

# ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 1

### Глава 1. Математическое описание объекта

#### 1.1 Дифференциальное уравнение

Как известно, для того, чтобы найти теоретические закономерности статических и динамических протекающих процессов, возникающих в различных технологических объектах при действии на них возмущающих воздействий (условий), желательно иметь математическое описание этих объектов в виде дифференциальных уравнений, дающих зависимость между входным и выходными параметрами. Рассмотрим несколько примеров.

Пример:

Пусть имеется четырехполюсник типа, представленного на рисунке 5.

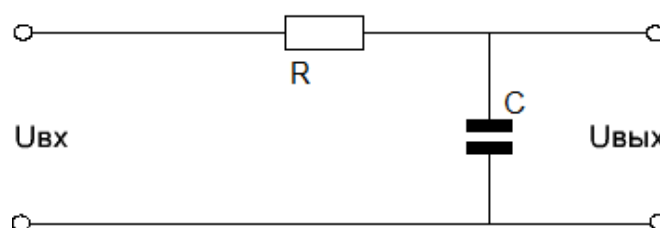


Рисунок 5 – Четырехполюсник

Тогда

$$U_{\text{вх}} = U_R + U_C \quad (1)$$

$$U_C = U_{\text{вых}} = \frac{1}{C} \int i dt \quad (2)$$

$$U_R = iR \quad (3)$$

Продифференцировав уравнение (2), имеем

$$\frac{dU_{\text{вых}}}{dt} = \frac{i}{C} \quad (4)$$

Тогда из (4)

$$i = \frac{C dU_{\text{вых}}}{dt} \quad (5)$$

Подставив (5) в (3), получим

$$U_R = \frac{CR dU_{\text{вых}}}{dt} \quad (6)$$

Теперь (6) подставляем в (1)

$$U_{\text{вх}} = CR \frac{dU_{\text{вых}}}{dt} + U_{\text{вых}}$$

Обозначив  $T = RC$ , имеем

$$U_{\text{вх}} = T \frac{dU_{\text{вых}}}{dt} + U_{\text{вых}} \quad (7)$$

Т. о. зависимость между входным и выходным параметрами четырёхполюсника записана в виде дифференциального уравнения (7).

При большом количестве элементов в четырёхполюснике, он разбивается на отдельные участки. Для каждого участка по-отдельности определяется дифференциальное уравнение, а затем все они сводятся в одно большое, путем подстановки промежуточных входных значений на место промежуточных выходных, до тех пор, пока не останутся только начальные входное и выходное воздействия

## 1.2 Преобразование Лапласа

Пусть имеется некоторая функция  $f(t)$  независимой вещественной переменной (обычно времени). При помощи ПЛ ее можно преобразовать в другую функцию- функцию комплексной переменной  $F(s)$ , что позволяет упростить последующие расчеты. Преобразование производится следующим образом

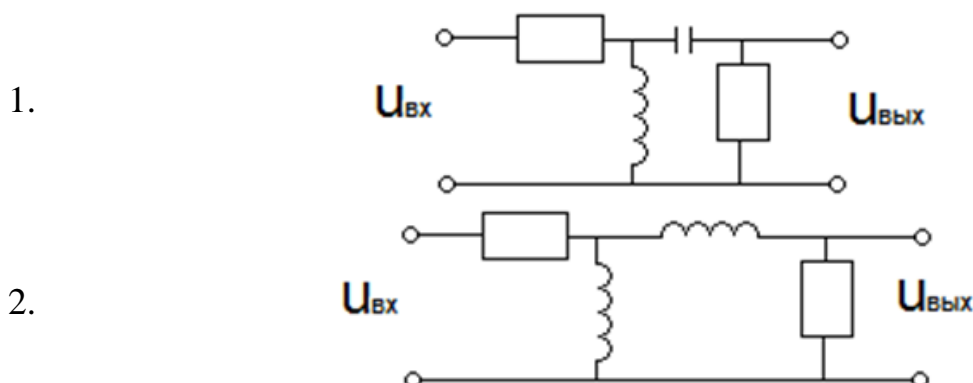
$$F(s) = \int_0^{\infty} f(t)e^{-st} dt \quad (8)$$

где  $S$  - оператор Лапласа, комплексная величина, состоящая из вещественной и мнимой частей.

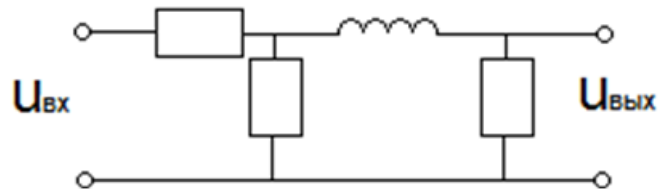
### Практическая работа

Вариант выбирается по списку. 17 вариант выполняет 1 вариант, 18 вариант выполняет 2 вариант и так далее.

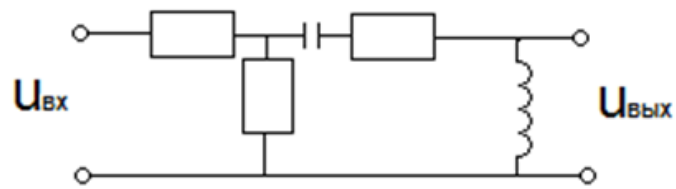
Найдите дифференциальное уравнение и запиши его в виде передаточной функции с учётом преобразования Лапласа:



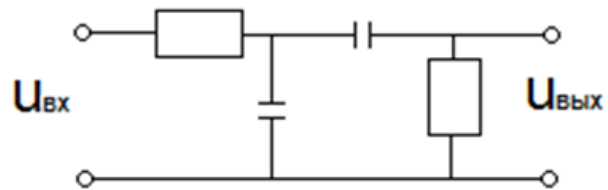
3.



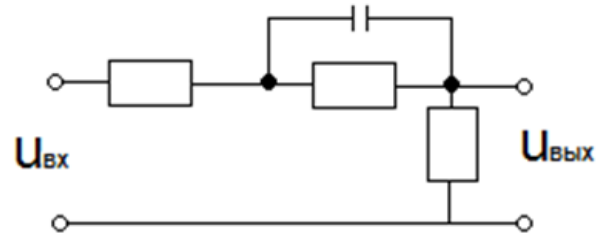
4.



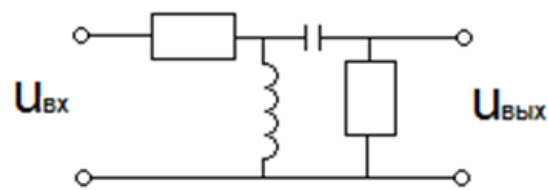
5.



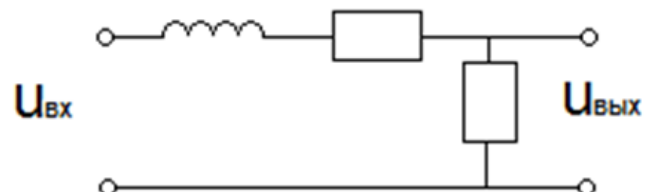
6.



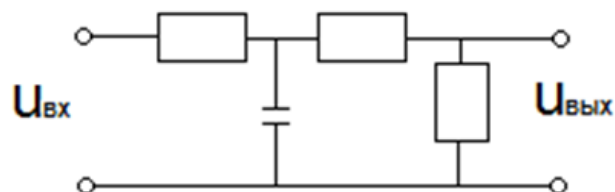
7.



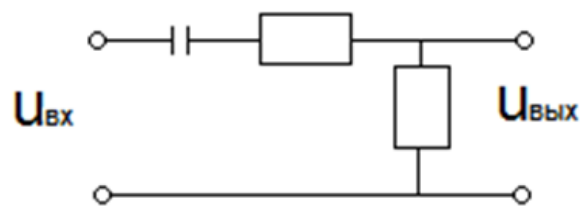
8.



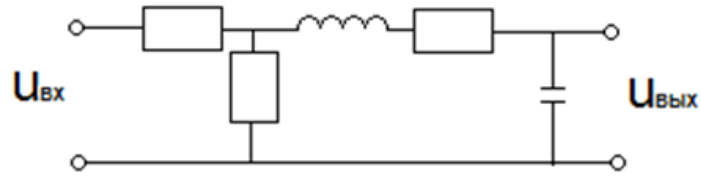
9.



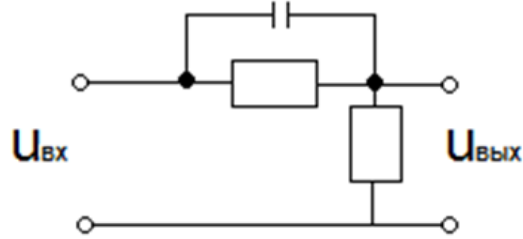
10.



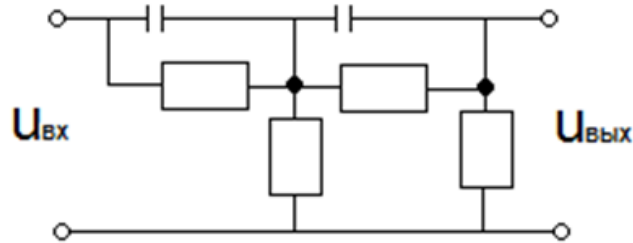
11.



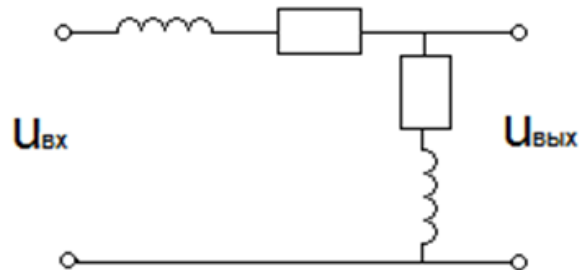
12.



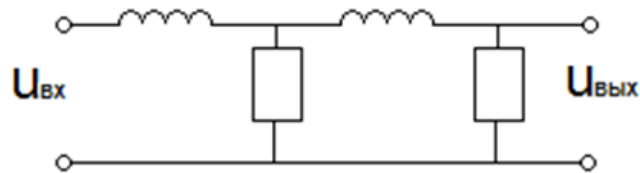
13.



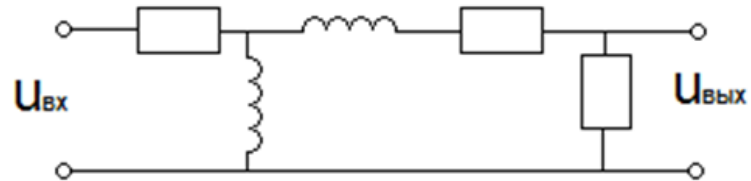
14.



15.



16.



# Литература

1. Первозванский, Анатолий Аркадьевич. Курс теории автоматического управления [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Первозванский. - Изд. 3-е, стер. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2015. - 624 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=68460](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=68460) - ISBN 978-5-8114-0995-2
2. Теория автоматического управления : [Учеб. для вузов по спец. "Автоматика и телемеханика"] : В ч. Ч. 1. Теория линейных систем автоматического управления / Под ред. А.А. Воронова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : [б. и.], 1986. - 367 с. 11 экз
3. Панкратов, Владимир Вячеславович. Избранные разделы теории автоматического управления [Электронный ресурс] : [учебное пособие] / В. В. Панкратов, Е. А. Зима, О. В. Нос. - Электрон. текстовые дан. - Новосибирск : НГТУ, 2011. - 222 с. : ил. - (Учебники НГТУ). - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135671> - Библиогр.: с. 221. - 3000 экз. - ISBN 978-5-7782-1810-9
4. Первозванский, Анатолий Аркадьевич. Курс теории автоматического управления [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Первозванский. - Изд. 2-е, стер. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. - 624 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=301](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=301) - Библиогр.: с. 604-609. - Предм. указ.: с. 610-615. - 1000 экз. - ISBN 978-5-8114-0995-2
5. Греков, Э. Л. Исследование системы автоматического управления электроприводом постоянного тока [Электронный ресурс] : [учебное пособие для вузов по специальности "Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов" и по направлению 140400 "Электроэнергетика и электротехника"] / Э. Л. Греков, В. Б. Фатеев ; Оренбург. гос. ун-т. - Электрон. текстовые дан. - Оренбург : ОГУ, 2011. - 108 с. : ил. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259140&sr=1>.
7. Ким, Дмитрий Петрович. Теория автоматического управления [Электронный ресурс] : [учебник для вузов по направлению 220200 "Автоматизация и управление"]. Ч. 1 : Линейные системы / Д. П. Ким. - Электрон. текстовые дан. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 312 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69278&sr=1> - ISBN 5-9221-0379-2
8. Ким, Дмитрий Петрович. Теория автоматического управления [Электронный ресурс] : [учебника для вузов по направлению 220200 "Автоматизация и управление"]. Т. 2 : Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы / Д. А. Ким. - Электрон. текстовые дан. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 440 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69280&sr=1> - ISBN 978-5-9221-0858-4
9. Востриков, А.С. Задача синтеза в теории регулирования / А.С. Востриков ; Министерство образования и наук, Новосибирский государственный технический университет. - Новосибирск : НГТУ, 2011. - 104 с. - Режим доступа: по подписке. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229307> (дата обращения: 17.11.2019). - ISBN 978-5-7782-1739-3. - Текст : электронный.
10. Жмудь, В.А. Моделирование, исследование и оптимизация замкнутых систем автоматического управления / В.А. Жмудь. - Новосибирск : НГТУ, 2012. - 336 с. - Режим доступа: по подписке. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258589> (дата обращения: 17.11.2019). - ISBN 978-5-7782-2162-8. - Текст : электронный.
11. Панкратов, В.В. Автоматическое управление электроприводами / В.В. Панкратов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - Ч. 1. Регулирование координат электроприводов постоянного тока. - 200 с. - Режим доступа: по подписке. - URL:

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228894> (дата обращения: 17.11.2019). – ISBN 978-5-7782-2223-6. – Текст : электронный.

12. Гайдук, А.Р. Теория и методы аналитического синтеза систем автоматического управления (полиномиальный подход) / А.Р. Гайдук. – Москва : Физматлит, 2012. – 360 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457655> (дата обращения: 17.11.2019). – Библиогр.: с. 354-357. – ISBN 978-5-9221-1424-0. – Текст : электронный.

13. Роцин, А.В. Основы теории автоматического управления : Учебное пособие / А.В. Роцин. – М. : МГУПИ, 2007. – 100 с. Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/358/54358>

14. Коновалов, Б.И. Теория автоматического управления / Б.И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. – СПб. : Лань, 2010. – 224 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/538>

15. Федосенков, Б.А. Теория автоматического управления : современные разделы теории управления. Учебное пособие / Б.А. Федосенков. – Электрон. текстовые данные. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2014. – 153 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61292>

16. Первозванский, А.А. Курс теории автоматического управления: учеб.пособ. / А. А. Первозванский. Изд. 2-е, стер. - СПб. : Лань, 2010. - 615 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:298684&theme=FEFU>