

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1163587	Биомедицинская электроника

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Биотехнические системы и технологии	<b>Код ОП</b> 1. 12.03.04/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Биотехнические системы и технологии	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 12.03.04

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Бажукова Ирина Николаевна	кандидат физико-математических наук, доцент	Доцент	экспериментальной физики
2	Хохлов Константин Олегович	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	экспериментальной физики

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Биомедицинская электроника

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Изучение модуля позволяет сформировать у студентов знания об устройстве, принципах действия и использовании электронной аппаратуры в биомедицинских исследованиях для диагностики, терапии, искусственного замещения элементов живых систем.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Схемотехника аналоговых устройств	3
2	Узлы и элементы биотехнических систем	4
3	Управление в биотехнических системах	4
4	Цифровые и импульсные устройства	3
ИТОГО по модулю:		14

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Основы электронной техники
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Методология биомедицинской инженерии 2. Анализ и обработка биомедицинских данных

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Схемотехника аналоговых устройств	ПК-1 - Способен применять естественнонаучные и инженерные	З-2 - Соотносить предметную проблемную область с соответствующей областью естественнонаучных и инженерных наук

	знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем	<p>У-2 - Использовать понятийный аппарат и терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы естественнонаучных и общинженерных наук при формулировании и решении задач профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Решать поставленные задачи, относящиеся к области профессиональной деятельности, используя современные пакеты прикладных программ для математического анализа и моделирования</p>
Узлы и элементы биотехнических систем	ПК-7 - Способен проводить поверку, наладку и регулировку оборудования, организовывать метрологическое обеспечение производства деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники	<p>З-2 - Перечислять основные параметры функционирования биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники в соответствии с имеющейся технической документацией</p> <p>У-2 - Регулировать основные параметры функционирования биомедицинской и экологической техники в соответствии с имеющейся технической документацией</p> <p>П-2 - Проводить поверку, наладку и регулировку биомедицинской и экологической техники по имеющейся технической документации</p>
Управление в биотехнических системах	ПК-7 - Способен проводить поверку, наладку и регулировку оборудования, организовывать метрологическое обеспечение производства деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники	<p>З-2 - Перечислять основные параметры функционирования биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники в соответствии с имеющейся технической документацией</p> <p>У-3 - Определять основные параметры функционирования биомедицинской и экологической техники для установления соответствия имеющейся технической документации</p> <p>П-1 - Разрабатывать план технического обслуживания и перечень работ, направленных на выполнение ремонта, настройки, поверки характеристик биомедицинской и экологической техники</p>
Цифровые и импульсные устройства	ПК-1 - Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа	З-2 - Соотносить предметную проблемную область с соответствующей областью естественнонаучных и общинженерных наук

	<p>и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем</p>	<p>У-2 - Использовать понятийный аппарат и терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы естественнонаучных и инженерных наук при формулировании и решении задач профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Решать поставленные задачи, относящиеся к области профессиональной деятельности, используя современные пакеты прикладных программ для математического анализа и моделирования</p>
--	--	--

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Схемотехника аналоговых устройств**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Школа Николай Федорович	без ученой степени, без ученого звания	Доцент	экспериментально й физики

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический**

Протокол № 7 от 15.03.2024 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Школа Николай Федорович, Доцент, экспериментальной физики

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение. Общие сведения об электронных устройствах	Понятие обработки сигналов. Классы сигналов и виды цепей. Аналоговые операции над сигналами. Усиление, усилители, усилительные устройства. Классификация аналоговых электронных устройств.
2	Входные сигналы аналоговых электронных устройств и их характеристики	Способы описания сигналов. Энергетические характеристики сигналов. Соотношение между длительностью сигнала и шириной его спектра. Примеры спектров непериодических сигналов.
3	Основные показатели и характеристики аналоговых электронных устройств	Коэффициент усиления. Амплитудно- и фазочастотная характеристики. Линейные искажения. Переходная и импульсная характеристики. Связь между амплитудно-частотной, фазочастотной и переходной характеристиками. Амплитудная характеристика и динамический диапазон. Нелинейные искажения. Входные и выходные параметры. Внутренние помехи. Стабильность показателей. Специфические показатели аналоговых электронных устройств.
4	Принципы построения электронных усилителей	Принцип электронного усиления. Структурная схема усилителя. Каскадирование. Усилительные каскады и секции. Схемы включения активного элемента. Включение нагрузки в транзисторном каскаде. Цепи смещения. Режимы работы активного элемента. Цепи межкаскадных связей. Цепи источников питания. Динамические и нагрузочные характеристики. Полная схема усилительного каскада.

5	Основы теории обратной связи в усилителях	Основные определения и виды обратных связей. Петля обратной связи и ее параметры. Влияние обратной связи на коэффициент усиления. Чувствительность коэффициента усиления усилителя с ОС. Влияние отрицательной ОС на АЧХ и ФЧХ усилителя. Влияние отрицательной ОС на ПХ. Входное и выходное сопротивления усилителя с ОС. Влияние отрицательной ОС на нелинейные искажения и внутренние помехи.
6	Элементы электронных схем	Классификация элементов электронных схем. Пассивные и активные элементы электрической цепи. Полупроводниковый диод. Типы диодов. Характеристики и параметры диодов. Характеристики и параметры биполярного транзистора в режиме малого сигнала. Предельные параметры. Полевой транзистор.
7	Программы схемотехнического моделирования аналоговых электронных устройств	Основы работы с программой моделирования Micro-CAP для OS/Windows. SPICE-Модели компонентов. Виды анализов, выполняемых с помощью Micro-CAP (анализ переходных процессов, частотный анализ, параметрический анализ и т.д.).
8	Каскады предварительного усиления на дискретных элементах	<p>Режим усилительного каскада ОЭ по постоянному току. Графическое определение рабочей точки. Параметры транзистора в рабочей точке. Причины нестабильности режима усилительного каскада по постоянному току. Коэффициенты температурной нестабильности и чувствительность схем смещения. Типовые схемы смещения и стабилизации режима биполярного транзистора.</p> <p>Анализ частотных свойств каскада ОЭ предварительного усиления. Частотные свойства каскада предварительного усиления ОЭ. Общая эквивалентная схема. Частотные свойства в области верхних частот (в.ч.). Частотные свойства в области нижних частот (н.ч.). Переходная характеристика каскада. Оценка импульсных искажений. Область малых времен. Область больших времен. Особенности анализа каскадов предварительного усиления на полевых транзисторах.</p>
9	Многокаскадные усилители	Полоса частот многокаскадного усилителя. Передача импульсных сигналов многокаскадным усилителем. Распределение искажений в многокаскадном усилителе и порядок его расчета.
10	Усилительные каскады с обратной связью	<p>Каскад с последовательной отрицательной обратной связью ООС по току. Общие свойства каскада с последовательной ООС по току. Частотно-зависимая последовательная ООС по току. Область н.ч. Область в.ч.</p> <p>Каскад с последовательной ООС по напряжению. Каскад с общим коллектором ОК (эмиттерный повторитель). Свойства эмиттерного повторителя. Передача импульсов эмиттерным повторителем Способы увеличения входного сопротивления эмиттерного повторителя. Фазоинверсный каскад с разделенной нагрузкой.</p> <p>Каскад с параллельной ООС по току (схема каскада с общей базой ОБ). Свойства каскада с общей базой ОБ.</p>



		Каскодная схема. Свойства.
11	Оконечные каскады усиления	Особенности окончных каскадов, выбор транзисторов, применение радиаторов. Однотактные окончные каскады. Двухтактные каскады в режиме В. Двухтактные бестрансформаторные каскады.
12	Основы схемотехники аналоговых ИМС	Основные особенности аналоговой микросхемотехники. Генераторы стабильного тока, малого стабильного напряжения и схемы сдвига уровня. Каскад с эмиттерной связью- дифференциальный каскад(ДК). Характеристики ДК для дифференциального сигнала. Характеристики ДК для синфазного сигнала. Погрешности ДК. Коэффициент ослабления синфазного сигнала. Разбалансы ДК. Погрешности ДК по постоянному току. Режим большого сигнала ДК. Работа ДК при использовании одного из входов. Токовое зеркало и его применение в простом ДК. ДК с каскодной схемой. Оконечные каскады интегральных усилителей.
13	Интегральные операционные усилители /ОУ/ и основные схемы их включения	Общие свойства ОУ, их классификация. Характеристики и параметры ОУ. Структура ОУ. Стандартный двухкаскадный ОУ и его макромодель. Погрешности ОУ. Максимальная скорость нарастания выходного напряжения ОУ. Отрицательная обратная связь в схемах с ОУ. Неинвертирующий усилитель. Инвертирующий усилитель.
14	Устойчивость усилителей с обратной связью и способы ее обеспечения	Критерии устойчивости Найквиста и Боде. Логарифмические частотные характеристики (диаграммы Боде) ОУ. Запас устойчивости ОУ с ООС. Формирование оптимальных характеристик петлевого усиления. Методы частотной коррекции интегральных ОУ. Полоса частот усилителя на ОУ с ООС. Количественная оценка устойчивости усилителя на ОУ с ООС.
15	Электронные узлы линейного преобразования на основе операционных усилителей	Измерительный усилитель на ОУ. Усилитель тока. Усилитель заряда. Управляемый усилитель. Изолирующий усилитель. Интегрирующий операционный преобразователь. Дифференцирующий операционный преобразователь. Активные фильтры. Общие сведения. Аппроксимация характеристик. Звенья активных фильтров каскадного типа. Схемы фильтров нижних частот. Схемы фильтров верхних частот. Полосовые фильтры. Программы синтеза фильтров. Генераторы синусоидальных сигналов.
16	Электронные узлы нелинейного преобразования на основе операционных усилителей	Перемножитель. Делитель на основе перемножителя. Логарифмирующий и экспоненциальный функциональные преобразователи. Ограничитель, пиковый детектор и выпрямитель.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-1 - Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем	У-2 - Использовать понятийный аппарат и терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы естественнонаучных и общеинженерных наук при формулировании и решении задач профессиональной деятельности

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Схемотехника аналоговых устройств

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Шогенов, А. Х., Стребков, Д. С.; Аналоговая, цифровая и силовая электроника : учебник.; Физматлит, Москва; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485494> (Электронное издание)
2. Волович, Г. И.; Схемотехника аналоговых и аналогово-цифровых электронных устройств : практическое пособие.; ДМК Пресс, Москва; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=577732> (Электронное издание)
3. Дуркин, В. В.; Схемотехника аналоговых электронных устройств: базовые схемы основных функциональных устройств : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574691> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Наундорф, Наундорф У., Ташлицкий, М. М.; Аналоговая электроника. Основы, расчет, моделирование : [учеб. пособие].; Техносфера, Москва; 2008 (24 экз.)
2. Волович, Г. И.; Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств; Додэка-XXI, Москва; 2005 (6 экз.)
3. Ногин, В. Н.; Аналоговые электронные устройства : учеб. пособие для вузов.; Радио и связь, Москва;

1992 (27 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. Полнотекстовая БД American Physical Society (<https://journals.aps.org/about>).
2. Полнотекстовая БД eLibrary - научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).
3. Полнотекстовая БД Institute of Physics (IOP) (<http://iopscience.iop.org/>).

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Информационная база данных по биомедицинской инженерии, режим доступа <http://www.physionet.org>
2. Видеоportal по медико-биологическим вопросам, режим доступа: <http://www.med-edu.ru>
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека, режим доступа: <http://www.gpntb.ru>
4. Электронная библиотека нормативно-технической документации, режим доступа: <http://www.technormativ.ru>
5. Зональная научная библиотека УрФУ, режим доступа: <http://lib.urfu.ru>

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Схемотехника аналоговых устройств**

#### **Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

2	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	<b>Не требуется</b>
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Узлы и элементы биотехнических систем**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Хохлов Константин Олегович	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	экспериментально й физики

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический**

Протокол № 7 от 15.03.2024 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Хохлов Константин Олегович, Доцент, экспериментальной физики

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Микропроцессорные и микроконтроллерные устройства	<p>Организация микропроцессорных систем (МПС). Архитектура МПС. Основные типы архитектур. Область данных, область программ, область регистров, область ввода/вывода. Организация пространства памяти и ввода/вывода. Командный цикл, программный счетчик, регистр команд.</p> <p>Структура типовой МПС. Магистраль МПС. Шины адреса, данных и управления. Циклы обращения к магистрали МПС. Прерывания в МПС, Комплекс программно-аппаратных средств реализации прерываний. Системный стек, указатель стека.</p> <p>Микроконтроллеры. Общие характеристики. Структурная схема. Блок программных регистров. Устройство управления и работа процессора. Командный цикл. Организация шины управления МПС с использованием системного контроллера.</p> <p>Система команд. Формат команды. Код операции, типы операндов, адресация. Команды пересылки, логической обработки, арифметической обработки, передачи управления.</p>
2	Интерфейсы микропроцессорных устройств	<p>Понятие интерфейса. Назначение интерфейсов. Стандартные интерфейсы. Внешние интерфейсы. LPT, RS-232C, RS485, USB. Внутренние интерфейсы. I2C (TWI) SPI, JTAG, 1-Wire.</p>

3	Аналоговые коммутаторы	Аналоговые коммутаторы. Методы улучшения параметров АК. Аналоговые мультиплексоры. Устройства выборки хранения. Пиковый детектор.
4	Дискретное преобразование аналоговых сигналов	Цифро-аналоговое и аналого-цифровое преобразование. Параллельные и последовательные ЦАП. Параллельные и последовательные АЦП. АЦП последовательного приближения. Следящий АЦП. Технические характеристики ЦАП и АЦП. Применение.
5	Электропитание медицинских приборов	Общая схема построения источников питания. Характеристики источников питания и его каскадов. Выпрямители и фильтры. Линейные стабилизаторы. Импульсные преобразователи и стабилизаторы. Преобразователи и инверторы. Защита источников электропитания.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология анализа образовательных задач	ПК-7 - Способен проводить поверку, наладку и регулировку оборудования, организовывать метрологическое обеспечение производства деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники	П-2 - Проводить поверку, наладку и регулировку биомедицинской и экологической техники по имеющейся технической документации

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Узлы и элементы биотехнических систем

#### Электронные ресурсы (издания)

1. ; Узлы и элементы биотехнических систем : учебное пособие.; Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), Казань; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612479> (Электронное издание)

2. ; Узлы и элементы биотехнических систем : учебное пособие.; Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/100648.html> (Электронное издание)

3. Лисицин, Д. В.; Программирование на языке ассемблера : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574827> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Корневский, Н. А.; Узлы и элементы биотехнических систем : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 201000 "Биотехнические системы и технологии".; ТНТ, Старый Оскол; 2013 (1 экз.)

2. Никамин, В. А.; Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи : справочник.; КОРОНА принт : Альтекс-А, СПб. ; Москва; 2003 (4 экз.)

3. Огородников, В. Н., Ведьманов, Г. Д.; Введение в микропроцессорную технику : учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2004 (15 экз.)

#### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. Полнотекстовая БД American Physical Society (<https://journals.aps.org/about>).

2. Полнотекстовая БД eLibrary - научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).

3. Полнотекстовая БД Institute of Physics (IOP) (<http://iopscience.iop.org/>).

#### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

#### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Государственная публичная научно-техническая библиотека, режим доступа: <http://www.gpntb.ru>

2. Электронная библиотека нормативно-технической документации, режим доступа: <http://www.technormativ.ru>

3. Зональная научная библиотека УрФУ, режим доступа: <http://lib.urfu.ru>

### **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **Узлы и элементы биотехнических систем**

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**



№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная  Периферийное устройство	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная	<b>Не требуется</b>
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя	<b>Не требуется</b>
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Персональные компьютеры по количеству обучающихся  Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Управление в биотехнических системах**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Иванов Владимир Юрьевич	кандидат физико- математических наук, доцент	Заведующий кафедрой	УрФУ

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический**

Протокол № 7 от 15.03.2024 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Иванов Владимир Юрьевич, Заведующий кафедрой, УрФУ

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Основные понятия и принципы управления в биологических и технических системах	История развития представлений об управлении в биологических и технических науках. Принципы регуляции в живых системах. Основные понятия кибернетики. Сущность проблемы и основные понятия процесса автоматического управления. Процессы функционирования сложных технических устройств и их эффективность, необходимость и цели автоматического управления. Объект управления, управляемые физические величины, возмущающие и управляющие (задающие) воздействия, регулятор и его типовые функции. Составление функциональных схем автоматических систем, правило однонаправленности. Задачи теории автоматического управления.
2	Математическое описание непрерывных автоматических систем	Динамические состояния АС, их частный случай - статические состояния. Графическое описание взаимодействия объекта регулирования и регулятора с использованием статических характеристик. Типовой пример аналитического описания АС (звена) нелинейным (в общем случае) дифференциальным уравнением. Линеаризация уравнения динамики нелинейной АС по первому приближению. Стандартная запись линеаризованного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами. Операторная запись линейного дифференциального уравнения, операторные передаточные функции АС. Передаточная функция в форме изображения по Лапласу. Типовые входные воздействия и соответствующие реакции АС. Переходная и весовая функции АС. Комплексный

		<p>передаточный коэффициент (частотная передаточная функция) системы (звена) и его составляющие, способы их расчета и графического представления. Типовые звенья АС и их динамические характеристики (пропорциональное, интегрирующее, инерционное, колебательное, звено чистого запаздывания). Структурные схемы линейных стационарных систем и правила их преобразования. Метод переменных состояния. Переменные состояния и уравнения состояния динамической системы. Матричная передаточная функция. Управляемость и наблюдаемость.</p>
3	Устойчивость линейных систем	<p>Постановка и математическое оформление задачи исследования АС на устойчивость. Обобщенные условия устойчивости АС: требования к свободной составляющей реакции звена и к расположению корней характеристического уравнения на комплексной плоскости. Понятие границы устойчивости (критического режима). Алгебраические критерии устойчивости. Принцип аргумента, его распространение на случай нейтральных (нулевых или мнимых) корней характеристического многочлена. Частотные критерии устойчивости.</p>
4	Методы оценки качества функционирования линейных систем	<p>Оценки качества процесса автоматического регулирования (переходный процесс, установившийся режим) с помощью исследования реакции системы на типовые воздействия: ступенчатую функции, гармонической сигнал. Ошибки динамического и статического режимов. Аналитическое представление астатических систем. Частотные методы оценки качества работы автоматических систем. Понятие об интегральных и корневых оценках качества функционирования системы.</p>
5	Принципы регуляции в биологических системах	<p>Особенности структурной организации и управления биосистем. Стабилизирующие функции биологических систем. Терморегуляция. Система управления кровообращением. Система стабилизации величины зрачка глаза. Следящие системы живых организмов. Система зрительного слежения. Координация следящих движений. Следящая система «человек-оператор». Механизмы программной регуляции в биологических объектах. Запрограммированные действия в двигательной системе. Программы наследственности и субклеточных структур. Адаптивные системы и процессы в биологии. Биологические процессы адаптации. Филогенез. Онтогенез. Физиологические адаптации. Биохимические адаптации. Целесообразное поведение. Адаптивные механизмы органов чувств. Биологическое управление. Биоэлектрическое управление. Использование для целей управления: ЭМГ, ЭКГ, ЭЭГ. Адаптивное биоуправление (биологическая обратная связь). Нейрокибернетика. Бионика.</p>

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной	Вид воспитательной	Технология воспитательной	Компетенция	Результаты обучения
----------------------------	--------------------	---------------------------	-------------	---------------------

деятельности	деятельности	деятельности		
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-7 - Способен проводить поверку, наладку и регулировку оборудования, организовывать метрологическое обеспечение производства деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники	З-2 - Перечислять основные параметры функционирования биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники в соответствии с имеющейся технической документацией

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Управление в биотехнических системах

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Масальский, Г. Б.; Математические основы кибернетики : учебное пособие.; Сибирский федеральный университет, Красноярск; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/84230.html> (Электронное издание)
2. Абросимов, А. А.; Теоретические основы кибернетики. Телемеханическое управление : конспект лекций.; Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, Самара; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/111725.html> (Электронное издание)
3. Гайдук, А. Р.; Теория и методы аналитического синтеза систем автоматического управления: (полиномиальный подход) : монография.; Физматлит, Москва; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467588> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Иванов, В. А., Попов, Е. П.; Теория дискретных систем автоматического управления : учебное пособие для втузов.; Наука, Москва; 1983 (3 экз.)
2. Яковлева, С. В., Шульгин, Б. В., Габинский, Я. Л.; Биомедицинская инженерия. Словарь терминов : учебное пособие для бакалавров и магистров, обучающихся по направлению 200300 - "Биомедицинская инженерия".; УрФУ : УИК, Екатеринбург; 2010 (2 экз.)
3. Попов, Е. П.; Теория нелинейных систем автоматического регулирования и управления : Учеб. пособие для втузов.; Наука, Москва; 1988 (9 экз.)
4. Бесекерский, В. А., Попов, Е. П.; Теория систем автоматического управления; Профессия, Санкт-Петербург; 2004 (132 экз.)

## Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Полнотекстовая БД American Chemical Society (<http://pubs.acs.org/>).
2. Полнотекстовая БД American Institute of Physics (<http://scitation.aip.org/>).
3. Полнотекстовая БД American Physical Society (<https://journals.aps.org/about>).
4. Полнотекстовая БД eLibrary - научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).

## Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

## Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Государственная публичная научно-техническая библиотека, режим доступа: <http://www.gpntb.ru>
2. Электронная библиотека нормативно-технической документации, режим доступа: <http://www.technormativ.ru>
3. Зональная научная библиотека УрФУ, режим доступа: <http://lib.urfu.ru>

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Управление в биотехнических системах

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Matlab+Simulink

		Персональные компьютеры по количеству обучающихся	
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя	<b>Не требуется</b>
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Персональные компьютеры по количеству обучающихся  Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM  Matlab+Simulink

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Цифровые и импульсные устройства**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Кокорин Анатолий Федорович	кандидат физико- математических наук, доцент	Доцент	экспериментально й физики

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический**

Протокол № 7 от 15.03.2024 г.



# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Кокорин Анатолий Федорович, Доцент, экспериментальной физики

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение. Сигналы в импульсных и цифровых устройствах	Обзор дисциплины и её место в профессиональной подготовке бакалавра. Общие сведения об импульсных и цифровых устройствах и электронных приборах для их реализации. Классификация, структура и принципы анализа устройств. Виды и основные параметры сигналов.
2	Арифметические основы цифровых устройств (ЦУ)	Системы счисления. Оптимальная система счисления. Арифметические операции. Перевод чисел из одной системы счисления в другую. Кодовое представление чисел. Представление положительных и отрицательных чисел. Прямой, обратный и дополнительный коды. Весовые коды. Специальные коды. Арифметические операции при кодировании чисел. Обнаружение и исправление ошибок. Помехоустойчивость кода.
3	Алгебра логики и логические функции	Алгебра логики. Аксиомы, законы, тождества и теоремы алгебры логики. Логические функции. Канонические формы функций. Совершенные нормальные формы функций. Преобразование функций, минимальные формы. Логические функции двух переменных. Понятие логического базиса.

		Способы минимизации функций. Инверсные функции. Недоопределенные функции.
4	Комбинационные ЦУ	<p>Простейшие логические элементы.</p> <p>Функциональные узлы комбинационного типа. Шифраторы и дешифраторы. Примеры реализации. Нарастивание разрядности. Мультиплексор и демультимплексор.</p> <p>Универсальные логические модули на основе мультиплексоров. Пирамидальные структуры. Цифровые компараторы. Нарастивание разрядности компараторов. Схемы контроля в цифровых устройствах. Сумматоры.</p> <p>Одноразрядный полусумматор и полный сумматор.</p> <p>Многоразрядные сумматоры. Последовательный сумматор.</p> <p>Параллельный сумматор с последовательным переносом.</p> <p>Параллельный сумматор с параллельным переносом. Функции генерации и прозрачности для переноса. Схемы ускоренного переноса. Сумматоры групповой структуры. Накапливающий сумматор. Арифметико-логические устройства.</p> <p>Перемножители.</p>
5	Последовательностные ЦУ	<p>Способы описания цифровых автоматов. Автоматы Мили и Мура.</p> <p>Функциональные узлы последовательностного типа. Триггеры - простейшие цифровые автоматы. Классификация триггеров. Способы описания. Основные параметры. Схемотехника различных триггеров. Особенности работы и применения триггерных устройств.</p> <p>Регистры. Сдвигающие, реверсивные и универсальные регистры. Регистровая память.</p> <p>Счетчики. Классификация счетчиков. Двоичные счетчики. Способы переноса в двоичных счетчиках. Счетчики с произвольным модулем пересчета. Счетчики с недвоичным кодированием. Полиномиальные счетчики. Методы проектирования счетчиков.</p>
6	Импульсные цепи	<p>Методы анализа импульсных процессов. Переходный процесс в цепи 1-го порядка. Экспоненциальная функция. Выбор постоянной времени и порога срабатывания в пороговых устройствах.</p> <p>Элементы линейных цепей. Разделительные цепи. Передача скачка напряжения, прямого импульса и ЛИН через разделительную цепь. Укорачивающие цепи. Влияние внутреннего сопротивления генератора, паразитной емкости нагрузки и конечного фронта нарастания входного сигнала на работу укорачивающей цепи. Дифференцирующие цепи. Интегрирующие цепи. Электронный интегратор.</p>

7	Нелинейные импульсные цепи	<p>Модели и эквивалентные схемы элементов имеющих нелинейные ВАХ. Диоды. Транзисторы. Цифровые логические вентили.</p> <p>Цепи с диодами. Фиксаторы уровня, цепи восстановления постоянной составляющей. Ограничители уровня. Динамическое смещение.</p> <p>Нелинейные цепи с транзисторами. Ключи на транзисторах. Статический и динамический режим работы ключа. Времена переключения. Методы сокращения длительности переключения.</p> <p>Формирователи задержанных импульсов с дифференцирующей и интегрирующей цепями на входе. Формирователи укороченных импульсов на логических элементах. Расширители импульсов.</p>
8	Импульсные генераторы	<p>Классификация генераторов.</p> <p>Релаксационные генераторы прямоугольных импульсов. Ждущий мультивибратор. Автоколебательный мультивибратор. Мультивибраторы на операционных усилителях и логических элементах. Импульсные генераторы на интегральных микросхемах.</p> <p>Генераторы линейно-изменяющегося напряжения. Основные качественные показатели ЛИН. Получение ЛИН путем заряда - перезаряда конденсатора постоянным током. Методы стабилизации тока конденсатора. ГЛИН на интегральных элементах: на операционных усилителях и логических элементах. Примеры основных схем ГЛИН, их качественные показатели, особенности выбора основных элементов схемы и их расчетов.</p>

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология анализа образовательных задач	ПК-1 - Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной	3-2 - Соотносить предметную проблемную область с соответствующей областью естественнонаучных и общетехнических наук

			<p>деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем</p>	
--	--	--	---	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## **2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Цифровые и импульсные устройства**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

1. Мелешко, Е. А.; Быстродействующая импульсная электроника; Физматлит, Москва; 2007; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68418> (Электронное издание)
2. Харрис, С. Л., Романов, А. Ю.; Цифровая схемотехника и архитектура компьютера: RISC-V : практическое пособие.; ДМК Пресс, Москва; 2022; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=695027> (Электронное издание)
3. Шогенов, А. Х., Стребков, Д. С.; Аналоговая, цифровая и силовая электроника : учебник.; Физматлит, Москва; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485494> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Дьяконов, В. П.; Генерация и генераторы сигналов; ДМК Пресс, Москва; 2009 (3 экз.)
2. Мелешко, Е. А.; Быстродействующая импульсная электроника; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2007 (1 экз.)
3. Угрюмов, Е. П.; Цифровая схемотехника : учеб. пособие для студентов направлений 654600 и 552800 - "Информатика и вычисл. техника" (специальность 220100 "Вычисл. машины, комплексы, системы и сети".; БХВ-Петербург, Санкт-Петербург; 2004 (47 экз.)
4. Гольденберг, Л. М.; Импульсные и цифровые устройства : Учебник для электротехн. ин-тов связи.; Связь, Москва; 1973 (11 экз.)
5. Фролкин, В. Т.; Импульсные и цифровые устройства : учеб. пособие для вузов.; Радио и связь, Москва; 1992 (94 экз.)

#### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. Полнотекстовая БД American Chemical Society (<http://pubs.acs.org/>).
2. Полнотекстовая БД American Institute of Physics (<http://scitation.aip.org/>).
3. Полнотекстовая БД American Physical Society (<https://journals.aps.org/about>).
4. Полнотекстовая БД eLibrary - научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).

#### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Государственная публичная научно-техническая библиотека, режим доступа: <http://www.gpntb.ru>
2. Электронная библиотека нормативно-технической документации, режим доступа: <http://www.technormativ.ru>
3. Зональная научная библиотека УрФУ, режим доступа: <http://lib.urfu.ru>

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Цифровые и импульсные устройства**

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная  Периферийное устройство	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	<b>Не требуется</b>

		соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM