

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 23.09.2022 14:27:21  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

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



Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

### Основы цифровой электроники

Направление подготовки  
**03.03.03 Радиофизика**

Программа подготовки  
«Физика и технология радиоэлектронных приборов и устройств»

Для студентов 1, 2 курса очной формы обучения

Составитель:  
к.ф.-м.н., доцент Репин А.А.  
к.ф.-м.н., доцент Горохов В.М.

Тверь 2017

## I. Аннотация

### 1. Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

Основы цифровой электроники

### 2. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является:

изучение принципов организации цифровых устройств.

Задачами освоения дисциплины являются:

- привить знания о функционировании цифровых систем;
- научить работе с современными цифровыми устройствами;
- научить разрабатывать цифровые устройства на базе дискретной логики малой степени интеграции.

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам модуля 2 базовой части учебного плана.

4. **Объем дисциплины** составляет 7 зачетных единиц, 252 академических часа, в том числе контактная работа: лекции 37 час., практические занятия 37 час., лабораторные работы 74 час; самостоятельная работа 104 час.

В учебном плане 2014 г.н. **объем дисциплины** составляет 6 зачетных единиц, 216 академических часов, в том числе контактная работа: лекции 36 час., практические занятия 38 час., лабораторные работы 74 час; самостоятельная работа 68 час.

### 5. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Формируемые компетенции	Требования к результатам обучения В результате изучения дисциплины студент должен:
ОПК-1 способностью к овладению базовыми	<b>Владеть:</b> методами логического синтеза цифровых устройств. <b>Уметь:</b> разрабатывать цифровые системы на базе логических микросхем малой степени интеграции.

знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> общие принципы организации цифровых систем.
ОПК-2 способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии	<b>Владеть:</b> методами поиска справочной информации по цифровым микросхемам малой степени интеграции; <b>Уметь:</b> собирать и моделировать цифровые схемы малой степени интеграции в среде проектирования Multisim; <b>Знать:</b> знать основные характеристики цифровых микросхем малой степени интеграции.
ПК-2 способностью использовать основные методы радиофизических измерений	<b>Владеть:</b> методами измерения цифровых сигналов с помощью встроенных приборов учебной платформы ELVIS 2; <b>Уметь:</b> интерпретировать измеренную информацию; <b>Знать:</b> характеристики цифровых сигналов.

**6. Форма промежуточного контроля - экзамен в 3 семестре.**

**7. Язык преподавания - русский.**

**II. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**1. Для студентов очной формы обучения**

Наименование разделов и тем	Всего часов	Контактная работа (час.)			Самостоятельная работа
		лекции	практические	лабораторные работы	
1. Введение. Сравнение цифрового и аналогового способов представления информации. Параллельные и	2	2			

последовательные цифровые шины.					
2. Системы счисления. Коды представления двоичных чисел. Двоичный код. Код Грея. Арифметические операции. Определение комбинаторной логики. Логические переменные. Основные логические функции. Таблицы истинности.	10	2	2	4	2
3. Постулаты Булевой алгебры. Теория де Моргана. Дизъюнктивная нормальная форма.	10	2	2	4	2
4. Построение логических выражений по таблице истинности	12	2	2	4	4
5. Минимизация логических выражений с использованием карт Карно. Синтез комбинаторных схем по таблицам истинности с проведением минимизации.	12	2	2	4	4
6. Диод. Логика РДЛ, транзистор, логика ДТЛ	12	2	2	4	4
7. Логика ТТЛ	10	1	1	4	4
8. КМОП-логика.	10	2	2	4	2
9. Шифраторы. Дешифраторы.	11	1	2	4	4
10. Мультиплексоры и демультимплексоры.	12	2	2	4	4
11. Исключающее ИЛИ и схемы на его основе	12	2	2	4	4
12. Арифметико-логические устройства.	12	2	2	4	4
13. Определение последовательной логики. Триггер.	12	2	2	4	4
14. Потенциальный D триггер. Динамический (MS) D-триггер	10	1	1	4	4
15. JK триггер. Счетный T триггер.	11	1	2	4	4
16. Регистры	10	1	1	4	4
17. Асинхронные счетчики- делители.	11	1	2	4	4
18. Синхронные счетчики- делители.	12	2	2	4	4
19. Цифровые автоматы.	12	2	4	4	2
20. Память	8	3	1	2	2

21. Введение в программируемую логику	5	2	1	0	2
Экзамен	36				36
Итого:	252	37	37	74	104

В учебном плане 2014 г.н.

Наименование разделов и тем	Всего часов	Контактная работа (час.)			Самостоятельная работа
		лекции	практические	лабораторные работы	
1. Введение. Сравнение цифрового и аналогового способов представления информации. Параллельные и последовательные цифровые шины.	2	2			
2. Системы счисления. Коды представления двоичных чисел. Двоичный код. Код Грея. Арифметические операции. Определение комбинаторной логики. Логические переменные. Основные логические функции. Таблицы истинности.	10	2	2	4	2
3. Постулаты Булевой алгебры. Теория де Моргана. Дизъюнктивная нормальная форма.	10	2	2	4	2
4. Построение логических выражений по таблице истинности	12	2	2	4	4
5. Минимизация логических выражений с использованием карт Карно. Синтез комбинаторных схем по таблицам истинности с проведением минимизации.	12	2	2	4	4
6. Диод. Логика РДЛ, транзистор, логика ДТЛ	12	2	2	4	4
7. Логика ТТЛ	10	1	1	4	4
8. КМОП-логика.	10	2	2	4	2
9. Шифраторы. Дешифраторы.	11	1	2	4	4

10. Мультиплексоры и демультиплексоры.	12	2	2	4	4
11. Исключающее ИЛИ и схемы на его основе	12	2	2	4	4
12. Арифметико-логические устройства.	12	2	2	4	4
13. Определение последовательной логики. Триггер.	12	2	2	4	4
14. Потенциальный D триггер. Динамический (MS) D-триггер	10	1	1	4	4
15. JK триггер. Счетный T триггер.	11	1	2	4	4
16. Регистры	10	1	1	4	4
17. Асинхронные счетчики- делители.	11	1	2	4	4
18. Синхронные счетчики- делители.	12	2	2	4	4
19. Цифровые автоматы.	12	2	4	4	2
20. Память	8	2	2	2	2
21. Введение в программируемую логику	5	2	1	0	2
Итого:	216	36	38	74	68

### **III. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (или модулю)**

- планы практических (семинарских) занятий.
- перечень лабораторных работ.
- методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов.
- требования к рейтинг-контролю.

### **IV. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (или модулю)**

**Форма проведения промежуточного контроля:** студенты, освоившие программу курса «Основы цифровой электроники» могут сдать экзамен по итогам рейтинговой аттестации согласно «Положения о рейтинговой системе обучения и оценки качества учебной работы студентов ТвГУ» (протокол №4

от 25 октября 2017 г.). Максимальная сумма баллов, которые можно получить за семестр 100.

Если условия «Положения о рейтинговой системе ...» не выполнены, то экзамен сдается согласно «Положения о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) студентов ТвГУ» (протокол №4 от 25 октября 2017 г.).

**1. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ОПК-1: способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности.**

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания		
		<i>Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)</i>	<i>Средний уровень (2 балла по каждому критерию)</i>	<i>Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)</i>
	<b>Владеть:</b> методами логического синтеза цифровых устройств.			
	Выполните минимизацию логического выражения методом карт Карно и постройте схему.	Знает принципы построения карт Карно, условие объединения в группы и условия записи минимизированной ДНФ. Правильно реализована схема.	Знает принципы построения карт Карно, условие объединения в группы и неуверенно формулирует условия записи минимизированной ДНФ. Строит схему с одной ошибкой.	Знает принципы построения карт Карно, неуверенно формулирует условия объединения в группы и условия записи минимизированной ДНФ. Строит схему с двумя ошибками.
	Упростить логическое выражение, используя законы булевой алгебры и постройте схему в базисе И-НЕ	Знает и правильно формулирует законы булевой алгебры. Правильно выполняет преобразование. Правильно использует	Знает и правильно формулирует законы булевой алгебры. Правильно выполняет преобразование. Использует теорему де	Знает и правильно формулирует законы булевой алгебры. Выполняет преобразование с ошибкой. Использует теорему де Моргана для

		теорему де Моргана для приведения к указанному базису. Правильно реализована схема.	Моргана для приведения к указанному базису с одной ошибкой. Строит схему с одной ошибкой.	приведения к указанному базису с ошибкой. Строит схему с двумя ошибками.
	<b>Уметь:</b> разрабатывать цифровые системы на базе логических микросхем малой степени интеграции.	<b>Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)</b>	<b>Средний уровень (2 балла по каждому критерию)</b>	<b>Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)</b>
	Разработайте схему дешифратора, преобразующего двухразрядный код в напряжение низкого уровня, появляющееся на одном из 4-х выходов, на базе элементов 2И-НЕ.	Понимает принципы работы дешифратора. Составляет таблицу истинности. Может разработать дешифратор на базе элементов 2И-НЕ. Знает применение дешифратора	Понимает принципы работы дешифратора. Неуверенно записывает таблицу истинности. Может разработать дешифратор на базе элементов 2И-НЕ с одной ошибкой.	Понимает принципы работы дешифратора. Неуверенно записывает таблицу истинности. С трудом может разработать дешифратор на базе элементов 2И-НЕ с двумя ошибками
	Разработайте схему 4-входового мультиплексора на базе элементов 2И-НЕ.	Понимает принципы работы мультиплексора. Составляет логическое выражение для данного мультиплексора. Может разработать мультиплексор на базе элементов 2И-НЕ. Знает применение мультиплексора.	Понимает принципы работы мультиплексора. Неуверенно записывает логическое выражение для данного мультиплексора. Может разработать мультиплексор на базе элементов 2И-НЕ с одной ошибкой.	Понимает принципы работы мультиплексора. Неуверенно записывает логическое выражение для данного мультиплексора. С трудом может разработать мультиплексор на базе элементов 2И-НЕ с двумя ошибками

	<b>Знать:</b> общие принципы организации цифровых систем.	<i>Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)</i>	<i>Средний уровень (2 балла по каждому критерию)</i>	<i>Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)</i>
	Расскажите этапы минимизации логических выражений методом карт Карно и приведите пример.	Знает принципы построения карт Карно, условие объединения в группы и условия записи минимизованной ДНФ. Правильно выполняет пример.	Знает принципы построения карт Карно, условие объединения в группы и неуверенно формулирует условия записи минимизованной ДНФ. Выполняет пример с одной ошибкой.	Знает принципы построения карт Карно, неуверенно формулирует условие объединения в группы и условия записи минимизованной ДНФ. Выполняет пример с двумя ошибками.
	Упростить логическое выражения используя законы булевой алгебры и записать его в базисе И-НЕ	Знает и правильно формулирует законы булевой алгебры. Правильно выполняет преобразование. Правильно использует теорему де Моргана для приведения к указанному базису	Знает и правильно формулирует законы булевой алгебры. Правильно выполняет преобразование. Использует теорему де Моргана для приведения к указанному базису с одной ошибкой.	Знает и правильно формулирует законы булевой алгебры. Выполняет преобразование с ошибкой. Использует теорему де Моргана для приведения к указанному базису с ошибкой.

**2. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ОПК-2: способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии.**

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
---	--	--

	<b>Владеть:</b> методами поиска справочной информации по цифровым микросхемам малой степени интеграции	<i>Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)</i>	<i>Средний уровень (2 балла по каждому критерию)</i>	<i>Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)</i>
	Выполните поиск справочной информации для определения помехоустойчивости по нулю и единицы для микросхем серии K155.	Выполняет поиск справочной информации для определения помехоустойчивости. Правильно находит её значение для серии 155. Правильно объясняет значение этой характеристики	Выполняет поиск справочной информации для определения помехоустойчивости. Правильно находит её значение для серии 155. С объяснением значения этой характеристики возникли трудности.	Знает определение помехоустойчивости. При нахождении её значения для серии 155 возникли трудности. С объяснением значения этой характеристик и возникли трудности.
	Выполните поиск справочной информации для определения нагрузочной способности для микросхем серии K555.	Выполняет поиск справочной информации для определения помехоустойчивости определение нагрузочной способности. Знает формулу её нахождения. Знает её значение для корректности работы цифровой схемы	Выполняет поиск справочной информации для определения помехоустойчивости определение нагрузочной способности. Знает формулу её нахождения. Не уверенно объясняет её значение для корректности работы цифровой схемы	Знает определение нагрузочной способности. С записью формулу её нахождения возникли трудности. Не уверенно объясняет её значение для корректности работы цифровой схемы
	<b>Уметь:</b> собирать и моделировать цифровые схемы малой степени интеграции в среде проектирования Multisim	<i>Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)</i>	<i>Средний уровень (2 балла по каждому критерию)</i>	<i>Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)</i>
	С помощью программы MultiSim необходимо разработать и поверить схемы суммирующего и вычитающего счетчиков на D-триггерах с $K_{сч} = 8$ . По временным	Самостоятельно правильно реализует схему в программе	Реализует схему в программе MultiSim прибегая к	Реализует схему в программе MultiSim прибегая к

	<p>диаграммам опишите принцип работы.</p>	<p>MultiSim. С помощью цифрового анализатора уровней строит временные диаграммы. Правильно описывает принципы работы.</p>	<p>помощи преподавателя. Используя цифровой анализатор уровней, строит временные диаграммы. Правильно описывает принципы работы.</p>	<p>помощи преподавателя. Не самостоятельно строит временные диаграммы с помощью анализатора уровней. Правильно описывает принципы работы.</p>
	<p>С помощью программы MultiSim необходимо разработать и поверить схему счетчика на D-триггерах с <math>K_{сч} = 5</math>. Проверьте правильно ли работает счетчик, подключив к его выходам семисегментный индикатор.</p>	<p>Самостоятельно правильно реализует схему в программе MultiSim. Правильно описывает принцип изменения коэффициента пересчета.</p>	<p>Самостоятельно правильно реализует схему в программе MultiSim. Неуверенно описывает принцип изменения коэффициента пересчета</p>	<p>Реализует схему в программе MultiSim с одной подсказкой преподавателя. Неуверенно описывает принцип изменения коэффициента пересчета</p>
	<p><b>Знать:</b> знать основные характеристики цифровых микросхем малой степени интеграции.</p>	<p><i>Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)</i></p>	<p><i>Средний уровень (2 балла по каждому критерию)</i></p>	<p><i>Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)</i></p>
	<p>Сформулируйте определение помехоустойчивости по нулю и единицы, определите её для микросхем серии K155 и её объясните значение.</p>	<p>Знает определение помехоустойчивости. Правильно находит её значение для серии 155. Правильно объясняет значение этой характеристики</p>	<p>Знает определение помехоустойчивости. Правильно находит её значение для серии 155. С объяснением значения этой характеристики возникли трудности.</p>	<p>Знает определение помехоустойчивости. При нахождении её значения для серии 155 возникли трудности. С объяснением значения этой характеристик и возникли трудности.</p>
	<p>Дайте определение нагрузочной способности, объясните способ нахождения значения данной характеристики и её значение для корректности работы цифровой схемы.</p>	<p>Знает определение нагрузочной способности. Знает формулу её нахождения. Знает её</p>	<p>Знает определение нагрузочной способности. Знает формулу её нахождения. Не уверенно</p>	<p>Знает определение нагрузочной способности. С записью формулу её нахождения возникли</p>

		значение для корректности работы цифровой схемы	объясняет её значение для корректности работы цифровой схемы	трудности. Не уверенно объясняет её значение для корректности работы цифровой схемы
--	--	---	--	---

### 3. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ПК-2: способностью использовать основные методы радиофизических измерений

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания		
		<i>Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)</i>	<i>Средний уровень (2 балла по каждому критерию)</i>	<i>Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)</i>
	<b>Владеть:</b> методами измерения цифровых сигналов с помощью встроенных приборов учебной платформы ELVIS 2;			
	С помощью лабораторной платформы ELVIS II измерьте уровни напряжений входных единицы нуля для микросхемы K555ЛА3	Правильно собрана схема и подключен осциллограф. Правильно сняты показания с осциллографа. Правильно найдены искомые величины	Схема или подключение осциллографа сделаны с ошибкой. Правильно сняты показания с осциллографа. Правильно найдены искомые величины	Схема или подключение осциллографа сделаны с ошибкой. Правильно сняты показания с осциллографа. Искомые величины найдены с ошибкой
	С помощью лабораторной платформы ELVIS II измерьте уровни напряжений входных единицы и нуля для микросхемы K561ЛН1	Правильно собрана схема и подключен осциллограф. Правильно сняты показания с осциллографа. Правильно найдены искомые величины	Схема или подключение осциллографа сделаны с ошибкой. Правильно сняты показания с осциллографа. Правильно найдены искомые величины	Схема или подключение осциллографа сделаны с ошибкой. Правильно сняты показания с осциллографа. Искомые величины найдены с ошибкой
	<b>Уметь:</b> интерпретировать измеренную информацию;	<i>Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)</i>	<i>Средний уровень (2 балла по каждому критерию)</i>	<i>Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)</i>

		<i>критерию)</i>	<i>критерию)</i>	<i>критерию)</i>
	С помощью лабораторной платформы ELVIS II определите уровни напряжения входных единицы нуля для микросхемы К555ЛА3	Правильно собрана схема и подключен осциллограф. Правильно сняты показания с осциллографа. Правильно найдены искомые величины	Схема или подключение осциллографа сделаны с ошибкой. Правильно сняты показания с осциллографа. Правильно найдены искомые величины	Схема или подключение осциллографа сделаны с ошибкой. Правильно сняты показания с осциллографа. Искомые величины найдены с ошибкой
	С помощью лабораторной платформы ELVIS II определите уровни напряжения входных единицы и нуля для микросхемы К561ЛН1	Правильно собрана схема и подключен осциллограф. Правильно сняты показания с осциллографа. Правильно найдены искомые величины	Схема или подключение осциллографа сделаны с ошибкой. Правильно сняты показания с осциллографа. Правильно найдены искомые величины	Схема или подключение осциллографа сделаны с ошибкой. Правильно сняты показания с осциллографа. Искомые величины найдены с ошибкой
	<b>Знать:</b> характеристики цифровых сигналов.	<b>Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)</b>	<b>Средний уровень (2 балла по каждому критерию)</b>	<b>Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)</b>
	Запишите входные и выходные уровни напряжения для ТТЛ микросхем	Все уровни напряжения записаны правильно	При написании допущена одна ошибка	При написании допущено две ошибки
	Запишите входные и выходные уровни напряжения для КМОП микросхем	Все уровни напряжения записаны правильно	При написании допущена одна ошибка	При написании допущено две ошибки

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

### а) Основная литература:

1. Алиев МТ. Микропроцессорные системы управления электроприводами: учебное пособие. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2017. - 124 с. - [Электронный ресурс].

— Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459451>

### б) Дополнительная литература:

1. Булатов В.Н. Микропроцессорная техника. Схемотехника и программирование [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 377 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61377.html>

## **VI. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Научная библиотека ТвГУ: <http://library.tversu.ru/>
2. механика в анимациях <http://physics.nad.ru/Physics/Cyrillic/mech.htm>
3. тесты по механике <http://physics.nad.ru/task3.html>
4. входной тест по механике <http://www.afportal.ru/physics/test/easy/2>
5. электронная библиотека издательства Лань: <http://e.lanbook.com/>
6. Университетская библиотека ONLINE: <http://www.biblioclub.ru/>
7. Сайт издательского дома ЮРАЙТ: <http://www.biblio-online.ru/>

## **VII. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (или модуля)**

### ***– планы практических занятий***

1. Системы счисления. Коды представления двоичных чисел. Двоичный код. Код Грея. Арифметические операции. Определение комбинаторной логики. Логические переменные. Основные логические функции. Таблицы истинности
2. Постулаты Булевой алгебры. Теория де Моргана. Дизъюнктивная нормальная форма.
3. Построение логических выражений по таблице истинности.
4. Минимизация логических выражений с использованием карт Карно. Синтез комбинаторных схем по таблицам истинности с проведением минимизации.
5. Диод. Логика РДЛ, транзистор, логика ДТЛ.
6. Логика ТТЛ.
7. КМОП-логика.
8. Шифраторы. Дешифраторы.

9. Мультиплексоры и демультимплексоры.
- 10.Исключающее ИЛИ и схемы на его основе.
- 11.Арифметико-логические устройства.
- 12.Потенциальный D триггер. Динамический (MS) D-триггер.
- 13.JK триггер. Счетный T триггер.
- 14.Регистры.
- 15.Асинхронные счетчики- делители.
- 16.Синхронные счетчики- делители.
- 17.Цифровые автоматы.

***– перечень лабораторных работ***

1. Изучение основных характеристик ТТЛ и КМОП микросхем.
2. Триггерные схемы.
3. Шифраторы.
4. Дешифраторы.
5. Мультиплексоры.
6. Синтез произвольных комбинаторных схем.
7. Асинхронные счетчики.
8. Синхронные счетчики.
9. Регистры.
- 10.РС цепи.

***– методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов:***

1. Изучить рекомендуемую литературу.
2. Просмотреть информацию, разобранную на аудиторных занятиях.
3. Обсудить проблемы, возникшие при самостоятельной работе с преподавателем.

***Требования к рейтинг-контролю.*** В течение семестра два раза (на модульных неделях) необходимо:

- 1) Выполнить и сдать преподавателю лабораторные работы,

2) ответить на теоретические вопросы. Примеры вопросов:

1. Что такое ТТЛ – логика? Что такое КМОП – логика?
2. Сравнительный анализ ТТЛ и КМОП семейств.
3. Напряжение логических уровней для КМОП и ТТЛ элементов.
4. Что такое запас помехоустойчивости? Чему он равен для ТТЛ и КМОП микросхем?
5. Какие существуют семейства ТТЛ микросхем (отечественные и их зарубежные аналоги).
6. Какие логические элементы вы знаете? Приведите таблицы истинности.
7. Приведите схемы устройства КМОП и ТТЛ элементов 2И-НЕ, объясните принципы их работы.

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

**IX. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (или модулю)**

<b>Наименование специальных* помещений</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
Базовая учебная лаборатория общей физики. Лаборатория электроники и микропроцессорной техники №202а (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)	1 Ноутбук ASUS N53SM 2 Ноутбук ASUS N53SM 3 Компьютер Ramec \ Монитор AOS E2250Swda\кл-ра\мышь\коврик 4 Компьютер Ramec\ Монитор AOC E2250Swda\ кл-ра\мышь\коврик 5 Компьютер Ramec\ Монитор AOC E2250Swda\ кл-	Google Chrome – бесплатно Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г. MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017 Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017

	<p>ра\мышь\коврик  6 Компьютер Ramec\  Монитор АОС  E2250Swda\ кл-  ра\мышь\коврик  7 Компьютер Ramec\  Монитор АОС  E2250Swda\кл-  ра\мышь\коврик  8 Компьютер Ramec\  Монитор АОС  E2250Swda\кл-  ра\мышь\коврик  9 Компьютер Ramec\  Монитор АОС  E2250Swda\кл-  ра\мышь\коврик  10 Монитор 15" TFT  Proview  11 Принтер лазерный  HPLJ 1000 W Q1342A  12 Компьютер (сист.  блок, монитор АОС 23"  E2350Sda, кл-ра, мышь)  13 Внешний жесткий  диск Transcend 1Gb  14 Сист.блок HELiOS  Profice VL310 In  P2GHz.256Mb/40GB/CD-  ROM  3.5.клавиатура,мышь  оптическая (ПО Mic Win  XP Prof ,Mc Off 200  15 Антистатическая  мебель 1300488-00  16 Антистатическое  оборудование 1300488-  00  17 Графическая среда  разработки приложений  1300488-00  18 Комплект паяльного  оборудования на базе  производства RASE  1300488-00  19 Инструмент на базе  оборудования  Tronex, Xcelite, Bernstein  1300488-00  20 Осветительное  оборудование на базе  оборудования Lamp-</p>	
--	--	--

	<p>Zoom 1300488-00 21 Программное обеспечение Circuit 1300488-00 22 Лабораторная платформа для проектирования и моделирования электронных схем NI ELVIS II Circuit Design Bundle (комплект из 6 лаб. платформ)</p>	
<p>Учебная аудитория № 218 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)</p>	<p>1. Комплект учебной мебели на 25 посадочных мест. 2. Экран настенный 153x203 3. Переносной комплект мультимедийной техники.</p>	<p>Adobe Acrobat Reader DC – бесплатно Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017 Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г. Google Chrome – бесплатно MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017</p>
<p>Лекционная аудитория № 226 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)</p>	<p>1 Микшерный пульт Yamaha MG-124C 2 Аудиокомплект (мик. пульт, акуст. усилитель, акуст. система, радиосистема) 3 Интерактивная система SMART Board 660i4 4 Мультимедийный проектор Epson EB-4850WU с потолочным креплением 5 Телекоммуникационный шкаф ШТК-М-18.6.6-3AAA с полками 6 Телекоммуникационный шкаф ШТК-М-18.6.6-3AAA с полками 7 Экран настенный ScreenMedia 213*213 (M082-08156)</p>	<p>Google Chrome – бесплатно Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г. MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017 Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017</p>

	8 Компьютер iRU Corp 510 15- 2400/4096/500/G210- 512/DVD- RW/W7S/монитор E- Machines E220HQVB 21,5'' 9 Комплект учебной мебели на 110 посадочных мест	
--	--	--

### Помещения для самостоятельной работы:

Наименование помещений	Оснащенность помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>Помещение для самостоятельной работы, учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, практики, Компьютерный класс физико-технического факультета. Компьютерная лаборатория робототехнических систем №4а (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)</p>	<p>1. Компьютер RAMEC STORM C2D 4600/160Gb/ 256mB/DVD-RW +Монитор LG TFT 17" L1753S-SF – 12 шт          2. Мультимедийный комплект учебного класса (вариант № 2) Проектор Casio XJ-M140, настенный проекц. экран Lumien 180*180. ноутбук Dell N4050. сумка 15,6", мышь          3. Коммутатор D-Link 10/100/1000mbps 16-port DGS-1016D          4. Видеокамера IP-FALCON EYE FE-IPC-BL200P, ОнЛайн Трейд ООО          5. Видеокамера IP-FALCON EYE FE-IPC-BL200P, ОнЛайн Трейд ООО          6. Демонстрационное оборудование комплект «LegoMidstormsEV3»          7. Комплект учебной мебели</p>	<p>Adobe Acrobat Reader DC - бесплатно          Cadence SPB/OrCAD 16.6 - Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009          Google Chrome - бесплатно          Java SE Development Kit 8 Update 45 (64-bit) - бесплатно          Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г.          Lazarus 1.4.0 - бесплатно          Lego MINDSTORM EV3 - бесплатно          Mathcad 15 M010 - Акт предоставления прав IC00000027 от 16.09.2011          MATLAB R2012b - Акт предоставления прав № Us000311 от 25.09.2012          Microsoft Express Studio 4 - бесплатно          MiKTeX 2.9 - бесплатно          MPICH 64-bit – бесплатно          MSXML 4.0 SP2 Parser and SDK - бесплатно          Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017          MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017</p>

## Х. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины (или модуля)

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины (или модуля)	Описание внесенных изменений	Дата и протокол заседания кафедры, утвердившего изменения
1.	Раздел IV	Реквизиты «Положения о рейтинговой системе обучения и оценки качества учебной работы студентов ТвГУ» и «Положения о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) студентов ТвГУ»	Протокол Совета ФТФ №5 от 31 октября 2017 г.
2.	Раздел IX	Оснащенность аудиторного фонда для проведения учебных занятий и самостоятельной работы студентов согласно «Справки МТО ООП ...»	Протокол Совета ФТФ №5 от 31 октября 2017 г