



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:  
на заседании кафедры физической  
электроники и нанофизики  
протокол № 6 от «25» апреля 2020 г.  
Зав. кафедрой  /Бахтизин Р.З.

Согласовано:  
Председатель УМК ФТИ  
 /Балапанов М.Х.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина Компьютерное обеспечение радиофизического эксперимента

*(наименование дисциплины)*

Профессиональный цикл ФТД.В.01, вариативная часть

*(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))*

**программа магистратуры**

Направление подготовки (специальность)

**03.04.03 Радиофизика**



*(код и наименование направления подготовки (специальности))*

Направленность (профиль) подготовки

**«Радиофизика»**

*(наименование направленности (профиля) подготовки)*

Квалификация  
**магистр**

Разработчики (составители) <u>профессор, д.ф.-м.н.</u>  <u>ст. преподаватель</u> <i>(должность, ученая степень, ученое звание)</i>		/Бахтизин Р.З./
		/Латыпов К.Ф./ <i>(подпись, Фамилия И.О.)</i>


Для приема: 2020 г.

Уфа 2020 г.

Составитель: профессор, д.ф.-м.н. Бахтизин Р.З., ст. преподаватель Латыпов К.Ф.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физической электроники и нанофизики: протокол № 6 от «25» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой

  
\_\_\_\_\_ / Бахтизин Р.З.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	6
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) - <i>(Приложение №1)</i>	6
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	7
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	7
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	12
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	20
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	21
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	21
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	21

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

**ПК-2** способность самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта

**ОПК-4** способностью к свободному владению профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, использованию современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

**ОК-3** готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала

**ПК-4** способностью внедрять результаты прикладных научных исследований в перспективные приборы, устройства и системы, основанные на колебательно-волновых принципах функционирования

**ПК-8** способностью организовывать работу малых коллективов исполнителей

**ПК-9** способностью к ведению документации по научно-исследовательским работам (смет, заявок на материалы, оборудование) с учетом существующих требований и форм отчетности

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечания
Знания	1. Знать технические характеристики микроконтроллеров AVR, платформы Arduino, назначение и особенности их функционирования.	ПК-2	
	2. Знать информационные ресурсы сети Интернет, посвященные схемотехнике, микроконтроллерам AVR и платформе Arduino.	ОПК-4	
	3. Знать принципы планирования личного времени, способы и методы саморазвития и самообразования;	ОК-3	
	4. Знать основы проведения физических исследований, принципов организации научных семинаров и конференций	ПК-4	
	5. Знать правила оформления заявок на изобретения	ПК-8	
	6. Знать приёмы организации научно-исследовательской группы под проект	ПК-9	
Умения	1. Уметь собирать автоматизированные системы на основе Arduino, планировать и проводить радиотехнические измерения с их помощью	ПК-2	
	2. Уметь находить необходимые	ОПК-4	

	справочные материалы по микросхемам, микроконтроллерам, измеряемым радиофизическим параметрам		
	3. Уметь самостоятельно осваивать знания и навыки в профессиональной деятельности, правильно оценивать свои силы, ставить цели и выполнять их	ОК-3	
	4. Уметь планировать и организовывать физические исследования, научные семинары и конференции	ПК-4	
	5. Уметь составлять обзоры перспективных направлений научно-инновационных исследований	ПК-8	
	6. Уметь проводить лабораторные и семинарские занятия	ПК-9	
Владения (навыки/опыт деятельности)	1. Владеть навыками конструирования различных устройств на платформах Arduino, навыками обработки полученных экспериментальных данных.	ПК-2	
	2. Владеть навыками расширенного поиска информации в сети Интернет, навыками работы с информационными базами данных	ОПК-4	
	3. Владеть навыками использования творческого потенциала для разработки новых устройств автоматизации.	ОК-3	
	4. Владеть навыками научного наставника	ПК-4	
	5. Владеть методикой изложения идей в научном стиле	ПК-8	
	6. Владеть способностью мотивировать коллектив на решение поставленной научной задачи	ПК-9	

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

**Целью** дисциплины является достижение студентами ясного понимания того, как использовать программное и аппаратное компьютерное обеспечение для проведения радиофизического эксперимента. В том числе, студенты должны сами научиться создавать такое программное и аппаратное обеспечение под нужды эксперимента, полученные знания и практика должны способствовать появлению у студентов веры в возможность создания такого сложного экспериментального оборудования, как интерфейсы сопряжения, автоматизированные системы ввода/вывода данных и управления.

**Задачами** дисциплины являются освоение принципов работы автоматизированных систем ввода/вывода и управления, работы микроконтроллера, интерфейсов сопряжения, ЦАП и АЦП. Особое внимание уделяется платформе Arduino, принципа её использования, изучения особенностей его программирования на языке Wiring, расширению аппаратных возможностей платформы и способам построения на её основе автоматизированных систем. Также задачей дисциплины является освоение принципов программирования в среде Delphi целью управления внешними устройствами через COM-порт и анализа полученных с внешнего устройства данных. Студенты приобретают навыки по сборке аппаратных узлов и законченного интерфейса, написании микропрограммы для контроллера и программного обеспечения для ЭВМ, под управлением которой будет работать интерфейс, обеспечивающий ввод и вывод данных для организации радиофизического эксперимента.

Дисциплина «Компьютерное обеспечение радиофизического эксперимента» является вариативной и входит в раздел **Б1.В.01** профессионального цикла. Для её успешного освоения требуется владение ряда компетенций магистра по направлению 03.04.03 «Радиофизика». Знания, умения и навыки, полученные при изучении курса, являются опорными для прохождения научно-исследовательской практики и написания выпускной квалификационной работы.

Преподавание дисциплины производится в виде лекций и лабораторных занятий. На лекциях преподаватель даёт теоретический материал об автоматизированных системах, автоматизации эксперимента, аппаратном и программном обеспечении радиофизического эксперимента, в том числе об особенностях использования платформы Arduino, программировании ЭВМ. На лабораторных занятиях студенты выполняют лабораторные работы, в ходе которых осваивают полученные теоретические знания на практике. В частности, учатся собирать устройства под управлением микроконтроллера Atmega328 для ввода, вывода и анализа экспериментальных данных, а также управления. Студенты осваивают на практике принципы работы АЦП, ЦАП, различных дискретных цифровых микросхем. Проверка работоспособности готового устройства производится студентами при помощи осциллографа, генератора сигналов, мультиметра, ЭВМ и других приборов.

Получение качественных генерируемых сигналов, анализ формы входного напряжения, умение конструировать интерфейс под нужную задачу являются оценочными требованиями к освоению данной учебной дисциплины.

## 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

#### 4. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

**ПК-2** способность самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 «Не удовлетворительно»	3 «Удовлетворительно»	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
Первый этап (начальный уровень)	Знать: технические характеристики микро-контроллеров AVR, платформы Arduino, назначение и особенности их функционирования.	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала, допускает грубые ошибки	Имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	Знает почти всё, допускает незначительные ошибки в ответах	Знает всё
Второй этап (базовый уровень)	Уметь собирать автоматизированные системы на основе Arduino, планировать и проводить радиотехнические измерения с их помощью	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве
Третий этап (повышенный уровень)	Владеть: навыками конструирования различных устройств на платформах Arduino, навыками обработки полученных экспериментальных данных.	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

**ОПК-4** способностью к свободному владению профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, использованию современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 «Не удовлетворительно»	3 «Удовлетворительно»	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
Первый этап (начальный)	Знает информационные ресурсы сети Интернет, посвященные схемотехнике, микроконтроллерам	Показывает полное незнание материала	Имеет значительные пробелы в знаниях	Знает почти всё, допускает	Знает всё

уровень)	AVR и платформе Arduino.	или имеет фрагментарные знания не-большой части материала, допускает грубые ошибки	я, допускает существенные ошибки в ответах	ет незначи-тельные ошибки в ответах	
Второй этап (базовый уровень)	Умеет находить необходимые справочные материалы по микросхемам, микроконтроллерам, измеряемым радиофизическим параметрам	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве
Третий этап (повышенный уровень)	Владеет навыками расширенного поиска информации в сети Интернет, навыками работы с информационными базами данных	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

**ОК-3** готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 «Не удовлетворительно»	3 «Удовлетворительно»	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
Первый этап (начальный уровень)	Знает: принципы планирования личного времени, способы и методы саморазвития и самообразования;	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания не-большой части материала, допускает грубые ошибки	Имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	Знает почти всё, допускает незначительные ошибки в ответах	Знает всё
Второй этап (базовый уровень)	Умеет самостоятельно осваивать знания и навыки в профессиональной деятельности, правильно оценивать свои силы, ставить цели и выполнять их	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве
Третий этап (повышенный уровень)	Владеет навыками использования творческого потенциала для разработки новых устройств автоматизации.	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве



--	--	--	--	--	--

**ПК-4** способностью внедрять результаты прикладных научных исследований в перспективные приборы, устройства и системы, основанные на колебательно-волновых принципах функционирования

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 «Не удовлетворительно»	3 «Удовлетворительно»	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
Первый этап (начальный уровень)	Знает основы проведения физических исследований, принципов организации научных семинаров и конференций	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания не-большой части материала, допускает грубые ошибки	Имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	Знает почти всё, допускает незначительные ошибки в ответах	Знает всё
Второй этап (базовый уровень)	Умеет планировать и организовывать физические исследования, научные семинары и конференции	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве
Третий этап (повышенный уровень)	Владеет навыками научного преподавания	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

**ПК-8** способностью организовывать работу малых коллективов исполнителей

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 «Не удовлетворительно»	3 «Удовлетворительно»	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
Первый этап (начальный уровень)	Знает правила оформления заявок на изобретения	Показывает полное незнание материала или имеет фраг-	Имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существен-	Знает почти всё, допускает незначительные	Знает всё

		ментарные знания не-большой части материала, допускает грубые ошибки	ные ошибки в ответах	ошибки в ответах	
Второй этап (базовый уровень)	Умеет составлять обзоры перспективных направлений научно-инновационных исследований	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве
Третий этап (повышенный уровень)	Владеет методикой изложения идей в научном стиле	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

**ПК-9** способностью к ведению документации по научно-исследовательским работам (смет, заявок на материалы, оборудование) с учетом существующих требований и форм отчетности

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 «Не удовлетворительно»	3 «Удовлетворительно»	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
Первый этап (начальный уровень)	Знает прав приёмы организации научно-исследовательской группы под проект	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания не-большой части материала, допускает грубые ошибки	Имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	Знает почти всё, допускает незначительные ошибки в ответах	Знает всё
Второй этап (базовый уровень)	Умеет проводить лабораторные и семинарские занятия	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве
Третий этап (повышенный уровень)	Владеет способностью мотивировать коллектив на решение поставленной научной задачи	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	1. Знать технические характеристики микроконтроллеров AVR, платформы Arduino, назначение и особенности их функционирования.	ПК-2	Тест, контрольная работа
	2. Знать информационные ресурсы сети Интернет, посвященные схемотехнике, микроконтроллерам AVR и платформе Arduino.	ОПК-4	Тест, контрольная работа
	3. Знать принципы планирования личного времени, способы и методы саморазвития и самообразования;	ОК-3	собеседование
	4. Знать основы проведения физических исследований, принципов организации научных семинаров и конференций, приёмы организации научно-исследовательской группы под проект	ПК-4, ПК-9	собеседование
	5. Знать правила оформления заявок на изобретения	ПК-8	собеседование
2-й этап Умения	1. Уметь собирать автоматизированные системы на основе Arduino, планировать и проводить радиотехнические измерения с их помощью	ПК-2	Контрольная работа
	2. Уметь находить необходимые справочные материалы по микросхемам, микроконтроллерам, измеряемым радиофизическим параметрам	ОПК-4	Тест
	3. Уметь самостоятельно осваивать знания и навыки в профессиональной деятельности, правильно оценивать свои силы, ставить цели и выполнять их	ОК-3	колоквиум
	4. Уметь планировать и организовывать физические исследования, научные семинары и конференции, проводить лабораторные и семинарские занятия	ПК-4, ПК-9	собеседование
	5. Уметь составлять обзоры перспективных направлений научно-	ПК-8	реферат

	инновационных исследований		
3-й этап	1. Владеть навыками конструирования различных устройств на платформах Arduino, навыками обработки полученных экспериментальных данных.	ПК-2	Контрольная работа
Владеть навыками	2. Владеть навыками расширенного поиска информации в сети Интернет, навыками работы с информационными базами данных	ОПК-4	РГР
	3. Владеть навыками использования творческого потенциала для разработки новых устройств автоматизации.	ОК-3	собеседование

### Экзаменационные билеты

Структура экзаменационного билета:

*Билет состоит из одного теоретического и одного практического вопросов.*

Примерные вопросы для билета указаны ниже.

#### Теоретические вопросы.

1. Что такое физический эксперимент. Этапы планирования эксперимента
2. Виды эксперимента: активный и пассивный эксперимент, решающий, констатирующий, разрушающий, преобразующий и компьютерный.
3. Виды погрешностей. Способы исключения погрешностей эксперимента.
4. Статистическая обработка данных и адекватность эксперимента. Принцип неопределенности и дополненности в эксперименте
5. Основы теории автоматического управления
6. Элементы и системы автоматического управления радиофизическим экспериментом
7. Преобразование цифровой информации в аналоговую. ЦАП. Классификация ЦАПов.
8. Последовательные и параллельные ЦАП, принципы их работы и основные параметры.
9. ЦАП с широтно-импульсной модуляцией
10. Параллельный ЦАП на переключаемых конденсаторах
11. Параллельный ЦАП с суммированием напряжений
12. Параллельный ЦАП с суммированием весовых токов
13. Преобразование аналоговой информации в цифровую. АЦП. Классификация АЦП.
14. Последовательные и параллельные АЦП, принципы их работы и основные параметры.
15. Интегрирующие АЦП.
16. Статистические параметры АЦП и ЦАП.
17. Динамические параметры АЦП и ЦАП. Шумы АЦП и ЦАП.
18. СОМ-порт персонального компьютера. Характеристика и основные особенности. Виртуальный СОМ-порт.
19. Микроконтроллер, его возможности и основные параметры.
20. Что такое автоматизация эксперимента. Общие принципы и требования.
21. Типовая структура автоматизированной системы. Выполняемые функции и основные характеристики.
22. Магистрально-модульная автоматизированная система. КАМАК.

23. Платформа Arduino. Концепция использования, основные представители этой платформы (назвать любые 3 из них, дать небольшую характеристику каждому).

24. Возможности применения Arduino для автоматизации физического эксперимента, варианты различных дополнительных устройств, датчиков и модулей для Arduino.

### **Практические вопросы.**

1. создать устройство на платформе ардуино, содержащее 2 светодиода и 1 кнопку. При нажатой кнопке горит первый светодиод, при не нажатой – второй.

2. создать устройство на платформе ардуино, содержащее 1 светодиод и 1 кнопку. При однократном нажатии загорается светодиод, при последующем нажатии на кнопку он гаснет и т.д.

3. создать устройство на платформе ардуино, содержащее 1 светодиод, который плавно загорается, затем также плавно гаснет – циклически

4. создать устройство на платформе ардуино, содержащее 1 светодиод и 1 реостат(переменный резистор). Требуется управлять яркостью светодиода с помощью реостата.

5. создать устройство на платформе ардуино, подключенное через USB к компьютеру, содержащее 1 реостат, включенный ко встроенному АЦП(т.е. любой из аналоговых входов). Значение напряжения, регулируемое реостатом надо отправлять через COM-порт на компьютер. Используя монитор последовательного порта (в программе ArduinoIDE) отображать это напряжение на экране.

6. создать устройство на платформе ардуино, подключенное через USB к компьютеру, содержащее датчик температуры. Значение температуры надо отправлять через COM-порт на компьютер. Используя монитор последовательного порта (в программе ArduinoIDE) отображать эту температуру на экране.

7. создать устройство на платформе ардуино, содержащее электронное табло. Вывести на экран в английском алфавите свою фамилию, затем после задержки 1,5 сек. имя и отчество, также после задержки 1,5 сек.

8. создать устройство на платформе ардуино, содержащее 1 светодиод и термодатчик. Светодиод загорается при достижении температуры 25° или выше – иначе гаснет.

9. создать устройство на платформе ардуино, содержащее 1 светодиод и реостат, подключенный к АЦП в режиме делителя напряжения. Светодиод загорается при достижении напряжения 3.87В или выше – иначе гаснет.

10. создать устройство на платформе ардуино, содержащее табло и 1 кнопку. При нажатии на кнопку на табло показывается в английской раскладке текст№1(например, отрывок из стиха), иначе – текст№2.

11. создать устройство на платформе ардуино, содержащее 3 светодиода, которые последовательно загораются и гаснут (т.е. загорелся 2-й, потух 1-й и т.д.) – и так циклически.

12. создать устройство на платформе ардуино, подключенное к компьютеру, содержащее 1 кнопку. Требуется считать количество нажатий на кнопку и с каждым новым нажатием передавать сосчитанное значение на COM-порт. Используя монитор последовательного порта (в программе ArduinoIDE) отображать это число на экране.

13. создать устройство на платформе ардуино, содержащее 1 светодиод и кнопку. Если нажать и отпустить кнопку светодиод плавно загорается и также плавно гаснет.

14. создать устройство на платформе ардуино, содержащее 1 светодиод и кнопку. Светодиод загорается если количество нажатий больше 3.

15. создать устройство на платформе ардуино, содержащее 3 светодиода. Через каждые 3 секунды светодиоды гаснут и загораются в случайном порядке(использовать функцию random)

16. создать устройство на платформе ардуино, подключенное к компьютеру, содержащее 1 кнопку. Если нажать и отпустить кнопку, наCOM-порт передаётся слово «CLICK». Используя монитор последовательного порта (в программе ArduinoIDE) отображать состояние COM-порта на экране.

17. создать устройство на платформе ардуино, подключенное к компьютеру, содержащее 1 кнопку. Если нажать и отпустить кнопку, наCOM-порт передаётся слово «CLICK». Используя

монитор последовательного порта (в программе ArduinoIDE) отображать состояние COM-порта на экране.

18. создать устройство на платформе ардуино, содержащее кнопку и 1 светодиод, который мгновенно загорается при нажатии на кнопку и плавно потухает, если кнопку отпустить.

19. создать частотомер на платформе ардуино, передающий данные на COM-порт.

20. создать электронные часы на платформе ардуино, время выводится на LCD табло

21. создать таймер с прямым отсчётом на платформе ардуино, содержащий LCD табло и одну кнопку (старт/стоп)

22. создать таймер с обратным отсчётом 60сек. на платформе ардуино, содержащий LCD табло и одну кнопку (старт/стоп)

23. создать на платформе ардуино и RC-цепочке ШИМ-регулятор напряжения 0-5В, управляемый через COM порт

24. создать охранное устройство на платформе ардуино, кварцевом резонаторе, которое издаёт сигнал тревоги в случае разрыва контура (использовать нормально замкнутые контакты кнопки)

Пример экзаменационного билета по дисциплине «Компьютерное обеспечение радиофизического эксперимента»:

### **Пример экзаменационного билета:**

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»

Физико-технический институт

Кафедра физической электроники и нанофизики

#### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

по дисциплине «Компьютерное обеспечение радиофизического эксперимента»

Направление 03.04.03 «РАДИОФИЗИКА»

Профиль «Цифровые технологии обработки информации»

1. Параллельный ЦАП с суммированием напряжений

2. Создать устройство на платформе ардуино, содержащее электронное табло. Вывести на экран в английском алфавите свою фамилию, затем после задержки 1,5 сек. имя и отчество, также после задержки 1,5 сек.

«Утверждаю»

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Бахтизин Р.З.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Итоговая оценка знаний студента по дисциплине производится согласно его работе в течение всего курса и ответа на экзаменационный билет. В первую очередь, это означает что

Для допуска к экзамену у студента должны быть сданы все лабораторные работы по курсу, написаны все контрольные работы, коллоквиум и РГР не менее, чем на оценку «удовлетворительно» (что соответствует 3 баллам).

### **Критерии оценивания ответа на экзамене:**

Максимальная оценка – 5 (отлично) ставится на основе ответов на теоретический вопрос билета, оценки за практический вопрос и за ответ на дополнительные вопросы (два вопроса).

#### **За ответы на вопросы билета выставляется**

- **5 (отлично)**, если студент дал полные, развернутые ответы на теоретический вопрос билета, продемонстрировал знание формул, терминологии, понимание сути явлений, умение последовательно и логично отвечать на вопросы билета в объеме рекомендованной литературы. А также решил практический вопрос в полном объеме (собранное устройство работает, ясно изложен его принцип действия).

Студент без затруднений ответил на уточняющие вопросы преподавателя по материалам билета и дополнительные вопросы.

- **4 (хорошо)** выставляется студенту, если он раскрыл без серьезных ошибок теоретический вопрос, однако показал пробелы в знаниях на 20-25 % объема билета. Не на все уточняющие и дополнительные вопросы были даны корректные ответы. А также решил практический вопрос в достаточном объеме (собранное устройство работает, принцип его действия удовлетворительно объяснен).

- **3 (удовлетворительно)** выставляется студенту, если даны ответы на теоретический вопрос в объеме 35-50 % от полного ответа. Студентом допущено несколько существенных ошибок в описании. Студент не дает удовлетворительных ответов на уточняющие вопросы по билету. А также частично решен практический вопрос (собранное устройство работает/работает частично, но не ясно изложен его принцип действия). На дополнительные вопросы даны неполные ответы

- **2 (неудовлетворительно)** выставляется студенту, если ответ на теоретический вопрос свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий, или полностью отсутствует ответ на один вопрос и допущены серьезные ошибки и пробелы при ответе на второй вопрос. На уточняющие вопросы по билету не получены ответы или ответы на них в корне ошибочны. На дополнительные вопросы не даны ответы.

### **Примеры контрольных работ**

#### **Контрольная работа №1**

##### **Вариант 1.**

2. Опишите особенности радиофизического эксперимента
3. Что такое магистрально-модульный принцип?
4. Что такое виртуальный COM порт?

##### **Вариант 2.**

1. Виды погрешности при проведении эксперимента
2. Опишите систему КАМАК
3. В чём особенности и концепция платформы Arduino

#### **Контрольная работа №2**

##### **Вариант 1.**

1. Описать принцип работы R-2R ЦАП
2. Что такое правило трёх сигм?

3. Спроектировать частотомер на основе Arduino, написать для него программу (скетч). Данные выводятся на виртуальный последовательный порт ЭВМ

#### Вариант 2.

1. Описать принцип работы преобразователя напряжение-частота
2. Описать виды погрешностей, учитываемых при работе с АЦП
3. Спроектировать цифровой регулятор напряжения на основе Arduino и RC-цепочки с применением ШИМ. Управление осуществляется через виртуальный COM порт ЭВМ.

#### **Описание методики оценивания контрольных работ:**

- 5 баллов выставляется студенту, если даны абсолютно верные ответы на 3 вопроса;
- 4 балла выставляется студенту, если верно даны ответы на 2 вопроса и частично верно на 1 вопрос;
- 3 балла выставляется студенту, если отсутствует один из ответов на вопросы;
- 1-2 балла выставляется студенту, если верно дан ответ на 1 вопрос или даны частичные ответы на 2-3 вопроса
- 0 баллов ставится при отсутствии ответа или при полностью неверных ответах или когда ответ не соответствует вопросу.

#### **Примеры лабораторных работ**

##### Лабораторная работа №3.

Создать устройство на основе Arduino, которое показывает температуру воздуха на LCD табло, а также управляет включением освещения(через реле) при наступлении сумерек.

##### Лабораторная работа №6.

Создать интерфейс ввода-вывода аналоговой информации в ЭВМ на основе Arduino, использовать встроенный АЦП, собрать ЦАП R-2R (8-разрядов), передавать информацию через виртуальный COM порт

#### **Методика оценки лабораторных работ**

Всего в рамках курса предусмотрено 5 лабораторных работ.

Методика оценки лабораторной работы:

- 5 баллов выставляется студенту в случае верного выполнения работы, наличия полного отчёта и правильных ответов на дополнительные вопросы, которые показывают высокий уровень понимания студентом темы;
- 4 балла выставляется студенту в случае верного выполнения работы, наличия полного отчёта и более чем 75% правильных ответов на дополнительные вопросы, показывающих хороший уровень понимания студентом темы;
- 3 балла выставляется студенту в случае верного выполнения работы, наличия отчёта, где присутствуют основные выводы, хотя и упущены второстепенные и более чем 50% правильных ответов на дополнительные вопросы, которые показывают удовлетворительный уровень понимания студентом темы;



-1-2 балла выставляется студенту в случае неполного выполнения работы, наличие незаконченного отчёта и отсутствию ответов на дополнительные вопросы более чем на 50%

-0 баллов выставляются студенту если не сделана работа, отсутствует отчёт

### Примерные темы рефератов

1. История развития систем автоматизации.
2. Микроконтроллеры AVR
3. Микроконтроллеры Microchip
4. Микроконтроллер ATmega8
5. Микроконтроллер PIC 16F84
6. Магистрально-модульные автоматизированные системы

### Описание методики оценивания реферата:

- 5 баллов выставляется студенту, если тема реферата раскрыта исчерпывающе, а объем составляет не менее 3 страниц печатного текста листа А4 14 шрифтом Times New Roman с междустрочным интервалом 1,5 и расстоянием между абзацами не более 6пт;

- 4 баллов выставляется студенту, если тема реферата раскрыта удовлетворительно, но объем составляет менее 3 страниц печатного текста листа А4 14 шрифтом Times New Roman с междустрочным интервалом 1,5 и расстоянием между абзацами не более 6пт. Либо если требование по объёму реферата выполнено, но тема частично не раскрыта;

- 3 балла выставляется студенту, если тема реферата раскрыта удовлетворительно, но объем составляет менее 2 страницы печатного текста листа А4 14 шрифтом Times New Roman с междустрочным интервалом 1,5 и расстоянием между абзацами не более 6пт. Либо если требование по объёму реферата выполнено, но тема раскрыта слабо;

- 1-2 балла выставляется студенту, если тема реферата практически не раскрыта и/или объем составляет менее 1 страниц печатного текста листа А4 14 шрифтом Times New Roman с междустрочным интервалом 1,5 и расстоянием между абзацами не более 6пт;

-0 баллов ставится студенту, если тема реферата не раскрыта или написан реферат на постороннюю тему.

### Вопросы для проведения коллоквиума для проверки знаний

На коллоквиуме студентам раздаются билеты с двумя вопросами, которые они выбирают случайным образом и дают на них письменный ответ

1. Три стадии проведения исследований.
2. Виды эксперимента: активный и пассивный эксперимент, решающий, констатирующий, разрушающий, преобразующий и компьютерный.

3. Статистическая обработка данных и адекватность эксперимента. Принцип неопределенности и дополнительности в эксперименте
4. Компьютерный эксперимент, как эксперимент с моделями.
5. Основы теории автоматического управления
6. Положительная и отрицательная обратная связь в системах управления.
7. Элементы и системы автоматического управления радиофизическим экспериментом
8. Система управления Устройства отображения информации.
9. Исполнительные механизмы; рабочие органы и контрольные устройства.
10. Устройства переработки информации.
11. Понятие об автоматизированных системах управления научными исследованиями (АСНИ и САПР)
12. Классификация ЭВМ для управления экспериментом.
13. Устройство микроконтроллера
14. Основные принципы программирования автоматизированных систем
15. Платформа Arduino

#### **Описание методики оценивания ответов на коллоквиуме:**

- 5 баллов выставляется студенту, если даны исчерпывающие ответы на 2 вопроса;
- 4 баллов выставляется студенту, если дан исчерпывающий ответ на один вопрос и частично не полный ответ – на второй;
- 3 балла выставляется студенту, если дан исчерпывающий ответ только на один вопрос или частичный ответ на два вопроса;
- 1-2 балла выставляется студенту, если дан частичный ответ лишь на один вопрос;
- 0 баллов ставится студенту, если нет ответа ни на один вопрос, или даны ответы на другие вопросы

#### **Примеры заданий для проведения теста**

1. Что такое интегральная нелинейность АЦП?
  - 1) максимальное отклонение фактической характеристики передачи преобразователя от прямой линии.
  - 2) разность между значением кванта преобразования  $h_k$  и средним значением кванта преобразования  $h$
  - 3) среднее отклонение фактической характеристики передачи преобразователя от прямой линии.
  - 4) минимальное отклонение фактической характеристики передачи преобразователя от прямой линии.
2. По какой формуле вычисляется погрешность смещения нуля АЦП?
 
$$1. \varepsilon = U_{вх01} - \frac{h}{2} \quad 2. \varepsilon = U_{вх01} + \frac{h}{2} \quad 3. \varepsilon = U_{вх01} - 2h \quad 4. \varepsilon = U_{вх01} + 2h.$$
3. Какая команда выводит последовательно байт информации X через 2 вывод микроконтроллера?

1. shiftOut(2,3,MSBFIRST,X) 2. digitalWrite(2,X) 3. analogWrite(2,X) 4. X>>2

4. Что такое криэйт КАМАК?

1. конструктив для подключения модулей 2. функция для программирования интерфейса  
3. блок управления 4. интерфейс для связи с ЭВМ

#### **Пример задания для расчётно-графической работы (РГР)**

1. Разработать устройство, содержащее микроконтроллер и RC-цепочку, которое осуществляет операцию цифро-аналогового преобразования, используя ШИМ. Произвести расчёт параметров резистора, конденсатора и ширины импульса для получения на выходе цепочки действующего напряжения 0-5В. Зарисовать полученную схему, согласно нормам ЕСКД и ГОСТ. Продемонстрировать на осциллографе выходной сигнал с ШИМ и с RC-цепочки, вставить в отчёт.

#### **Описание методики оценивания РГР:**

-5 баллов ставится в случае если устройство спроектировано верно, произведён правильно расчёт необходимых параметров, схема устройства зарисована в соответствии с нормативами ГОСТ и ЕСКД;

4 балла ставится в случае если устройство спроектировано, произведён расчёт необходимых параметров, схема устройства зарисована в соответствии с нормативами ГОСТ и ЕСКД, но допущена несущественная ошибка в одном из вышеперечисленных пунктах;

-3 баллов ставится в случае если устройство спроектировано верно, но допущена ошибка в расчёта параметров сопротивления/ёмкости/ширины импульсов, или же допущена ошибка при зарисовке схемы устройства

-2 балла ставится в случае если устройство спроектировано в целом верно, но остальная часть работы не сделана либо сделана в корне неверно

-1 балл ставится если сдана пустая работа или сделан неправильный вариант

### **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **5.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

##### **Основная литература**

1. Гоц Сергей Степанович. Основы построения и программирования автоматизированных систем цифровой обработки сигналов : учеб. пособие / С. С. Гоц .— 4-е изд., испр. и доп. — Уфа : РИЦ БашГУ, 2009 .— 222 с. [В библиот. БашГУ имеется 40 экз.]
2. Лаврентьев, Борис Федорович. Схемотехника электронных средств [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б. Ф. Лаврентьев .— Электрон. дан. и прогр. — М. : Академия, 2010 .— (Высшее профессиональное образование) .— Загл. с титул. экрана .— Электрон. версия печ. публикации .— Систем. требования: IBM PC; MicrosoftWindows 95/98/XP .— ISBN 978-5-7695-5898-6 .— <URL:https://bashedu.bibliotech.ru>.

3. У. Соммер. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino. СПб: БХВ-Петербург, 2012г., 256с. [В библ. БашГУ имеется 15 экз.]

#### Дополнительная литература

4. Сидняев, Николай Иванович. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : учеб. пособие / Н. И. Сидняев. — М. : Юрайт, 2011. — 399 с. — (Магистр) — Библиогр.: с. 396. — ISBN 978-5-9916-0990-6 : 377 р. 08 к. — ISBN 978-5-9692-0439-3. [В библ. БашГУ имеется 35 экз.]
5. Гальперин М.В. Автоматическое управление. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2004. – 224 с. [В библ. БашГУ имеется 30 экз.]
6. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов.- СПб.:Питер, 2003, 608 с. [В библ. БашГУ имеется 31 экз.]
7. Архангельский А.Я. Разработка прикладных программ для Windows в Delphi 5. М.: Бинном, 1999г. [В библ. БашГУ имеется 32 экз.]
8. Б.Г. Федорков, В.А. Телец. Микросхемы ЦАП и АЦП. Функционирование, параметры, применение. М.: Энергоатомиздат, 1990, 320с. [В библ. БашГУ имеется 29 экз.]
9. Гольдин Л. Л., Игошин Ф. Ф., Козел С. М. и др. Лабораторные занятия по физике. Учебное пособие / под ред. Гольдина Л. Л.. — М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1983. — 704 с. [В библ. БашГУ имеется 22 экз.]

#### 5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины компьютерное обеспечение радиофизического эксперимента.

1. Бутырин П.А., Васьковская Т.А., Каратаев В.В., Материкин С.В. Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW 7 //М.: "ДМК Пресс". -2009. -265с. Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" <URL:<https://e.lanbook.com/book/1089>>.
2. Микросхемы АЦП и ЦАП. /М.: ДМК Пресс. -2010. -432с. Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" <URL: <https://e.lanbook.com/book/60969>>.
3. Майоров А.В. МЕТОД СНИЖЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ВСТРОЕННЫХ ЦАП МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ //Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. -2014. -№4. -сс.9-13. Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" <URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/298938>>.
4. Карачев А.А., Агафонцев В.В., Ахмедьянов В.В., Воробьев А.Н., Тарасов В.М. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АВТОМАТИЗАЦИИ ФИЗИЧЕСКОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА //Автоматизация и современные технологии. -2008. -№12. -сс.32-37. Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" <URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/298938>>.
5. Аверченков О.Е. Интегральные операционные усилители и их применение /М.: ДМК Пресс. -2012. -87с. Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань" <URL: <https://e.lanbook.com/book/4138>>.
6. Поисковая система Google: [www.google.com](http://www.google.com)
7. Информационно-справочная система по Arduino: [www.arduino.ru/reference](http://www.arduino.ru/reference)
8. Статьи из российских научных журналов <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

**6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Учебная аудитория для проведения лекционных занятий Аудитория 311	Лекции	Компьютер, мультимедийный проектор, микрофон, акустическая система, экран, доска, программы: Windows, MS Power Point
Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий Аудитория 311	Лабораторные занятия	Осциллограф С1-49 – 2шт. Генератор сигналов ГЗ-118 – 2шт. Прибор комбинированный Щ4300 – 6шт. Персональный компьютер – 6шт.
Помещения для самостоятельной работы Читальный зал № 2 (физмат корпус), зал доступа к электронной информации библиотеки (вход через читальный зал № 2 физмат корпус).	Самостоятельная работа	Читальный зал № 2 1. Научный и учебный фонд. 2. Научная периодика. 3. ПК (моноблок) - 3 шт. 4. Wi-Fi доступ для мобильных устройств. 5. Неограниченный доступ к ЭБС и БД. 6. Количество посадочных мест – 50. Зал доступа к электронной информации библиотеки 1. ПК (моноблок) – 8 шт., подключенных к сети Интернет. 2. Неограниченный доступ к электронным БД и ЭБС. 3. Количество посадочных мест – 8.

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости):

1. Операционная система Linux Ubuntu, <https://ubuntu.ru/get>
2. Пакет программ Open Office, <https://www.openoffice.org/ru/>
3. Среда Arduino IDE <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Компьютерное обеспечение радиофизического эксперимента» на 1  
семестр  
(наименование дисциплины)  
очная  
форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	35,7
лекций	16
практических/ семинарских	0
лабораторных	18
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	81,3
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	27

Форма контроля:  
РГР, экзамен 1 семестр

№ п.п.	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов (СРС)	Форма текущего контроля успеваемости
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	<b>Введение.</b> Понятие о физическом и радиофизическом эксперименте. Способы повышения достоверности результатов эксперимента. Автоматизация радиофизического эксперимента.	1			4	1, 4	По списку заданий	Отчет к лабораторной работе
2	<b>Модуль 1. Аппаратные средства компьютерного обеспечения радиофизического эксперимента</b>  Первичные датчики и их сопряжение с аппаратурой обработки сигналов. Разновидности датчиков, используемых для радиофизического эксперимента. Со-пряжение датчиков с устройством обработки.	1		2	8	2, 6, 9	1 по списку заданий	Текущие проверки конспектов прочитанной литературы
3	Интерфейсы компьютеров и микропроцессорных устройств. COM-порт персонального компьютера. Виртуальный COM-порт. USB-порт персонального компьютера. Понятие автоматизированной системы, типовая структура. Обзор известных автоматизированных систем: КАМАК, FASTBUS, EUROBUS, LabView. Построение автоматизированных систем на основе микроконтроллеров. Платформа Arduino, её аппаратные особенности и возможности. Построение автоматизированной системы ввода/вывода на платформе Arduino и	4		5	20	2, 3, 5, 6, 9	по списку заданий	Отчет к лабораторной работе

	ЭВМ для автоматизации радиофизического эксперимента							
4	Периферийные устройства компьютера для компьютерного обеспечения ра-диофизического эксперимента. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП): - классификация АЦП по принципу работы и интерфейсу; - статические и динамические параметры АЦП, шумы. Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП): - классификация ЦАП по принципу работы и интерфейсу; - статические и динамические параметры ЦАП, шумы. Вспомогательные устройства: регистры сдвига, мультиплексоры, дешифраторы, электронные табло, электрические приводы.	4		5	18	1, 2, 8, 9	по списку заданий	Отчет к лабор. работе
5	<b>Модуль 2. Программные средства компьютерного обеспечения радиофизического эксперимента.</b> Программное обеспечение компьютера. Операционная система. Обзор известного ПО для промышленных автоматизированных систем. Создание приложения на ЭВМ для управления автоматизированной системы с помощью среды Delphi: - повторение ранее изученного на предыдущих курсах материала о языке программирования Pascal и среде Delphi - особенности создания программы для управления внешними устройствами и анализа экспериментальных данных: - программирование COM порта для ввода/вывода информации; - работа с компонентом TChart для отображения результатов - реализация статистических методов для анализа достоверности полученных данных;	3		2	10	7	индивидуальные задания	Отчет к лабор. работе
6	Программное обеспечение микропроцессорного модуля. Обзор программного обеспечения для программирования различных микро-контроллеров. Программная среда для разработки микропрограмм Arduino:	3		4	21,3	3, 8	индивидуальные задания	Отчет к лабор. работе ЛР



<p>- принципы работы в среде ArduinoIDE; - особенности языка программирования Wiring: - синтаксис, работа с типами данных, стандартные константы; - операторы: унарные, арифметические, логические, управляющие; - математические и тригонометрические функции; - цифровой ввод и вывод, использование ШИМ; - аналоговый ввод и вывод, использование встроенного АЦП; - дополнительные функции ввода и вывода, работа с COM-портом.</p>							<p>Коллоквиум, РГР</p>
<p><b>Всего часов:</b></p>	<p><b>16</b></p>		<p><b>18</b></p>	<p><b>81,3</b></p>			

