

УТВЕРЖДАЮ

Директор института ИНК

 В.Н. Бориков

« 22 » 06 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ (ДИСЦИПЛИНЫ)  
НА 2015/16 УЧЕБНЫЙ ГОД**

Применение операционных усилителей  
(Профессиональная подготовка на английском языке)

Направление (специальность) ООП

11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Номер кластера (для унифицированных дисциплин) —

Профиль подготовки

Промышленная электроника

Квалификация (степень) бакалавр

Базовый учебный план приема 2013 г.

Курс 3 семестр 6

Количество кредитов 2


Код дисциплины Б1.В4.2

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения	
Лекции, ч		
Практические занятия, ч	32	
Лабораторные занятия, ч		
Аудиторные занятия, ч	32	
Самостоятельная работа, ч	40	
ИТОГО, ч	72	


Вид промежуточной аттестации зачет

Обеспечивающее подразделение кафедра промышленной и  
медицинской электроники Института неразрушающего контроля

Заведующий кафедрой ПМЭ

 Ф.А. Губарев  
(ФИО)

Руководитель ООП

 В.В. Гребенников  
(ФИО)

Преподаватель

 Д.Н. Огородников  
(ФИО)

2015 г.

## 1. Цели освоения модуля (дисциплины)

Цели освоения дисциплины:

в области обучения – формирование у обучающихся иноязычной коммуникативной компетенции студентов в профессиональной сфере, т.е. способности и готовности осуществлять устную и письменную коммуникацию, а также владение терминосистемой в сфере современных высокоэффективных электронных систем;

в области воспитания – научить эффективно работать индивидуально и в команде, проявлять умения и навыки, необходимые для профессионального, личностного развития;

в области развития – подготовка студентов к дальнейшему освоению новых профессиональных знаний и умений, самообучению, непрерывному профессиональному самосовершенствованию.

## 2. Место модуля (дисциплины) в структуре ООП

Модуль «Применение операционных усилителей» (дисциплина «Профессиональная подготовка на английском языке») относится к циклу ГСЭ, вариативная часть. Дисциплина вводится в учебный план вместо элективной дисциплины Профессиональный иностранный язык (цикл ГСЭ). Для успешного освоения модуля требуются базовые знания по электронике, владение английским языком на уровне программы третьего курса.

Модулю «Применение операционных усилителей» (дисциплина «Профессиональная подготовка на английском языке») предшествует освоение дисциплин (ПРЕРЕКВИЗИТЫ):

- Иностранный язык (английский)
- Электронные цепи непрерывного действия
- Микроэлектроника 1.1

Содержание разделов «Применение операционных усилителей» (дисциплина «Профессиональная подготовка на английском языке») согласовано с содержанием дисциплин, изучаемых параллельно (КОРЕКВИЗИТЫ):

- Микроэлектроника 2.1.

## 3. Результаты освоения дисциплины (модуля)

В соответствии с требованиями ООП освоение модуля «Применение операционных усилителей» (дисциплины «Профессиональная подготовка на английском языке») направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения), в т.ч. в соответствии с ФГОС:

Таблица 1

Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины

Результаты обучения (компетенции и из ФГОС)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом

P4 (ОК-7, ОПК-2, ОПК-3)	34.1	методы расчета электрических и электронных цепей;	У4.1	проводить анализ и расчет линейных цепей переменного тока, анализ и расчет электрических цепей с нелинейными элементами	В4.2	применения методов и средств разработки и оформления технической документации
	34.3	базовые элементы аналоговых и цифровых устройств				
P8 (ОК-5, ОПК-6)	38.1	языковые формулы официальных документов;	У8.1	вести дискуссию и полемику;	В8.1	применения иностранного языка в объеме, необходимом для возможности получения информации из зарубежных источников;
	38.2	основные грамматические явления, характерные для профессиональной речи;	У8.2	применять приемы унификации языка служебных документов		
	38.3	лексический минимум в объеме 400 учебных лексических единиц общего и терминологического характера (иностраный язык)				
P9 (ОК-7)	39.1	методы планирования и организации индивидуальной и командной работы;			В9.1	планирования и организации индивидуальной работы и работы в качестве руководителя группы;
	39.2	технологии индивидуальной и командной работы;				
P12 (ОК-7, ОПК-6, ПК-3)	312.1	виды самостоятельной образовательной деятельности для профессионального, личностного, социального и культурного развития;	У12.1	самообучаться для решения жизненных проблем и достижения профессиональных целей;		
			У12.2	использовать в качестве источника самообучения собственный профессиональный и жизненный опыт, а также опыт других		

В результате освоения модуля «Применение операционных усилителей» (дисциплины «Профессиональная подготовка на английском языке») студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

## Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Результат
РД1	Осуществлять коммуникации на иностранном языке в профессиональной сфере
РД2	Решать профессиональные задачи на иностранном языке
РД3	Презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на иностранном языке

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### Введение

Назначение дисциплины и ее место в общепрофессиональной подготовке дипломированного специалиста в области электроники.

Виды учебной деятельности:

Практические занятия:

1. Назначение модуля «Применение операционных усилителей» (дисциплины «Профессиональная подготовка на английском языке»).
2. Входное тестирование

##### Раздел 1. Современные операционные усилители

Современная элементная база операционных усилителей (ОУ), основные зарубежные компании-производители ОУ. Классификационные признаки, выбор, использование ОУ. Операционные усилители с однополярным питанием.

Виды учебной деятельности:

Практические занятия:

1. Современная элементная база операционных усилителей (ОУ), основные зарубежные компании-производители ОУ.
2. Классификационные признаки, выбор, использование ОУ. Индивидуальное домашнее задание.
3. Операционные усилители с однополярным питанием. Применение, расчет.

##### Раздел 2. Применение операционных усилителей

Расширенная схемотехника операционных усилителей. Стабилизаторы тока и напряжения. Современные микроэлектронные функциональные преобразователи сигналов, в том числе генераторы сигналов на ОУ.

Виды учебной деятельности:

Практические занятия:

1. Расширенная схемотехника операционных усилителей.
2. Стабилизаторы тока и напряжения.
3. Современные микроэлектронные функциональные преобразователи.

## 5. Образовательные технологии

При изучении модуля «Применение операционных усилителей» (дисциплины «Профессиональная подготовка на английском языке») следующие образовательные технологии:

Таблица 3

**Методы и формы организации обучения**

ФОО	Лекц.	Лаб. раб.	Пр. зан./ сем.,	Тр.*, Мк**	СРС	К. пр.***
Методы						
IT-методы					✓	
Работа в команде			✓		✓	
Case-study			✓			
Игра			✓			
Методы проблемного обучения			✓			
Обучение на основе опыта						
Опережающая самостоятельная работа						
Проектный метод						
Поисковый метод					✓	
Исследовательский метод						
Другие методы (лексикографические, переводческие и т.д.)			✓		✓	

\* – Тренинг, \*\* – мастер-класс, \*\*\* – командный проект

## 6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### 6.1. Виды и формы самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает:

- работа с лекционным материалом;
- обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме (рекомендуется в случае недостаточного усвоения материала, а также студентам, пропустившим аудиторные занятия по какой-либо теме);

- опережающая самостоятельная работа;
- перевод текстов с иностранных языков;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку (используется для тем, не вошедших из-за недостатка времени в лекционный курс, но имеющих непосредственное отношение к данной дисциплине);
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к контрольным работам, к зачету.

Творческая самостоятельная работа включает:

- поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме.

## 6.2. Содержание самостоятельной работы по дисциплине

Темы индивидуальных заданий:

- Individual #1. Operational Amplifier Types (Классификация операционных усилителей). Find the information and give the example of the operational amplifiers of different op amp types (see the Example for *Precision Op Amp Type*):

1. General Purpose

2. Precision

Input offset voltage  $V_{os} < 500 \mu\text{V}$  ( $A_{ol} > 100 \text{ dB}$ )

Input offset voltage drift  $< 1 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$

Applications: Battery-powered (3/5 V) products

Test equipment

Communication

Industrial controls

Automotive sensors

Example: **AD820** (Rail to Rail Low Power FET-Input Op Amp)

### General Description

- The single supply of +5.0 V to 36 V, or dual supplies of  $\pm 2.5 \text{ V}$  to  $\pm 18 \text{ V}$
- Output voltage swing extends to within 10mV of each rail
- Offset voltage of 400  $\mu\text{V}$
- Offset voltage drift of 1  $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
- Input bias currents below 25 pA and low input voltage noise
- 1.8 MHz unity gain bandwidth
- 3 V/ $\mu\text{s}$  slew rate
- Low supply current of 800  $\mu\text{A}$

3. High Speed

4. Low Power

5. Micropower (Nanopower)

6. High Output Power
7. Low Noise
8. Buffers
9. Comparators

- Individual #2. Темы презентаций:
  1. Operational amplifier in electronics system design
  2. Square wave generator based on op amp
  3. Triangular wave generator
  4. Crystal-controlled generator
  5. Sinusoidal oscillator
  6. LC oscillator
  7. Instrumentation amplifier
  8. Precision current sources

Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

- Sinusoidal oscillator (Генератор синусоидального напряжения на ОУ)
- Crystal-controlled generator (Генератор на ОУ с кварцевой стабилизацией частоты)
- Triangular wave generator (Генератор треугольных импульсов)

### 6.3. Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:

- контроль со стороны преподавателя: в частности, предусмотрена процедура презентации индивидуальных заданий;
- особенностью современного этапа совершенствования контроля является развитие у студентов навыков самоконтроля за степенью усвоения учебного материала, умение самостоятельно находить допущенные ошибки неточности, а также способы устранения выявленных недостатков

При выполнении самостоятельной работы рекомендуется использовать:

- материалы, размещенные на персональном сайте преподавателя:  
<http://portal.tpu.ru/SHARED/o/OGORODNIKOV>
- Интернет-ресурсы.

### 7. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролируемых мероприятий:

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
----------------------------	-----------------------------------

Тестирование	РД1, РД2
Презентации индивидуальных заданий (либо презентации по тематике исследований) во время проведения конференц-недели	РД1, РД3
Зачет	РД1, РД2, РД3

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролируемых мероприятий предусмотрены следующие средства (фонд оценочных средств):

### **Вопросы входного контроля**

#### Test #0

1. Classify each of the following components as passive or active: resistor; bipolar transistor; capacitor; battery; transformer; field-effect transistor; inductor. Draw its symbols.
2. Draw the sinusoidal signal. What is the amplitude if it is known that VRMS equals 220 V? How can we calculate the average voltage?
3. What is the frequency of a signal if the period is equal to 1 ms.
4. What does the term “phase difference” mean? Explain by waveforms.
5. Write the expression for Ohm’s law.
6. Kirchhoff’s current law and Kirchhoff’s voltage law. Explain them by using a simple circuit.
7. Write the relationship between the current flowing through and the voltage across the inductor.
8. Three fixed resistors are connected in parallel. Calculate the total equivalent resistance RTP of the parallel circuit.
9. Resistors R1 and R2 are connected in series to input direct voltage source. If the input voltage is 15 V, and the resistance  $R1 = 2 \cdot R2$ , what is the voltage across the resistor R2?
10. Time constant. What does it mean? Find time constant for CR- and LR-circuit.
11. Give the circuit of CR low-pass filter and its frequency response.
12. Draw and explain V-I characteristics of a PN junction diode.
13. What is the electrical transformer? What types of transformer do you know? What material is commonly used in a core of a transformer?
14. Explain the abbreviations: FET, BJT, KVL, KCL.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. What does the term “operational amplifier” mean?
2. Draw and describe the equivalent circuit of an op amp.
3. What properties of op amp do you know?
4. NFB and PFB. What the difference?
5. Draw the rectangular waveform marking the rise time and the fall time.
6. What does the term “duty cycle” mean? Illustrate it by a waveform.



## Вопросы тестирований

### Test #1

1. Classify each of the following components as passive or active: resistor; bipolar transistor; capacitor; battery; transformer; FET; inductor; op amp.
2. Explain the difference between the voltage amplifier and the current amplifier.
3. What does the term 'operational amplifier' mean?
4. What general properties of op amp do you know?
5. Draw the amplitude curve of an op amp. How can we calculate the open-loop voltage gain?
6. What will be the output voltage swing if the voltage drop in the components of the op amp output circuits is 1 volt for  $\pm 15\text{-V}$  supply?
7. Draw the equivalent circuit of an op amp.
8. The op amp has an input resistance  $r_{in} = 990 \text{ k}\Omega$ , has a voltage gain  $A$  of 1000, and an output resistance  $r_{out} = 100 \Omega$ . If the amplitude of the e.m.f. (electromotive force) of the sinusoidal source,  $V_S$ , is 2 mV, and the source resistance  $R_S = 10 \text{ k}\Omega$ , what is the amplitude of the voltage  $V_L$  across the load resistance  $R_L = 1 \text{ k}\Omega$ ?

### Test #2

You should find typical characteristics and parameters (for temperature  $+25^\circ\text{C}$ ) for the given op amp. Fill in the table below.

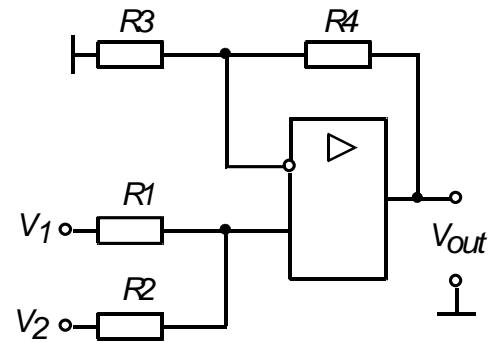
Type Numbers:		Conditions
1. Op Amp Type		
2. Voltage Gain		
3. Input Resistance		
4. Input Offset Voltage		
5. Input Bias Current		
6. Input Offset Current		
7. Output Voltage Swing		
8. Slew Rate		
9. Bandwidth		
10. Operating Temperature Range		

### Test #3

In a weighted noninverting adder, suppose

$R_2 = R_3 = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_4 = 30 \text{ k}\Omega$ .

- 1) Derive an expression for output voltage  $V_{out}$ .
- 2) From this result, calculate  $R_1$  when  $V_1 = 5 \text{ V}$ ,  $V_2 = 0$ ,  $V_{out} = 10 \text{ V}$ , all dc voltages.
- 3) Find op amp output current in the last case.



### Вопросы, выносимые на зачет

1. Equivalent circuit and general features of op amps
2. Practical properties: Open-loop Voltage Gain  $A$ , Input Offset Voltage  $V_{os}$ , Input Bias Current  $I_B$ , Input Offset Current  $I_{os}$
3. Noninverting amplifier, voltage follower
4. Inverting amplifier
5. Inverting adder and noninverting adder
6. Integrator and differentiator
7. Current source based on op amps.
8. Sinusoidal oscillators, conditions for oscillation. Op amp Wien bridge oscillator
9. Rectangular waveform definitions, Multivibrators
10. Op amp astable multivibrator. Asymmetrical op amp multivibrator.

### 8. Рейтинг качества освоения дисциплины (модуля)

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Положением о проведении текущего оценивания и промежуточной аттестации в ТПУ», утвержденным приказом ректора в действующей редакции.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

- текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);
- промежуточная аттестация (зачет) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на зачете студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Разумейко О.П., Мыльникова Т.С., Агафонова Л.И. «Focus on electronics», Учебное пособие. ТПУ Томск 2005, 100 с.
2. Operational Amplifiers: Theory and Practice / James K. Roberge, Kent H. Lundberg. – 2nd ed., 2007, Massachusetts Institute of Technology. – 440 p.
3. Electronics: a system approach / Neil Storey. – 3rd ed., 2006. – 645 p.

Дополнительная литература:

1. Electronics: a complete course / Nigel P. Cook. – 2nd ed., 2004. – 1037 p.
2. Electronics / David Crecraft, David Gorham – 2d. ed., 2003, The Open University. – 428 p.
3. Большой англо-русский политехнический словарь: В 2 т. Около 200000 терминов / С.М. Баринов, А.Б. Борковский, В.А. Владимиров и др. – Т. I: А-Л. – М.: РУССО, 2007. – 704 с.
4. Большой англо-русский политехнический словарь: В 2 т. Около 200000 терминов / С.М. Баринов, А.Б. Борковский, В.А. Владимиров и др. – Т. II: М-Z. – М.: РУССО, 2007. – 720 с.
5. Русско-английский политехнический словарь / Б.В. Кузнецов и др. Под ред. Б.В. Кузнецова. Ок. 90000 терминов. – М.: РУССО, 2005. – 728 с.
6. Англо-русский политехнический словарь. в 2 т. Т.1 / Авт.-сост. М.В. Адамчик. – Мн.: Харвест, 2004 – 783 с.
7. Англо-русский политехнический словарь. в 2 т. Т.2 / Авт.-сост. М.В. Адамчик. – Мн.: Харвест, 2004 – 784 с.

Internet–ресурсы (в т.ч. Перечень мировых библиотечных ресурсов):

1. <http://ieeexplore.ieee.org/>
2. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hframe.html>
3. <http://ecircuitcenter.com/circuits.htm>
4. <http://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/>
5. <http://www.national.com>
6. <http://www.analog.com>
7. <http://scholar.google.com>
8. <http://www.scienceresearch.com>

Используемое программное обеспечение:

специализированное ПО не предусмотрено.

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., количество установок
1	Лаборатория электронных цепей и микроэлектроники	Корпус 16в, ауд. 325, 10 раб.мест
2	Лаборатория автоматизированного проектирования Компьютерный класс, оборудованный компьютерами Pentium, объединенными в локальную сеть с выходом в Интернет	Корпус 16в, ауд. 327, 10 раб.мест

Программа составлена на основе СУОС ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» и профилю «Промышленная электроника».

Программа одобрена на заседании  
кафедры промышленной и медицинской электроники  
Института неразрушающего контроля

(протокол № 12.15 от «19» 06 2015 г.).

Автор: Огородников Дмитрий Николаевич

Рецензент(ы) Кожемяк Олеся Анатольевна