

# ЕЛЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.А. БУНИНА

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор агропромышленного института



/Зайцев А.А./

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.О.04.14 Теория автоматического управления

(Шифр и полное название дисциплины в соответствии с учебным планом)

**Направление подготовки:** 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

**Направленность (профиль):** Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

**Квалификация (степень):** Бакалавр

**Форма обучения:** Очная, очно-заочная

**Институт:** Агропромышленный

**Кафедра:** Технологических процессов в машиностроении и агроинженерии

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	4	4	-
Семестр/триместр	7	В	-

Лекции	32	8	-
Лабораторные занятия	-	-	-
Практические (семинарские) занятия	32	8	-
в т. ч. практическая подготовка	-	-	-
Форма(ы) промежуточной аттестации	зачет	зачет	-
Контроль	-	-	-
Иные формы работы	-	-	-
Самостоятельная работа	188	236	-

Всего часов: 252

Трудоемкость: 7 зачетных единиц.

Разработчик рабочей программы: кандидат физ.-мат. наук, доцент С.С. Бунеев

## I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### Цель изучения дисциплины:

Целью освоения дисциплины «Теория автоматического управления» является приобретение студентами знаний, необходимых для понимания принципов автоматического управления и закономерностей, протекающих в системах автоматического управления процессов, а также приобретение практических навыков их проектирования и исследования.

### Задачи изучения дисциплины:

Задачами изучения дисциплины «Теория автоматического управления» являются:

- Усвоение основных понятий, терминологии теории и практики теории автоматического управления.
- Формирование навыков проектирования и исследования систем автоматического управления процессами.
- Овладение математическими и другими научно-прикладными методами необходимыми для понимания принципов автоматического управления и закономерностей, протекающих в системах автоматического управления процессов.

**Место дисциплины в структуре ОПОП:** реализуется в рамках базовой (обязательной) части блока Б1. Дисциплины (модули)

### Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-6	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– принципы работы современных информационных технологий и способы их использования для решения задач профессиональной деятельности;</li></ul>	<b>Знает:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- структуру, формы, организацию и управление машиностроительных производств для разработки обобщенных вариантов решения проблем;</li></ul>
	<b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– обоснованно выбирать современные информационные технологии и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;</li></ul>	<b>Умеет:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- разрабатывать обобщенные варианты решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выбирать оптимальные варианты прогнозируемых последствий решения на основе их анализа;</li></ul>
	<b>Владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– навыками работы современных информационных технологий и способами их использования для решения задач профессиональной деятельности;</li></ul>	<b>Владет:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- методами решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, а также методами прогнозируемого анализа при выборе оптимальных вариантов решений.</li></ul>
ОПК-8	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- современные проблемы, связанные с машиностроительным производством;</li><li>- структуру, формы, организацию и управление машиностроительных производств для разработки обобщенных вариантов решения проблем;</li></ul>	<b>Знает:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- структуру, формы, организацию и управление машиностроительных производств для разработки обобщенных вариантов решения проблем;</li></ul>

	<b>Уметь:</b> - разрабатывать обобщенные варианты решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выбирать оптимальные варианты прогнозируемых последствий решения на основе их анализа;	<b>Умеет:</b> - разрабатывать обобщенные варианты решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выбирать оптимальные варианты прогнозируемых последствий решения на основе их анализа;
	<b>Владеть:</b> - методами решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, а также методами прогнозируемого анализа при выборе оптимальных вариантов решений.	<b>Владеет:</b> - методами решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, а также методами прогнозируемого анализа при выборе оптимальных вариантов решений.
<b>ОПК-10</b>	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные принципы работы в современных цифровых программах;</li> <li>– современные цифровые программы проектирования, их функциональные возможности для проектирования геометрических 2D- и 3D-моделей машиностроительных изделий;</li> <li>– процедуры согласования и утверждения изменений в технологической и конструкторской документации, принятые в организации в области проектирования технологических приспособлений и технологических процессов различных машиностроительных производств;</li> <li>– последовательность действий при проектировании технологических приспособлений и технологических процессов различных машиностроительных производств;</li> </ul>	<b>Знает:</b> - структуру, формы, организацию и управление машиностроительных производств для разработки обобщенных вариантов решения проблем;
	<b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать современные цифровые программы для проектирования технологических приспособлений и технологических процессов различных машиностроительных производств;</li> </ul>	<b>Умеет:</b> - разрабатывать обобщенные варианты решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выбирать оптимальные варианты прогнозируемых последствий решения на основе их анализа;
	<b>Владеть:</b>	<b>Владеет:</b>

	– навыками проектирования с применением современных цифровых программ (CAD-, CAPP-, PDM-систем) технологических приспособлений и технологических процессов различных машиностроительных производств.	- методами решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, а также методами прогнозируемого анализа при выборе оптимальных вариантов решений.
--	---	--

## II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

**с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу**

### Очная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
	Раздел 1. Основные понятия теории автоматического управления	252	32	32	-	188
1.	Тема 1. Математическое описание непрерывных САУ и их звеньев	84	12	12	-	60
2.	Тема 2. Устойчивость линейных непрерывных систем.	80	10	10	-	60
3.	Тема 3. Качество процессов управления и методы синтеза линейных непрерывных систем. Импульсные системы. Нелинейные системы.	80	10	10	-	68
	<i>Форма отчетности</i>	зачет				
	<i>Итого за 7 семестр</i>	252				
	<i>в т.ч. практическая подготовка</i>	-				
	<b>ИТОГО:</b>	252				

### Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
	Раздел 1. Основные понятия теории автоматического управления	252	8	8	-	236

1.	Тема 1. Математическое описание непрерывных САУ и их звеньев	84	3	3	-	78
2.	Тема 2. Устойчивость линейных непрерывных систем.	84	3	3	-	78
3.	Тема 3. Качество процессов управления и методы синтеза линейных непрерывных систем. Импульсные системы. Нелинейные системы.	84	2	2	-	80
	<i>Форма отчетности</i>	зачет				
	<i>Итого за В триместр</i>	252				
	<i>в т.ч. практическая подготовка</i>	-				
	<b>ИТОГО:</b>	252				

### Заочная форма обучения

Не реализуется

## III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Текущая аттестация проводится в форме, теста.

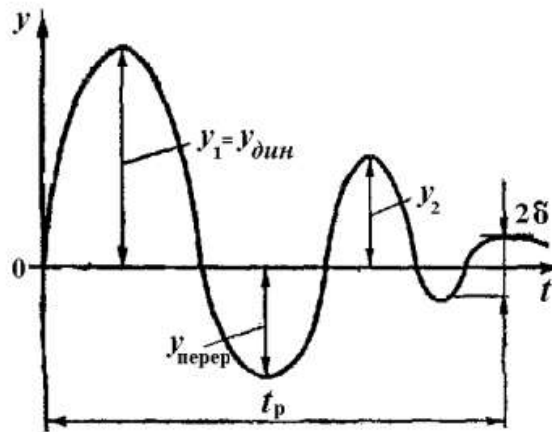
### Тестовые задания

1. Отметьте правильный ответ.

Прямые показатели качества

- ☐ степень колебательности
- ☐ степень устойчивости
- ☐ интегральный квадратичный
- ☐ время регулирования
- ☐ перерегулирование

2. Прямые показатели качества переходного процесса в системах управления. Максимальное динамическое отклонение (ошибка). Отметьте правильный ответ



☐  $y_{\text{перер}}$

☐  $y_2$

☐  $\frac{y_{\text{перер}}}{y_1} 100\%$

☐  $\delta$

☐  $y_1$

☐  $\Psi = 1 - \frac{y_2}{y_1}$

3. Дополните. При последовательном соединении звеньев передаточная функция системы равна ... передаточных функции звеньев.

4. Передаточные функции типовых динамических звеньев систем управления. Установите соответствие между элементами групп усилительного звена

$$W(p) = k$$

интегрирующего звена

$$W(p) = \frac{1}{T_n} \frac{1}{p}$$

дифференцирующего звена

$$W(p) = T_d p$$

инерционного (апериодического 1-го порядка) звена

$$W(p) = \frac{k}{T_p p + 1}$$

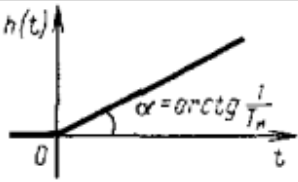
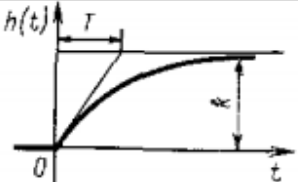
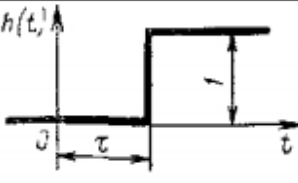
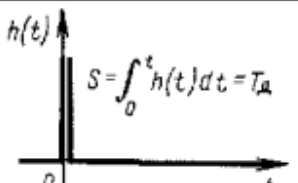
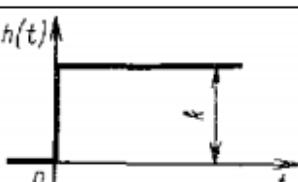
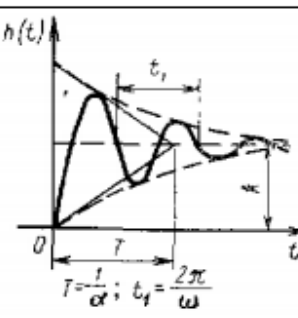
колебательного звена

$$W(p) = \frac{k}{T_1^2 p^2 + T_2 p + 1}$$

запаздывающего звена

$$W(p) = e^{-P\tau}$$

5. Графики переходных функций типовых динамических звеньев систем управления. Отметьте правильный ответ. Усилительное звено.

<div data-bbox="167 318 199 353" data-label="Image"><input type="checkbox"/></div> 	<div data-bbox="845 318 877 353" data-label="Image"><input type="checkbox"/></div> 
<div data-bbox="167 551 199 586" data-label="Image"><input type="checkbox"/></div> 	<div data-bbox="845 551 877 586" data-label="Image"><input type="checkbox"/></div> 
<div data-bbox="167 797 199 833" data-label="Image"><input type="checkbox"/></div> 	<div data-bbox="845 909 877 945" data-label="Image"><input type="checkbox"/></div> 

**Вопросы к зачету**  
**( 7 семестр, очная/ В триместр очно-заочная формы обучения)**

1. Основные понятия. Виды автоматических устройств. Классификация процессов в САУ.
2. Принципы построения и функциональные схемы САУ. Статический расчет линейных непрерывных систем. Типовые законы регулирования. Классификация САУ.
3. Уравнение динамики линейных звеньев и их передаточные функции. Линеаризация нелинейных функций и уравнений. Структурные схемы различных соединений звеньев и их преобразования.
4. Формула Мейсона. Временные и частотные характеристики.
5. Связь логарифмических частотных характеристик разомкнутой системы с характеристиками ее звеньев.
6. Типовые и особые звенья САУ, их уравнения, передаточные функции, динамические характеристики.  
Математические модели многомерных объектов и систем в координатах «вход выход» и в пространстве состояний.
7. Понятие об устойчивости. Необходимое и достаточное условия устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости Гурвица и Рауса.
8. Принцип аргумента и частотные критерии устойчивости Михайлова и Найквиста.
9. Построение областей устойчивости в пространстве варьируемых параметров системы и метод
10. Д-разбиения.
11. Средства и методы стабилизации автоматических систем.
12. Ошибка регулирования и ее составляющие. Методы расчета установившихся ошибок.
13. Основные виды переходных процессов и их показатели качества. Графоаналитический метод расчета переходных процессов.
14. Чувствительность САУ.  
Косвенные оценки качества переходных процессов.
15. Задачи синтеза САУ. Синтез корректирующих звеньев методом логарифмических частотных характеристик.  
Управляемость и наблюдаемость.
16. Синтез систем на основе модального управления.
17. Определение, функциональная схема и основные особенности импульсных систем.
18. Квантование сигналов по времени и импульсная модуляция.
19. Z-изображение решетчатых функций.
20. Передаточные функции импульсных систем.
21. Составление и решение разностных уравнений.
22. Частотные характеристики импульсной системы.  
Связь частотных спектров непрерывного и дискретного сигналов.
23. Теорема Котельникова. Общее условие устойчивости импульсных систем.
24. Алгебраические и частотные критерии устойчивости. Анализ качества переходных процессов. Синтез дискретных корректирующих устройств. Синтез цифровых регуляторов.
25. Основные типы нелинейностей и особенности нелинейных систем.
26. Методы исследования процессов нелинейных систем: гармонической линеаризации, точечных преобразований, фазового пространства.
27. Особенности фазовых портретов линейных и нелинейных систем. Устойчивость процессов в нелинейных системах по А.М. Ляпунову. Прямой метод А.М. Ляпунова.
28. Абсолютная устойчивость состояния равновесия нелинейной системы.



#### IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 5.1. Основная литература

1. Аббасова, Т.С. Теория автоматического управления : учебное пособие : [16+] / Т.С. Аббасова, Э.М. Аббасов ; Технологический университет, Факультет инфокоммуникационных систем и технологий, Кафедра информационных технологий и управляющих систем. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2020. – 62 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=594520> (дата обращения: 06.11.2020). – Библиогр.: с. 45. – ISBN 978-5-4499-0608-3. – Текст : электронный.
2. Федосенков, Б.А. Теория автоматического управления: классические и современные разделы / Б.А. Федосенков ; Кемеровский государственный университет. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2018. – 322 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495195> (дата обращения: 06.11.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8353-2207-7. – Текст : электронный.

##### 5.2. Дополнительная литература

1. Коновалов, Б.И. Теория автоматического управления : учебное пособие / Б.И. Коновалов, Ю.М. Лебедев ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). Кафедра промышленной электроники (ПРЭ). – Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010. – 163 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208587> (дата обращения: 06.11.2020). – Текст : электронный.
2. Лубенцов, В.Ф. Теория автоматического управления : учебно-методическое пособие / В.Ф. Лубенцов, Е.В. Лубенцова ; Северо-Кавказский федеральный университет. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2014. – 143 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457414> (дата обращения: 06.11.2020). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.

#### V. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	<a href="http://edu.ru/">http://edu.ru/</a>	Российское образование: Федеральный портал. Включает ссылки на порталы и сайты образовательных учреждений; государственные образовательные стандарты; нормативные документы; каталог экскурсий и обучающих программ.	Свободный доступ
2.	Intuit.ru	Образовательный портал	Свободный. Для ознакомления с некоторыми курсами необходима регистрация
3.			

#### VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1.	<a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем предоставляется неограниченный
----	---	--	---

			индивидуальный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
2.	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования	Свободный доступ

## **VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

При реализации учебной дисциплины применяется следующее лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- LibreOffice и др

## **VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Самостоятельная работа проводится в кабинетах, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.