

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 12.03.01 Приборостроение**

**Наименование образовательной программы: Приборы и методы контроля качества и диагностики**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Основы радиотехники**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шалимова Е.В.
	Идентификатор	Rf4bb1f0c-ShalimovaYV-f267ebd6

(подпись)

Е.В.  
Шалимова

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Барат В.А.
	Идентификатор	Rb173df8d-BaratVA-106e228a

(подпись)

В.А. Барат

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Желбаков И.Н.
	Идентификатор	R839a3a63-ZhelbakovIgN-f73624c

(подпись)

И.Н.  
Желбаков

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-2 Способен осуществлять разработку и проектирование электронных схем приборов неразрушающего контроля

ИД-3 Демонстрирует понимание принципов аппаратно-программного взаимодействия составляющих частей электронных устройств контрольно-измерительного оборудования, комплексов и систем

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа «Выделение сигналов из шумов и помех» (Контрольная работа)

2. Контрольная работа «Прохождение сигналов через линейные цепи» (Контрольная работа)

3. Контрольная работа «Статистические характеристики шумовых сигналов» (Контрольная работа)

4. Контрольная работа «Характеристики детерминированных сигналов» (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

5 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	14
Сигналы и их характеристики					
Спектральный и корреляционный анализ детерминированных сигналов	+				
Модулированные сигналы	+				
Математическое представление дискретных сигналов	+				
Анализ прохождения сигналов через линейные и нелинейные цепи					
Прохождение сигналов через линейные цепи			+		
Применение спектрального метода для решения задач УЗ дефектоскопии			+		
Преобразование сигналов в нелинейных цепях			+		

Выделение сигналов из шумов и помех				
Методы описания случайных процессов.			+	
Источники шума в радиотехнических устройствах.			+	+
Спектральный метод анализа прохождения случайных процессов через линейные цепи.				+
Вес КМ:	25	25	25	25

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-2	ИД-3ПК-2 Демонстрирует понимание принципов аппаратно-программного взаимодействия составляющих частей электронных устройств контрольно-измерительного оборудования, комплексов и систем	<p>Знать:</p> <p>математические модели детерминированных, случайных и дискретных зондирующих сигналов и методы расчета их характеристик</p> <p>физические принципы и методы выделения зондирующих сигналов из шумов и помех</p> <p>Уметь:</p> <p>привлекать соответствующий математический аппарат для решения прикладных задач определения характеристик сигналов при прохождении через радиотехнические устройства</p> <p>проводить расчет статистических характеристик шумовых сигналов в электронных</p>	<p>Контрольная работа «Характеристики детерминированных сигналов» (Контрольная работа)</p> <p>Контрольная работа «Прохождение сигналов через линейные цепи» (Контрольная работа)</p> <p>Контрольная работа «Статистические характеристики шумовых сигналов» (Контрольная работа)</p> <p>Контрольная работа «Выделение сигналов из шумов и помех» (Контрольная работа)</p>

		устройства	
--	--	------------	--

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. Контрольная работа «Характеристики детерминированных сигналов»

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Дать ответы на вопросы задания.

Время выполнения 45 мин.

#### Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: математические модели детерминированных, случайных и дискретных зондирующих сигналов и методы расчета их характеристик	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Как изменится расстояние между соседними гармониками спектра периодической последовательности импульсов при увеличении периода повторения импульсов в 2 раза?</li><li>2. Как изменится ширина спектра импульса при уменьшении его длительности в 2 раза?</li><li>3. Перечислите основные виды модуляции. Почему при передаче информации нужна модуляция?</li><li>4. Чему равно максимальное и минимальное значения амплитуды однотонового АМ-сигнала <math>u(t) = 10(1+0,8 \cos(100 t)) \cos(10000 t)</math> (В)?</li><li>5. Чему равна амплитуда верхней боковой составляющей однотонового АМ-сигнала <math>u(t) = 10(1+0,8 \cos(100 t + \pi/3)) \cos(10000 t - \pi/4)</math> В?</li><li>6. Математическая модель сигнала имеет вид: <math>u(t) = 10 \cos(10^5 t - \pi/4 + 8 \cos(10^2 t + \pi/3))</math> В. Какой вид модуляции используется в этом случае?</li><li>7. Рассчитайте девиацию частоты сигнала <math>u(t) = 10 \cos(100 t - \pi + 10 \cos(20 t + \pi))</math> В</li><li>8. Аналоговый сигнал имеет спектр, ограниченный частотой 100 кГц. Каким может быть максимальный интервал дискретизации этого сигнала?</li><li>9. Как связан спектр непрерывного сигнала и дискретизированного с частотой дискретизации <math>f_d</math>?</li><li>10. Рассчитайте число степеней свободы сигнала длительностью 1 мс, спектр которого ограничен частотой 500 кГц.</li></ol>
---	---

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

## **КМ-2. Контрольная работа «Прохождение сигналов через линейные цепи»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Дать ответы на вопросы задания.

Время выполнения 45 мин.

**Краткое содержание задания:**

Ответить на вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: привлекать соответствующий математический аппарат для решения прикладных задач определения характеристик сигналов при прохождении через радиотехнические устройства</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. При каких условиях можно рассматривать электрическую цепь, как цепь с сосредоточенными параметрами?</li><li>2. К последовательному соединению резистора и конденсатора подключен источник напряжения. К какому типу относится этот фильтр, если выходное напряжение снимается с резистора?</li><li>3. В однозвенном фильтре нижних частот (RC-цепь) емкость конденсатора увеличили в 4 раза. Как изменится частота среза фильтра?</li><li>4. Какими должны быть частотные характеристики линейной цепи (АЧХ и ФЧХ), чтобы сигнал с заданным спектром (ограниченным частотами <math>f_{\text{в}}</math> и <math>f_{\text{н}}</math>) прошел без искажений?</li><li>5. Что происходит при прохождении однотонового АМ-сигнала через последовательный колебательный контур (несущая частота колебания совпадает с резонансной частотой контура)</li><li>6. Рассчитайте коэффициент модуляции тока последовательного колебательного контура, если к нему приложено напряжение <math>u(t) = 10(1 + \cos(1000 t)) \cos(100000 t)</math>. Параметры контура: <math>L=1</math> мГн, <math>C=100</math> нФ, <math>R=2</math> Ом.</li><li>7. Как изменится коэффициент модуляции однотонового АМ-сигнала на выходе колебательного контура, если частота модуляции увеличится?</li><li>8. При прохождении зондирующего сигнала через УЗ пьезопреобразователь, частотную характеристику которого можно приближенно описать резонансной кривой, происходят искажения сигнала. Что произойдет, если добротность пьезопреобразователя уменьшится?</li></ol>
---	---



**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

**КМ-3. Контрольная работа «Статистические характеристики шумовых сигналов»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

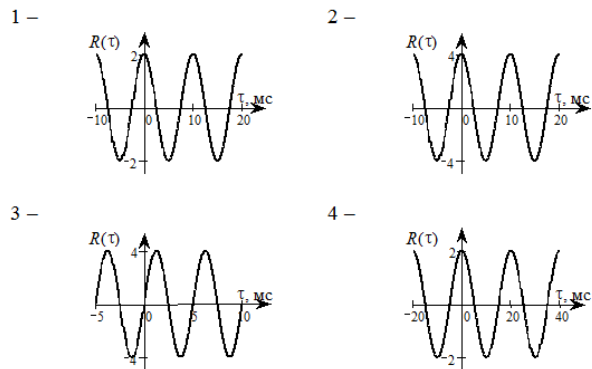
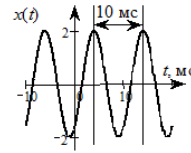
**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Дать ответы на вопросы задания. Время выполнения 45 мин.

**Краткое содержание задания:**

Ответить на вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: проводить расчет статистических характеристик шумовых сигналов в электронных устройствах	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Случайная величина имеет равномерный закон распределения в пределах интервала <math>(-2;4)</math>. Рассчитайте математическое ожидание этой случайной величины?</li><li>2.Случайная величина имеет равномерный закон распределения в пределах интервала <math>(-2;4)</math>. Рассчитайте дисперсию этой случайной величины?</li><li>3.Случайный процесс представляет собой постоянное напряжение, значение которого является случайной величиной с равновероятным законом распределения на интервале <math>(1;12)</math>. Является ли этот процесс стационарным и эргодическим?</li><li>4.Случайный процесс представляет собой гармоническое колебание <math>x(t) = A \cdot \cos(\omega t + \varphi)</math>, где фаза <math>\varphi</math> – случайная величина, распределенная равномерно на интервале <math>(-\pi; \pi)</math>. Является ли случайный процесс <math>x(t)</math> стационарным?</li><li>5.Случайный процесс, осциллограмма которого приведена на рисунке, представляет собой гармоническое колебание со случайной равномерно распределенной на интервале <math>(-\pi; \pi)</math> начальной фазой. Какой график соответствует функции корреляции этого случайного процесса?</li></ol>
---	---



6. Стационарный случайный процесс имеет известные плотность вероятности, функцию корреляции и двусторонний (или односторонний) спектр мощности. По каким формулам можно рассчитать дисперсию этого случайного процесса?

$$а - \sigma^2 = \int_{-\infty}^{\infty} (x - \bar{x})^2 p(x) dx$$

$$б - \sigma^2 = \int_{-\infty}^{\infty} x^2 p(x) dx$$

$$в - \sigma^2 = R_x(0)$$

$$г - \sigma^2 = R_x(\infty)$$

$$д - \sigma^2 = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} W(\omega) d\omega$$

$$е - \sigma^2 = \int_{-\infty}^{\infty} W(\omega) d\omega$$

$$ж - \sigma^2 = \int_0^{\infty} F(\omega) d\omega$$

$$з - \sigma^2 = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega) d\omega$$

7. Электрическая цепь содержит три источника нормального шума, включенные последовательно. Эффективное напряжение первого источника шума равно 6 В, второго – 2 В, третьего – 3 В. Определите эффективное напряжение суммарного шума, действующего в цепи.

8. Найдите эффективное напряжение теплового шума, создаваемого резистором  $R = 100 \text{ кОм}$  в полосе частот от 1 МГц до 5 МГц.

9. Число электронов, вылетающих за время  $T$  с поверхности катода диода, работающего в режиме насыщения, распределено по закону Пуассона. Среднее значение тока диода 25 мА. Чему равна дисперсия тока диода при времени усреднения 1 мкс?

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

#### КМ-4. Контрольная работа «Выделение сигналов из шумов и помех»

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Дать ответы на вопросы задания.

Время выполнения 45 мин.

**Краткое содержание задания:**

Ответить на вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: физические принципы и методы выделения зондирующих сигналов из шумов и помех	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Случайный процесс <math>x(t)</math>, имеющий равновероятный закон распределения, поступает на <math>RC</math>-цепь. При каком условии напряжение на конденсаторе будет иметь практически нормальное распределение?</li><li>2.На последовательную <math>RL</math>-цепь подается стационарный шум со средним значением 1 В. Определите среднее значение напряжения на сопротивлении.</li><li>3.Для уменьшения уровня шума используется интегрирующая <math>RC</math>-цепь. Как изменится действующее значение шума на выходе, если шумовая полоса увеличится в 4 раза? Предполагается, что входным сигналом является белый шум.</li><li>4.Напряжение на входе последовательной <math>RC</math>-цепи представляет собой стационарный шум с равномерным спектром мощности в диапазоне частот от 0 до 50 кГц и эффективным значением 1 В. Определить эффективное значение напряжения на конденсаторе. Параметры цепи: <math>R = 5</math> кОм, <math>C = 100</math> нФ.</li><li>5.Белый шум проходит через резонансный усилитель с одиночным колебательным контуром в нагрузке. Как изменится дисперсия шума на выходе усилителя, если добротность колебательного контура уменьшится в 2 раза?</li><li>6.На вход интегрирующей <math>RC</math>-цепи (ФНЧ) подается сумма гармонического сигнала с частотой 100 кГц, амплитудой 2 В и белого шума <math>x(t)</math>. Определите частоту среза фильтра, при которой отношение <math>q</math> амплитуды сигнала к среднеквадратическому значению шума на выходе цепи принимает максимальное значение .</li></ol>
---	---

	<p>7. Для выделения прямоугольного видеоимпульса из белого шума используется интегрирующая RC-цепь. При какой постоянной времени цепи (<math>t=RC</math>) будет достигнуто максимальное отношение сигнал/шум на выходе, если длительность импульса равна 10 мкс?</p> <p>8. Для выделения полезного сигнала на фоне белого шума применяют согласованный с полезным сигналом фильтр. Сравните эффективность выделения полезного сигнала для разных видов сигнала:</p> <p>1 – ФКМ сигнал с 13-ти позиционным кодом Баркера (длительной одной позиции T)</p> <p>2 – прямоугольный импульс (длительностью T)</p> <p>3 – ФКМ сигнал с 5-ти позиционным кодом Баркера (длительной одной позиции T)</p> <p>4 – последовательность 5-ти прямоугольных импульсов (каждый имеет длительность T)</p> <p>Расположите вид сигналов в порядке возрастания эффективности.</p> <p>9. Какие виды коррелированных помех Вы знаете?</p> <p>10. Какие есть способы борьбы с коррелированными помехами?</p>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 5 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет

### Процедура проведения

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

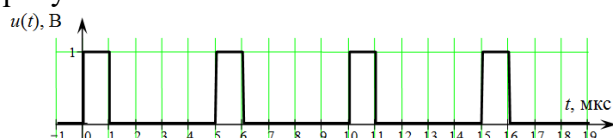
**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-3ПК-2 Демонстрирует понимание принципов аппаратно-программного взаимодействия составляющих частей электронных устройств контрольно-измерительного оборудования, комплексов и систем

### Вопросы, задания

1. Сравните спектральное представление периодических и непериодических (импульсных) сигналов.
2. Перечислите основные виды модуляции
3. Поясните физический смысл автокорреляционной и взаимно корреляционной функций.
4. Сигналы со сложными видами модуляции. Для чего их применяют в приборах неразрушающего контроля?
5. Сформулируйте теорему Котельникова В.А. Как выбрать шаг дискретизации непрерывного сигнала с ограниченным спектром?
6. Линейный частотный фильтр. Частотные характеристики ФНЧ, ФВЧ, полосовых фильтров.
7. Нелинейные преобразования сигналов. Принцип амплитудного детектирования.
8. Принцип работы синхронного детектора.
9. Статистические характеристики случайных процессов.
10. Связь спектральной плотности мощности и корреляционной функции случайного процесса (теорема Винера-Хинчина).
11. Источники шума в электронных устройствах.
12. Согласованный фильтр и его характеристики.
13. Понятие о пространственно-временной обработке сигналов. В каких случаях её необходимо применять?

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Чему равна частота первой гармоники периодического сигнала, изображенного на рисунке?

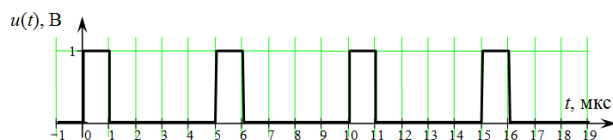


Ответы:

Укажите правильное значение в [кГц]

Верный ответ: 200 кГц

2. Чему равна постоянная составляющая сигнала, изображенного на рисунке?



Ответы:

Укажите правильное значение в [В]

Верный ответ: 0,2 В

3. Могут ли возникать новые спектральные составляющие при прохождении сигнала через линейную цепь?

Ответы:

Да / Нет

Верный ответ: Нет

4. На вход резонансного усилителя подается последовательность высокочастотных импульсов с прямоугольной огибающей. Частота заполнения импульсов совпадает с резонансной частотой усилителя. Увеличатся или уменьшатся искажения формы сигнала на выходе усилителя, если увеличить добротность контура усилителя?

Ответы:

увеличатся / уменьшатся

Верный ответ: увеличатся

5. На нелинейный элемент с вольтамперной характеристикой  $i = a_0^0 + a_1^1 u + a_2^2 u^2$  подается гармонический сигнал с частотой 2 кГц. Какие частоты будет содержать спектр тока, протекающего через нелинейный элемент?

Ответы:

Перечислить частоты всех составляющих (в кГц)

Верный ответ: 0; 2 кГц; 4 кГц

6. Определить эффективное напряжение собственного шума  $RC$ -цепи при комнатной температуре. Источником шума является тепловой шум резистора. Параметры цепи:  $R = 1$  кОм,  $C = 100$  пФ.

Ответы:

Результат представить в [мкВ] и округлить до целого значения

Верный ответ: 20 мкВ

7. Для уменьшения уровня шума используется интегрирующая  $RC$ -цепь. Как изменится действующее значение шума на выходе, если шумовая полоса увеличится в 4 раза?

Предполагается, что входным сигналом является белый шум. Введите соответствующую цифру.

1 – не изменится

2 – уменьшится в 4 раза

3 – увеличится в 4 раза

4 – уменьшится в 2 раза

5 – увеличится в 2 раза

Ответы:

Указать цифру с правильным вариантом

Верный ответ: 5

8. На вход интегрирующей  $RC$ -цепи (ФНЧ) подается сумма гармонического сигнала с частотой 100 кГц, амплитудой 2 В и белого шума  $x(t)$ . Определите частоту среза фильтра, при которой отношение  $q$  амплитуды сигнала к среднеквадратическому значению шума на выходе цепи принимает максимальное значение.

Ответы:

Запишите ответ в [кГц].

Верный ответ: 100 кГц

9. Электрическая цепь содержит три источника нормального шума, включенные последовательно. Эффективное напряжение первого источника шума равно 6 В, второго

– 2 В, третьего – 3 В. Определите эффективное напряжение суммарного шума, действующего в цепи.

Ответы:

Результат представить в [В].

Верный ответ: 7 В

## ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Все запланированные контрольные мероприятия должны иметь оценку не менее 3 "удовлетворительно".

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Хотя бы одно из запланированных контрольных мероприятий имеют оценку менее 3 "удовлетворительно" (2 или 0).

## ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

В приложение к диплому выносится оценка за 6 семестр.