его характеристика?
20. Дайте определение основных характеристик.
21. Какие частотные характеристики используются для исследования систем?
22. Почему ЛЧХ нашли большое применение в инженерной практике?
23. По каким признакам классифицируются типовые динамические звенья?
24. Перечислите группы основных типов звеньев.
25. Что представляет собой структурная схема системы управления?
26. Какие способы соединений звеньев используются в системах?
27. Как находятся передаточные функции смешанных соединений звеньев?
28. Дайте определение устойчивости системы с физической и математической точек зрения.
29. Какой характер имеет переходный процесс в устойчивой и неустойчивой системах?
30. Сформулируйте необходимое условие устойчивости.
31. Что такое критерии устойчивости?

32. Что такое граница устойчивости? Каким образом при этом расположены корни характеристического уравнения системы на плоскости комплексного переменного?
33. Сформулируйте критерий устойчивости Гурвица.
34. Каким образом по критерию Гурвица определяются границы устойчивости?
35. Сформулируйте критерий устойчивости Найквиста.
36. Что такое запасы устойчивости? Каким образом они определяются по АФЧХ разомкнутой системы?
37. Как определяются запасы устойчивости по ЛЧХ?
38. Дайте понятие качества работы системы управления. Чем оно определяется?
39. Что представляют собой критерии качества?
40. Как производится оценка точности работы систем?
41. Чему равны первые два коэффициента ошибок в системах с астатизмом первого и второго порядков?
42. Определите показатели качества переходного процесса и частотные показатели, поясните их физический смысл.
43. Поясните связь частотных показателей качества работы системы с частотными характеристиками разомкнутой цепи.
44. Что представляют собой корневые оценки качества?
45. В чем удобство и недостатки интегральных критериев качества?
46. Каким образом экспериментальным путем можно оценить качество работы системы?
47. Какова роль моделирования систем управления?
48. Перечислите общие методы повышения точности систем управления. Поясните их.
49. Дайте понятие астатических системы управления. Каким образом определяется степень астатизма?
50. В чем преимущество повышения степени астатизма системы с помощью изодромных устройств?

## **6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине по решению кафедры оформлен отдельным приложением к рабочей программе.

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Федотов А.В. Основы теории автоматического управления [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Федотов А.В.— Электрон. текстовые данные.— Омск: Омский государственный технический университет, 2012.— 279 с.—

Режим дост <http://www.iprbookshop.ru/37832.html>

2. Федосенков Б.А. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]: современные разделы теории управления. Учебное пособие/ Федосенков Б.А.— Электрон. текстовые данные.— Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2014.— 153 с.—

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61292.html>.

3. Ямалов И.У. Моделирование процессов управления и принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс]/ Ямалов И.У.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 289 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/6493.html>.

4. Подчукаев В. А. Теория автоматического управления (аналитические методы) : учебное пособие / Подчукаев В. А.. - Физматлит, 2006. - 392 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17462>

5. Коновалов Б.И. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]: учебное методическое пособие/ Коновалов Б.И., Лебедев Ю.М.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010.— 162 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13869.html>.

6. Петраков Ю.В. Теория автоматического управления технологическими системами [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Петраков Ю.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Машиностроение, 2008.— 336 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/5153.html>.

#### **Дополнительная литература**

1. Воронов, А.А. Теория автоматического управления, ч. 1 Теория линейных систем автоматического управления /Под ред. А.А. Воронова М.: Высшая школа, 1986. 367с.

2. Воронов, А.А. Теория автоматического управления ч.2. Теория нелинейных и специальных систем автоматического управления / Под ред. А.А. Воронова М.: Высшая школа. 1986. 504 с.

3. Востриков, А.С. Теория автоматического регулирования: Учеб. пособие для ВУЗов/ А.С. Востриков, Г.А. Французова. – М.: Высшая школа, 2004. – 365 с.: ил.

4. Пантелеев, А.В. Теория управления в примерах и задачах: Учеб. пособие / А.В. Пантелеев, А.С. Бортаковский. – М.: Высшая школа, 2003. – 583 с.: ил.

5. Мирошник, И.В. Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы / Мирошник И.В.. – СПб.: Питер, 2006 с.

6. Ротач В. Я. Теория автоматического управления : учеб. для вузов / В. Я. Ротач. - Изд-во МЭИ, 2005. - 399 с.

#### **Программное обеспечение**

1. ППП MS Office-2016

2. Тестовый редактор Блокнот

3. Браузеры IE, Google, Chrome, Mozilla Firefox.

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Электронная информационно-образовательная среда АНО ВО "СЗТУ" (ЭИОС СЗТУ) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://edu.nwotu.ru/>
2. Электронная библиотека АНО ВО "СЗТУ" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://lib.nwotu.ru:8087/jirbis2/>
3. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
4. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>
5. Информационная системы доступа к электронным каталогам библиотек сферы образования и науки (ИС ЭКБСОН)[Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.vlibrary.ru/>

## **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

При изучении дисциплины используется балльно-рейтинговая технология, которая позволяет реализовать непрерывную и комплексную систему оценивания учебных достижений студентов. Непрерывность означает, что текущие оценки не усредняются, а непрерывно складываются на всем протяжении при изучении дисциплины в семестре. Комплексность означает учет всех форм учебной и творческой работы студента в течение семестра.

Балльно-рейтинговая технология, включает в себя два вида контроля: текущий контроль и промежуточная аттестация по дисциплине.

Лекционные занятия проводятся в форме контактной работы со студентами с применением дистанционных образовательных технологий.

Практические занятия проводятся в форме контактной работы со студентами с применением дистанционных образовательных технологий, в компьютерном классе либо в аудитории с мультимедийным оборудованием.

Контрольная работа выполняется студентом самостоятельно используя знания и практические навыки, полученные на лекциях, практических занятиях, в ходе выполнения лабораторных работ.

Консультирование студентов в процессе изучения дисциплины организуется кафедрой и осуществляется преподавателем в форме контактной работы со студентами с применением дистанционных образовательных технологий. Консультирование может осуществляться как в режиме on-line, так и заочно в форме ответов на вопросы студентов, направляемых преподавателю посредством размещения их в разделе «Консультации» в структуре изучаемой дисциплины в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета.

Роль консультаций должна сводиться, в основном, к помощи в изучении дисциплины (модуля), выполнении лабораторных работ, контрольных работ и курсовых работ (проектов).

**Текущий контроль (ТК)** - основная часть балльно-рейтинговая технологии, основанная на поэтапном контроле усвоения студентом учебного материала, выполнении индивидуальных заданий.

Форма контроля: тестовые оценки в ходе изучения дисциплины, оценки за выполнение индивидуальных заданий, лабораторных работ, контрольных работ курсовых работ (проектов).

Основная цель ТК: своевременная оценка успеваемости студентов, побуждающая их работать равномерно, исключая малые загрузки или перегрузки в течение семестра.

ТК осуществляется программными средствами ЭИОС в период самостоятельной работы студента по его готовности.

Оценивание учебной работы студента осуществляется в соответствии с критериями оценивания, определяемые балльно-рейтинговой системой (БРС) рабочей программы учебной дисциплины

По результатам ТК, при достаточной личной организованности и усердии, студенты имеют возможность получить оценку при промежуточной аттестации по итогам текущей успеваемости,

**Промежуточная аттестация (ПА)** - это проверка оценочными средствами уровня учебных достижений студентов по всей дисциплине за семестр.

Формы контроля: зачет или экзамен в виде многовариантного теста (до 35 заданий). Тесты формируются соответствующими программными средствами случайным образом из банка тестовых заданий по учебной дисциплине.

ПА осуществляется с применением дистанционных образовательных технологий.

Цель ПА: проверка базовых знаний дисциплины и практических навыков, полученных при изучении модуля (дисциплины) и уровня сформированности компетенций.

**Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости, по личному заявлению, осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

1. Internet – технологии:

WWW (англ. World Wide Web – Всемирная Паутина) – технология работы в сети с гипертекстами;

FTP (англ. File Transfer Protocol – протокол передачи файлов) – технология передачи по сети файлов произвольного формата;

IRC (англ. Internet Relay Chat – поочередный разговор в сети, чат) – технология ведения переговоров в реальном масштабе времени, дающая возможность разговаривать с другими людьми по сети в режиме прямого диалога;

ICQ (англ. I seek you – я ищу тебя, можно записать тремя указанными буквами) – технология ведения переговоров один на один в синхронном режиме.

2. Дистанционное обучение с использованием ЭИОС на платформе Moodle.

3. Технология мультимедиа в режиме диалога.

4. Технология неконтактного информационного взаимодействия (виртуальные кабинеты, лаборатории).

5. Гипертекстовая технология (электронные учебники, справочники, словари, энциклопедии) и т.д.

## **11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Библиотека.

2. Справочно-правовая система Консультант Плюс.

3. Электронная информационно-образовательная среда университета.

Локальная сеть с выходом в Интернет.

## 12. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ

Формирование оценки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины осуществляется с использованием балльно-рейтинговой оценки работы студента.

<b>Вид учебной работы, за которую ставятся баллы</b>	<b>Баллы</b>
Участие в online занятиях, прослушивание видео лекций	0 - 5
Контрольный тест к разделу 1	0 – 8
Контрольный тест к разделу 2	0 – 9
Контрольный тест к разделу 3	0 – 9
Практическая работа	0 – 9
Контрольная работа	0 - 30
Итого за учебную работу	0 - 70
Итоговый контрольный тест	0 - 30
<b>ВСЕГО</b>	<b>0 - 100</b>

<b>БОНУСЫ (баллы, которые могут быть добавлены до 100):</b>	<b>Баллы</b>
- за активность	0 - 10
- за участие в ОЛИМПИАДЕ (в зависимости от занятого места)	0 - 50
- за участие в НИРС (в зависимости от работы)	0 - 50
- за оформление заявок на полезные модели (рацпредложения)	0 - 50

### Оценка по контрольной работе

<b>Оценка</b>	<b>Количество баллов</b>
отлично	27 - 30
хорошо	23 - 26
удовлетворительно	18 - 22
неудовлетворительно	менее 18

### Балльная шкала оценки

<b>Оценка (экзамен)</b>	<b>Баллы</b>
отлично	86 – 100
хорошо	69 – 85
удовлетворительно	51 – 68
неудовлетворительно	менее 51

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 1. Перечень формируемых компетенций

#### *Общекультурных (ОК):*

Код компетенции	Наименование и (или) описание компетенции
<b>ОК-6</b>	Способностью организовать свою работу ради достижения поставленных целей; готовность к использованию инновационных идей

#### *Профессиональные (ПК)*

Код компетенции	Наименование и (или) описание компетенции
<b>ПК-5</b>	Способностью ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей.
<b>ПК-20</b>	Способностью принимать участие в научно-исследовательских разработках по профилю подготовки: систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные

### 2. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые модули (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
<b>1</b>	Модуль 1. Информация и информатика	ОК-6, ПК-5, ПК-20	Контрольный тест 1
<b>2</b>	Модуль 2. Вычислительная техника	ОК-6, ПК-5, ПК-20	Контрольный тест 2 Практическое занятие 1 Практическое занятие 2 Практическое занятие 3 Практическое занятие 4
<b>3</b>	Модуль 3. Программное обеспечение компьютеров.	ОК-6, ПК-5, ПК-20	Контрольный тест 3 Практическое занятие 6 Практическое занятие 7
<b>4</b>	Модуль 4. Сетевые технологии обработки информации.	ОК-6, ПК-5, ПК-20	
<b>5</b>	Модуль 5. Создание текстовых и графических документов.	ОК-6, ПК-5, ПК-20	Практическое занятие 8 Практическое занятие 9 Практическое занятие 10
<b>6</b>	Модули 1 - 5	ОК-6, ПК-5, ПК-20	Итоговый контрольный тест Контрольная работа

### 3. Показатели и критерии оценивания компетенций по этапам формирования, описание шкал оценивания

Этапы освоения компетенции	Показатели достижения заданного уровня освоения компетенций	Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5
Первый этап	<b>Знать</b> (ОК-6, ПК-5, ПК-20): основные принципы и схемы автоматического управления, основные типы систем автоматического управления, их математическое описание и основные задачи исследования, содержание и методы линейной теории систем; методы пространства состояний и комплексной области.	Не знает	Знает некоторые основные принципы и схемы автоматического управления	Знает основные принципы и схемы автоматического управления, основные типы систем автоматического управления	Знает основные принципы и схемы автоматического управления, основные типы систем автоматического управления, их математическое описание и основные задачи исследования, но не знает некоторых методов линейной теории систем	Знает основные принципы и схемы автоматического управления, основные типы систем автоматического управления, их математическое описание и основные задачи исследования, содержание и методы линейной теории систем; методы пространства состояний и комплексной области.
Второй этап	<b>Уметь</b> (ОК-6, ПК-5, ПК-20): составлять математические модели систем, осуществлять их преобразования к виду, удобному для исследования на ЭВМ, строить частотные и временные характеристики, анализировать устойчивость и качество линейных и нелинейных САУ, применять математические методы для анализа общих свойств линейных систем	Не умеет	Ошибается в составлении математических моделей систем	Правильно составлять математические модели систем, осуществлять их преобразования к виду	Правильно составлять математические модели систем, осуществлять их преобразования к виду, удобному для исследования на ЭВМ, строить частотные и временные характеристики	Умеет составлять математические модели систем, осуществлять их преобразования к виду, удобному для исследования на ЭВМ, строить частотные и временные характеристики, анализировать устойчивость и качество линейных и нелинейных САУ, применять математические методы для анализа общих свойств линейных систем

Третий этап	<b>Владеть</b> (ОК-6, ПК-5, ПК-20): методами составления математических моделей систем управления, преобразования структурных схем систем управления, исследования линейных и нелинейных систем управления, расчета и выбора регуляторов, синтеза систем управления.	Не владеет	Владеет некоторыми методами составления математических моделей систем управления	Владеет методами составления математических моделей систем управления, преобразования структурных схем систем управления	Владеет методами составления математических моделей систем управления, преобразования структурных схем систем управления, исследования линейных и нелинейных систем управления.	Владеет методами составления математических моделей систем управления, преобразования структурных схем систем управления, исследования линейных и нелинейных систем управления, расчета и выбора регуляторов, синтеза систем управления
-------------	--	------------	--	--	---	---

**4. Шкалы оценивания**  
(балльно-рейтинговая система)

<b>Вид учебной работы, за которую ставятся баллы</b>	<b>Баллы</b>
Участие в online занятиях, прослушивание видео лекций	0 - 5
Контрольный тест к разделу 1	0 – 8
Контрольный тест к разделу 2	0 – 9
Контрольный тест к разделу 3	0 – 9
Практическая работа	0 – 9
Контрольная работа	0 - 30
Итого за учебную работу	0 - 70
Итоговый контрольный тест	0 - 30
<b>ВСЕГО</b>	<b>0 - 100</b>

**Балльная шкала оценки**

<b>Оценка (экзамен)</b>	<b>Баллы</b>
отлично	86 – 100
хорошо	69 – 85
удовлетворительно	51 – 68
неудовлетворительно	менее 51

**5. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций при изучении учебной дисциплины в процессе освоения образовательной программы**

**5.1. Типовой вариант задания на практическую работу**

**Исследование статической системы управления 2-го порядка**

Рассматриваемые в задании темы:

- Передаточная функция разомкнутой системы;
- Характеристические полиномы разомкнутой и замкнутой системы;
- Передаточные функции по управлению и по ошибке замкнутой системы;
- Точность СУ в установившемся режиме. Расчет установившихся ошибок.

**1.1.** Модель СУ №1 представлена структурной схемой – рис. 1.1.

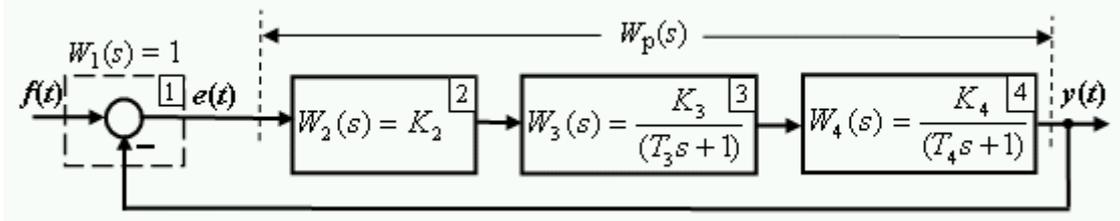


Рис. 1.1

Операторы звеньев (блоков) заданы **передаточными функциями (ПФ)**.

Звено 1 – “сумматор”. Его ПФ  $W_1(s) = K_1 = 1 = 1/1$ .

**Значения параметров ПФ остальных звеньев:**

$$W_2(s) = K_2 = 10 = 10/1;$$

$$W_3(s) = K_3 / (T_3s + 1) = 1 / (5s + 1);$$

$$W_4(s) = K_4 / (T_4s + 1) = 2 / (s + 1).$$

**1.2.** К какому **классу** (классам) относится математическая модель СУ?

1: линейные; 2: непрерывные; 3: дискретные, 4: нелинейные.

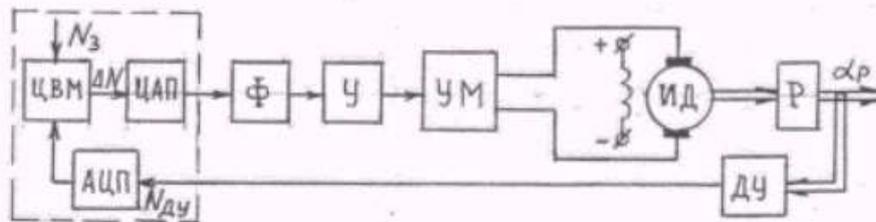
Почему данная СУ называется “статическая”?

**Обоснование:** ...

### 1.1. Типовой вариант задания на курсовую работу ТЕМА 1

#### СИЛОВОЙ СЛЕДЯЩИЙ ПРИВОД

##### Функциональная схема



Обозначения : Ф - фильтр; У - усилитель; УМ - усилитель мощности; ИД - исполнительный двигатель; Р - редуктор; ДУ - датчик угла поворота. ЦВМ, ЦАП, АЦП - цифровая часть системы.

Рис.1

#### Структурная схема СУ

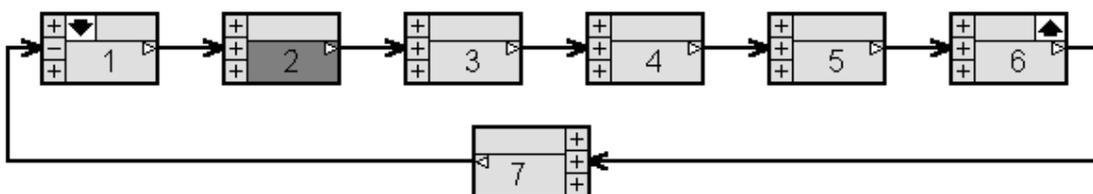


Рис.2

### Операторы звеньев

Звено 1. Фильтр.  $W_1=1/(0.01s+1)$ .

Звено 2. Коррекция последовательного типа. Исходная ПФ  $W_2=1/1$ .

Звено 3. Усилитель.  $W_3=200$ .

Звено 4. Усилитель мощности.  $W_4=10/(0.1s+1)$ .

Звено 5. Двигатель.  $W_5=2/(2s+1)(0.1s+1)$ .

Звено 6. Редуктор.  $W_6=0.002/s$ .

Звено 7. Датчик угла поворота.  $W_7=1/1$ .

Коэффициент передачи цифровой части  $K_{цч}=1$ .

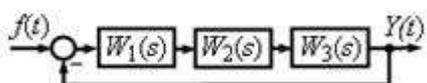
Функциональная схема исходной СУ представлена на рис.1. Структурная схема приведена на рис.2. На предыдущих этапах проектирования обеспечены необходимые астатизм и контурное усиление. Операторы и параметры всех звеньев (кроме корректирующего) изменению не подлежат.

Провести анализ качества исходной системы. При необходимости обеспечить динамику СУ – т.е. качество переходного процесса.

Требования к переходному процессу: перерегулирование  $\sigma \leq 15\%$ .

### 1.2. Типовой тест промежуточной аттестации

1. Провести анализ устойчивости. Использовать алгебраический критерий Гурвица.



$$W_1(s) = K_1/s = 1/s ;$$

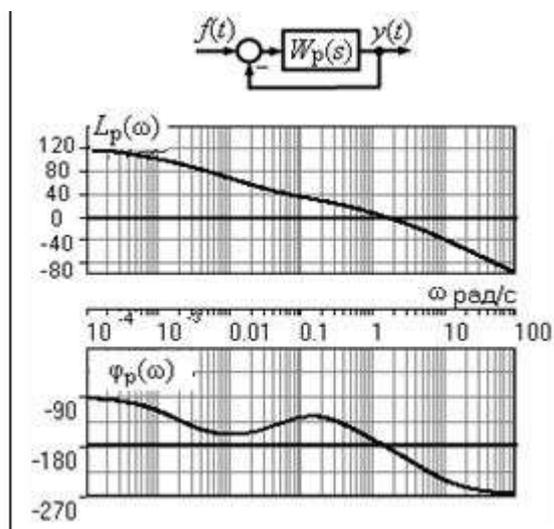
$$W_2(s) = K_2/(T_2s + 1) = 10/(s + 1);$$

$$W_3(s) = K_3/(T_3s + 1) = 0.5/(0.1s + 1)$$

- a. система на колебательной границе устойчивости
- b. система нейтральна (на нейтральной границе устойчивости)
- c. система устойчива
- d. система неустойчива

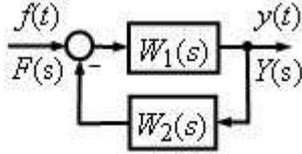
2.

Провести анализ устойчивости системы, имеющей показанные логарифмические амплитудную  $L_p(\omega)$  и фазовую  $\varphi_p(\omega)$  частотные характеристики. Использовать критерий Найквиста.



- a. система устойчива
- b. система на колебательной границе устойчивости
- c. система неустойчива
- d. система нейтральна (на нейтральной границе устойчивости)

3. Чему равно время регулирования  $t_p$  (время окончания переходного процесса  $y(t)$ ) при подаче на вход системы единичного ступенчатого воздействия  $f(t)$ ?



$$W_1(s) = 0.1/s ;$$

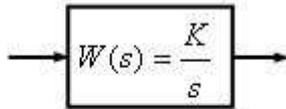
$$W_2(s) = K = 2$$

$$f(t) = 1(t);$$

$$(F(s) = 1/s)$$

- a. 10
- b. 15
- c. 25
- d. 20

4. Какой фазовый сдвиг  $\varphi(\omega)$  вносит звено при  $\omega \rightarrow \infty$  ?



$$K = 0.1$$

- a. -45
- b. 45
- c. 90
- d. -90

5. Записать в числовом виде ПФ по ошибке  $\Phi_e(s) = E(s)/F(s)$ .

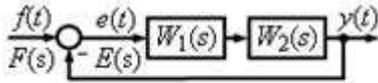


$$W_1(s) = 10/s ;$$

$$W_2(s) = 1/(s + 1)$$

- a.  $\Phi(s) = 5/(s + 10) = 0.5/(0.1s + 1)$
- b.  $\Phi_e(s) = (0.1s^2 + s)/(0.1s^2 + s + 20)$
- c.  $\Phi_e(s) = (0.1s^2 + 1.1s + 1)/(0.1s^2 + 1.1s + 21)$
- d.  $\Phi_e(s) = (0.4s^2 + 2.2s + 1)/(0.4s^2 + 2.2s + 26)$

6. Провести анализ устойчивости



$$W_1(s) = 5/s ;$$

$$W_2(s) = 4/(0.1s + 1)$$

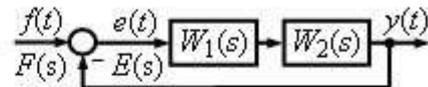
- a. система неустойчива
- b. система устойчива
- c. система нейтральна (на нейтральной границе устойчивости)
- d. система на колебательной границе устойчивости

7. На вход системы подается типовое воздействие  $f(t)$ .

Чему равно значение установившейся ошибки

$$e_{уст} = \lim_{t \rightarrow \infty} e(t) = ?$$

Рассчитать, используя теорему преобразования Лапласа о конечном значении оригинала.



$$W_1(s) = 10/s ;$$

$$W_2(s) = 1/(s + 1)$$

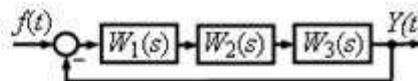
$$f(t) = 1(t);$$

$$(F(s) = 1/s)$$

- a. 0.047
- b. 0.078
- c. 0.038
- d. 0

8. Имеется возможность изменять усиление  $K = K_1 K_2 K_3$  в контуре системы путем вариации усиления  $K_i$  одного из звеньев.

Чему равно значение  $K = K_{кр}$  критического коэффициента усиления, при котором система находится на границе устойчивости?



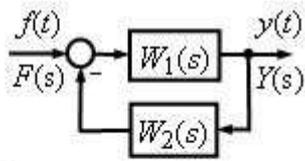
$$W_1(s) = K_1/s = 10/s ;$$

$$W_2(s) = K_2/(T_2s + 1) = 1/(s + 1);$$

$$W_3(s) = K_3/(T_3s + 1) = 1/(s + 1)$$

- a. 1
- b. 4
- c. 3
- d. 2

9. Чему равно время регулирования  $t_p$  (время окончания переходного процесса  $y(t)$ ) при подаче на вход системы единичного ступенчатого воздействия  $f(t)$  ?



$$W_1(s) = 10/s ;$$

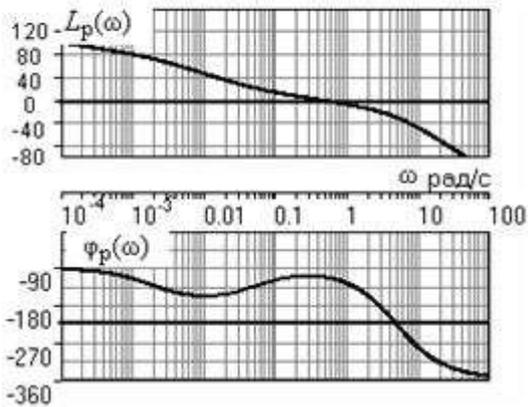
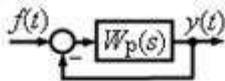
$$W_2(s) = K = 0.5$$

$$f(t) = 1(t);$$

$$(F(s) = 1/s)$$

- a. 0.9
- b. 1.2
- c. 0.3
- d. 0.6

10. Провести анализ устойчивости системы, имеющей показанные логарифмические амплитудную  $L_p(\omega)$  и фазовую  $\varphi_p(\omega)$  частотные характеристики. Использовать критерий Найквиста.



- a. система устойчива
- b. система на колебательной границе устойчивости
- c. система нейтральна (на нейтральной границе устойчивости)
- d. система неустойчива

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

6.1.Итоговый контрольный тест доступен студенту только во время тестирования, согласно расписания занятий или в установленное деканатом время.

6.2.Студент информируется о результатах текущей успеваемости.

6.3.Студент получает информацию о текущей успеваемости, начислении бонусных баллов и допуске к процедуре итогового тестирования от преподавателя или в ЭИОС.

6.4.Производится идентификация личности студента.

6.5.Студентам, допущенным к промежуточной аттестации, открывается итоговый контрольный тест.

6.6.Тест закрывается студентом лично по завершении тестирования или автоматически по истечении времени тестирования.