

Государственное образовательное учреждение
«Приднестровский государственный университет им. Т. Г. Шевченко»

Физико-математический факультет

Кафедра Твердотельной электроники и микроэлектроники



УТВЕРЖДАЮ

Декан физико-математического
факультета

Коровай О.В.
(ФИО)

« 1 » октября 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

«Метрология, стандартизация и технические измерения»

на 2020 /2021 учебный год

Направление подготовки

11.03.04 «ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА»

Профиль подготовки

«Промышленная электроника»

Квалификация (степень) выпускника

«бакалавр»

Форма обучения

очная

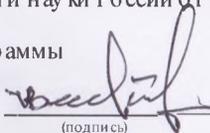
Год набора 2019

Тирасполь 2020 г.

Рабочая программа дисциплины «Метрология, стандартизация и технические измерения» разработана в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **11.03.04** «Электроника и наноэлектроника» и основной профессиональной образовательной программы по профилю подготовки «Промышленная электроника», утвержденный приказом Министерства образования и науки России от 19.09.2017 г. № 927.

Со составитель рабочей программы

ст. преп. кафедры ТТЭМ
(должно быть ученое звание, степень)

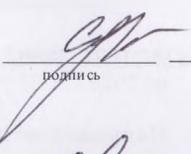

(подпись)

Чукина В.И.
(Ф.И.О.)

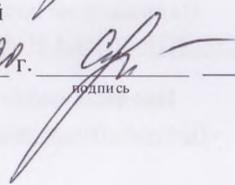
Рабочая программа утверждена на заседании кафедры «Твердотельной электроники и микроэлектроники»

«01» 09 2020 г. протокол № 1
номер протокола

Зав. кафедры-разработчика

«01» 09 2020 г. 
дата подпись Суринов В.Г.
(Ф.И.О.)

Зав. выпускающей кафедрой

«01» 09 2020 г. 
дата подпись Суринов В.Г.
(Ф.И.О.)

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Метрология, стандартизация и технические измерения» являются:

Удовлетворить требованиям к уровню подготовки бакалавров по направлению **11.03.04** в области метрологии, стандартизации и сертификации, изложенным в Государственном Образовательном стандарте по указанному направлению.

Задачи дисциплины состоят в том, чтобы после ее изучения студенты имели представление:

- О современном состоянии и тенденциях развития средств измерений электрических и неэлектрических величин;
- Об основах сертификации и ее роли в повышении качества продукции;
- Об основных положениях государственной системы стандартизации.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Метрология, стандартизация и технические измерения» относится к базовой части блока Б1.Б.16. для студентов очной формы обучения по направлению подготовки **11.03.04** «Электроника и наноэлектроника». На изучение дисциплины выделено два семестра, 5 зачётных единиц.

Для освоения дисциплины «Метрология, стандартизация и технические измерения» используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения предметов «Физика», «Математический анализ», «Инженерная и компьютерная графика», «Информационные технологии».

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Изучение дисциплины направлено на формирование компетенций приведенных в таблице ниже:

Категория компетенций	Код и наименование	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения		
Исследовательская деятельность	ОПК-2. Способностью самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных;	ИД-1 _{ОПК-2} . Знает методы синтеза и исследования моделей. ИД-2 _{ОПК-2} Умеет адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования
Исследовательская деятельность	ОПК-3. Способностью применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности;	ИД-3 _{ОПК-3} . Владеет методами математического моделирования радиотехнических устройств и систем, технологических процессов с использованием современных информационных технологий
Обязательные профессиональные компетенции и индикаторы их достижения		
Исследовательская деятельность	ПК-1. Способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и	ИД-1 _{ПК-1} . Умеет строить физические и математические модели моделей, узлов, блоков. ИД-2 _{ПК-1} Владеет навыками компьютерного моделирования.

	наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;	
Исследовательская деятельность	ПК-2. Способностью аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;	ИД-1 _{ПК-2} . Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков. ИД-2 _{ПК-2} . Умеет проводить исследования характеристик электронных приборов.
Исследовательская деятельность	ПК-4. Способностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.	ИД-1 _{ПК-4} . Знает принципы построения технического задания при разработке электронных блоков. ИД-2 _{ПК-4} . Умеет использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации. ИД-3 _{ПК-4} . Владеет навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии со стандартами.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости в з.е./часах по видам аудиторной и самостоятельной работы студентов по семестрам:

Семестр	Трудоемкость, з.е./часы	Количество часов					Итоговая форма контроля
		В том числе					
		Аудиторных				Сам. работы	
Всего	Лекций	Лаб. раб.	Практ. занятия				
3	2/72	36	26	10		36	Курс. раб. Зачет.
4	3/108	36	18	18		36	Экзамен, 36ч.
Итого:	5/180	72	44	28		72	

4.2. Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины:

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеауд. работа (СР)
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Основные сведения о метрологии	6	2			4
2.	Основы теории погрешности и обработка результатов измерений	10	4		2	4
3.	Методы и средства измерений.	12	4		4	4
4.	Аналоговые электромеханические приборы	12	4		2	6
5.	Аналоговые электронные приборы	12	4		2	6
6.	Цифровые измерительные приборы.	16	6		4	6
7.	Электрические измерения неэлектрических величин	10	2		2	6
8.	Измерение энергетических параметров электрических колебаний.	16	4		2	10
9.	Измерение формы и параметров электрических колебаний.	20	6		4	10
10.	Измерение параметров электрических цепей.	16	4		2	10
11.	Государственная система стандартизации.	14	4		4	6
Итого:		144	44		28	72

4.3 Тематический план по видам учебной деятельности:

Лекционные занятия

№ п/п	Номер раздела дисц.	Объем часов	Тема лекционного занятия	Учебно-наглядные пособия
3 семестр				
Основные сведения о метрологии				
1	1	2	Введение. Роль метрологии в современном обществе. Задачи и проблемы решаемые метрологией. Этапы развития метрологии.	учебник
Итого по разд. ч.		2		
Основы теории погрешности и обработка результатов измерений				
2	2	2	Передача размеров единиц электрических величин. Особенности измерений физических величин. Классификация измерений и средств измерений. Эталоны единиц электрических величин.	учебник
3		2	Погрешности измерений и их классификация. Методы уменьшения систематических погрешностей.	учебник
Итого по разд. ч.		4		
Методы и средства измерений				
4	3	2	Прямые однократные и многократные измерения. Косвенные измерения. Обработка их результатов.	учебник

5		2	Метрологические характеристики средств измерений и их нормирование.	учебник
Итого по разд. ч.		4		
Аналоговые электромеханические приборы				
6	4	2	Конструкция и принцип действия магнитоэлектрических приборов	учебник
7		2	Конструкция и принцип действия электромагнитных и электростатических приборов	учебник
Итого по разд. ч.		4		
Аналоговые электронные приборы				
8	5	2	Структурная схема и принцип действия вольтметра средних значений	учебник
9		2	Структурные схемы и принцип действия вольтметра амплитудных значений и омметра.	учебник
Итого по разд. ч.		4		
Цифровые измерительные приборы				
10	6	2	Логические и цифровые элементы. Цифровые измерительные приборы и преобразователи	учебник
11		2	Принцип действия цифровых вольтметров. Мультиметры.	учебник
12		2	Аналого-цифровые преобразователи. Автоматизация электрорадиоизмерений. Микропроцессорные средства измерения.	учебник
Итого по разд. ч.		6		
Электрические измерения неэлектрических величин				
13	7	2	Классификация и характеристики измерительных преобразователей неэлектрических величин. Тепловые измерительные преобразователи.	учебник
Итого по разд. ч.		2		
Итого за 3 семестр		26		
4 семестр				
Измерение энергетических параметров электрических колебаний				
14	8	2	Приборы измерения мощности ваттметром ферродинамической системы.	Учебник
15		2	Измерение мощности косвенным методом.	
Итого по разд. ч.		4		
Измерение формы и параметров электрических колебаний				
16	9	2	Структурная схема и принцип работы генераторов сигналов низкой частоты, ВЧ и СВЧ.	учебник
17		2	Измерительные генераторы. Генераторы импульсных сигналов. Синтезаторы частоты.	учебник
18		2	Исследование формы и параметров сигналов с помощью универсальных и многоканальных осциллографов. Измерение АЧХ и ФЧХ.	учебник
Итого по разд. ч.		6		
Измерение параметров цепей				
19	10	2	Измерение параметров цепей с сосредоточенными и распределенными постоянными.	учебник
20		2	Измерение параметров полупроводниковых приборов	учебник

Итого по разд. ч.	4			
Государственная система стандартизации				
21	11	2	Сущность стандартизации, краткая история развития стандартизации. Цели, объекты, принципы стандартизации. Понятие нормативный документ (НД) по стандартизации. Методы стандартизации Общая характеристика стандартов разных видов и категорий. Порядок разработки национальных стандартов. Правовые основы стандартизации	учебник
22		2	Межгосударственная система стандартизации (МГСС). Международная стандартизация. Национальная стандартизация зарубежных стран.	учебник
Итого по разд. ч.	4			
Итого за 4 семестр	18			
Итого:	44			

Практические занятия не предусмотрены

Лабораторные занятия

№ п/п	Номер раздела дисц.	Объем часов	Тема лабораторного занятия	Учебно-наглядные пособия
3 семестр				
Основы теории погрешности и обработка результатов измерений				
1	2	2	Исследование влияния сопротивления прибора на результат измерения. Однократное измерение параметров переменного тока	учебник
Итого по разд. ч.		2		
Методы и средства измерений				
2	3	2	Многократное измерение частоты переменного напряжения.	учебник
3		2	Косвенный метод измерения параметров электрических сигналов.	учебник
Итого по разд. ч.		4		
Аналоговые электромеханические приборы				
4	4	2	Исследование параметров и характеристик аналоговых электромеханических приборов.	учебник
Итого по разд. ч.		2		
Аналоговые электронные приборы				
5	5	2	Исследование параметров и характеристик электронного вольтметра-	Учебник
Итого по разд. ч.		2		
Итого за 3 семестр		10		
4 семестр				
Цифровые измерительные приборы				
6	6	4	Исследование аналого-цифрового и цифро-аналогово преобразователя.	Учебник

Итого по разд. ч.		4		
Электрические измерения неэлектрических величин				
7	7	2	Измерение температуры косвенным методом.	Учебник
Итого по разд. ч.		2		
Измерение энергетических параметров электрических колебаний				
8	8	2	Измерение мощности электрических колебаний косвенным методом.	учебник
Итого по разд. ч.		2		
Измерение формы и параметров электрических колебаний				
9	9	4	Исследование формы и параметров электрических колебаний с помощью осциллографа	учебник
Итого по разд. ч.		4		
Измерение параметров цепей				
10	10	2	Исследование параметров пассивных элементов и полупроводниковых приборов	учебник
Итого по разд. ч.		2		
Государственная система стандартизации				
11	11	2	Методы стандартизации. Нормативные документы.	учебник
		2	Национальные стандарты и его применение	учебник
Итого по разд. ч.		4		
Итого за 4 семестр		18		
Итого:		28		

Самостоятельная работа студента

№ п/п	Раздел дисц.	Тема и вид СРС	Трудоемкость (в часах)
3 семестр			
Основные сведения о метрологии			
1	1	Классификация методов и средств измерений. Эталоны единиц электрических величин (СИТ).	2
		Основные и дополнительные Единицы физических величин (СИТ).	2
Итого по разд. ч.			4
Основы теории погрешности и обработка результатов измерений			
2	2	Аналитическое представление и оценка случайных погрешностей (СИТ). Классификационные признаки погрешности результатов измерений (ПЛР).	2
3		Классификация погрешности средств измерений (СИТ). Основные и дополнительные погрешности. Классы точности средств измерений (СИТ).	2
Итого по разд. ч.			4
Методы и средства измерений			

4	3	Прямые измерения с многократными наблюдениями и обработка их результатов (ПЛР).	2
5		Метод амперметра – вольтметра (ПЛР). Мостовой метод измерения параметров эл. цепей (ПЛР).	2
Итого по разд. ч.			4
Аналоговые электромеханические приборы			
6	4	Конструкция и принцип действия магнитоэлектрических приборов (ПЛР).	2
7		Конструкция и принцип действия электродинамических приборов (СИТ).	2
8		Конструкция и принцип действия электромагнитных приборов (СИТ).	2
Итого по разд. ч.			6
Аналоговые электронные приборы			
9	5	Структурная схема и принцип действия вольтметра типа усилитель – детектор (СИТ).	2
10		Структурная схема и принцип действия вольтметра типа детектор - усилитель (СИТ).	2
11		Принцип действия детектора среднеквадратичного значения (СИТ).	2
Итого по разд. ч.			6
Цифровые измерительные приборы			
12	6	Логические и цифровые элементы (ПЛР). Цифровые вольтметры. Методика измерения напряжения (СИТ).	2
13		Цифровые измерительные приборы и преобразователи (ПЛР). Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи.	2
14		Автоматизация электрорадиоизмерений. Микропроцессорные средства измерения (СИТ).	2
Итого по разд. ч.			6
Электрические измерения неэлектрических величин			
15	7	Тепловые измерительные преобразователи. (СИТ).	4
16		Принцип работы и характеристики измерительных преобразователей неэлектрических величин (СИТ).	2
Итого по разд. ч.			6
Итого за 3 семестр			36
4 семестр			
Измерение энергетических параметров электрических колебаний			
17	8	Методика измерения активной, реактивной мгновенной, импульсной и средней мощности (ПЛР).	4
18		Приборы измерения мощности ваттметром ферродинамической системы (СИТ).	4
19		Измерение мощности косвенным методом (СИТ).	2
Итого по разд. ч.			10
Измерение формы и параметров электрических колебаний			
20	9	Параметры и характеристики электрических колебаний (ПЛР).	4
21		Генераторы сигналов низкой частоты (ПЛР).	2

22		Исследование формы сигналов с помощью универсальных и многоканальных осциллографов (ПЛР).	4
Итого по разд. ч.			10
Измерение параметров цепей			
23	10	Параметры и характеристики пассивных элементов и полупроводниковых приборов (ПЛР).	2
24		Измерение параметров цепей с распределенными постоянными (ПЛР).	4
25		Измерение параметров полупроводниковых приборов (ПЛР).	4
Итого по разд. ч.			10
Государственная система стандартизации			
26	11	Основные принципы и методы стандартизации (СИТ, ИДЛ).	2
27		Международное сотрудничество в сфере стандартизации. Основы сертификации (СИТ, ИДЛ).	4
Итого по разд. ч.			6
Итого за 4 семестр			36
Итого			72

Примечание: СИТ – самостоятельное изучение темы, ИДЛ – изучение дополнительной литературы, ДЗ – домашнее задание, ПЛР – подготовка к лабораторным работам

5. Примерная тематика курсовых проектов (работ):

Цель: закрепление знаний принципов работы электроизмерительных приборов. Приобретение навыков по обработке и расчету погрешностей при электрических измерениях.

1. Погрешности измерений и обработка результатов.
2. Измерение электрических величин методами сравнения с мерой.
3. Измерение физических величин цифровыми приборами.
4. Измерение удельной электрической проводимости полупроводников.
5. Определение электрофизических параметров полупроводников с помощью эффекта Холла.
6. Измерение параметров электрических цепей.
7. Определение параметров электрической емкости и индуктивности косвенным методом.
8. Измерение кинетических параметров фотопроводимости полупроводников.
9. Определение параметров полупроводников путем измерений фотопроводимости и фотомагнитоэлектрического эффекта.
10. Измерение электрических величин аналоговыми приборами.
11. Измерение электрической емкости и индуктивности косвенным методом.
12. Классификация методов и средств измерений.
13. Аналоговые преобразователи электрических величин.
14. Аналоговые электромеханические измерительные преобразователи и приборы на их основе.
15. Аналого- цифровые и цифро-аналоговые преобразователи электрических величин и приборы на их основе.

1. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

6.1. Обеспеченность обучающихся учебниками, учебными пособиями

№ п/п	Наименование учебника, учебного пособия	Автор	Год издания	Кол-во экземпляров	Электронная версия	Место размещения электронной версии
Основная литература						
1	Метрология и электрические измерения.	Е.Д. Шабалдин., Г.К. Смолин., и др.	2006	1	+	https://e.lanbook.com/book/8992 ., кафедра
2.	Метрология и радиоизмерения.	В.И. Нефедов., А.С. Сигов., и др.	2006	1	+	biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275824 ., кафедра
3.	Физические измерения в микроэлектронике.	В.А. Пилипенко.	2003	1	+	http://anubis.bsu.by/publications/eresources/RadiophysicsElectronics/pilipenko.pdf , кафедра
4.	Метрология и технические измерения.	Э.Г. Миронов., Н.П. Бессонов., и др.	2015	1	+	http://e.lanbook.com/book/900 ., кафедра
Дополнительная литература						
1.	Методы и средства измерений.	Э.Г. Миронов.	2009	1	+	http://www.ustu.ru , кафедра
2.	Лабораторный практикум по электротехнике и электронике в среде MULTISIM	А.Л. Марченко	2010	1	+	http://www.toehep.com.ua , http://booktech.ru/books/elektrotehnika , кафедра
Итого по дисциплине: 90% печатных изданий; 100 % электронных						

6.2. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Программное обеспечение: программа подготовки бакалавра включает в себя учебный план, рабочую программу курса, календарный учебный график и методические материалы.

Интернет-ресурсы: базы данных, информационно-справочные и поисковые системы: Rambler.ru, Yandex.ru, Google.com.ru, Nigma.ru, Wikipedia.ru. Программная среда Micro Cap 12, Multisim 12.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Занятия проводятся в лаборатории «Схемотехники» (2 корпус, лаб. 209/2), компьютерный класс (2 корпус, каб. 228/2), которые оснащены необходимым оборудованием для проведения лабораторных и практических занятий. Для проведения

лабораторных работ используются лабораторные стенды «17Л – 03», программная среда Micro Cap 12, Multisim 12.

8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

Приступая к изучению дисциплины «Метрология, стандартизация и технические измерения» **студент должен знать** «Физику», «Математический анализ».

Курс предполагает изложить основные метрологические аспекты, методы и средства измерений электрических величин, а также вопросы стандартизации и сертификации изделий радиоэлектроники и устройств телекоммуникационных систем. Материал лекций базируется на действующей нормативно - технической документации и рекомендациях международных организаций в области метрологии, стандартизации и сертификации.

Содержание методических рекомендаций включает:

- рекомендации по ведению конспекта лекций с выделением формул и пояснением к ним;
- рекомендации по отображению схем, диаграмм, графиков;
- советы по планированию и организации самостоятельной работы при изучении дисциплины;
- перечень тем, на которые необходимо обратить особое внимание;
- перечень тем и вопросов, выносимых на самостоятельное изучение, с рекомендациями по использованию учебно-методических материалов и видах контроля;
- рекомендации по использованию учебно-методических материалов по дисциплине: рекомендации по работе с литературой;
- рекомендации по подготовке к выполнению лабораторных работ и оформлению отчетов по выполненной работе;
- советы по подготовке к экзамену.

Рабочая учебная программа по дисциплине «Метрология, стандартизация и технические измерения» составлена в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта ВО по направлению 11.03.04 «ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА» и учебного плана по профилю подготовки **«Промышленная электроника»**

9. Технологическая карта дисциплины

Курс **II (второй)** группа **ФМ 19ДР62МТ1 (213)**, семестр 3
2020 - 2021 учебный год

Преподаватель, ведущий лекционные занятия - *ст. преподаватель Чукина В.И.*
Преподаватель, ведущий лабораторные работы - *ст. преподаватель Чукина В.И.*
Кафедра «Твердотельной электроники и микроэлектроники»

Семестр	Трудоемкость, з.е./часы	Количество часов					Форма итогового контроля
		В том числе				Самост. работы	
		Аудиторных			Всего		
Лекций	Лаб. раб.	Практич. зан.	Всего	Лекций		Лаб. раб.	Практич. зан.
3	2/72	36	26	10		36	Зачет Курс. Раб.

Форма текущей консультации	Расшифровка	Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов
Посещение лекционных занятий	<i>Рассч. Согл. Прил.1</i>		10
Контрольная работа №1 по теме «Погрешности измерений и их классификация. Методы уменьшения систематических погрешностей».			10
Выполнение и защита лабораторных работ	<i>Рассч. Согл. Прил.2. За каждую лаб. работу 8 баллов</i>		40
Выполнение и защита курсовой работы			10
Итого кол. баллов по тек. аттестации		45	70
Промежуточная аттестация	Зачет	10	30
Итого по дисциплине		55	100

10. Технологическая карта дисциплины
Курс II (второй) группа ФМ 19ДР62МТ1 (213), семестр 4
2020 - 2021 учебный год

Преподаватель, ведущий лекционные занятия - *ст. преподаватель Чукица В.И.*
Преподаватель, ведущий лабораторные работы - *ст. преподаватель Чукица В.И.*
Кафедра «Твердотельной электроники и микроэлектроники»

Семестр	Трудоемкость, з.е./часы	Количество часов					Форма итогового контроля
		В том числе					
		Аудиторных				Самост. работы	
Всего	Лекций	Лаб. раб.	Практич. зан				
4	3/108	36	18	18		36	Экзамен, 36ч.

Форма текущей консультации	Расшифровка	Мин. количество баллов	Макс. количество баллов
Посещение лекционных занятий	<i>Рассч. Согл. прил. 1</i>		10
Контрольная работа №1 по теме «Измерение параметров цепей с сосред. и распр. постоянными».			25
Выполнение и защита лабораторных работ	<i>Рассч. Согл. Прил.2. За каждую лаб. работу 5 баллов</i>		35
Итого количество баллов по текущей аттестации		45	70
Промежуточная аттестация	Экзамен	10	30
Итого по аттестации		55	100

Приложение 1

Начисление баллов по результатам посещения лекций*

Процент посещенных лекций	Начисляемые баллы
0-49%	0 баллов
50-54%	1 балл
55-59%	2 балла
60-64%	3 балла
65-69%	4 балла
70-74%	5 баллов
75-79%	6 баллов
80-84%	7 баллов
85-89%	8 баллов
90-94%	9 баллов
95-100%	10 баллов

*В случае посещения студентом менее чем 85% лекций, предусмотренных учебной программой по дисциплине, для получения рейтингового балла, начисляемого по данному критерию, студент обязан предоставить преподавателю конспект пропущенных лекций.

Приложение 2

Начисление баллов по рейтингу текущей успеваемости на лабораторных занятиях*

Средняя оценка полученная на занятиях	Начисляемые баллы
3	6 баллов
3,5	7 баллов
4	8 баллов
4,5	9 баллов
5	10 баллов

*В случае посещения студентом менее чем 85% практических занятий, предусмотренных учебной программой по дисциплине, для получения рейтингового балла, начисляемого по данному критерию, студент обязан отработать, пропущенные по уважительной или по неуважительной причине занятия в течение семестра в установленном порядке.

