

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
профессор **К.В. Гоголинский**

Проректор по образовательной
деятельности
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРИЯ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ

Уровень высшего образования:	Бакалавриат
Направление подготовки:	12.03.01 Приборостроение
Направленность (профиль):	Приборы и методы контроля качества и диагностики
Квалификация выпускника:	бакалавр
Форма обучения:	очная
Составители:	к.т.н., доц. И.И. Сытько

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Теория обработки сигналов» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «12.03.01 Приборостроение», утвержденного приказом Минобрнауки России приказ № 945 от 19.09. 2017 г.;

- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки «12.03.01 Приборостроение», направленность (профиль) «Приборы и методы контроля качества и диагностики».

Составители:

_____ к.т.н., доц. И.И. Сытько

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Метрологии, приборостроения и управления качеством» 18 января 2021 г., протокол №9.

Заведующий кафедрой МП и УК _____ д.т.н., профессор К.В. Гоголинский

Рабочая программа согласована:

Начальник отдела
лицензирования, аккредитации и
контроля качества образования

Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического
обеспечения учебного процесса

А.Ю. Романчиков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины – приобретение базовых знаний по основополагающим вопросам аналоговой и цифровой обработки сигналов; формированием практических навыков в практическом использовании, постановке и решении задач в области анализа и обработки сигналов; обучение современным математическим методам, описывающих преобразования сигналов посредством технических устройств; овладение понятийно-терминологической базой.

Основные задачи дисциплины:

- изучение основных положений теории аналоговой и цифровой обработки сигналов;
- изучения способов спектрального и корреляционного анализа сигналов;
- овладение математическими методами преобразования сигналов посредством технических устройств;
- приобретение навыков практического применения теории обработки сигналов, при проектировании и эксплуатации контрольно-измерительных приборов и систем;
- ознакомление с перспективами развития теории и техники обработки сигналов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Теория обработки сигналов» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «12.03.01 Приборостроение», направленность (профиль) «Приборы и методы контроля качества и диагностики» и изучается в 5 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Теория обработки сигналов» являются «Теория вероятностей и математическая статистика», «Электроника и микропроцессорная техника».

Дисциплина «Теория обработки сигналов» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Цифровое моделирование процессов и изделий», «Проектирование и конструирование приборов и систем».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Теория обработки сигналов» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи. УК-1.2. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.
Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной	ОПК-1	ОПК-1.1. Применяет знания математики в инженерной практике при моделировании.

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения		
Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств технических измерений в приборостроении	ОПК-3	ОПК-3.2. Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов
Способность участвовать в разработке функциональных, структурных и принципиальных схем, а также конструкторской документации для изготовления контрольно-измерительных приборов и комплексов	ПКС-3	ПКС-3.1. Участвует в разработке функциональных, структурных и принципиальных схем для изготовления контрольно-измерительных приборов и комплексов.
Способность проводить проектные расчеты и технико-экономическое обоснование конструкций приборов в соответствии с техническим заданием	ПКС-4	ПКС-4.1. Проводит проектные расчеты конструкций приборов в соответствии с техническим заданием.
Способность участвовать в монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов контрольно-измерительных приборов и комплексов	ПКС-5	ПКС-5.3. Планирует процесс испытаний опытных образцов контрольно-измерительных приборов, систем и комплексов и оформляет результаты испытаний. Разрабатывает программы и методики испытаний в целях утверждения типа средств измерений
Способность разрабатывать методики сборки, юстировки контрольно-измерительных приборов и комплексов, а также методики измерения и контроля изделий, узлов и деталей	ПКС-6	ПКС-6.2. Разрабатывает методики измерения и контроля параметров изделий, узлов и деталей. Проводит их метрологическую аттестацию.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 2 зачётные единицы, 72 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		5
Аудиторная работа, в том числе:	34	34
Лекции (Л)	17	17
Практические занятия (ПЗ)	17	17
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	38	38
Выполнение курсовой работы (проекта)	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	12	12
Реферат	-	-
Подготовка к практическим занятиям	26	26
Подготовка к лабораторным занятиям	-	-
Промежуточная аттестация – дифф. зачет (ДЗ) / зачет (З) / экзамен (Э)	3	3
Общая трудоёмкость дисциплины		
ак. час.	72	72
зач. ед.	2	2

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
1	Раздел 1 Модели аналоговых и цифровых сигналов	20	4	4	-	12
2	Раздел 2. Аналоговая обработка сигналов	20	4	4	-	12
3	Раздел 3 Цифровая обработка сигналов	32	9	9	-	14
Итого:		72	17	17	-	38

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Разделы	Содержание лекционных занятий	Трудоёмкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Предмет и задачи курса. Структура дисциплины «Теория обработки сигналов», его связи с другими дисциплинами. Рекомендуемая литература. Рекомендации по самостоятельной работе над учебным материалом. Основные термины и понятия в области теории об-	4

№ п/п	Разделы	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		<p>работки сигналов. Общие свойства сигналов и их параметров. Классификация сигналов. Детерминированные и случайные сигналы. Стационарные и нестационарные. Эргодические и неэргодические. Формы представления сигналов. Математические модели сигналов. Имитационное моделирование сигналов. Основные параметры детерминированных сигналов: амплитуда, период повторения, частота, начальная фаза. Основные характеристики случайных сигналов.</p> <p>Дискретные и непрерывные случайные величины. Зависимые и независимые случайные величины. Условная и безусловная вероятность. Формула Байеса. Характеристики дискретных и непрерывных случайных величин. Законы распределения случайных величин. Начальные и центральные моменты.</p> <p>Аналоговая модуляция гармонических сигналов. Амплитудная модуляция. Частотная модуляция. Фазовая модуляция.</p> <p>Цифровая модуляция (манипуляция) сигналов: амплитудная манипуляция; частотная манипуляция; фазовая манипуляция.</p>	
2.	Раздел 2.	<p>Корреляционная функция. Свойства корреляционной функции. Корреляционная обработка сигналов. Коэффициент корреляции (автокорреляции), взаимной корреляции. Варианты технической реализации.</p> <p>Фильтровая обработка сигналов. Спектры сигналов. Преобразование Фурье. Последовательный и параллельный спектральный анализ. Структурные схемы. Варианты технической реализации.</p> <p>Среднее значение, средняя мощность, дисперсии и энтропия (энтропийный коэффициент) случайного сигнала. Одномерная плотность распределения вероятности. Структурные схемы. Варианты технической реализации.</p>	4
3.	Раздел 3.	<p>Дискретизация по времени и восстановление непрерывных функций. Теорема В.А. Котельникова (теорема отсчетов). Ограничение полосы частот. Параметры фильтра низких частот. Частота среза. Решетчатая функция. Функция отсчетов. Разложение непрерывных функций в ряд Котельникова. Критерии выбора отсчетов и способы восстановления непрерывных функций.</p> <p>Дискретизация непрерывных величин по уровню. Уровни квантования. Равномерное квантование по уровню. Разновидности квантования по уровню. Шум квантования. Кодирование. Двоичные коды. Двоично-десятичные коды.</p> <p>Цифровой анализ спектра сигналов. Дискретное преобразование Фурье. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье. Варианты программной и технической ре-</p>	9

№ п/п	Разделы	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		<p>лизации.</p> <p>Цифровые фильтры. Основные операции при цифровой обработке сигналов. Расчет цифровых фильтров. Структура фильтров. Применение цифровых фильтров для анализа спектра сигналов. Варианты технической реализации.</p> <p>Цифровые методы измерения коэффициента гармоник. Варианты технической реализации.</p> <p>Краткий обзор изученного материала. Рекомендации для самостоятельного углубления знаний в области теории обработки сигналов. Рекомендации по подготовке к зачету.</p>	
Итого:			17

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Имитационное моделирование детерминированных и случайных сигналов.	2
2		Имитационное моделирование сигналов с различными видами модуляции.	2
3	Раздел 2	Расчет основных параметров и характеристик фильтров при спектральном анализе сигналов.	2
4		Построение одномерной плотности распределения вероятности случайных сигналов.	2
5	Раздел 3	Дискретизация сигналов по времени и квантование по уровню.	2
		Кодирование информации.	2
6		Построение алгоритма быстрого преобразования Фурье при цифровом анализе спектра сигналов.	2
7		Расчет цифровых фильтров для анализа спектра сигналов.	3
Итого:			17

4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

4.2.6. Расчетно-графические задания

№ п/п	Тематика расчетно-графических заданий
1.	Имитационное моделирование детерминированных сигналов (по вариантам).
2.	Имитационное моделирование случайных сигналов (по вариантам)..
3	Расчет основных параметров и характеристик фильтров при спектральном анализе периодической последовательности прямоугольных импульсных сигналов (по вариантам).
4	Имитационное моделирование процессов дискретизации детерминированных сигнала-

№ п/п	Тематика расчетно-графических заданий
	лов по времени и квантование по уровню (по вариантам). по уровню
5	Применение алгоритмов БПФ при цифровом анализе спектра сигналов (по вариантам).

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне зачета) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Модели аналоговых и цифровых сигналов

1. Основные числовые характеристики случайных величин.
2. Математические модели случайных сигналов.
3. Математические модели детерминированных сигналов.
4. Фазовая двоичная (цифровая), амплитудная и частотная манипуляция.
5. Амплитудная модуляция.
6. Частотная и фазовая модуляция.

Раздел 2. Аналоговая обработка сигналов

1. Корреляционная функция.
2. Корреляционная обработка сигналов.
3. Спектры типовых сигналов.
4. Преобразование Фурье.
5. Последовательный анализ спектра.
6. Параллельный анализ спектра.
7. Характеристики случайных сигналов.

Раздел 3. Цифровая обработка сигналов

1. Теорема В.А. Котельникова (теорема отсчетов).

2. Решетчатая функция.
3. Функция отсчетов.
4. Цифровой анализ спектра сигналов.
5. Дискретное преобразование Фурье.
6. Цифровые фильтры.
7. Дискретизация непрерывных величин по уровню. Шум квантования.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (зачет)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к зачету (по дисциплине):

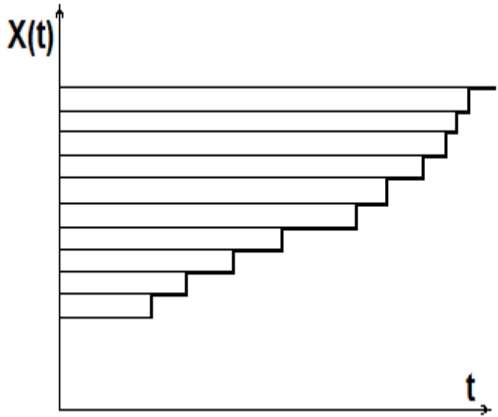
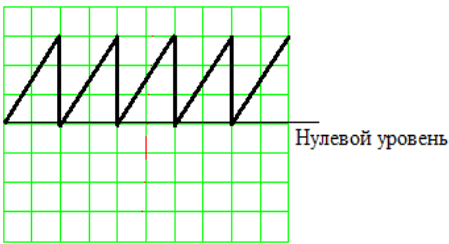
1. Амплитудная модуляция.
2. Частотная модуляция
3. Законы распределения вероятностей.
4. Корреляционная функция.
5. Основные числовые характеристики случайных величин.
6. Классификация сигналов.
7. Основные параметры детерминированных сигналов.
8. Математические модели синусоидального и пилообразного сигналов.
9. Теорема В.А. Котельникова.
10. Решетчатая функция и функция отсчетов.
11. Свойства функции отсчетов.
12. Математическая модель усеченного ряда Котельникова.
13. Шаг дискретизации по времени. Критерии выбора.
14. Источники погрешностей при восстановлении непрерывной функции по дискретным отсчетам.
15. Разновидности равномерного квантования по уровню.
16. Погрешность квантования. Шум квантования.
17. Кодирование. Длина кода. Равномерные и неравномерные коды.
18. Преобразование Фурье.
19. Быстрое преобразование Фурье.
20. Основные виды модуляции.
21. Амплитудная манипуляция.
22. Двоичная фазовая манипуляция.
24. Частотная манипуляция.
25. Цифровые фильтры..
26. Быстрое преобразование Фурье.
27. Спектры сигналов.
28. Фильтровой способ анализа спектра сигналов.
29. Цифровой способ анализа спектра сигналов.
30. Корреляционный анализ сигналов.
31. Структура цифровых фильтров.
32. Расчет цифровых фильтров.
33. Цифровые способы измерения нелинейных искажений сигналов.

6.2.2. Примерные тестовые задания к зачету

Вариант 1

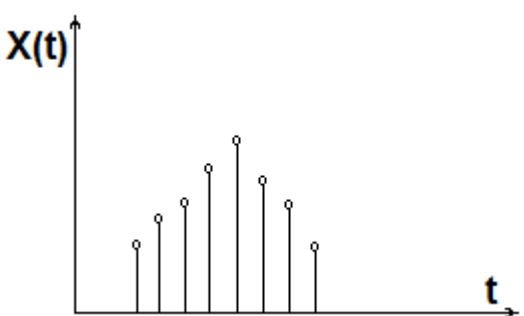
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Преимущества аналогового сигнала - это...	1. простота реализации его создания. 2. большая подверженность помехам. 3. внесение искажений. 4. параметры меняются во времени.
2.	Недостатком цифрового сигнала – это....	1. параметры не меняются во времени.

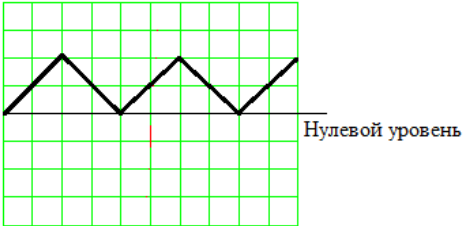
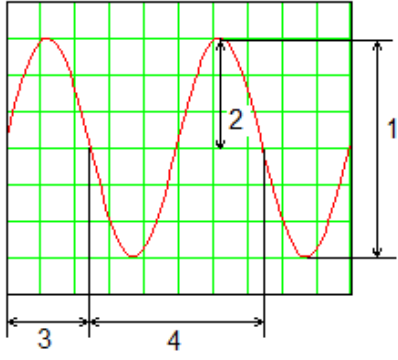
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		2. менее подвержены искажениям. 3. цифровой код воспринимается ПК одинаково. 4. сложная схема преобразования данных.
3.	Сумма вероятностей противоположных событий равна...	1. нулю 2. двум 3. единице 4. трем
4.	Формула Байеса определяется выражением...	1. $P(H_i / A) = \frac{P(H_i)}{\sum_{i=1}^n P(H_i) \cdot P(A / H_i)}$ 2. $P(H_i / A) = \frac{P(H_i) \cdot P(A / H_i)}{\sum_{i=1}^n P(H_i)}$ 3. $P(H_i / A) = \frac{P(A / H_i)}{\sum_{i=1}^n P(H_i) \cdot P(A / H_i)}$ 4. $P(H_i / A) = \frac{P(H_i) \cdot P(A / H_i)}{\sum_{i=1}^n P(H_i) \cdot P(A / H_i)}$
5.	Простейшим периодическим детерминированным сигналом является гармоническое колебание, которое определяется выражением...	1. $S(t) = A \cos(t + \varphi)$ 2. $S(t) = A \cos(\omega + \varphi)$ 3. $S(t) = A \cos(\omega t)$ 4. $S(t) = A \cos(\omega t + \varphi)$
6.	Имитационная модель равномерного закона распределения вероятности определяется выражением....	1. $x = (b-a)r + a$ 2. $x = (b-a)r + b$ 3. $x = (b-a)r$ 4. $x = (b-a)r + r$
7.	Динамический диапазон сигнала D_c – определяется отношением наибольшей мощности сигнала к ...	1. единице 2. средней 3. опорной 4. наименьшей
8.	Объем сигнала определяется выражением...	1. $V_c = F_c \cdot D_c$ 2. $V_c = T_c \cdot F_c$ 3. $V_c = T_c \cdot F_c \cdot D_c$ 4. $V_c = T_c \cdot D_c$
9.	К техническим достоинствам передачи аналогового сигнала в цифровой форме не относятся...	1. помехозащищенность 2. временная избыточность 3. цифровая обработка сигналов 4. сложность аппаратуры
10.	Чтобы восстановить исходный непрерывный сигнал из дискретизированного с малыми искажениями (погрешностями), необходимо выбрать шаг дискретизации, который определяется выражением...	1. $\Delta t = \frac{1}{2f_c}$ 2. $\Delta t = \frac{1}{f_c}$

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		3. $\Delta t = \frac{2}{f_c}$ 4. $\Delta t = \frac{3}{f_c}$
11.	Произвольный сигнал $x(t)$, спектр которого ограничен частотой 2,5 кГц может быть полностью восстановлен по последовательности своих отсчетных значений, следующих с интервалом времени ...	1. 200 мс 2. 100 мс 3. 0,2 мс 4. 0,4 мс
12.	При переходе от аналогового (непрерывного) сигнала к цифровому осуществляются специфических преобразования:	1. Дискретизация по времени, квантование по уровню амплитуд и кодирование (оцифровка); 2. Дискретизация по времени и кодирование (оцифровка); 3. Квантование по уровню амплитуд и кодирование (оцифровка); 4. Дискретизация по времени и квантование по уровню.
13.	При цифровой частотной модуляции (манипуляции) изменяемым параметром может быть ... гармонического колебания.	1. фаза 2. частота 3. амплитуда 4. амплитуда и фаза
14.	 <p>Физическая величина $X(t)$</p>	1. непрерывная во времени и квантованная по уровню 2. непрерывная во времени и по уровню 3. дискретизированная во времени и непрерывная по уровню 4. дискретизированная во времени и квантованная по уровню
15.	Функция цифровой фильтрации во временной области не реализуется с использованием операций...	1. суммирование сигналов. 2. разветвление сигналов 3. умножение на постоянный коэффициент. 4. возведение в степень
16.	Непомехозащищенным кодом называется код, в котором искажение ... кодовой комбинации не может быть обнаружено.	1. одного разряда 2. двух разрядов 3. младшего разряда 4. старшего разряда
17.	На осциллограмме изображены ... 	1. однополярные импульсы прямоугольной формы 2. однополярные импульсы треугольной формы 3. однополярные импульсы пилообразные формы 4. импульсы типа «меандр»
18.	Процесс преобразования одного или нескольких	1. модуляция

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
	информационных параметров несущего сигнала в соответствии с мгновенными значениями информационного сигнала это....	2. демодуляция 3. детектирование 4. усиление
19.	К основным элементам при реализации цифровых фильтров не относятся...	1. сумматоры. 2. умножители. 3. запоминающие устройства. 4. резисторы
20.	Двоично-десятичный код, представленный четырьмя тетрадами, в десятичной системе счисления равен... 0011 0001 0101 0110	1. 3156 2. 4256 3. 3128 4. 3248

Вариант 2

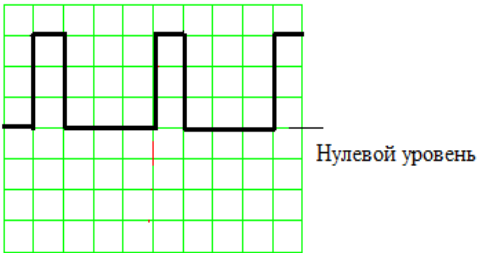
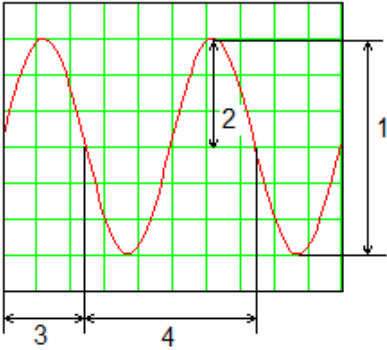
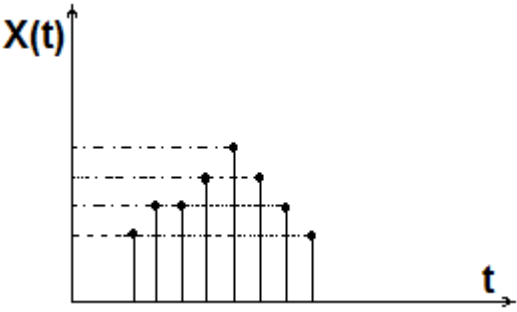
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Сумма вероятностей всех возможных значений случайной величины равна...	1. 0 2. 1 3. 2 4. 0,5
2.	Наиболее полной характеристикой (исчерпывающей) случайных величин являются случайных величин, которые устанавливают связь между возможными значениями случайных величин и соответствующими им вероятностями.	1. начальные моменты 2. центральные моменты 3. законы распределения 4. асимметрия и эксцесс
3.	Операция квантования может осуществляться с округлением к ...	1. ближайшему большему значению, ближайшему меньшему или к середине интервала квантования 2. ближайшему большему значению или к середине интервала квантования 3. ближайшему меньшему значению или к середине интервала квантования 4. середине интервала квантования
4.	Под дискретизацией понимают процесс представления (замену) во времени непрерывного сигнала ...	1. дискретной последовательностью отсчетов (выборки) 2. непрерывной последовательностью отсчетов (выборки) 3. квазиимпульсной последовательностью отсчетов (выборки) 4. квазинепрерывной последовательностью отсчетов (выборки)
5.	 <p>Физическая величина $X(t)$</p>	1. непрерывная во времени и квантованная по уровню 2. непрерывная во времени и по уровню 3. дискретизированная во времени и непрерывная по уровню 4. дискретизированная во времени и квантованная по уровню

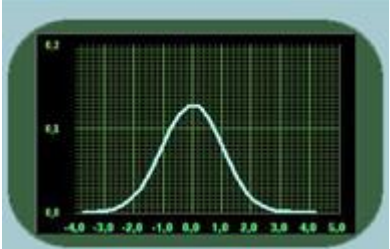
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
6.	<p>На осциллограмме изображены ...</p> 	<ol style="list-style-type: none"> однополярные импульсы прямоугольной формы однополярные импульсы треугольной формы однополярные пилообразные импульсы импульсы типа «меандр»
7.	<p>Произвольный сигнал $x(t)$, спектр которого ограничен частотой 1 кГц может быть полностью восстановлен по последовательности своих отсчетных значений, следующих с интервалом времени ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> 0,5 мс 1 мс 0,2 мс 0,4 мс
8.	<p>На практике наибольшее распространение получили относительно простые алгоритмы БПФ, которые применимы для случая, когда N является степенью...</p>	<ol style="list-style-type: none"> 2 3 4 5
9.	<p>Объем вычислений при использовании ДПФ определяется необходимостью выполнить N умножения и сложения для одного значения k (спектральной составляющей).</p>	<ol style="list-style-type: none"> $N/2$ N^2 $N/4$ N
10.	<p>При аппаратной реализации операций ЦФ является</p>	<ol style="list-style-type: none"> менее быстродействующим. более быстродействующим. более помехозащищенным. менее помехозащищенным.
11.	<p>Амплитуда сигнала, изображенного на рисунке, обозначена цифрой...</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1 2 3 4
12.	<p>Двоично-десятичный код, представленный четырьмя тетрадами, в десятичной системе счисления равен... 0001 0101 0010 0011</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1268 1523 1475 1893
13.	<p>32-разрядный аналого-цифровой преобразователь обеспечивает...уровней квантования.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 8 10^8 2^{32} 8^2
14.	<p>Восстановление дискретного сообщения по сигналу на выходе дискретного канала, осуществляемое с учетом правил кодирования, называется</p>	<ol style="list-style-type: none"> модуляцией квантованием декодированием интерполяцией
15.	<p>В случае программной реализации ЦФ требуется...</p>	<ol style="list-style-type: none"> меньше аппаратных затрат. больше аппаратных затрат. меньше программных затрат.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		4. больше программных затрат
16.	При цифровой амплитудной модуляции (манипуляции) изменяемым параметром может быть ... гармонического колебания.	1. фаза 2. частота 3. амплитуда 4. фаза и частота
17.	Расчет ЦФ на заданную частотную характеристику проводится путем замены в передаточной функции $H(p)$ аналогового фильтра вместо частотной переменной p на....	1. $K(z-1)/(z+1)$. 2. $K(z+1)/(z+1)$. 3. $K(z-1)/(z-1)$. 4. $K(z+1)/(z-1)$.
18.	Передаточная функция ЦФ записывают через...., которое является дискретным преобразованием Лапласа.	1. z 2. x 3. p 4. t
19.	Регистры в ЦФ хранят коды, поступающие на их входы в течении времени,	1. большего межтактового периода T_n . 2. меньшего межтактового периода T_n . 3. равного межтактовому периоду T_n . 4. независимо от межтактового периода T_n .
20.	Максимального значения энтропия для случая двух альтернатив достигает тогда, когда обе вероятности ...	1. равны между собой и равны 0,5 2. не равны между собой и равны 0,7 и 0,3 3. не равны между собой и равны 0,3 и 0,7 4. не равны между собой и равны 0,1 и 0,9

Вариант 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	К числовым характеристикам случайных величин не относят:	1. математическое ожидание 2. дисперсия 3. законы распределения вероятности 4. эксцесс
2.	Вероятность произведения двух независимых событий равна ...	1. произведению вероятности одного из них на вероятность другого 2. сумме вероятностей событий 3. разности вероятностей событий 4. частному вероятности одного из них на вероятность другого
3.	Регистры в ЦФ хранят коды, поступающие на их входы в течении времени, равного межтактовому периоду T_n , значение которого устанавливается	1. кратным интервалу дискретизации. 2. меньше интервала дискретизации 3. равного интервалу дискретизации 4. независимо от интервала дискретизации
4.	Математическая модель формы сигнала это - $U(t) = U_m \cdot \frac{t}{T_c}$	1. пилообразной 2. синусоидальной 3. треугольной 4. прямоугольной
5.	Код с проверкой на четность образуется путем добавления к передаваемой комбинации одного контрольного символа (0 или 1), так чтобы	1. общее количество единиц в передаваемой комбинации было четным 2. общее количество единиц в передаваемой комбинации было нечетным 3. общее количество единиц в передаваемой комбинации было не более двух 4. общее количество единиц в передаваемой комбинации было не более трех
6.	Произвольный сигнал $x(t)$, спектр которого ограничен частотой 5 кГц может быть полностью восстановлен по последовательности своих отсчетных значений, следующих с интерва-	1. 2 мс 2. 1 мс 3. 0,1 мс 4. 0,4 мс

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
	лом времени ...	
7.	Величина одного шага квантования связана с количеством разрядов двоичного кода формулой:	<ol style="list-style-type: none"> $U_{\max}/2$ $U_{\min}/2^n$ $U_{\max}/2^n$ $U_{\max}/2^{n+1}$
8.	Разность между истинным значением сигнала и его квантованным значением называют ошибкой или ...	<ol style="list-style-type: none"> шумом квантования математическим ожиданием дисперсией асимметрией
9.	<p>На осциллограмме изображены ...</p>  <p>Нулевой уровень</p>	<ol style="list-style-type: none"> однополярные импульсы прямоугольной формы однополярные импульсы треугольной формы однополярные пилообразные импульсы импульсы типа «меандр»
10.	<p>Период повторения сигнала, изображенного на рисунке, обозначен цифрой...</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1 2 3 4
11.	<p>Двоично-десятичный код, представленный тремя тетрадами на, в десятичный системе счисления равен...</p> <p><u>0101 0001 0111</u></p>	<ol style="list-style-type: none"> 326 423 756 517
12.	<p>4-разрядный аналого-цифровой преобразователь обеспечивает...уровней квантования.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 4 10^4 2^4 8^4
13.	 <p>Физическая величина X(t)</p>	<ol style="list-style-type: none"> непрерывная во времени и квантованная по уровню непрерывная во времени и по уровню дискретизированная во времени и непрерывная по уровню дискретизированная во времени и квантованная по уровню
14.	Преобразование дискретного сообщения в дискретный сигнал по определенному правилу –	<ol style="list-style-type: none"> квантование кодирование

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
	это ...	3. декодирование 4. модуляция
15.	Случайным называется сигнал, значение которого в каждый момент времени является...величиной.	1. случайной 2. постоянной 3. неслучайной 4. периодической величиной
16.	При цифровой фазовой модуляции (манипуляции) изменяемым параметром может быть ... гармонического колебания.	1. фаза 2. частота 3. амплитуда 4. амплитуда и частота
17.	При $\tau=0$ корреляционная функция максимальна истационарного случайного процесса.	1. равна дисперсии 2. меньше дисперсии 3. равна математическому ожиданию. 4. меньше математического ожидания.
18.	На практике наибольшее распространение получили относительно простые алгоритмы БПФ, которые применимы для случая, когда N является степенью...	1. 2. 2. 3. 3. 4. 4. 5.
19.	Основным НЕдостатком последовательного анализа спектра сигналов является...	1. невозможность исследования быстропротекающих процессов и сигналов. 2. большое время анализа (измерения). 3. невозможность исследования одиночных сигналов. 4. все перечисленные недостатки.
20.	На индикаторе измерителя вероятностных характеристик отображен график...закона распределения вероятности случайных процессов. 	1. произвольного 2. нормального 3. трапецеидального 4. Накагами

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачета)

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Не зачтено
51-100	Зачтено

Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий зачет:

Оценка	Описание
Зачтено	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
Не зачтено	Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Магазинникова А. Л. Основы цифровой обработки сигналов: учебное пособие /А. Л. Магазинникова. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург: Лань, 2016. - 132 с. ISBN 978-5-8114-2175-6. - Текст: электронный //Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/76274>.

2. Рафиков, Р. А. Электронные сигналы и цепи. Цифровые сигналы и устройства: учебное пособие / Р. А. Рафиков. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. - 320 с. -ISBN 978-5-8114-2134-3. -Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/72997>

3. Основы теории и расчета цифровых фильтров: учебное пособие / В.П. Васильев Э.Л. Муру С.М. Смольский; под ред. С.М. Смольского. - 2-е изд., стер. - Москва : ИНФРА-М, 2021. - 272 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - DOI 10.12737/textbook_591ae74d57bb22.15375684. - ISBN 978-5-16-013023-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1290964>. – Режим доступа: по подписке. <https://znanium.com/read?id=375042>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Теория информации: методические указания к практическим занятиям/Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: И.И. Сытько, Д.А. Кремчеева, Э.А. Кремчеев СПбГУ. СПб, 2018, 22 с.

2. Сириченко А. В. Методы получения и обработки измерительной информации. Цифровая фильтрация сигналов. Практикум : учебное пособие /А. В. Сириченко. - Москва: МИСИС, 2020. - 28 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/156013>

3. Столов Е. Л. Цифровая обработка сигналов. Водяные знаки в аудиофайлах: учебное пособие /Е. Л. Столов. - Санкт-Петербург: Лань, 2018. 176 с. - ISBN 978-5-8114-3014-7. - Текст : электронный //Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/106736>

4. Строгонов А. В. Реализация алгоритмов цифровой обработки сигналов в базе программируемых логических интегральных схем: учебное пособие / А. В. Строгонов. - 4-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 352 с. - ISBN 978-5-8114-3491-6. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/112696>

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Основы теории и расчета цифровых фильтров: учебное пособие / В.П. Васильев Э.Л. Муру С.М. Смольский; под ред. С.М. Смольского. - 2-е изд., стер. - Москва: ИНФРА-М, 2021. - 272 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - DOI 10.12737/textbook_591ae74d57bb22.15375684. - ISBN 978-5-16-013023-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1290964>. – Режим доступа: по подписке. <https://znanium.com/read?id=375042>

2.. Сириченко А. В. Методы получения и обработки измерительной информации. Цифровая фильтрация сигналов. Практикум : учебное пособие /А. В. Сириченко. - Москва: МИСИС, 2020. - 28 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/156013>

3. Теория информации: методические указания к практическим занятиям /Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: И.И. Сытько, Д.А. Кремчеева, Э.А. Кремчеев СПбГУ. СПб, 2018, 22 с.

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

2. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>
3. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
4. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
6. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
9. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] www.garant.ru/.
11. Термические константы веществ. Электронная база данных, <http://www.chem.msu.su/cgi-bin/tkv.pl>
12. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>
13. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>
14. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
15. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.
16. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>
17. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Аудитории для проведения лекционных занятий:

30 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., стул преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт.

Аудитории для проведения практических занятий:

30 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 4 шт.

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» (обслуживание до 2025 года) ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2025 года) ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2025 года) Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2025 года), Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2025 года) ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» (обслуживание до 2025 года), Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2025 года),

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 (обслуживание до 2025 года), Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 (обслуживание до 2025 года)
Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть Университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования».

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2025 года).

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007 (обслуживание до 2025 года)

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2025 года).

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 (обслуживание до 2025 года).

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» (обслуживание до 2025 года)

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product key: 766H1

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Office Std 2010 RUS (Контракт № 0372100009514000092-0003177-01 от 02.09.2014)

2. Microsoft Office Std 2013 RUS OLP NL Acdmс (Контракт № 0372100009515000100-0003177-01 от 26.06.2015 года)

3. Операционная система Microsoft Windows Pro 7 PRO RUS (Контракт № 0372100009514000092-0003177-01 от 02.09.2014, период поддержки до 2020 года)

4. Операционная система Лицензия Windows 8 Pro 32-bit/64-bit (Контракт № 0372100009515000100-0003177-01 от 26.06.2016 года, период поддержки до 2023 года)

5. Антивирусное программное обеспечение ESET NOD32 Smart Security Business Edition newsale (Договор № 0372100009513000040-0003177-02 от 05.11.2017 года, Контракт № 0372100009514000092-0003177-01 от 02.09.2014, Контракт № 0372100009515000100-0003177-01 от 26.06.2017 года)