**1. Цели и задачи дисциплины**

**Целью дисциплины** ≪Электротехника, электроника и схемотехника≫

является изучение студентами по направлению 230100.62 - Информатика и

вычислительная техника современного состояния, тенденций и перспективы

развития электронных вычислительных машин (ЭВМ), принципов действия и

особенностей функционирования типовых электрических и электронных

устройств, основ элементной базы ЭВМ, построения, расчета и анализа

электрических и электронных цепей.

**Основные задачи изучения дисциплины:**

- формирование у студентов необходимых знаний по дисциплине;

- изучение методов анализа и расчета линейных и нелинейных

электрических и магнитных цепей при различных входных воздействиях;

- физических принципов действия, характеристик, моделей и

особенностей использования в электронных цепях основных типов активных

приборов;

- методов расчета переходных процессов в электрических цепях;

- изучение принципов построения и основ анализа аналоговых и

цифровых электронных схем и функциональных узлов цифровой аппаратуры;

- усвоение технического устройства вычислительных систем, основных

узлов и периферийных устройств компьютерной техники.

**Предмет изучения:**

- электронные приборы и узлы ЭВМ;

- методы и устройства передачи и обработки сигналов;

- сети ЭВМ и средства телекоммуникаций.

- техническое обеспечение современных вычислительных систем;

- устройство современных персональных и других вычислительных си-

стем;

- техническое обеспечение вычислительных систем и сетей.

**2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина ≪Электротехника, электроника и схемотехника≫ входит в

перечень дисциплин базовой части профессионального цикла образовательной

программы бакалавра по направлению 230100.62 - Информатика и

вычислительная техника. Изучение данной дисциплины базируется на

дисциплинах математического и естественно-научного цикла, в первую очередь,

на дисциплинах: ≪Физика≫, ≪Математика≫, ≪Математический анализ≫,

≪Математическая логика и теория алгоритмов≫, ≪Дискретная математика≫;

служит базой для изучения других дисциплин профессионального цикла,

связанных с работой вычислительной техники и программированием, таких

как: ≪ЭВМ и периферийные устройства≫, ≪Сети и телекоммуникации≫ и другие.

3

**3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование у студентов

следующих компетенций:

а) общекультурных (ОК):

ОК-1 - владеет культурой мышления, способен к обобщению, анализу,

восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения;

ОК-10 - использует основные законы естественнонаучных дисциплин в

профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа

и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

б) профессиональных (ПК):

- проектно-конструкторская деятельность:

ПК-1 - способность разрабатывать бизнес-планы и технические задания

на оснащение отделов, лабораторий, офисов компьютерным и сетевым

оборудованием;

ПК-3 - способность разрабатывать интерфейсы ≪человек-эвм≫;

научно-исследовательская деятельность:

ПК-7 - способность готовить презентации, научно-технические отчеты

по результатам выполненной работы, оформлять результаты исследований в

виде статей и докладов на научно-технических конференциях;

- монтажно-наладочная деятельность:

ПК-9 - способность участвовать в настройке и наладке

программно-аппаратных комплексов;

ПК-10 - способность сопрягать аппаратные и программные средства в

составе информационных и автоматизированных систем.

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- фундаментальные законы электротехники электрических и магнитных

цепей;

- основные методы анализа и расчета токов и напряжений при стацио-

нарных и переходных процессах в электрических цепях;

- основные типы нелинейных компонентов и активных приборов, ис-

пользуемых в электронной аппаратуре, их характеристики, параметры, модели;

- классификацию и назначение функциональных узлов ЭВМ;

- принципы построения структурных, функциональных и принципиаль-

ных схем узлов ЭВМ.

**Уметь:**

- выполнять расчет токов и напряжений в электрических цепях при по-

стоянном и синусоидальном воздействии в установившемся режиме и переход-

ных процессах;

4

- использовать активные приборы для построения элементов электрон-

ной аппаратуры и применять модели анализа электронных схем;

- владеть современными методами и средствами проектирования

функциональных узлов ЭВМ.

**Владеть:**

- программными средствами автоматизированного анализа электронных

схем;

- навыками синтеза и анализа схем ЭВМ.

- навыками разработки технических заданий на оснащение отделов,

лабораторий, офисов компьютерным и сетевым оборудованием,

периферийными устройствами;

- методами устранения технических неисправностей при работе с

определенным компьютерным оборудованием.

**4. Содержание и объём контрольной работы**

Разделы контрольной работы:

1. Титульный лист.

2. Задание.

3. Содержание.

4. Основная часть.

5. Список литературы и источников.

**5. Методические указания по выполнению контрольной работы**

Основным видом учебной деятельности студентов-заочников является

самостоятельная работа с литературными и прочими информационными источ-

никами. Кроме того, студенты имеют возможность прослушать курс лекций и

выполнить ряд практических работ в компьютерных классах академии.

Одним из эффективных средств контроля знаний студентов заочной

формы обучения является контрольная работа, в которой студент должен по-

казать усвоенные им теоретические знания и определенные практические на-

выки. В соответствии с рабочей программой дисциплины студенты должны вы-

полнить одну контрольную работу.

Контрольную работу необходимо выполнять **на листах формата А4 в**

**печатном виде**. На титульном листе следует указать:

- наименование образовательного учреждения;

- наименование факультета;

- наименование учебной дисциплины;

- вариант задания;

- наименование темы работы;

- специальность и шифр учебной группы;

5

- фамилию, имя, отчество автора работы;

- должность и фамилию, имя, отчество преподавателя дисциплины.

В начале каждого раздела контрольной работы следует привести полную

формулировку соответствующего задания. В конце работы помещают биб-

лиографический список использованных при выполнении работы литературных

и прочих источников. Каждая страница работы должна иметь небольшие поля

для замечаний. В конце выполненной контрольной работы ставится дата и

подпись автора.

Излагать материал работы следует с исчерпывающей полнотой в соот-

ветствии с полученными вариантами заданий. При этом необходимо соблюдать

требования всех действующих стандартов по оформлению текстовых докумен-

тов, схем, рисунков, таблиц и библиографического списка литературных источ-

ников.

Учебным планом занятий предусматриваются консультации по выполне-

нию контрольной работы с преподавателями кафедры математики и вычисли-

тельной техники.

Завершенная и правильно оформленная работа предъявляется на рецен-

зию с обязательной регистрацией на кафедре математики и вычислительной

техники.

Работа, выполненная неаккуратно, неправильно оформленная или вы-

полненная не для своих вариантов заданий, не принимается.

Во время собеседования с рецензентом студент должен продемонстриро-

вать полное владение материалом своей контрольной работы, дать исчерпы-

вающие и точные ответы на все вопросы, касающиеся контрольной работы. При

положительном итоге собеседования представленная работа студента принима-

ется с оценкой до 30 баллов. Зачтенная контрольная работа сдается препода-

вателю и впоследствии хранится на кафедре математики и вычислительной тех-

ники. Без зачтенной контрольной работы студент к экзамену не допускается.

Выбор номера варианта заданий выполняется по номеру студента в спис-

ке в журнале группы.

В работе обязательно должна быть электрическая схема, начерченная на

компьютере, все выражения в общем виде, выражения с внесенными цифро-

выми данными, промежуточные вычисления, указаны единицы измерения, рас-

суждения при вычислениях и выборе деталей, окончательные значения величин

лучше представлять в виде таблицы.

Предоставлять выполненные контрольные работы необходимо не позд-

нее 2-3 дней до экзамена. Студент должен хорошо разбираться в изложенном в

работе материале. Оценка за выполнение работы определяется преподавателем

по следующим критериям: оформление работы, полнота изложения материала,

уровень освоения студентом темы задания.

6

**Указания по выполнению контрольной работы**

**для студентов 1 года обучения 2 семестра**

**Задание № 1**

Контрольная работа № 1

Расчет блока питания

Дано: блок питания, запитанный от осветительной бытовой сети

переменного тока, на выходе постоянный стабилизированный ток.

**Рис. 1. Электрическая схема блока питания**

Т - трансформатор

КД - кремниевый диод

КТ - кремниевый транзистор npn-типа

КС - кремниевый стабилитрон

U1=220 Ѓ} 10% В

Uмин.=198 В

Uмакс.=242 В

С1 - конденсатор не электролитический

Kп=0,01 - коэффициент пульсации выходного напряжения

С2=47 мкФ; конденсатор электролитический

С21=0,047 мкФ; конденсатор не электролитический

Kус.i - коэффициент усиления транзистора по току

Uп=0,6 В - падение напряжения на pn-переходе

Uст. - напряжение после стабилитрона

Uрез. - - падение напряжения на резисторе

Uвых. - напряжение на выходе блока питания

Uпер. - напряжение на вторичной обмотке

Uпост. - напряжение после диодного моста

R1 - резистор цепи базы транзистора

Rн - сопротивление нагрузки

Iк - сила тока коллектора

7

Iб - сила тока базы

Iст. - сила тока на стабилитроне

Iрез. - сила тока на резисторе

Iн - сила тока нагрузки

Uобр.д.≥1,5\*Uд. - обратное напряжение диода

Uд. - напряжение, проходящее через диод

Pк - мощность, рассеиваемая коллектором

Pд - мощность диода

Pтр. - мощность трансформатора

Рассчитать основные электрические параметры схемы (напряжения,

силы тока, сопротивления, мощности). Подобрать стабилитрон, транзистор, ре-

зистор, конденсатор C1 и просчитать перечисленные параметры с учетом па-

раметров выбранных стандартных деталей и изменения напряжения питания

сети от Uмин. до Uмакс., сделать заключение об использовании радиатора для

транзистора.

**Таблица 1**

**Данные для расчетов по вариантам**

№ варианта Uпер, В Uвых, В Iн, А Кус.i

1 10 5,5 0,030 100,0

2 12 6,0 0,040 97,5

3 11 7,0 0,050 95,0

4 12 8,0 0,060 92,5

5 14 9,0 0,070 90,0

6 15 10,0 0,080 87,5

7 15 11,0 0,090 85,0

8 16 12,0 0,100 82,5

9 14 13,0 0,110 80,0

10 15 14,0 0,120 77,5

11 9 5,5 0,130 75,0

12 15 6,0 0,140 72,5

13 14 7,0 0,150 70,0

14 12 8,0 0,160 67,5

15 13 9,0 0,170 65,0

16 14 10,0 0,180 62,5

17 15 11,0 0,190 60,0

18 16 12,0 0,200 57,5

19 18 13,0 0,210 55,0

20 14 14,0 0,220 52,5

21 12 5,5 0,230 50,0

22 15 6,0 0,240 47,5

23 14 7,0 0,250 45,0

24 13 8,0 0,260 42,5

25 12 9,0 0,270 40,0

26 14 10,0 0,280 37,5

27 14 11,0 0,290 35,0

28 15 12,0 0,300 32,5

29 17 13,0 0,310 30,0

30 17 14,0 0,320 27,5

8

Решение необходимо начинать с расчета Uпост., исходя из известных

зависимостей выпрямления тока с учетом потерь напряжения на pn-переходах

диодного моста. Изначально берем номинальные значения напряжения питания.

Uпост.=Uпер.\* - 2\*Uп.

Следует отметить, что на одной полуволне одновременно работают 2 ди-

ода моста, т. е. 2 pn-перехода.

В дальнейшем значения параметров тока будут применяться с дополни-

тельными индексами н., мин., макс., что, соответственно, обозначает номиналь-

ное, минимальное и максимальное.

Находим значения Uпост.мин. и Uпост.макс, опираясь на то, что U1=220

Ѓ} 10% В.

Находим параметры следующего элемента схемы - емкость конденсатора

C1.

С1=3200\*Iн/(Uпост.н\*Kп), (мкФ)

где Uпост.н - номинальное постоянное напряжение, т. е. при питании

схемы напряжением 220 В и при напряжении на выходе трансформатора Uпер

равном значению из табл. 1.

Рассчитывает напряжение стабилитрона с учетом потерь на pn-переходе

транзистора. Получаем зависимость

Uст.=Uвых+Uп

Далее выбираем кремниевый стабилитрон по уровню поддерживаемого

им напряжения, используя справочные данные.

**Таблица 2**

**Характеристики маломощных кремниевых стабилитронов серии КС**

Марка стабилитрона Температура, °С Поддерживаемое

напряжение Uст., В

Сила тока потребле-

ния Iст., А

КС162А 100 5,3 - 6,9 0,010

КС168В 100 5,8 - 7,9 0,010

КС175А 100 6,4 - 8,6 0,005

КС182А 100 7,3 - 9,5 0,005

КС191А 100 8,1 - 10,5 0,005

КС210Б 100 8,9 - 11,7 0,005

КС213Б 100 11,6 - 15,4 0,005

При выборе руководствуемся близостью напряжения к середине диапа-

зона Uст.

Рассчитываем напряжение базы транзистора, так как для его работы

необходимым уровнем должно быть напряжения и силы тока не менее уровня

насыщения базы. Для открытия кремниевого транзистора напряжение базы

должно быть не менее Uб=0,6 В.

Рассчитываем силу тока, проходящего через резистор R1 при номиналь-

ном значении напряжения питания.

Iрез.=Iст. + Iб

9

Необходимо рассчитать силу тока базы транзистора по следующей зави-

симости.

Iб=Iн/Kус.i

Получив Iрез. находим величину сопротивления резистора по закону

Ома.

Rрез.=Uпост.н/Iрез.

Получив значение Rрез. выбираем стандартный резистор по ближай-

шему значению из справочных данных (табл. 3.). Данные стандартного ряда

Е24 можно умножать и делить на 10n, где n - целое положительное число. После

выбора резистора сопротивление резистора обозначается Rрез.выб.

**Таблица 3**

**Справочные данные стандартных рядов величин сопротивлений и их**

**мощностей**

Ряд сопротивлений

резисторов, Ом (Е24)

Ряд мощностей

резисторов, Вт

1,0 0,125

1,2 0,25

1,5 0,5

1,8 1

2,0 2

2,2 5

2,4 10

2,7 20

3,0 50

3,3 100

3,6 200

3,9 500

4,3 1000

4,7

5,1

5,6

6,2

6,8

7,5

8,2

9,1

10,0

Получив реальное значение Rрез.выб. и, опираясь на него, пересчитыва-

ем предыдущие значения параметров схемы, находя в т.ч. максимальные и ми-

нимальные значения при изменении напряжения питания в указанных пределах

U1=220 Ѓ} 10% В. Получаем значения: Uпер.мин, Uпер.макс, Uпост.мин.,

Uпост.макс, Uрез.мин, Uрез.макс, Iст.мин, Iст.макс, Iрез.н, Iрез.мин, Iрез.макс.

Вычисляем мощность резистора по максимальной силе тока и мак-

симальному напряжению питания.

Pрез.= Uрез.макс\* Iст.макс, Вт.

10

Подбираем значение мощности из стандартного ряда, воспользовавшись

данными табл. 3., причем необходимо принять ближайшее большее значение.

Принятое значение обозначаем Pрез.выб.

Вычисляем максимальную силу тока коллектора транзистора.

Iк=Iэ-Iб

где сила тока эмиттера Iэ=Iн

Вычисляем тепловую мощность, выделяемую на коллекторе

транзистора, где в качестве напряжения берется значение потери напряжения на

переходе коллектор-эмиттер.

Pк=(Uпост.макс-Uвых)\*Iк

По характеристикам оптимально подходит кремниевый транзистор

КТ817 в данной схеме.

Если Pк<1Вт, то использовать радиатор для транзистора нет необходимо-

сти, и, соответственно, наоборот.

Uпост.мин. необходимо рассчитывать, чтобы убедиться достаточный ли

уровень напряжения для получения стабильного выходного напряжения.

Uпост.мин. должно быть выше Uст.мин. В противном случае необходимо изме-

нить параметры трансформатора - увеличить его выходное напряжение и пере-

считать все параметры схемы.

Конденсаторы C2 и C21 заданы изначально как стандартный фильтр

шумов, получены инженерами эмпирическим путем и в настоящей работе не

рассчитываются.

Вычислим параметры диодов моста.

Uобр.д=1,5\*Uпер.макс

Обратное напряжение диода Uобр.д - один из основных параметров при

выборе марки диода

Вычислим мощность, рассеиваемую диодами.

Pд=Uп\*Iэ\*1,2

Если Pд<1 Вт, то диодный мост необходимо использовать с радиатором

Подбираем диоды по справочнику, обращая внимание на Uобр.д и Pд,

которые должны быть ближайшими меньшими значениями относительно дан-

ных справочника; наиболее хорошо подходят КД242 и КД202.

Рассчитываем параметры трансформатора.

Мощность трансформатора складывается из мощностей всех потреби-

телей с 20% запасом.

Pтр.=(Pд\*2+Pк+Pрез+Pст+Pн)\*1,2

Площадь сечения магнитопровода S рассчитывается по следующей зави-

симости.

S=1,3\* √Pтр , см2

Силы тока первичной и вторичной обмоток трансформатора I1 и I2

рассчитываются следующим образом.

I1=Pтр./U1н

I2=Pтр./Uпер.

11

Рассчитываем число витков обмоток трансформатора W1 и W2.

W1=50\*U1/S

W2=55\*Uпер/S

Находим диаметры медных проводов обмоток трансформатора d1 и d2.

d1=0,02\* √ *I*1∗1000 , мм

d2=0,02\* √ *I*2∗1000 , мм

Полученные значения округлять до ближайших больших величин по

справочникам и указать марку провода, например ПЭВ-2 (Источник:

http://cable.ru/cable/group-pev\_2.php), указанным в табл. 4.

**Таблица 4**

**Стандартные диаметры медных проводов марки ПЭВ-2, покрытых**

**изоляционным лаком**

d, мм d, мм d, мм d, мм

0,02 0,16 0,475 1,08

0,025 0,17 0,5 1,12

0,03 0,18 0,53 1,18

0,032 0,19 0,56 1,25

0,04 0,2 0,6 1,32

0,045 0,21 0,63 1,4

0,05 0,224 0,67 1,45

0,06 0,236 0,69 1,5

0,063 0,25 0,71 1,56

0,071 0,265 0,75 1,6

0,08 0,28 0,77 1,7

0,09 0,3 0,8 1,8

0,1 0,315 0,83 1,9

0,112 0,335 0,85 2

0,12 0,355 0,9 2,12

0,125 0,38 0,93 2,24

0,13 0,4 0,95 2,36

0,14 0,425 1 2,44

0,15 0,45 1,06 2,5

12

**Указания по выполнению контрольной работы**

**для студентов 3 курса 6 семестра**

**Задание № 2**

Контрольная работа № 1

Автоматический выключатель света через заданный интервал времени

**Рис. 2. Электрическая схема автоматического выключателя света через**

**заданный интервал времени**

Дано: автоматический выключатель света через заданный интервал

времени.

N - номер варианта;

U0 - напряжение питания схемы управления;

t - время выключения света после нажатия кнопки;

U - напряжение открывания транзисторов;

C1 - ёмкость управляющего конденсатора;

C1реал - ёмкость стандартного конденсатора, выбранная из справочника

по стандартному ряду Е6;

EL - осветительная лампа;

VT1 - кремниевый транзистор;

VT2 - кремниевый транзистор;

VS - кремниевый тиристор;

SB - кнопка включения схемы управления без фиксации включенного

положения;

PEL - потребляемая мощность осветительной лампы;

R2=10 кОм;

R3=1 кОм;

R4=100 Ом;

U1=220 В;

FU - предохранитель, рассчитанный на 1,5 А.

13

Найти сопротивление R1, емкость конденсатора C1, и подобрать

стандартные детали из справочников, высчитать реальное время tреал с

момента нажатия кнопки до погасания лампы, определить величину отклонения

tреал от заданного t в %.

Данные для расчета необходимых параметров схемы по вариантам

приведены в табл. 5.

**Таблица 5**

**Данные для вычислений по вариантам**

N U0, В t, мин U, В C1, мкФ PEL, Вт

1 35 6 0,6 200 10

2 34 8 0,6 400 20

3 33 5 0,6 600 30

4 32 4 0,6 800 40

5 31 12 0,6 1000 50

6 30 3 0,6 1200 60

7 29 6 0,6 1400 70

8 28 8 0,6 1600 80

9 27 5 0,6 1800 90

10 26 4 0,6 2000 100

11 25 12 0,6 2200 110

12 24 3 0,6 2400 120

13 23 6 0,6 2600 130

14 22 8 0,6 2800 140

15 21 5 0,6 3000 150

16 20 4 0,6 2900 160

17 19 12 0,6 2800 170

18 18 3 0,6 2700 180

19 17 6 0,6 2600 190

20 16 8 0,6 2500 200

21 15 5 0,6 2400 210

22 14 4 0,6 2300 220

23 13 12 0,6 2200 230

24 12 3 0,6 2100 240

25 11 6 0,6 2000 250

26 10 8 0,6 1900 260

27 9 5 0,6 1800 270

28 8 4 0,6 1700 280

29 7 12 0,6 1600 290

30 6 3 0,6 1500 300

Решение.

Зарядка и разрядка конденсатора происходит по экспоненциальной зави-

симости. На время t работы лампы оказывает влияние разрядка конденсатора.

Напряжение на конденсаторе в течении времени вычисляется по следу-

ющей зависимости.

U=U0\*(1 - e

−*t*

*T* )

где T - постоянная времени цепи, находится по следующему выражению.

14

T=R1\*C1

Выбрав C1реал из стандартного ряда Е6, приведенного в табл. 6.

**Таблица 6**

**Стандартные ряды значений величин Е6 и Е24 для выбора реальных**

**емкостей и сопротивлений**

**C1реал (E6), мкФ Rреал (Е24), кОм**

0,01 1

0,015 1,1

0,022 1,2

0,033 1,3

0,047 1,5

0,068 1,6

0,1 1,8

2

2,2

2,4

2,7

3

3,3

3,6

3,9

4,3

4,7

5,1

5,6

6,2

6,8

7,5

8,2

9,1

10

Данные стандартных рядов Е6 и Е24 можно умножать и делить на 10n,

где n - целое положительное число.

Выполнив ряд математических преобразований вычислим R1, затем не-

обходимо подобрать стандартное значение R1реал из ряда Е24.

При вычислениях необходимо обратить внимание, что время **t в**

**выражениях используется в минутах**, его не следует переводить в секунды.

Получив R1реал пересчитываем реальное время tреал.

Находим величину отклонения ∂ реального времени tреал от заданного

времени t в % по следующей зависимости.

∂=∣t−tреал

t ∣ .

Далее необходимо выбрать кремниевые транзисторы из выпускающихся

отечественной промышленностью или из зарубежных аналогов. Транзисторы

должны начинать открываться при напряжении на базах не более U=0,6В и

15

работать при заданном уровне напряжения на коллекторе, т. е. Uкэ>U0. Транзи-

сторы для технологичности должны быть приняты одинаковыми и с минималь-

ной стоимостью.

Чтобы правильно выбрать транзисторы необходимо выбрать тиристор,

который выдерживает уровень напряжения 220 В и способен пропускать ток пи-

тания лампы и имеет минимальную цену. Затем найти по справочнику ток

открывания тиристора. По току открывания выбираем транзистор достаточной

мощности - ток эмиттера должен быть не менее тока открывания тиристора.

Рекомендуем тиристор выбирать из серии КУ202, транзисторы из серий

КТ501-509. Выбор необходимо обосновать, привести справочные параметры

выбранных деталей. Сделать вывод о необходимости применения радиатора для

тиристора; КПД тиристора принять равным 1%, если выделяемая мощность ти-

ристора будет больше 1 Вт, то применение радиатора необходимо.

**Основная литература**

1. Новожилов, О. П.

Электротехника и электроника : учебник для бакалавров / О. П.

Новожилов . - М. : Издательство Юрайт, 2012. - 653 с. - Серия : Бакалавр.

**Дополнительная литература**

2. Раннев, Г.Г.

Методы и средства измерений : учебник для студ. высш. учеб.

заведений / Г.Г. Раннев, А.П. Тарасенко. - 4-е изд., стер. - М. : Издательский

центр ≪Академия≫, 2008. - 336 с.

3. Электротехника и электроника : Учебник. - М. : ФОРУМ : ИНФРА -

М, 2007. - 480 с. : ил. - (Профессиональное образование).

4. Теоретические основы электротехники : В 3-х т. Учебник для вузов.

4-е изд. / К.С. Демирчан, Л.Р. Нейман, Н.В. Коровкин, В.Л. Чечурин - СПб.: Пи-

тер, 2006. - 377 с.: ил.

5. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника / Е.П. Угрюмов. - СПб.: БХВ -

Санкт-Петербург, 2002. - 528 с.

**Рекомендуемое программное обеспечение**

Преподавание и подготовка студентов предполагает использование

стандартного программного обеспечения для персонального компьютера,

браузеров для поиска информации в глобальной сети интернет:

1. Операционные системы - Windows NT/2000/ХР/7;

2. Браузеры: Mozilla FireFox, Opera, GoogleChrome;

3. Инструментальная среда Electronic Workbench.

4. Любые редакторы векторной графики, например LibreCad.

16\_\_