

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

Кафедра промышленной электроники и информационно-измерительной техники

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

### **ДИСЦИПЛИНЫ**

*«Б1.Д.В.Э.1.1 Электронные устройства автоматического регулирования»*

Уровень высшего образования

**БАКАЛАВРИАТ**

Направление подготовки

11.03.04 Электроника и наноэлектроника

(код и наименование направления подготовки)

Промышленная электроника

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2026

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.Э.1.1 Электронные устройства автоматического регулирования» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра промышленной электроники и информационно-измерительной техники

наименование кафедры

протокол № 7 от "17" 03 2026 г.

И.О. заведующего кафедрой

Кафедра промышленной электроники и информационно-измерительной техники

наименование кафедры

подпись

С.В. Митрофанов

расшифровка подписи

Исполнитель:

доцент кафедры ПЭиИИТ

должность

подпись

С.А. Сильвашко

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

код наименование

личная подпись

расшифровка подписи

Е.А. Корнев

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

личная подпись

С.А. Биктимирова

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству ИЭЭ

личная подпись

С.А. Сильвашко

расшифровка подписи

№ регистрации \_\_\_\_\_

© Сильвашко С.А., 2026  
© ОГУ, 2026

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

### Цели освоения дисциплины:

– реализация в рамках дисциплины требований квалификационной характеристики, связанной с профессиональной деятельностью выпускника по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника согласно Федеральному государственному образовательному стандарту высшего образования, утвержденному приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. № 927;

– формирование соответствующих компетенций, предусмотренных образовательной программой высшего образования (ОП ВО) подготовки бакалавров по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника с профилем подготовки «Промышленная электроника».

### Задачи:

– приобретение обучающимися знаний о принципах построения и функционирования типовых электронных устройств автоматического регулирования, применяемых в современных системах и устройствах электроники, методах анализа их устойчивости и оценки показателей качества, обеспечивающих освоение последующих дисциплин;

– приобретение обучающимися навыков моделирования типовых электронных устройств автоматического регулирования для оценки их основных параметров и характеристик с использованием программных средств компьютерного моделирования и автоматизации проектирования.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам (модулям) по выбору вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.8 Математика, Б1.Д.Б.11 Физика, Б1.Д.Б.13 Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика, Б1.Д.Б.17 Основы проектной деятельности, общественные проекты и технологическое предпринимательство, Б1.Д.Б.18 Информационные технологии в электронике, радиотехнике и системах связи, Б1.Д.В.3 Схемотехника*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

| Код и наименование формируемых компетенций  | Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций  |
|---|--|--|
| ПК*-1 Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования | ПК*-1-В-28 Применяет средства автоматизации проектирования при оптимизации параметров проектируемого электронного устройства | <b>Знать:</b><br>– принципы построения электронных устройств автоматического регулирования;<br>– принципы построения математических моделей, отражающих динамические свойства электронных устройств автоматического регулирования;<br>– методы анализа показателей качества электронных устройств автоматического регулирования и их коррекции.<br><b>Уметь:</b><br>– составлять математические модели типовых электронных устройств автоматического |

| Код и наименование формируемых компетенций | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций   |
|--|--|---|
|  |  | го регулирования;<br>– использовать стандартные программные средства компьютерного моделирования для анализа показателей качества электронных устройств автоматического регулирования.<br><b>Владеть:</b><br>– навыками оптимизации параметров элементов электронных устройств автоматического регулирования. |

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 академических часа).

| Вид работы   | Трудоемкость, академических часов |                |              |
|--|-----------------------------------|----------------|--------------|
|  | 5 семестр                         | 6 семестр      | всего        |
| <b>Общая трудоёмкость</b>  | <b>108</b>                        | <b>144</b>     | <b>252</b>   |
| <b>Контактная работа:</b>  | <b>50,25</b>                      | <b>35,25</b>   | <b>85,5</b>  |
| Лекции (Л)   | 18                                | 18             | 36           |
| Практические занятия (ПЗ)  | 16                                | 16             | 32           |
| Лабораторные работы (ЛР)   | 16                                |                | 16           |
| Консультации   |                                   | 1              | 1            |
| Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)  | 0,25                              | 0,25           | 0,5          |
| <b>Самостоятельная работа:</b><br>- выполнение расчетно-графической работы (РГР);<br>- <b>самоподготовка</b> (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; подготовка к практическим занятиям; изучение разделов 1, 2, 4 (частично) курса в системе электронного обучения) | <b>57,75</b>                      | <b>108,75</b>  | <b>166,5</b> |
| <b>Вид итогового контроля</b>  | <b>зачет</b>                      | <b>экзамен</b> |              |

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

| № раздела | Наименование разделов  | Количество часов |                   |           |           |                |
|-----------|--|------------------|-------------------|-----------|-----------|----------------|
|           |  | всего            | аудиторная работа |           |           | внеауд. работа |
|           |  |                  | Л                 | ПЗ        | ЛР        |                |
| 1         | Общие сведения о системах автоматического регулирования                                  | 17               | 4                 | 4         | -         | 9              |
| 2         | Математические методы описания непрерывных линейных систем                               | 13               | 4                 | 2         | -         | 7              |
| 3         | Типовые элементы электронных устройств автоматического регулирования и их характеристики | 39               | 4                 | 10        | 4         | 21             |
| 4         | Методы анализа линейных стационарных систем автоматического регулирования                | 39               | 6                 | -         | 12        | 21             |
|           | <b>Итого:</b>  | <b>108</b>       | <b>18</b>         | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>58</b>      |

| № раздела | Наименование разделов  | Количество часов |                   |    |    |                |
|-----------|--|------------------|-------------------|----|----|----------------|
|           |  | всего            | аудиторная работа |    |    | внеауд. работа |
|           |  |                  | Л                 | ПЗ | ЛР |                |
| 5         | Дискретные системы автоматического регулирования             | 70               | 10                | 6  | -  | 54             |
| 6         | Типовые электронные устройства автоматического регулирования | 74               | 8                 | 10 | -  | 56             |
|           | Итого:   | 144              | 18                | 16 |    | 110            |
|           | Всего:   | 252              | 36                | 32 | 16 | 168            |

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### Раздел 1 Общие сведения о системах автоматического регулирования

Основные понятия и определения. Принципы построения электронных устройств автоматического регулирования (ЭУАР). Классификация ЭУАР. Примеры ЭУАР, применяемых в устройствах (системах) промышленной электроники. Функциональные и структурные схемы типовых ЭУАР, переход от функциональной к структурной схеме. Обобщенная структурная схема ЭУАР. Правила преобразования структурных схем линейных систем.

### Раздел 2 Математические методы описания непрерывных линейных систем

Описание линейных систем дифференциальными и операторными уравнениями. Операторный коэффициент передачи. Передаточная функция, частотная передаточная функция, амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики, логарифмические частотные характеристики, амплитудно-фазовая частотная характеристика, переходная и импульсная характеристики. Стандартные программные средства компьютерного моделирования систем автоматического регулирования.

### Раздел 3 Типовые элементы электронных устройств автоматического регулирования и их характеристики

Типовые динамические звенья, их частотные и временные характеристики. Схемная реализация типовых динамических звеньев. Дискриминаторы, датчики и исполнительные устройства ЭУАР.

### Раздел 4 Методы анализа линейных стационарных систем автоматического регулирования

Понятие и условие устойчивости линейной стационарной системы автоматического регулирования. Алгебраический критерий устойчивости Гурвица. Частотные критерии устойчивости. Запасы устойчивости. Оценка устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам системы. Переходные процессы в ЭУАР при детерминированных воздействиях. Показатели качества процесса автоматического регулирования. Понятие астатизма линейной системы автоматического регулирования. Анализ линейной стационарной системы автоматического регулирования при случайных воздействиях. Анализ ошибок в типовых линейных системах автоматического регулирования. Коррекция линейных систем автоматического регулирования.

### Раздел 5 Дискретные системы автоматического регулирования

Общие сведения о дискретных системах автоматического регулирования. Математическое описание дискретных линейных систем автоматического регулирования. Импульсная характеристика и передаточная функция дискретной линейной стационарной системы. Устойчивость дискретных систем автоматического регулирования. Анализ детерминированных и случайных процессов в дискретных следящих системах. Общая характеристика цифровых следящих систем. Цифровые дискриминаторы. Цифровые фильтры. Анализ цифровых следящих систем.

### Раздел 6 Типовые электронные устройства автоматического регулирования

Системы частотной автоподстройки. Системы фазовой автоподстройки. Системы слежения за временным положением импульсного сигнала. Угломерные следящие системы. Системы автоматической регулировки усиления.

### 4.3 Лабораторные работы

| № ЛР | № раздела | Наименование лабораторных работ   | Кол-во часов |
|------|-----------|---|--------------|
| 1    | 3         | Исследование частотных и временных характеристик типовых динамических звеньев первого порядка | 4            |
| 2    | 4         | Исследование устойчивости линейной системы автоматического регулирования                      | 4            |
| 3    | 4         | Исследование показателей качества линейной системы автоматического регулирования              | 4            |
| 4    | 4         | Исследование методов коррекции систем автоматического регулирования                           | 4            |
|      |           | Итого:  | 16           |

### 4.4 Практические занятия (семинары)

| № занятия | № раздела | Тема  | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---|--------------|
| 1         | 1         | Преобразование структурных схем систем автоматического регулирования              | 4            |
| 2         | 2         | Математическое описание систем автоматического регулирования                      | 2            |
| 3         | 3         | Частотные и временные характеристики типовых динамических звеньев второго порядка | 4            |
| 4         | 3         | Дискриминаторы электронных устройств автоматического регулирования                | 6            |
| 5         | 5         | Исследование импульсной системы автоматического регулирования                     | 6            |
| 6         | 6         | Исследование цифровой системы фазовой автоматической подстройки частоты           | 4            |
| 7         | 6         | Исследование системы слежения за временным положением импульсного сигнала         | 2            |
| 8         | 6         | Исследование системы автоматической регулировки усиления                          | 4            |
|           |           | Итого:  | 32           |

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

5.1.1 Коновалов, Г. Ф. Радиоавтоматика : учебное пособие / Г. Ф. Коновалов. – 3-е изд., испр. – Санкт-Петербург : Лань, 2017. – 356 с. : ил. – (Бакалавриат и специалитет). – ISBN 978-5-8114-2549-5.

5.1.2 Перов, А. И. Радиоавтоматика : учебник для студентов высших учебных заведений / А. И. Перов, В. Н. Замолотчиков, В. М. Чиликин. – Москва : Радиотехника, 2014. – 320 с. – ISBN 978-5-88070-366-1.

5.1.3 Карпов, А. Г. Цифровые системы автоматического регулирования : учебное пособие / А. Г. Карпов ; Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск : ТУСУР, 2015. – 216 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480640>. – Библиогр.: с. 210. – ISBN 978-5-86889-716-0. – Текст : электронный.

### 5.2 Дополнительная литература

5.2.1 Малышев, И. В. Прикладные системы радиоавтоматики : учебное пособие / И. В. Малышев, Н. В. Паршина ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный фе-

деральный университет, 2020. – 90 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612230>. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9275-3586-6. – Текст : электронный.

5.2.2 Ким, Д. П. Теория автоматического управления : учебник и практикум для академического бакалавриата : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по инженерно-техническим направлениям и специальностям / Д. П. Ким; Моск. гос. ун-т информ. технологий, радиотехники и электроники. – Москва : Юрайт, 2016. – 276 с. – ISBN 978-5-9916-5406-7.

5.2.3 Сильвашко, С. А. Электронные устройства автоматического регулирования [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника / С. А. Сильвашко; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Оренбург. гос. ун-т», Каф. пром. электроники и информ.-измер. техники. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 1.60 Мб). – Оренбург : ОГУ, 2018. – 98 с. – Загл. с тит. экрана. – Adobe Acrobat Reader 6.0. – Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/73642\\_20180627.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/73642_20180627.pdf).

5.2.4 Сильвашко, С. А. Параметрическая оптимизация систем автоматического регулирования [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника / С. А. Сильвашко; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Оренбург. гос. ун-т», Каф. пром. электроники и информ.-измер. техники. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 0.41 Мб). – Оренбург : ОГУ, 2018. – 24 с. – Загл. с тит. экрана. – Adobe Acrobat Reader 6.0. – Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/67609\\_20180609.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/67609_20180609.pdf).

5.2.5 Исследование системы слежения за временным положением импульсного сигнала [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника / сост. С. А. Сильвашко; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. пром. электроники и информ.-измер. техники. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 0.29 Мб). – Оренбург : ОГУ, 2025. – 12 с. – Загл. с тит. экрана. – Adobe Acrobat Reader 7.0. – Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/221997\\_20250520.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/221997_20250520.pdf).

5.2.6 Исследование системы автоматической регулировки усиления [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника / сост. С. А. Сильвашко; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. пром. электроники и информ.-измер. техники. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 0.42 Мб). – Оренбург : ОГУ, 2026. – 18 с. – Загл. с тит. экрана. – Adobe Acrobat Reader 7.0. – Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/237599\\_20260212.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/237599_20260212.pdf).

5.2.7 Дискриминаторы электронных устройств автоматического регулирования [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника / сост. С. А. Сильвашко; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. пром. электроники и информ.-измер. техники. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 0.39 Мб). – Оренбург : ОГУ, 2026. – 17 с. – Загл. с тит. экрана. – Adobe Acrobat Reader 7.0. – Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/237600\\_20260212.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/237600_20260212.pdf).

5.2.8 Системы фазовой автоматической подстройки частоты [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника / сост. С. А. Сильвашко; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. пром. электроники и информ.-измер. техники. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 0.36 Мб). – Оренбург : ОГУ, 2026. – 13 с. – Загл. с тит. экрана. – Adobe Acrobat Reader 7.0. – Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/237606\\_20260212.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/237606_20260212.pdf).

### **5.3 Периодические издания**

5.3.1 Автоматизация в промышленности : журнал. - Москва : Агентство "Роспечать".

5.3.2 Проблемы управления [Электронный ресурс] : журнал. – Режим доступа: <https://pu.mtas.ru/archive/>.

### **5.4 Интернет-ресурсы**

5.4.1 <http://www.electrik.org/elbook>. – Кузнецов Олег. Электрик // Elektrik.org.

### **5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

5.5.1 Операционная система Microsoft Windows.

5.5.2 Пакет настольных приложений Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint).

5.5.3 Программа компьютерного моделирования аналоговых электронных устройств LTspice. Бесплатное ПО. Разработчик: Analog Devices, Inc. Режим доступа: <https://ltspice.install.download.ru?ysclid=m7pzsnoin8320448949>.

5.5.4 Интегрированная система решения математических, инженерно-технических и научных задач PTC MathCAD 14.0 - English.

5.5.5 Программный комплекс «Моделирование в технических устройствах» (ПК «МВТУ», версия 3.7) – свободная учебная версия. Разработчик – МГТУ им. Н. Э. Баумана.

5.5.6 Электронно-библиотечная система «Консультант студента». – Режим доступа: [https://www.studentlibrary.ru/catalogue/switch\\_kit/x2019-049.html?UName=74ff8afb0000e038&PWord=74ff8afb](https://www.studentlibrary.ru/catalogue/switch_kit/x2019-049.html?UName=74ff8afb0000e038&PWord=74ff8afb).

5.5.7 База данных электронных периодических изданий ИВИС. – Режим доступа: <https://eivis.ru/basic/details>.

## **6 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных и практических занятий используется учебная лаборатория кафедры ПЭИИТ, оснащенная персональными компьютерами с комплектом программного обеспечения в соответствии с п. 5.5.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащено компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет», с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.