

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Алтайский государственный педагогический университет»
Бийский филиал им. В.М. Шукшина

Кафедра математики, физики, информатики



Утверждено
Директор Бийского филиала
им. В.М. Шукшина АлтГПУ
Т.В. Гаврутенко
2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.04 ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОГО ПЕРЕМЕННОГО

Направление подготовки

44.03.05 Педагогическое образование
(с двумя профилями подготовки)

Профиль подготовки
Квалификация выпускника

Информатика и Математика
бакалавр

Форма обучения

заочная

Составитель:

кандидат физико-математических наук,
доцент

 Г.С. Шилинг

Бийск 2026

РЕКОМЕНДОВАНО К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

на заседании кафедры математики, физики, информатики

(протокол № 10 от 06 марта 2026 г.)

Заведующий кафедрой
математики, физики, информатики



_____ Г.С. Шилинг

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 ЦЕЛЬ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория функций действительного переменного - одна из обязательных дисциплин математических факультетов педагогических вузов, так как теория множеств и теория функций является основой для математического образования. Для изучения данной дисциплины требуется владение основами математического анализа и линейной алгебры.

Цель дисциплины - формирование систематических знаний о методах теории функций, её месте и роли в системе математических наук; расширение и углубление понятий: функция, мера, интеграл.

1.2 ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Студент должен знать: основные понятия курса (мощность, мера множества, счетные множества, метрические пространства и др.)

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Теория функций действительного переменного» относится к вариативной части профессионального цикла (Б1.В.04).

Для освоения дисциплины «Теория функций действительного переменного» используются знания, умения, навыки, способы деятельности и установки, полученные и сформированные в ходе изучения следующих дисциплин: «Математический анализ», «Алгебра», «Геометрия». Освоение данной дисциплины является основой для последующего изучения учебных дисциплин «Теория функций комплексного переменного», «Математическая логика» и др., а также курсов по выбору студентов, содержание которых связано с готовностью студента углубить свои знания в области теории функций действительного переменного.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих **компетенций**:

- Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1);
- Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач (ПК-1);
- Способен формировать развивающую образовательную среду для достижения личностных, предметных и метапредметных результатов обучения средствами преподаваемых учебных предметов (ПК-3).

Наименование и код индикаторов достижения компетенций:

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- ПК-1.1: Знает структуру, состав и дидактические единицы предметной области (преподаваемого предмета);

уметь:

- ПК-1.2: Умеет осуществлять отбор учебного содержания для его реализации в различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОСВО ОО;
- УК-1.2: Применяет логические формы и процедуры, способен к рефлексии по поводу собственной и чужой мыслительной деятельности.

владеть:

- ПК-3.1: Владеет способами интеграции учебных предметов для организации развивающей учебной деятельности (исследовательской, проектной, групповой и др.).

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		10
Аудиторные занятия (всего)	44	44
В том числе:		
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	26	26
из них практическая подготовка	26	
Семинары (С)		
Лабораторные работы (ЛР)		
Самостоятельная работа студентов (СРС) (всего)	64	64
В том числе:		
Подготовка к лекционным и практическим занятиям	24	24
Коллоквиум	10	10
Теоретический опрос	10	10
Индивидуальное домашнее задание	10	10
Подготовка к тестированию	10	10
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой
Общая трудоемкость час зачетные единицы	108	108
	3	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Содержание разделов (модулей) дисциплины

Модуль №1

Мощность множества. Эквивалентные множества, мощность множества, правило сравнения мощностей. Теорема Кантора-Бернштейна (без док-ва). Счетные множества и их основные свойства. Теоремы, доставляющие счетные множества. Счетность множества всех рациональных чисел и множества всех алгебраических чисел.

Несчетность множества всех действительных чисел. Континуум множества и их основные свойства. Теоремы, доставляющие континуум-множества.

Мощность множества всех подмножеств счетного множества

Мощность множества всех подмножеств непустого множеств. Следствие.

Модуль №2

Метрические пространства. Определение и примеры метрических пространств. Сходимость последовательности точек в метрическом пространстве. Основные понятия, относящиеся к множествам точек в метрическом пространстве.

Открытые и замкнутые множества, их основные свойства и связь между ними. Полные метрические пространства. Компактные множества.

Отображения в метрических пространствах, их предел, их непрерывность. Основные свойства непрерывных отображений компактов.

Теорема Банаха о сжимающем отображении и ее применение.

Модуль №3

Линейные нормированные пространства. Определение и примеры линейных пространств. Определение нормированного пространства, примеры нормированных пространств. Нормированное пространство как частный случай метрического пространства. Банахово пространство.

Скалярное произведение в линейном пространстве. Определение нормы через скалярное произведение. Гильбертово пространство.

Ортогональная и ортонормированная системы элементов в гильбертовом пространстве по ортонормированному базису.

Необходимое и достаточное условие того, что счетная ортонормированная система элементов образует базис гильбертова пространства.

Модуль №4

Множества на числовой прямой. Строение открытых и замкнутых множеств на числовой прямой. Совершенные множества, их структура. Канторово совершенное множество и его свойства.

Модуль №5.

Мера множества. Интеграл Лебега. Мера ограниченного множества по Лебегу. Свойства множеств, измеримых по Лебегу. Множество Кантора, его основные свойства. Измеримые функции и их свойства. Определение интеграла Лебега. Теорема о предельном переходе под знаком интеграла Лебега. Сравнение интегралов Римана и Лебега.

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ разделов данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин				
		1	2	3	4	5
1	Теория функций комплексного переменного	+	+	+	+	+
2	Дифференциальные уравнения	+	+	+	+	+
3	История математики	+	+	+	+	+
4	Физика	+	+	+	+	+
5	Методика обучения математике	+				

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Практ. зан.	В том числе в интерактивной форме	СРС	Всего
5 курс						
1	<i>Мощность множества.</i>	2	6	2 ч	24	32
2	<i>Метрические пространства.</i>	4	6	2 ч	10	20
3	<i>Линейные нормированные пространства.</i>	4	6	2 ч	10	20
4	<i>Множества на числовой прямой</i>	4	4	2 ч	10	18
5	<i>Мера множества. Интеграл Лебега.</i>	4	4	2 ч	10	18
	Зачёт	-	-	-	-	-
	Всего на 5 курсе:	18	26	10	64	108
В том числе с использованием интерактивных форм, технологий				лекц 4	практ 6	

Лекции (12 часов)

№ лекции	Содержание лекции	Рекомендуемая литература
1	Эквивалентные множества, мощность множества, правило сравнения мощностей. Теорема Кантора-Бернштейна (без док-ва). Счетные множества и их основные свойства. Теоремы, доставляющие счетные множества Счетность множества всех рациональных чисел и множества всех алгебраических чисел.	[1] глава I, §1, 2, 3 [2] глава I, §1, 2 [3] глава I, §1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 [1] глава I, §3 [2] глава I, §3 [3] глава I, §8, 9, глава II, §1 [1] глава I, §1, 2, 3 [2] глава I, §1, 2 [3] глава I, §1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 [1] глава I, §3 [2] глава I, §3 [3] глава I, §8, 9, глава II, §1
2	Несчетность множества всех действительных чисел. Континуум множества и их основные свойства. Теоремы, доставляющие континуум-множества. Мощность множества всех подмножеств счетного множества Мощность множества всех подмножеств непустого множеств. Следствие. Определение и примеры метрических пространств. Сходимость последовательности точек в метрическом пространстве. Основные понятия, относящиеся к множествам точек в метрическом пространстве. Открытые и замкнутые множества, их основные свойства и связь между ними. Полные метрические пространства. Компактные множества.	[1] глава I, §3 [3] глава II, §2, 3, 4 [1] глава I, §3 [1] глава I, §3 [3] глава II, §2, 3, 4 [1] глава I, §3 [1] глава II, §1 [2] глава II, §1, 2 [3] глава VII, §1, 2 [1] глава II, §2, 3, 6, 7 [2] глава II, §2, 3, 5, глава III, §1 [3] глава VII, §2, 3
3	Отображения в метрических пространствах, их предел, их непрерывность. Основные свойства непрерывных отображений компактов. Теорема Банаха о сжимающем отображении и ее применение.	[1] глава II, §3 [1] глава II, §4 [2] глава II, §4 [3] глава VII, §5, 6, 7, 8 [1] глава II, §3 [1] глава II, §4 [2] глава II, §4 [3] глава VII, §5, 6, 7, 8

№ лекции	Содержание лекции	Рекомендуемая литература
		[1] глава III, §1, 3 [2] глава VIII, §1 [3] глава X, §1 - 6 [1] глава III, § 4
4	Скалярное произведение в линейном пространстве. Определение нормы через скалярное произведение. Гильбертово пространство. Ортогональная и ортонормированная системы элементов в гильбертовом пространстве по ортонормированному базису. Необходимое и достаточное условие того, что счетная ортонормированная система элементов образует базис гильбертова пространства. Строение открытых и замкнутых множеств на числовой прямой.	[1] глава III, §1, 3 [2] глава VIII, §1 [3] глава X, §1 - 6 [1] глава III, § 4 [1] глава III, § 4 [2] глава VIII, § 2-5 [1] глава III, § 4 [1] глава II, §2 [2] глава III.
5	Мера ограниченного множества по Лебегу. Свойства множеств, измеримых по Лебегу. Множество Кантора, его основные свойства.	[1] глава V, § 1, 2, 3 [2] глава IV, [1] глава II, § 2 [2] глава IV. [1] глава V, § 4 [2] глава VII.
6	Измеримые функции и их свойства. Определение интеграла Лебега. Теорема о предельном переходе под знаком интеграла Лебега. Сравнение интегралов Римана и Лебега.	1] глава II, § 2 [2] глава IV. [1] глава V, § 4 [2] глава VII. [1] глава V, § 5 [2] глава V. [1] глава V, § 5 [2] глава V

Практические занятия (14 часов)

№ практ. занятия	Темы практических занятий	Рекомендуемая литература
1	Эквивалентные множества. Установление взаимно-однозначного соответствия между элементами двух множеств.	[4] №1а, б, 2б, 4а, 5, 27, 29, 33-43(н/ч), 56
2	Счетные множества и множества мощности континуума.	[4] № 62, 64, 66, 73, 77, 84, 101
3	Определение метрического пространства.	[4] № 112, 115, 117, 119, 121, 123
4	Основные понятия, относящиеся к множествам точек в метрических пространствах. Сходимость последовательностей точек в метрических пространствах.	[2] глава II, §2, упражнения на с.45-46(н/ч) Теоретическое занятие
5	Полные метрические пространства. Принцип вложенных шаров. Принцип сжатых отображений.	[2] глава II, §3, с.52 [2] глава II, §4, упражнения с.57
6	Линейное пространство. Нормированное линейное пространство. Ряды Фурье в произвольном гильбертовом пространстве.	[2] глава VIII, §1, с. 220(н/ч), §2 с.230(н/ч)
7	Свойства непрерывных функций на компактных замкнутых множествах. Интеграл Лебега.	[2] глава II, §5, упражнения на с.67

6. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Лабораторный практикум не предусмотрен.

7. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ (ПРОЕКТОВ)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература

1. *Натансон, И.П.* Теория функций вещественной переменной [Текст]: учебник для ВУЗов/ И.П. Натансон. – 5-е изд. - СПб.: Лань, 2018. – 560 с.
2. *Треногин, В. А.* Функциональный анализ: учебник для вузов [Текст]: / В. А. Треногин. - 4-е изд., испр. - М: ФИЗМАТЛИТ, 2017. - 488 с.
3. *Треногин, В. А.* Задачи и упражнения по функциональному анализу [Текст]: учебное пособие для вузов / В. А. Треногин, Б. М. Писаревский, Т. С. Соболева. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 240 с.

б) дополнительная литература

4. *Федоров, В. М.* Курс функционального анализа: учебник [Текст]: / В. М. Федоров. - СПб.: Лань, 2005. - 352 с. - Экземпляры: всего:1 - Ч.з.№2(1)
5. *Злобина, С.В* Математический анализ в упражнениях и задачах/Злобина С.В., Посицельская Л.Н., М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009, 360 с.

в) программное обеспечение:

1. Работа на компьютере проводится с использованием лицензионных версий операционной системы Microsoft Windows XP Prof.
2. Для работы в библиотеке используется общеузовское лицензионное программное обеспечение «Ирбис-64», в составе которого входят АРМ «Каталогизатор», АРМ «Читатель», АРМ «Администратор», АРМ «Комплектатор», Web-Ирбис (CZ39.50)
3. Лицензионная программа АУП (Шахты) – комплекс «Электронные ведомости»

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. Национальный цифровой ресурс Руконт. Режим доступа [<http://www.rucont.ru/>].
2. Университетская библиотека он-лайн. Режим доступа [<http://www.biblioclub.ru/>]. б) интернет-ресурсы 1. <http://www.4p.ru> 2. <http://marketing.com.ru>

д) Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

1. Организация самостоятельной работы студентов в учреждении высшего образования [Текст]: методические рекомендации / Сост.Е.Б. Манузина, Е.Э. Норина; Алтайская гос. Академия обр-я им. В.М. Шукшина. – Бийск: ФГБОУ ВПО «АГАО», 2014. – 84 с.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа:

Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью, с компьютерами, оснащенными комплектом лицензированного программного обеспечения (лицензионное программное обеспечение: Windows XP, Office2003, Иrbис; Свободно распространяемое программное обеспечение: 7Zip, Adobe Flash Player, Google Chrome, VLC media Player), мультимедиа проектор, экран для представления учебной информации большой аудитории обучающихся.

Учебные аудитории для проведения практических занятий:

Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью, с компьютерами, оснащенными комплектом лицензированного программного обеспечения (лицензионное программное обеспечение: Windows XP, Office2003, Иrbис; Свободно распространяемое программное обеспечение: 7Zip, Adobe Flash Player, Google Chrome, VLC media Player), мультимедиа проектор, экран для представления учебной информации большой аудитории обучающихся.

Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций:

Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью, с компьютерами, оснащенными комплектом лицензированного программного обеспечения (лицензионное программное обеспечение: Windows XP, Office2003, Иrbис; Свободно распространяемое программное обеспечение: 7Zip, Adobe Flash Player, Google Chrome, VLC media Player), мультимедиа проектор, экран для представления учебной информации большой аудитории обучающихся.

Учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации:

Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью, с компьютерами, оснащенными комплектом лицензированного программного обеспечения (лицензионное программное обеспечение: Windows XP, Office2003, Иrbис; Свободно распространяемое программное обеспечение: 7Zip, Adobe Flash Player, Google Chrome, VLC media Player) *с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.*

Помещения для самостоятельной работы:

Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью, с компьютерами, оснащенными комплектом лицензированного программного обеспечения (лицензионное программное обеспечение: Windows XP, Office2003, Иrbис; Свободно распространяемое программное обеспечение: 7Zip, Adobe Flash Player, Google Chrome, VLC media Player) *с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.*

Читальный зал, оснащенный автоматизированными и обычными рабочими местами, с компьютерами, оснащенными комплектом лицензированного программного обеспечения (Лицензионное программное обеспечение: Windows XP, Office2003, Kaspersky. Свободно распространяемое программное обеспечение: Google Chrome, 7Zip), копировальной машиной, принтерами, сканерами, с наличием автоматизированных рабочих мест для пользователей с проблемами зрения: специальное программное обеспечение, тифлофлешплееры, электронная лупа, читающая машина. Для обучающихся инвалидов и лиц с ОВЗ специализированные сервисы и информационные ресурсы при помощи программно-аппаратных комплексов:

- тифло-флеш-плееров Victor Reader Stream с удобной системой навигации;
- АРМ с проводными гарнитурами Jabra UC VOICE 550 Duo и Windows- приложением для преобразования речи в текст VOCO. Professional .;
- электронного видео-увеличителя Ruby.;
- сканирующего и читающего устройства Eye-Pal Vision;

- специализированного программного обеспечения Easy Converter для создания цифровых говорящих книг в формате DAIZY.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:

Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью: шкаф для хранения учебных наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации; стол, стул, компьютер, принтер, учебно-методические пособия.

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
Ауд. 185 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: наличие подключения к сети Интернет, переносное оборудование	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53
Ауд. 202 Спортивный зал Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель: спортивный инвентарь, спортивное оборудование	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53
Ауд. 212 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: наличие подключения к сети Интернет, переносное оборудование	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53
Ауд. 213 Мастерская группового проектирования Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: Компьютер для преподавателя, проектор, доска для проектора, наличие подключения к сети Интернет, переносное оборудование. <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> Операционная система Astra Linux Special Edition релиз СМОЛЕНСК Офисный пакет Р7-офис. Профессиональный (десктоповая версия) Обучающий контент по естественным наукам биологии, химии и физике для ученика/преподавателя Microsoft Windows7 PRO № лицензии 47775091, Microsoft Office7 Pro № лицензии 44811748 Антивирус Касперского Сублицензионный договор №6206 от 11.12.2023 Лицензия № 9kcsj-cv7du-cs39n-3v42c(250) СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Flash Player, Adobe Reader, 7-Zip, AIMP3, Foxit Reader, Google Chrome, K-Lite Codec Pack, Mozilla Firefox, Ashampoo Burning Studio 6 FREE, Far Manager, Open Office 4, FileZilla, GIMP, Blender, WinDjView, Inkscape, InternetCensor, Non Visual Desktop Access (NVDA), Айрен v2.3– редактор тестов, LibreOffice	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53
Ауд. 229 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: компьютеры, наличие подключения к сети Интернет, переносное оборудование. <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> ОС Windows 10PRO /PQR OEM Контракт №19/5-ЭА от 18.11.2019 (Поставка программно-аппаратного комплекса Студент) Microsoft Office - 2019 (коробочная версия) Договор пожертвования от 04.03.2020 Антивирус Касперского Сублицензионный договор №6206 от 11.12.2023 Лицензия № 9kcsj-cv7du-cs39n-3v42c(250) Консультант Плюс Договор №26 от 28.12.2023г ООО «Юркомп»	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53

Movavi Video Editor Academic Edition 2020 Лицензионный договор на использование программного обеспечения от 26.02.2021г Movavi Photo Editor 6 Лицензионный договор на использование программного обеспечения от 26.02.2021г ПАК NITRINO Контракт №19/5-ЭА от 18.11.2019 (Поставка программно-аппаратного комплекса Astra Linux Special Edition LibreOffice (текстовый редактор, табличный редактор, программа подготовки презентаций, механизм подключения к внешним СУБД, векторный графический редактор, редактор формул) <i>Редактор растровой графики</i> GIMP v2.8.14 <i>Воспроизведение мультимедиа</i> alsa v1.0.25 VLC v2.2.2 Лицензионный договор № РБТ-14/1617-01-ВУЗ на предоставление права использования программы для ЭВМ от 09.11.2017г СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Flash Player, Adobe Reader, 7-Zip, AIMP3, Foxit Reader, Google Chrome, K-Lite Codec Pack, Mozilla Firefox, Ashampoo Burning Studio 6 FREE, Far Manager, Open Office 4, FileZilla, GIMP, Blender, WinDjView, Inkscape, InternetCensor, Non Vigual Desktop Access (NVDA), Айрен v2.3– редактор тестов, LibreOffice	
Ауд. 234 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53
Ауд. 235 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: интерактивная панель с вычислительным блоком Товарный знак: ИКАР, Мобильный учебный класс (24 ноутбука с тележкой для хранения и подзарядки) наличие подключения к сети Интернет. <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> <i>Интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением ПО Ikar</i> <i>Контракт 14-ЭА от 18.08.22 ООО «Рудисплекс»</i> <i>Операционная система Astra Linux Special Edition релиз СМОЛЕНСК Офисный пакет Р7-офис. Профессиональный (desktopовая версия) Обучающий контент по естественным наукам биологии, химии и физике для ученика\преподавателя</i> <i>Контракт №9-ЭА/2022 от 16.08.2022 ООО Умика</i> Антивирус Касперского Сублицензионный договор №6206 от 11.12.2023 Лицензия № 9kcsj-cv7du-cs39n-3v42c(250), СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Flash Player, Adobe Reader, 7-Zip, AIMP3, Foxit Reader, Google Chrome, K-Lite Codec Pack, Mozilla Firefox, Ashampoo Burning Studio 6 FREE, Far Manager, Open Office 4, FileZilla, GIMP, Blender, WinDjView, Inkscape, InternetCensor, Non Vigual Desktop Access (NVDA), Айрен v2.3– редактор тестов, LibreOffice	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53
Ауд. 239 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: мобильный программно-аппаратный комплекс ноутбук Acer Nitro5 AN <i>ноутбуки</i> <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты</i> Операционная система ОС Windows 10PRO /SP Only USB RS BOX Контракт от 03.12.2021 №14\1 ООО «Парус Плюс» Интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением ПО Хранители знаний Детский развивающий интерактивный программный комплекс Контракт 35-ЭА от 10.11.21 ИП Куимов Алексей Анатольевич Антивирус Касперского Сублицензионный договор №6206 от 11.12.2023 Лицензия № 9kcsj-cv7du-cs39n-3v42c(250), СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Flash Player, Adobe Reader, 7-Zip, AIMP3, Foxit Reader, Google Chrome, K-Lite Codec Pack, Mozilla Firefox, Ashampoo Burning Studio 6 FREE, Far Manager, Open Office 4, FileZilla, GIMP, Blender, WinDjView, Inkscape, InternetCensor, Non Vigual Desktop Access (NVDA), Айрен v2.3– редактор тестов, LibreOffice	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53
Ауд. 240 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: мобильный программно-аппаратный комплекс ноутбук Acer Nitro5 AN <i>ноутбуки</i> Контракт №33-ЭА/2021 от 08.11.2021 ООО «Компания Грант Сервис»	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53

<i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> Операционная система ОС Windows 10PRO /SP Only USB RS BOX Контракт от 03.12.2021 №14\1 ООО «Парус Плюс» Интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением ПО Хранители знаний Детский развивающий интерактивный программный комплекс Контракт 35-ЭА от 10.11.21 ИП Куимов Алексей Анатольевич Антивирус Касперского Сублицензионный договор СЦ-00008996от 12.12.2022 Лицензия № 26FE-221215-105649-5-36788(250) СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Flash Player, Adobe Reader, 7-Zip, AIMP3, Foxit Reader, Google Chrome, K-Lite Codec Pack, Mozilla Firefox, Ashampoo Burning Studio 6 FREE, Far Manager, Open Office 4, FileZilla, GIMP, Blender, WinDjView, Inkscape, InternetCensor, Non Vigual Desktop Access (NVDA), Айрен v2.3– редактор тестов, LibreOffice	
Ауд. 315 Компьютерный класс Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: компьютеры, наличие подключения к сети Интернет, переносное оборудование Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа ОС Windows 10PRO /SP Only USB RS BOX Контракт от 03.12.2021 №14\1 ООО «Парус Плюс» Антивирус Касперского Сублицензионный договор №6206 от 11.12.2023 Лицензия № 9kcsj-cv7du-cs39n-3v42c(250) СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Flash Player, Adobe Reader, 7-Zip, AIMP3, Foxit Reader, Google Chrome, K-Lite Codec Pack, Mozilla Firefox, Ashampoo Burning Studio 6 FREE, Far Manager, Open Office 4, FileZilla, GIMP, Blender, WinDjView, Inkscape, InternetCensor, Non Vigual Desktop Access (NVDA), Айрен v2.3– редактор тестов, LibreOffice	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53
Ауд. 317 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53
Ауд. 318 Аудитория междисциплинарного проектирования Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: Интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением ПО Ikar Notebook Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты Контракт 29-ЭА от 12.11.21 ООО «Рудисплекс» Антивирус Касперского Сублицензионный договор №6206 от 11.12.2023 Лицензия № 9kcsj-cv7du-cs39n-3v42c(250) СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Flash Player, Adobe Reader, 7-Zip, AIMP3, Foxit Reader, Google Chrome, K-Lite Codec Pack, Mozilla Firefox, Ashampoo Burning Studio 6 FREE, Far Manager, Open Office 4, FileZilla, GIMP, Blender, WinDjView, Inkscape, InternetCensor, Non Vigual Desktop Access (NVDA), Айрен v2.3– редактор тестов, LibreOffice	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53
Ауд. 319 Лаборатория «Онлайн – образования» Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: Интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением ПО Ikar Контракт 14-ЭА от 18.08.22 ООО «Рудисплекс» 4 мобильных компьютерных класса DEPO VIP 1530 Контракт №9-ЭА/2022 от 16.08.2022 ООО Умика Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты Операционная система Astra Linux Special Edition релиз СМОЛЕНСК Офисный пакет Р7-офис. Профессиональный (десктоповая версия) Обучающий контент по естественным наукам биологии, химии и физике для ученика\преподавателя Антивирус Касперского Сублицензионный договор №6206 от 11.12.2023 Лицензия № 9kcsj-cv7du-cs39n-3v42c(250) СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Flash Player, Adobe Reader, 7-Zip, AIMP3, Foxit Reader, Google Chrome, K-Lite Codec Pack, Mozilla Firefox, Ashampoo Burning Studio 6 FREE, Far Manager, Open Office 4, FileZilla, GIMP, Blender, WinDjView, Inkscape, InternetCensor, Non Vigual Desktop Access (NVDA), Айрен v2.3– редактор тестов, LibreOffice	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53
Ауд. 320 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53

консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением, наличие подключения к сети Интернет. <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> Интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением ПО Ikar Контракт 14-ЭА от 18.08.22 ООО «Рудисплекс» Антивирус Касперского Сублицензионный договор №6206 от 11.12.2023 Лицензия № 9kcsj-cv7du-cs39n-3v42c(250) СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Flash Player, Adobe Reader, 7-Zip, AIMP3, Foxit Reader, Google Chrome, K-Lite Codec Pack, Mozilla Firefox, Ashampoo Burning Studio 6 FREE, Far Manager, Open Office 4, FileZilla, GIMP, Blender, WinDjView, Inkscape, InternetCensor, Non Vigual Desktop Access (NVDA), Айрен v2.3– редактор тестов, LibreOffice	
Ауд. 321 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: мультимедиакомплект, ноутбук, наличие подключения к сети Интернет. <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> мобильный компьютерный класса RAYbook - 16шт ОС Windows 10PRO PQR OEM Контракт №30-ЭА от 01.11.21 ООО «ЦМИТ» Антивирус Касперского Сублицензионный договор №6206 от 11.12.2023 Лицензия № 9kcsj-cv7du-cs39n-3v42c(250), СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Flash Player, Adobe Reader, 7-Zip, AIMP3, Foxit Reader, Google Chrome, K-Lite Codec Pack, Mozilla Firefox, Ashampoo Burning Studio 6 FREE, Far Manager, Open Office 4, FileZilla, GIMP, Blender, WinDjView, Inkscape, InternetCensor, Non Vigual Desktop Access (NVDA), Айрен v2.3– редактор тестов, LibreOffice	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53
Ауд.340 Компьютерный класс Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: компьютеры, наличие подключения к сети Интернет, переносное оборудование <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> Microsoft Office 10 PRO, ОС Microsoft Windows 10 PRO, Контракт № 19/6 – ЭА от 18.11.2019 Класс VR: Контракт № 19/2 – ЭА от 18.11.2019 Антивирус Касперского Сублицензионный договор №6206 от 11.12.2023 Лицензия № 9kcsj-cv7du-cs39n-3v42c(250) Компас 3D v19 (10 рабочих мест) Сублицензионный договор № 3ск-20-0038 от 02.03.2020г. Astra Linux Special Edition LibreOffice (текстовый редактор, табличный редактор, программа подготовки презентаций, механизм подключения к внешним СУБД, векторный графический редактор, редактор формул) Редактор растровой графики Лицензионный договор № РБТ-14/1617-01-БУЗ на предоставление права использования программы для ЭВМ от 09.11.2017г. 18.11.2019 (Поставка программно-аппаратного комплекса Студент) Акт приема передачи прав 25.02.2022г. СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: 2 ГИС, 7-Zip, Adobe License: Adobe Flash Player; Adobe Reader, AIMP3, BurnAware Free, CCleaner, Defraggler, Far Manager, Firebird, Foxit Reader, GNU (Geniral Public, sense или аналог) Version 2: Auda City; Blender; DB Designer; FileZilla; Inscapе; Open Office 4; Virtual Dub, VLC Media player; Oracle Virtual Box, GNU (Geniral Public License или аналог) Version 3, Gimp; K-LiteKodecPack, XAMPP, Google Chrome, HEFS, IBExpert, MyTestX, Notepad++, Pascal ABC, Денвер, ictnзор, InternetCensor, Non Vigual Desktop Access (NVDA) Айрен v2.3– редактор тестов, LibreOffice	Российская Федерация, 659300 г. Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53
Ауд. 407 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: компьютер для преподавателя, проектор, экран для проектора, наличие подключения к сети Интернет, переносное оборудование. <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты Microsoft Windows7 PRO 44718194,</i> Microsoft Office7 Pro 44039700, Антивирус Касперского Сублицензионный договор №6206 от 11.12.2023 Лицензия № 9kcsj-cv7du-cs39n-3v42c(250) СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Flash Player, Adobe Reader, 7-Zip, AIMP3, Foxit Reader, Google Chrome, K-Lite Codec Pack, Mozilla Firefox, Ashampoo Burning Studio 6 FREE, Far Manager, Open Office 4, FileZilla, GIMP, Blender, WinDjView, Inkscape, InternetCensor, Non Vigual Desktop Access (NVDA), Айрен v2.3– редактор тестов, LibreOffice	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53
Ауд. 409	Российская Федерация, 659333,

Кабинет К.Д.Ушинского /комната для совещания экспертов. Специализированная мебель. Технические средства обучения: интерактивный комплекс NexTouch, камера, аудиосистема. Перечень лицензионного программного обеспечения BOOCO Demoeexam.	Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53
Ауд. 410 Экспертная комната. Специализированная мебель: 4 компьютера, наушники, колонки, аудиосистема. Перечень лицензионного программного обеспечения BOOCO Demoeexam.	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53
Ауд. 411 Учебная аудитория для проведения профессиональных демонстрационных экзаменов. Специализированная мебель. Технические средства обучения: интерактивный комплекс NexTouch, камера, аудиосистема. Перечень лицензионного программного обеспечения BOOCO Demoeexam, ПАК куратора.	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53
Ауд. 414 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением, наличие подключения к сети Интернет. <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> <i>Интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением ПО Ikar Notebook</i> <i>Контракт 29-ЭА от 12.11.21 ООО «РyДисплекс»</i> <i>Антивирус Касперского Сублицензионный договор №6206 от 11.12.2023 Лицензия № 9kcsj-cv7du-cs39n-3v42c(250),</i> СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Flash Player, Adobe Reader, 7-Zip, AIMP3, Foxit Reader, Google Chrome, K-Lite Codec Pack, Mozilla Firefox, Ashampoo Burning Studio 6 FREE, Far Manager, Open Office 4, FileZilla, GIMP, Blender, WinDjView, Inkscape, InternetCensor, Non Vigual Desktop Access (NVDA), Айрен v2.3– редактор тестов, LibreOffice	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53
Ауд. 416 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель. Технические средства обучения: телевизор LG, ноутбук наличие подключения к сети Интернет. <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> <i>Интерактивный стол IRBIS ПО Microsoft Win 10 Professional</i> <i>Контракт 44-ЭА от 22.11.21 ООО «Технологии инновации»</i> <i>Антивирус Касперского Сублицензионный договор №6206 от 11.12.2023 Лицензия № 9kcsj-cv7du-cs39n-3v42c(250)</i> СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Flash Player, Adobe Reader, 7-Zip, AIMP3, Foxit Reader, Google Chrome, K-Lite Codec Pack, Mozilla Firefox, Ashampoo Burning Studio 6 FREE, Far Manager, Open Office 4, FileZilla, GIMP, Blender, WinDjView, Inkscape, InternetCensor, Non Vigual Desktop Access (NVDA), Айрен v2.3– редактор тестов, LibreOffice	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53

**ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ТЕХНОПАРК «КВАНТОРИУМ ИМ. К.Д. УШИНСКОГО»
МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАБИНЕТОВ**

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
Ауд. 1-102 Кабинет для проведения занятий технологической направленности Комплект учебной мебели. Технические средства: интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением, ноутбуки, образовательный конструктор с комплектом датчиков, образовательный набор по механике, мехатронике и робототехнике (6 комплектов), образовательный набор по электронике, электромеханике и микропроцессорной технике, образовательный набор для изучения многокомпонентных робототехнических систем и манипуляционных роботов, комплект для изучения операционных систем реального времени и систем управления автономных мобильных роботов, четырёхосевой учебный робот-манипулятор с модульными сменными насадками, комплект полей и соревновательных элементов, образовательный модуль для углубленного изучения механики, мехатроники и САУ, лаборатория исследования окружающей среды, альтернативных	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53

источников энергии, материалов и инженерных конструкций, автономный робот манипулятор с колесами всенаправленного движения, базовый робототехнический набор, ресурсный робототехнический набор, датчик цвета базового робототехнического набора, ультразвуковой датчик базового робототехнического набора, зарядное устройство, образовательный набор по изучению технологий реверсивного инжиниринга, образовательный набор по изучению аддитивных технологий и быстрого прототипирования, станок лазерной резки с числовым программным управлением и системой фильтрации воздуха. <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> ПО Microsoft Win 10 Professional 32/64 bit SP2 Only USB RS Box Контракт 14/1 от 03.12.21 ООО «Парус Плюс» Microsoft Office - 2019 (коробочная версия) Договор пожертвования от 06.05.2022 Цифровые лаборатории по физике, химии, биологии ПО Releon Camera 1.1, Releon Lite 3.63 Контракт 51-ЭА от 30.11.21 ООО «Константа» Оборудование технологического профиля (Роботы, 3d сканер, 3d принтер) Контракт 7-ЭА от 23.09.21 ООО «Константа» Учебно-исследовательские лаборатории биосигналов и нейротехнологий ПО BiTronies Studio 5.1.10 Контракт 5-ЭА от 23.09.21 ООО «Спецкомплект» Цифровые микроскопы ПО TouP Cam Контракт 4-ЭА от 20.09.21 ИП Вебер Ольга Сергеевна Интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением ПО Ikar Notebook Контракт 29-ЭА от 12.11.21 ООО «РуДисплейс» ПАК NITRINO Контракт №55-ЭА от 30.11.2021 ООО «Парус Плюс» Станок лазерной резки с ЧПУ и системой фильтрации воздуха (облачный режим www.gweikecloud.com) Контракт №10 от 18.10.2021г. ООО «УК «Восточная Сибирь» Антивирус Касперского Сублицензионный договор №6206 от 11.12.2023 Лицензия № 9kcsj-cv7du-cs39n-3v42c(250) СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Reader, 7-Zip, Google Chrome, Far Manager, Libre Office	
Ауд. 1-103 Кабинет для записи вебинаров и презентационного контента Комплект учебной мебели, флипчарт. Технические средства: студия для создания презентаций/онлайн-вебинаров /демонстрации опытов, УКФ-проектор, крепление, ноутбук и магнитно-маркерное покрытие. <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> Презентационное оборудование ПАК ТелеВидеоData, ВидеоДистант ПО Microsoft Win 10 Professional Контракт 8-ЭА от 27.09.21 ООО «ТСН-Сиб» Антивирус Касперского Сублицензионный договор №6206 от 11.12.2023 Лицензия № 9kcsj-cv7du-cs39n-3v42c(250) СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Reader, 7-Zip, Google Chrome, Far Manager, Libre Office	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53
Ауд. 1-107 – 1-111 Кабинет для проведения занятий естественно-научной направленности Комплект учебной мебели. Комплект лабораторной мебели. Технические средства: интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением, встроенные вычислительные блоки, цифровые лаборатории по химии (базовый уровень), биологии (базовый уровень), физике (стандартный уровень), учебно-исследовательская лаборатория биосигналов и нейротехнологий, микроскопы цифровые, лабораторное оборудование по физике, по химии, аппарат Киппа, баня комбинированная лабораторная, дозатор тип 1, дозатор тип 2, дозатор тип 3, магнитная мешалка, колбы, стерилизатор для лабораторной посуды воздушный, комплект изделий из керамики, фарфора и фаянса, набор пробирок, чаша кристаллизационная, комплект мерных колб, пробирки. <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> Цифровые лаборатории по физике, химии, биологии ПО Releon Camera 1.1, Releon Lite 3.63 Контракт 51-ЭА от 30.11.21 ООО «Константа» Учебно-исследовательские лаборатории биосигналов и нейротехнологий ПО BiTronies Studio 5.1.10 Контракт 5-ЭА от 23.09.21 ООО «Спецкомплект» Интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением ПО Ikar Notebook Контракт 29-ЭА от 12.11.21 ООО «РуДисплейс» Антивирус Касперского Сублицензионный договор №6206 от 11.12.2023 Лицензия № 9kcsj-cv7du-cs39n-3v42c(250) СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Reader, 7-Zip, Google Chrome, Far Manager, Libre Office	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53

**ТЕХНОПАРК УНИВЕРСАЛЬНЫХ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ
МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАБИНЕТОВ**

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме)
---	---

	дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
Ауд. 154-167 Технопарк универсальных педагогических компетенций Комплект учебной мебели, флипчарт. Технические средства: Атомные спектры двуэлектронных систем He, Hg, камера для триногулярных микроскопов, комплект для проведения экспериментов по лучевой диагностике и визуализации, программно-аппаратный комплекс топографического изучения строения организма человека, ресурсный набор анализа материалов для проведения экспериментов по лучевой диагностике и визуализации, ресурсный набор рентгеноструктурный анализ материалов для проведения экспериментов по лучевой диагностике и визуализации, съёмная рентгеновская трубка Mo tube, съёмная рентгеновская трубка W tube, тринокулярный микроскоп для преподавателя 1000x, предметный столик, план-ахроматическая "бесконечная оптика", лабораторный набор по генетике и материалы, трис-боратный буфер для электрофореза, шлем виртуальной реальности профессиональный HTC Vive Cosmos, шлем виртуальной реальности профессиональный HTC Vive Focus Plus, очки дополненной реальности Epson, камера 360 профессиональная Insta360 Pro, камера 360 любительская Insta360 One, стационарный персональный компьютер Parus 2021, интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением. <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> Интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением ПО Ikar Notebook Контракт 29-ЭА от 12.11.21 ООО «Рудисплекс» Программно-аппаратный комплекс топографического изучения строения организма ПО 3datlas Контракт 12-ЭА от 18.10.21 ООО «Научные приборы и системы» Оборудование для проведения экспериментов по лучевой диагностике и визуализации (рентгенография) Контракт 13-ЭА от 18.10.21 ООО «Научные приборы и системы» Профессиональные оптические приборы ПО TouP Cam Контракт 14-ЭА от 18.10.21 ООО «Научные приборы и системы» Учебно-демонстрационное оборудование (Цифровая лаборатория по физике ПО Releon Lite 3.63) Контракт 15-ЭА от 18.10.21 ООО «Научные приборы и системы» «VR» - оборудование Контракт 22-ЭА от 28.10.2021 ИП Кузьменко Денис Евгеньевич Антивирус Касперского Сублицензионный договор №6206 от 11.12.2023 Лицензия № 9kcsj-cv7du-cs39n-3v42c(250) СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Reader, 7-Zip, Google Chrome, Far Manager, Libre Office	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53
Ауд. 307 Кабинет по робототехнике Комплект учебной мебели. Комплект лабораторной мебели. Технические средства: Автономный робот манипулятор с колесами всенаправленного действия, стационарный персональный компьютер Parus 2021, комплект для изучения операционных систем реального времени и систем управления автономных мобильных роботов. <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> ПО Microsoft Win 10 Professional 32/64 bit SP2 Only USB RS Box Контракт 14/1 от 03.12.21 ООО «Парус Плюс» Microsoft Office - 2019 (коробочная версия) Договор пожертвования от 06.05.2022 ПАК NITRINO Контракт №55-ЭА от 30.11.2021 ООО «Парус Плюс» Операционная система РЭД ОС Муром 7.3.1 Соглашение № 441/11-21У от 30.11.21г. ООО «Ред Софт» Акт приема передачи прав 06.12.2021г. Соглашение о конфиденциальности №440/11-21К Стационарные персональные компьютеры Parus 2021Core i5 10400F Контракт №55-ЭА/2021 от 30.11.2021 ООО «Парус Плюс» Антивирус Касперского Сублицензионный договор №6206 от 11.12.2023 Лицензия № 9kcsj-cv7du-cs39n-3v42c(250) Консультант Плюс Договор №26 от 28.12.2023г ООО «Юркомп» СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Reader, 7-Zip, Google Chrome, Far Manager, Libre Office	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53
Ауд. 413 Комплект учебной мебели. Комплект лабораторной мебели. Технические средства: VR» - оборудование Контракт 22-ЭА от 28.10.2021 ИП Кузьменко Денис Евгеньевич <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> «VR» - оборудование Антивирус Касперского Сублицензионный договор №6206 от 11.12.2023 Лицензия № 9kcsj-cv7du-cs39n-3v42c(250) СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Reader, 7-Zip, Google Chrome, Far Manager, Libre Office	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53
Ауд. 417 Комплект учебной мебели. Комплект лабораторной мебели. Технические средства: Интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением, учебно-	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53

демонстрационное оборудование для реализации образовательных программ по предмету «Физика». <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> Антивирус Касперского Сублицензионный договор №6206 от 11.12.2023 Лицензия № 9kcsj-cv7du-cs39n-3v42c(250) СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Reader, 7-Zip, Google Chrome, Far Manager, Libre Office	
Ауд. 420 Комплект учебной мебели. Комплект лабораторной мебели. Технические средства: Интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением, учебно-демонстрационное оборудование для реализации образовательных программ по предмету «Физика». <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> Антивирус Касперского Сублицензионный договор №6206 от 11.12.2023 Лицензия № 9kcsj-cv7du-cs39n-3v42c(250) СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Reader, 7-Zip, Google Chrome, Far Manager, Libre Office	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53
Ауд. 421 Комплект учебной мебели. Комплект лабораторной мебели. Технические средства: интерактивный комплекс с вычислительным блоком и мобильным креплением, учебно-демонстрационное оборудование для реализации образовательных программ по предмету «Физика». <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</i> Операционная система Astra Linux Special Edition релиз СМОЛЕНСК Офисный пакет Р7-офис. Профессиональный (десктоповая версия) Обучающий контент по естественным наукам биологии, химии и физике для ученика/преподавателя 4 мобильных компьютерных класса DEPO VIP 1530 Контракт №9-ЭА/2022 от 16.08.2022 ООО Умика Антивирус Касперского Сублицензионный договор №6206 от 11.12.2023 Лицензия № 9kcsj-cv7du-cs39n-3v42c(250) Консультант Плюс Договор №26 от 28.12.2023г ООО «Юркомп» СПО по лицензионным соглашениям в свободном распространении, в том числе по GNUGeneralPublicLicense и аналогам: Adobe Reader, 7-Zip, Google Chrome, Far Manager, Libre Office	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53

Помещение для самостоятельной работы

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
Ауд. 335 Читальный зал аудитория для самостоятельной работы Специализированная мебель. Технические средства обучения: моноблоки, многофункциональное устройство «Pantum», специализированное рабочее место «ЭлНот300»: ноутбук с программным обеспечением для незрячих и слабовидящих людей (программа экранного доступа для незрячих и слабовидящих, экранный увеличитель и программа для создания, хранения и управления текстовыми и голосовыми заметками). Voco Professional: гарнитураJabra с Windows- приложением для преобразования речи в текст, читающая машина Eye-Pal Vision? Электронный ручной видео-увеличитель Rudy. Специальное устройство для чтения «говорящих книг» (тифлофлешплеер) «Victor Reader Stream» Специализированное программное обеспечение для создания цифровых гворящих книг в формате DAISY «Easy Converter» <i>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты</i> Автоматизированная библиотечная информационная система «Ирбис» Договор №128/29-02-12 от 29.02.2012г.; Договор №С 2-05-11 от 12.05.2012г.; Договор № С 4-06-14, от 17 июня 2014г. (ФГБОУ ВПО "Омский государственный технический университет") Антивирус Касперского Сублицензионный договор №6206 от 11.12.2023 Лицензия № 9kcsj-cv7du-cs39n-3v42c(250), Консультант Плюс Договор №26 от 28.12.2023г ООО «Юркомп»	Российская Федерация, 659333, Алтайский край, г. Бийск, ул. Владимира Короленко, д. 53

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1 Методические рекомендации для преподавателей

Основными разделами курса ТФДП в педагогическом вузе традиционно являются: мощность множества, счётные и несчётные множества, строение замкнутых и открытых множеств на числовой прямой, мера Лебега, множества и функции, измеримые по Лебегу, интеграл Лебега, понятие метрического пространства, полные метрические пространства, ряды Фурье в произвольном Гильбертовом пространстве.

Основными формами работы являются лекции, практические занятия и самостоятельная работа студентов, используются также интерактивные формы (презентации, проблемные лекции, диспут).

Текущий контроль в течение семестра осуществляется посредством оценки выполнения еженедельных домашних работ, защит индивидуальных заданий, а также при проведении аудиторных контрольных работ и тестирования. Итоговый контроль предполагает зачёт в конце 7 семестра.

10.2 Методические рекомендации для студентов

В конце 7 семестра студент должен знать основные понятия, определения и теоремы, а также уметь решать базовые задачи по разделам: метрические пространства, мощность множества, линейное нормированное пространство, множества на числовой прямой, мера множества, интеграл Лебега.

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Фонд оценочных средств разработан для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине **«Теория функций действительного переменного»** и входит в состав основной образовательной программы по направлению подготовки: 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)» (профиль «Математика и Информатика») (квалификация «Бакалавр»), реализуемой при подготовке обучающихся в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет имени В.М. Шукшина». Фонд оценочных средств предназначен для проверки сформированности компетенций, заявленных в программе дисциплины **«Теория функций действительного переменного»** в соответствии с учебным планом 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)» (профиль «Математика и Информатика») (квалификация «Бакалавр»).

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

- Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1);
- Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач (ПК-1);
- Способен формировать развивающую образовательную среду для достижения личностных, предметных и метапредметных результатов обучения средствами преподаваемых учебных предметов (ПК-3).

Компетенции, этапы	Индикаторы	Оценочные средства
УК-1 ПК-1 ПК-3 10 этап	Знать: - ПК-1.1: Знает структуру, состав и дидактические единицы предметной области (преподаваемого предмета);	Практико-ориентированное задание: коллоквиум, практическая работа, контрольная работа.
	Уметь: - ПК-1.2: Умеет осуществлять отбор учебного содержания для его реализации в различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОСВО ОО; - УК-1.2: Применяет логические формы и процедуры, способен к рефлексии по поводу собственной и чужой мыслительной деятельности.	
	Владеть: - ПК-3.1: Владеет способами интеграции учебных предметов для организации развивающей учебной деятельности (исследовательской, проектной, групповой и др.).	

Компетенция УК-1 с указанием этапа формирования в процессе освоения образовательной программы

Компетенция УК-1 (Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач) формируется на десятом этапе (5 курс) формирования компетенций.

Компетенция УК-1 формировалась в процессе изучения данной дисциплины и продолжит формироваться на следующих курсах в процессе изучения других учебных дисциплин, прохождения практик и итоговой государственной аттестации (Защита выпускной квалификационной работы).

Типовое контрольное задание для оценки сформированности данной компетенции направлено на демонстрацию готовности осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

Компетенция ПК-1 с указанием этапа формирования в процессе освоения образовательной программы

Компетенция ПК-1 (Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач) формируется на десятом этапе (5 курс) формирования компетенций.

Компетенция ПК-1 формировалась в процессе изучения данной дисциплины и продолжит формироваться на следующих курсах в процессе изучения других учебных дисциплин, прохождения практик и итоговой государственной аттестации (Защита выпускной квалификационной работы).

Типовое контрольное задание для оценки сформированности данной компетенции направлено на демонстрацию готовности осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач.

Компетенция ПК-3 с указанием этапа формирования в процессе освоения образовательной программы

Компетенция ПК-3 (Способен формировать развивающую образовательную среду для достижения личностных, предметных и метапредметных результатов обучения средствами преподаваемых учебных предметов) формируется на десятом этапе (5 курс) формирования компетенций.

Компетенция ПК-3 формировалась в процессе изучения данной дисциплины и продолжит формироваться на следующих курсах в процессе изучения других учебных дисциплин, прохождения практик и итоговой государственной аттестации (Защита выпускной квалификационной работы).

Типовое контрольное задание для оценки сформированности данной компетенции направлено на демонстрацию готовности формировать развивающую образовательную среду для достижения личностных, предметных и метапредметных результатов обучения средствами преподаваемых учебных предметов.

1. Типовое контрольное задание на этапе формирования УК-1, ПК-1, ПК-3:

**ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ ПО КУРСУ «ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ
ДЕЙСТВИТЕЛЬНОГО ПЕРЕМЕННОГО»**
(контрольное задание на этапе формирования компетенции)

1. Эквивалентные множества их свойства. Мощность множества, сравнение мощностей. Теорема Кантора-Бернштейна.
2. Теорема о существовании множеств сколь угодно больших мощностей.
3. Счетные множества и их свойства.
4. Счетность множества всех рациональных чисел и множества всех алгебраических чисел.
5. Теоремы о бесконечных множествах. Характеристическое свойство бесконечных множеств.
6. Несчетность множества всех действительных чисел отрезка $[0;1]$ и множества действительных чисел.
7. Теоремы о континуум множествах.
8. Определение и примеры метрических пространств. Сходимость последовательности точек в метрическом пространстве.
9. Основные понятия, относящиеся к множествам точек метрического пространства.
10. Открытые и замкнутые множества, их основные свойства и связь между ними.
11. Полные метрические пространства, их свойства.
12. Принцип сжимающих отображений. Теорема Банаха и ее применение.
13. Определение и примеры линейных пространств. Линейные нормированные пространства, примеры. Нормированное пространство как частный случай метрического пространства. Банахово пространство.
14. Линейные пространства со скалярным произведением. Определение нормы через скалярное произведение. Гильбертово пространство.
15. Линейные операторы и функционалы, их свойства.
16. Строение открытых и замкнутых множеств на числовой прямой.
17. Канторово совершенное множество и его свойства.
18. Мера ограниченного множества по Лебегу. Свойства множеств, измеримых по Лебегу.
19. Множество Кантора, его основные свойства.

20. Измеримые функции и их свойства.
21. Определение интеграла Лебега. Теорема о предельном переходе под знаком интеграла Лебега.
22. Сравнение интегралов Римана и Лебега.

2. *Типовое контрольное задание на этапе формирования УК-1, ПК-1, ПК-3:*

Коллоквиум

(контрольное задание на этапе формирования компетенции)

Программа коллоквиума №1

1. Эквивалентные множества их свойства. Мощность множества, сравнение мощностей. Теорема Кантора-Бернштейна.
2. Теорема о существовании множеств сколь угодно больших мощностей.
3. Счетные множества и их свойства.
4. Счетность множества всех рациональных чисел и множества всех алгебраических чисел.
5. Теоремы о бесконечных множествах. Характеристическое свойство бесконечных множеств.
6. Несчетность множества всех действительных чисел отрезка $[;1]$ и множества действительных чисел.
7. Теоремы о континуум множествах.

Программа коллоквиума №2

1. Определение и примеры метрических пространств. Сходимость последовательности точек в метрическом пространстве.
2. Основные понятия, относящиеся к множествам точек метрического пространства.
3. Открытые и замкнутые множества, их основные свойства и связь между ними.
4. Полные метрические пространства, их свойства.
5. Принцип сжимающих отображений. Теорема Банаха и ее применение.

3. *Типовое контрольное задание на этапе формирования УК-1, ПК-1, ПК-3:*

Теоретическое занятие

(контрольное задание на этапе формирования компетенции)

Вопросы для теоретического занятия (модуль №3 и №4)

1. Определение и примеры линейных пространств. Линейные нормированные пространства, примеры. Нормированное пространство как частный случай метрического пространства. Банахово пространство.
2. Линейные пространства со скалярным произведением. Определение нормы через скалярное произведение. Гильбертово пространство.
3. Линейные операторы и функционалы, их свойства.
4. Строение открытых и замкнутых множеств на числовой прямой.
5. Канторово совершенное множество и его свойства.

Вопросы для теоретического занятия (модуль №5)

1. Мера ограниченного множества по Лебегу. Свойства множеств, измеримых по Лебегу.
2. Множество Кантора, его основные свойства.
3. Измеримые функции и их свойства.
4. Определение интеграла Лебега. Теорема о предельном переходе под знаком интеграла Лебега.
5. Сравнение интегралов Римана и Лебега.

4. *Типовое контрольное задание на этапе формирования УК-1, ПК-1, ПК-3:*

Контрольная работа

(контрольное задание на этапе формирования компетенции)

ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Методические указания по выполнению контрольной работы

Одной из задач исследования является помощь преподавателю, читающему курс «Теория функций действительного переменного», в составлении вариантов контрольной работы, а также на их основе подготовки типового варианта контрольной работы с решением и указаниями.

Контрольная работа по дисциплине «Теория функций действительного переменного» состоит из двух частей.

Первая часть охватывает темы: «Множества» и «Мощность множества». Основная часть заданий отведена операциям над множествами: дополнения, пересечения, объединения конечного и бесконечного числа элементов множеств. Восьмое задание рассчитано на понимание студентами (будущими учителями) этапа завершения решения уравнений, неравенств, где в ответе нужно представлять либо объединение полученных решений, либо их пересечение.

Некоторые задания рассматривают отображения: «в», «на», взаимно однозначное. Эти отображения задаются не только графически, но и аналитически. В тринадцатой задаче студентам предлагается самостоятельно выбрать способ задания отображения. Особое внимание в контрольной работе уделяется взаимно однозначному соответствию, понимание которого необходимо в дальнейшем при прохождении тем: «Счетное множество» и других.

Последнее задание рассчитано на нахождение мощности множеств. Большая часть подпунктов этого задания на применение основных теорем о счетных множествах. Также имеются задания, где множество имеет мощность континуум.

Вторая часть называется «Метрические пространства». Первые два задания на проверку аксиом метрического пространства.

Следующие задания касаются основных понятий теории метрических пространств, в частности, замкнутых и открытых множеств, а также ε -окрестности точки метрического пространства.

В последнем задании требуется найти расстояние между двумя точками метрического пространства.

Имеются также задачи на сжимающие отображения, применение теоремы Банаха. В контрольной работе имеются задачи на нормирование метрических пространств.

Проработка подготовленных вариантов показала, что необходимо четко указать в каких заданиях студенту необходимо дать только ответ, не предоставляя решения, а где подробно обосновать свое решение, воспроизводить ли данные рисунки и другое.

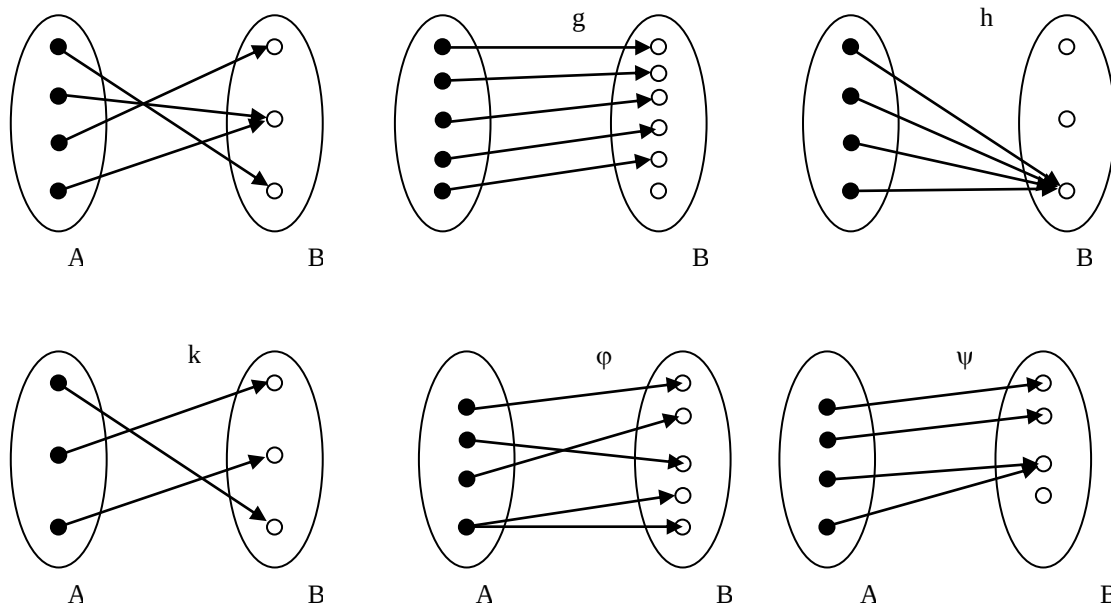
При выполнении заданий № 2, 4, 5, 6, 7, 10 из первой части контрольной работы требуется записать только ответ, не оформляя решения. Задания № 9, 11, 12 требуют подробного и аргументированного ответа.

Варианты контрольной работы

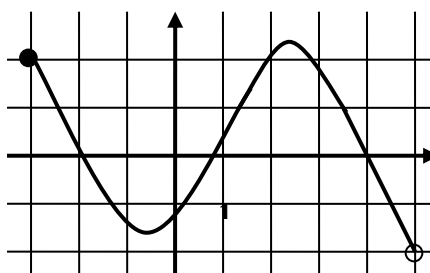
Вариант 1

Часть I. Множество. Мощность множества

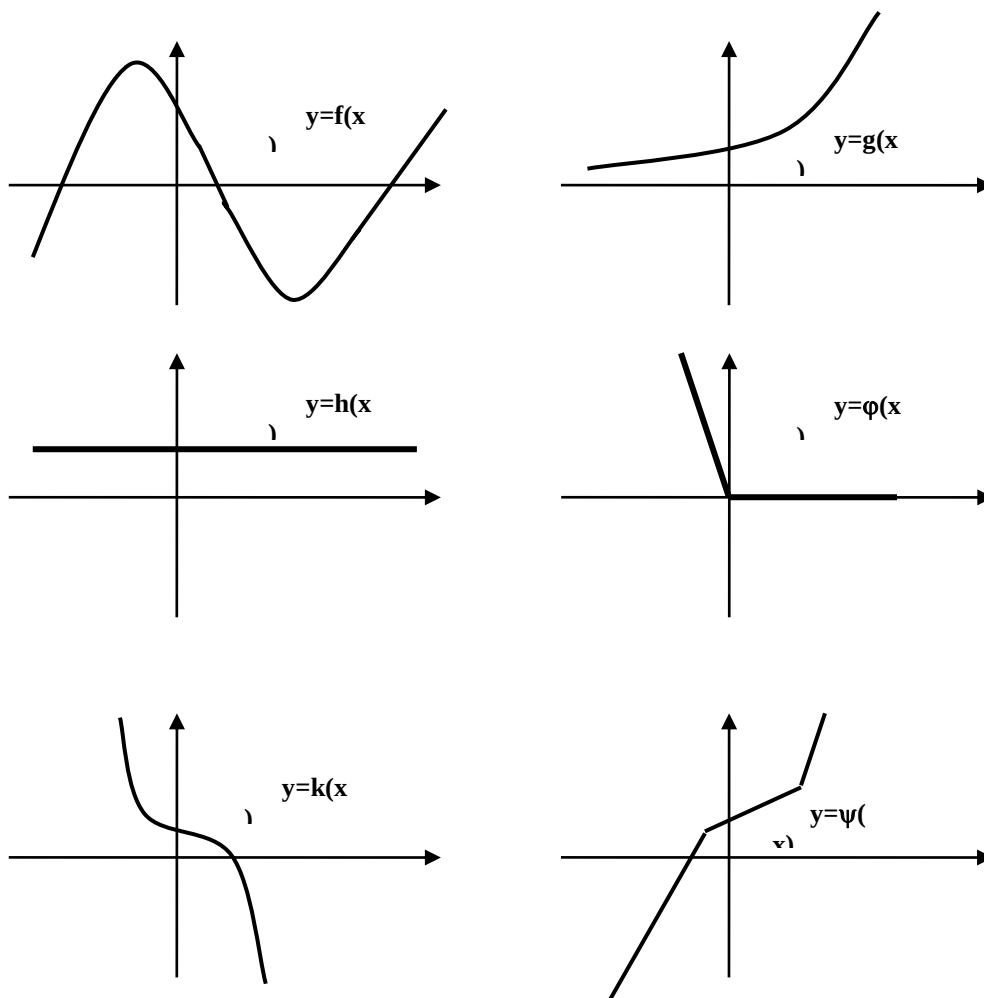
1. Указанное множество задайте перечислением всех его элементов.
 $A = \{x \in \mathbb{Z} \mid (x-3) \cdot (x^2 - 1) = 0\}.$
2. Установите, какая из двух записей верна:
 - а) $\{1;2\} \in \{1;2; \{1;2;3\}\}$ или $\{1;2\} \subset \{1;2; \{1;2;3\}\};$
 - б) $\{1;2\} \in \{1;2; \{1;2\}\}$ или $\{1;2\} \subset \{1;2; \{1;2\}\}.$
3. Пусть $A = (-1;2], B = [1;4).$ Найдите множества $A \cup B, A \cap B, A \setminus B$ и $B \setminus A.$ Изобразите их на числовой оси.
4. Приняв отрезок $T = [0;1]$ за универсальное множество, найдите и изобразите на числовой оси дополнение множества $\{0;1\}.$
5. A – множество всех четырехугольников на плоскости, B – множество квадратов. Изобразите на диаграммах Венна множества $A \cup B, A \cap B, A \setminus B$ и $B \setminus A.$
6. Для заданного семейства множеств $A_n = \{x \in \mathbb{Z} \mid -n \leq x \leq n\}, n \in \mathbb{N},$ найдите $\bigcup_{n \in \mathbb{N}} A_n$ и $\bigcap_{n \in \mathbb{N}} A_n.$
7. Составьте множество всех подмножеств множества $B = \{a, b, c, d\}.$ Определите мощность B и составленного множества $M.$
8. Пусть A, B и C соответственно множества корней алгебраических уравнений $P(x) = 0, Q(x) = 0, R(x) = 0,$ где $P(x), Q(x), R(x)$ – многочлены. Каково множество корней уравнения $P(x) \cdot Q(x) \cdot R(x) = 0?$
9. Даны два множества A и $B.$ Укажите отображения A в B, A на $B,$ взаимно однозначное отображение.



10. Функция задана графически. Отображение каких множеств осуществляет эта функция?



11. Даны отображения, которые задаются графически функциями (отображается область определения функции $D(y)$ в её множество значений $E(y)$). Укажите взаимное однозначное отображение.



12. Отображения A на B заданы функциями: 1) $y = \frac{2}{3}x - 1$; 2) $y = \left(\frac{5}{7}\right)^x$; 3) $y = x^2 - x$.

Для указанных отображений множества $A = D(y)$ и $B = E(y)$. Укажите функции, которые осуществляют взаимное однозначное соответствие.

13. A – множество функций, непрерывных на отрезке $[0, 2]$, $R = (-\infty, +\infty)$. Задайте отображение A в R , R в A .

14. Укажите мощность данных множеств:

- a) $A = \{1; 3; 9; 12; 15; \dots\}$;
- b) $B = \left\{(-1)^n \frac{1}{2^n} \mid n \in N\right\}$;
- c) C – множество треугольников плоскости, координаты вершин которых рациональны;
- d) $D = \{x \in R \mid -2 \leq x \leq 4\}$.

Часть II. Метрические пространства

1. Дано множество действительных чисел R . Является ли метрикой в R функция $\rho(x, y) = x^3 - y^3$?
2. Докажите, что множество функций, непрерывных на отрезке $[a, b]$, с расстоянием $\rho(x(t), y(t)) = \max_{t \in [a, b]} |x(t) - y(t)|$ - есть метрическое пространство.
3. В метрическом пространстве E_1 дан шар $S(a, r) = (2; 4, 26)$. Найдите его центр и радиус. Какое это множество: открытое или замкнутое?
4. Постройте ε -окрестность точки (функции) $f(x) = 2x + 1$ в метрическом пространстве $C[-1; 2]$.
5. Найдите расстояние между точками в данных метрических пространствах:
 - а) E_1 ; $x_1 = 2,42$ и $x_2 = -3,4$.
 - б) E_2 ; $x_1 = (-1; 2)$ и $x_2 = (0, -2)$.
 - в) E_3 ; $x_1 = (0; 1; 2)$ и $x_2 = (-1; 0; 1)$.
 - г) $C_L[0; 2]$; $f_1(x) = x^3$ и $f_2(x) = 3x + 4$.

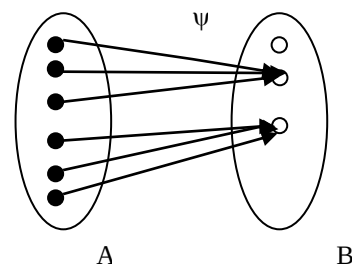
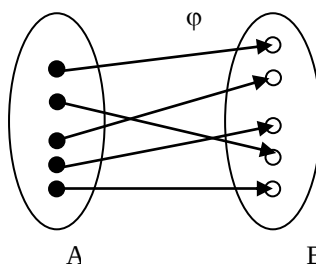
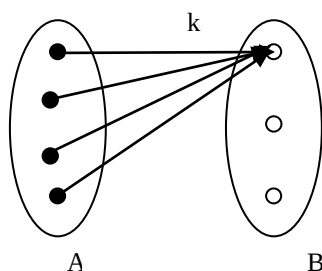
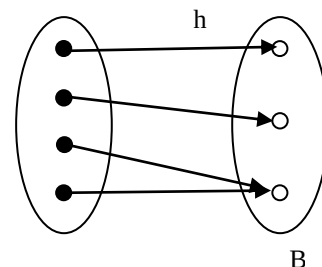
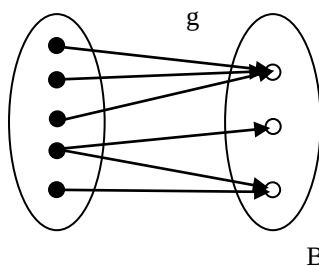
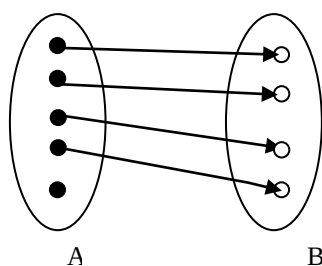
Вариант 2

Часть I. Множество. Мощность множества

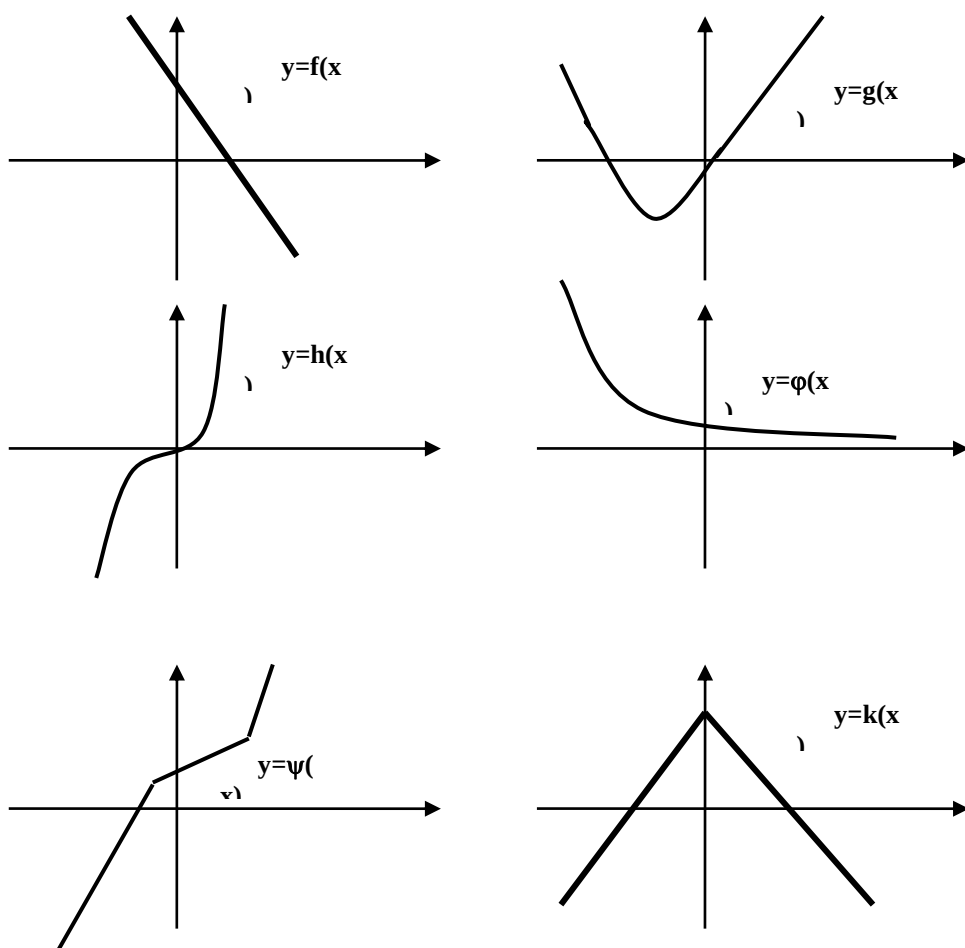
1. Указанное множество задайте перечислением всех его элементов.
 $A = \{x \in R \mid x^3 - 3x^2 + 2x = 0\}$.
2. Установите, какая из двух записей верна:
 - а) $\{0; 1\} \in \{0; 1; \{0; 1; 2\}\}$ или $\{0; 1\} \subset \{0; 1; \{0; 1; 2\}\}$;
 - б) $\{0; 1\} \in \{0; 1; \{0; 1\}\}$ или $\{0; 1\} \subset \{0; 1; \{0; 1\}\}$.
3. Перечислите все элементы множеств $A \cup B, A \cap B, A \setminus B$ и $B \setminus A$, если $A = \{x \in R \mid x^2 + x - 20 = 0\}$, $B = \{x \in R \mid x^2 - 7x + 12 = 0\}$.
4. Приняв отрезок $T = [-2; 3]$ за универсальное множество, найдите и изобразите на числовой оси дополнение интервала $(-2; 3)$.
5. A – множество всех треугольников на плоскости, B – множество равнобедренных треугольников. Изобразите на диаграммах Венна множества $A \cup B, A \cap B, A \setminus B$ и $B \setminus A$.
6. Для заданного семейства множеств $A_n = \{3n - 2; 3n - 1\}$, $n \in N$, найдите

$$\bigcup_{n \in \mathbb{N}} A_n \text{ и } \bigcap_{n \in \mathbb{N}} A_n.$$

7. Составьте множество всех подмножеств множества $B = \{1; 2; 3; 4\}$. Определите мощность B и составленного множества M .
8. Выразите множество действительных корней алгебраического уравнения $P(x) = 0$, если известны множества $X = \{x \mid P(x) > 0\}$ и $Y = \{x \mid P(x) < 0\}$.
9. Даны два множества A и B . Укажите отображения A в B , A на B , взаимное однозначное отображение.



10. Найдите множество G , на которое функция $y = x^2$ отображает множество $F = [-1; 2]$.
11. Даны отображения, которые задаются графически функциями (отображается область определения функции $D(y)$ в её множество значений $E(y)$). Укажите взаимное однозначное отображение.



12. Отображения A на B заданы функциями: 1) $y = e^x$; 2) $y = 2 - x$; 3) $y = x^2 + 3$.

Для указанных отображений множества $A = D(y)$ и $B = E(y)$. Укажите функции, которые осуществляют взаимное однозначное соответствие.

13. A – множество жителей г.Бийска, R – множество действительных чисел. Задайте отображение A в R , R в A , A на R .

14. Укажите мощность данных множеств:

a) $A = \{3; 6; 9; 12; 15; \dots\}$;

b) $B = \left\{ (-1)^n \frac{1}{2} \mid n \in N \right\}$;

c) C – множество треугольников плоскости, координаты вершин которых целые числа;

d) $D = \{x \in R \mid 0 \leq x < 5\}$.

Часть II. Метрические пространства

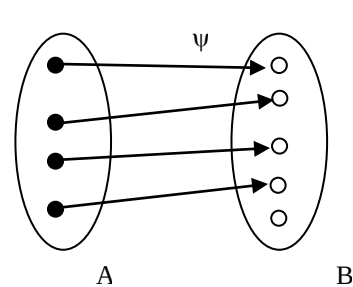
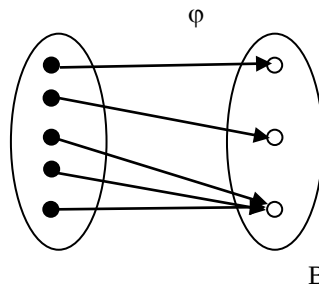
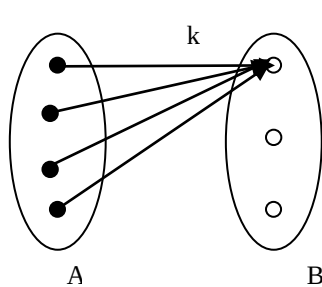
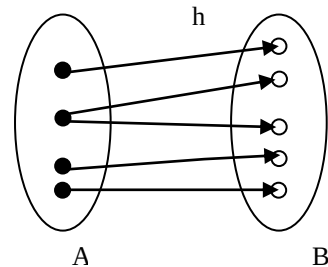
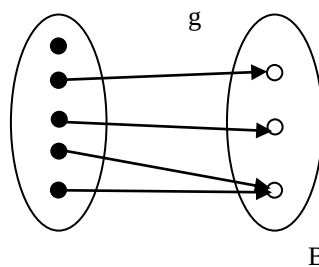
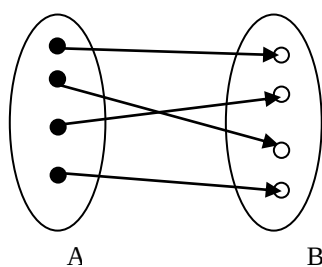
1. Дано множество действительных чисел R . Является ли метрикой в R функция $\rho(x, y) = |\cos(x - y)|$?
2. Докажите, что множество функций, непрерывных на отрезке $[a, b]$, с расстоянием $\rho(x(t), y(t)) = \int_b^a |f(x) - g(x)| dx$, образуют метрическое пространство.
3. В метрическом пространстве E_1 дан шар $S[a, r] = [-2; 0,36]$. Найдите его центр и радиус. Какое это множество: открытое или замкнутое?
4. Постройте ε -окрестность точки (функции) $f(x) = x^2 - x$ в метрическом пространстве $C[-1; 2]$.
5. Найдите расстояние между точками в данных метрических пространствах:
 - а) E_1 ; $x_1 = -2,31$ и $x_2 = 1,75$.
 - б) E_2 ; $x_1 = (2; 1)$ и $x_2 = (0, -3)$.
 - в) E_3 ; $x_1 = (1; -1; 0)$ и $x_2 = (2; -1; 2)$.
 - г) $C_L[0; 2]$; $f_1(x) = x^3$ и $f_2(x) = 3x + 4$.

Вариант 3

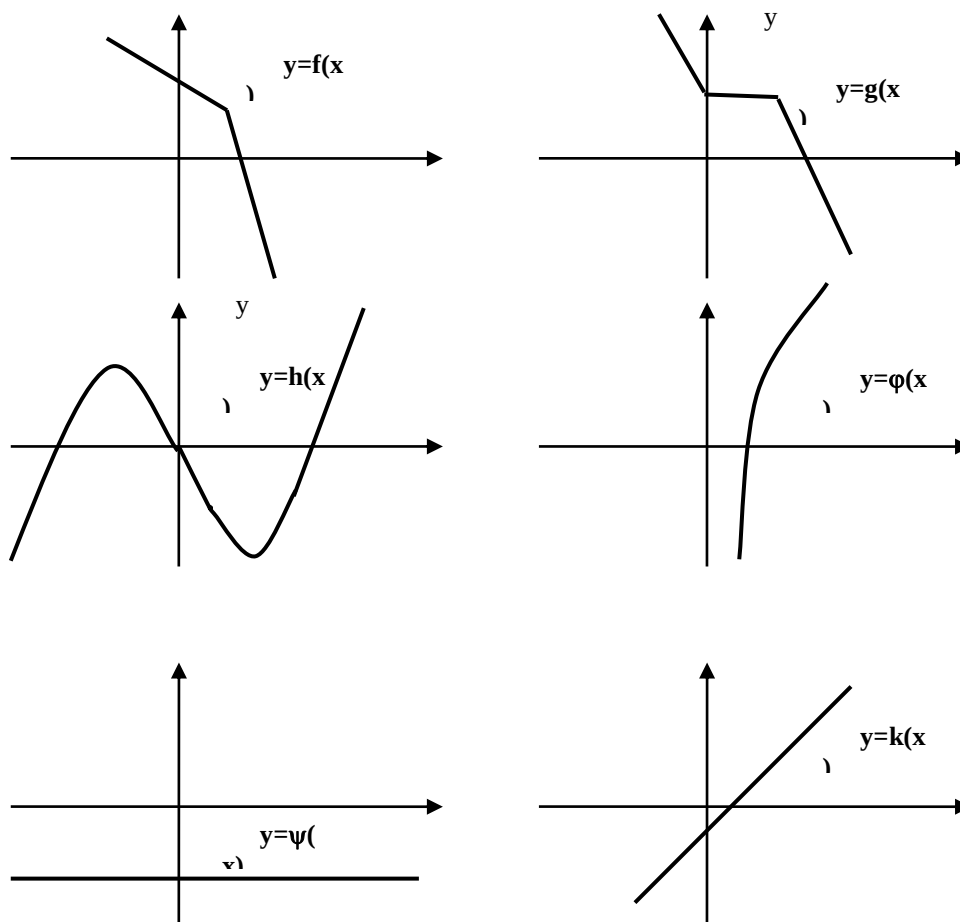
Часть I. Множество. Мощность множества

1. Указанное множество задайте перечислением всех его элементов.
$$A = \left\{ x \in R \mid x + \frac{1}{x} \leq 2 \text{ и } x > 0 \right\}.$$
2. Верна ли запись:
 - а) $\{-1; 1\} \in \{-1; 1; \{-1; 0; 1\}\}$;
 - б) $\{-1; 1\} \subset \{-1; 1; \{-1; 0; 1\}\}$
 - в) $\{-1; 1\} \in \{-1; 1; 0; \{-1; 0; 1\}\}$;
 - г) $\{-1; 1\} \subset \{-1; 0; \{-1; 1\}\}$;
 - д) $\{-1; 1\} \subset \{-1; 0; 2\}$.
3. Даны множества $A = [2; 5]$ и $B = (3; 6)$. Перечислите все элементы множеств $A + B, A \cdot B, A \setminus B$ и $B \setminus A$ и изобразите их на числовой оси.

4. Приняв отрезок $T = [0;1]$ за универсальное множество, найдите и изобразите на числовой оси дополнение интервала $(0,25;0,5)$.
5. A – множество параллелограммов на плоскости, B – множество ромбов. Изобразите на диаграммах Венна множества $A \cup B, A \cap B, A \setminus B$ и $B \setminus A$.
6. Для заданного семейства множеств $A_n = \left\{1; \frac{1}{2}; \frac{1}{3}; \dots; \frac{1}{n}\right\}, n \in N$, найдите $\bigcup_{n \in N} A_n$ и $\bigcap_{n \in N} A_n$.
7. Составьте множество всех подмножеств множества $B = \{2;4;6;8\}$. Определите мощность B и составленного множества M .
8. Пусть A, B и C соответственно множества корней алгебраических уравнений $P(x) = 0, Q(x) = 0, R(x) = 0$, где $P(x), Q(x), R(x)$ – многочлены. Каково множество корней системы уравнений $\begin{cases} P(x) = 0 \\ Q(x) \cdot R(x) = 0 \end{cases}$?
9. Даны два множества A и B . Укажите отображения A в B, A на B , взаимные однозначные отображения.



10. Найдите множество G , на которое функция $y = |x|$ отображает множество $F = \{x \mid 1 \leq |x| \leq 2\}$.
11. Даны отображения, которые задаются графически функциями (отображается область определения функции $D(y)$ в её множество значений $E(y)$). Укажите взаимное однозначное отображение.



12. Отображения A на B заданы функциями: 1) $y = -7x + 1$; 2) $y = \log_3 x$; 3) $y = x^3 - x^2$.

Для указанных отображений множества $A = D(y)$ и $B = E(y)$. Укажите функции, которые осуществляют взаимное однозначное соответствие.

13. A – множество студентов 161 группы ФМФ, сдававших экзамен по математическому анализу, $B = \{2, 3, 4, 5\}$ – множество оценок. Поставим в соответствие каждому студенту полученную им оценку (f) и обратно – каждой оценке получивших ее студентов (φ). Задано ли отображение: а) $f : A \rightarrow B$; б) $\varphi : B \rightarrow A$?

14. Укажите мощность данных множеств:

а) $A = \{1; 5; 25; 125; 625; \dots\}$;

б) $B = \left\{ \frac{1}{2^n} \mid n \in \mathbb{N} \right\}$;

- с) C – множество четырехугольников плоскости, координаты вершин которых рациональны;

д) $D = \{x \in \mathbb{R} \mid -1 < x \leq 3\}$.

Часть II. Метрические пространства

1. Пусть M – множество всех населенных пунктов на левом берегу реки Бии. Расстояние $\rho(x, y)$ от пункта x до пункта y будем измерять временем движения от x до y катера, имеющего соответствующую скорость 40 км/ч. Образует ли M метрическое пространство?

2. Будет ли двумерное пространство R^2 метрическим пространством, если расстояние между точками $x = (x_1, x_2)$ и $y = (y_1, y_2)$ определить так:

$$\rho(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{если } x \neq y \\ 0, & \text{если } x = y. \end{cases}$$

3. В метрическом пространстве E_1 дан шар $S[a, r] = [5, 24; 6, 2]$. Найдите его центр и радиус. Какое это множество: открытое или замкнутое?

4. Постройте ε -окрестность точки (функции) $f(x) = \log_2 x$ в метрическом пространстве $C[1; 4]$.

5. Найдите расстояние между точками в данных метрических пространствах:

а) E_1 ; $x_1 = 2,3$ и $x_2 = -5,62$.

б) E_2 ; $x_1 = (2; 7)$ и $x_2 = (-1, -3)$.

в) E_3 ; $x_1 = (1; 2; 3)$ и $x_2 = (-1; -2; -3)$.

г) $C^1[0; 2]$; $f_1(x) = x^3$ и $f_2(x) = 3x + 4$.

Вариант 4

Часть I. Множество. Мощность множества.

1. Указанное множество задайте перечислением всех его элементов.

$$A = \{x \in N \mid x^2 - 3x - 4 \leq 0\}.$$

2. Установите, какая из двух записей верна:

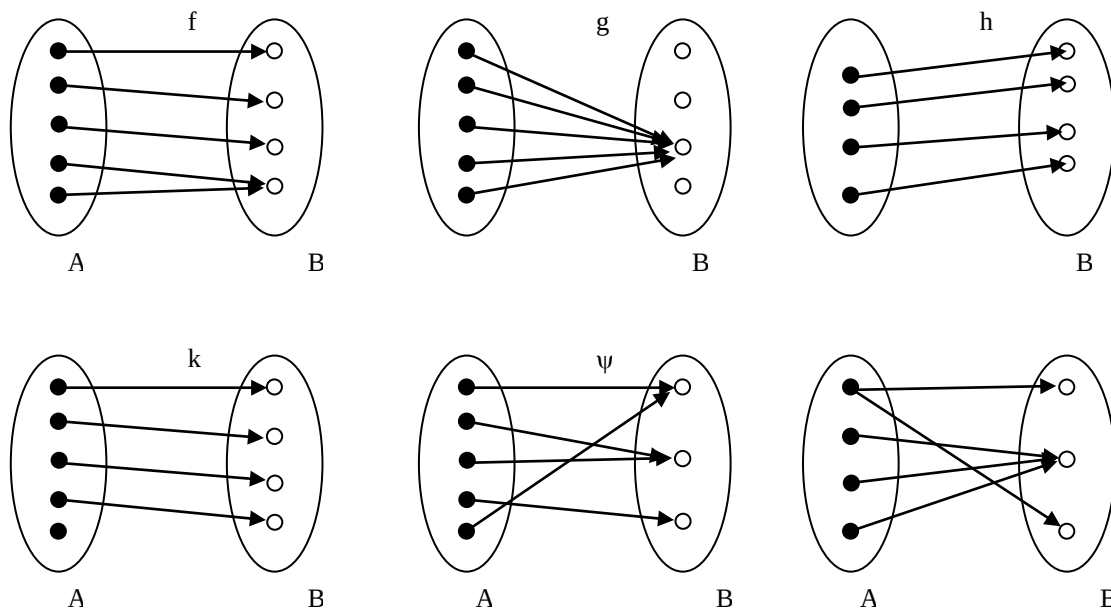
а) $\{1; 2; 3\} \in \{1; 2; 3; \{1; 2; 3\}\}$ или $\{1; 2; 3\} \subset \{1; 2; 3; \{1; 2; 3\}\}$;

б) $\{1; 2; 3\} \in \{1; 2; \{1; 2; 3\}\}$ или $\{1; 2; 3\} \subset \{1; 2; \{1; 2; 3\}\}$.

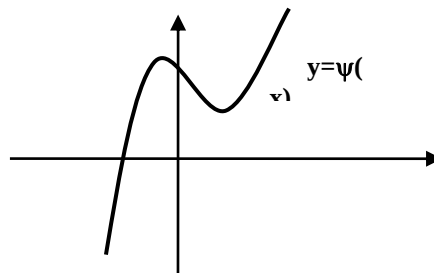
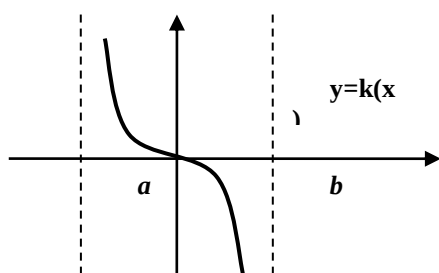
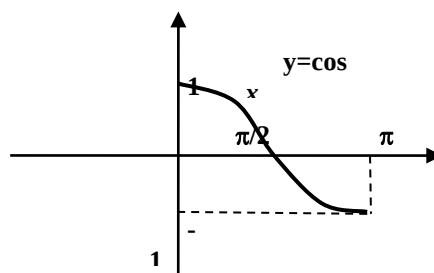
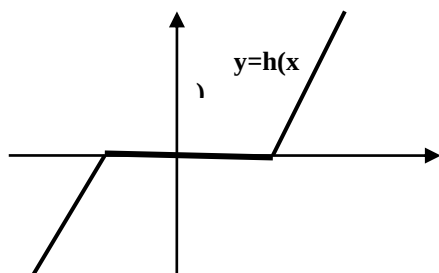
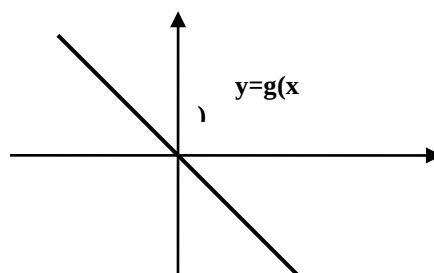
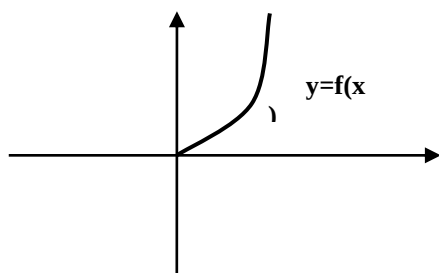
3. Пусть множество A состоит из юношей данной группы, а B – из девушек той же группы. Найдите множества $A \cup B, A \cap B, A \setminus B$ и $B \setminus A$. Рассмотрите также случаи, когда A или B пустое множество.

4. Приняв отрезок $T = [0; 1]$ за универсальное множество, найдите и изобразите на числовой оси дополнение полуинтервала $(0; 0,5]$.

5. A – множество равнобедренных треугольников на плоскости, B – множество равносторонних треугольников. Изобразите на диаграммах Венна множества $A \cup B, A \cap B, A \setminus B$ и $B \setminus A$.
6. Найдите объединение и пересечение множеств $Y_n = \left(0; 1 - \frac{1}{2n}\right)$, где $n = 1, 2, 3, \dots$.
7. Составьте множество всех подмножеств множества $B = \{0; 1; -1; 2\}$. Определите мощность B и составленного множества M .
8. Выразите множество решений уравнения $2\sin^2 x = 1$ через множества решений уравнений: $\sin x = \frac{1}{\sqrt{2}}$ и $\sin x = -\frac{1}{\sqrt{2}}$.
9. Даны два множества A и B . Укажите отображения A в B , A на B , взаимное однозначное отображение.



10. Найдите множество G , на которое функция $y = \frac{x}{2x-1}$ отображает множество $F = (0; 1)$.
11. Даны отображения, которые задаются графически функциями (отображается область определения функции $D(y)$ в её множество значений $E(y)$). Укажите взаимное однозначное отображение.



12. Отображения A на B заданы функциями: 1) $y = \left(\frac{2}{7}\right)^{2x}$; 2) $y = 4x + 2$; 3) $y = 4x^2 + 2x$.

Для указанных отображений множества $A = D(y)$ и $B = E(y)$. Укажите функции, которые осуществляют взаимное однозначное соответствие.

13. Назовите простейшие элементарные функции, которые осуществляют отображения R в R , R на R .

14. Укажите мощность данных множеств:

a) $A = \{2n - 3 \mid n \in N\}$;

b) $B = \left\{(-1)^n \frac{1}{5^n} \mid n \in N\right\}$;

c) C – множество окружностей плоскости, координаты центра которых рациональны;

d) $D = \{x \in R \mid 2 < x < 7\}$.

Часть II. Метрические пространства.

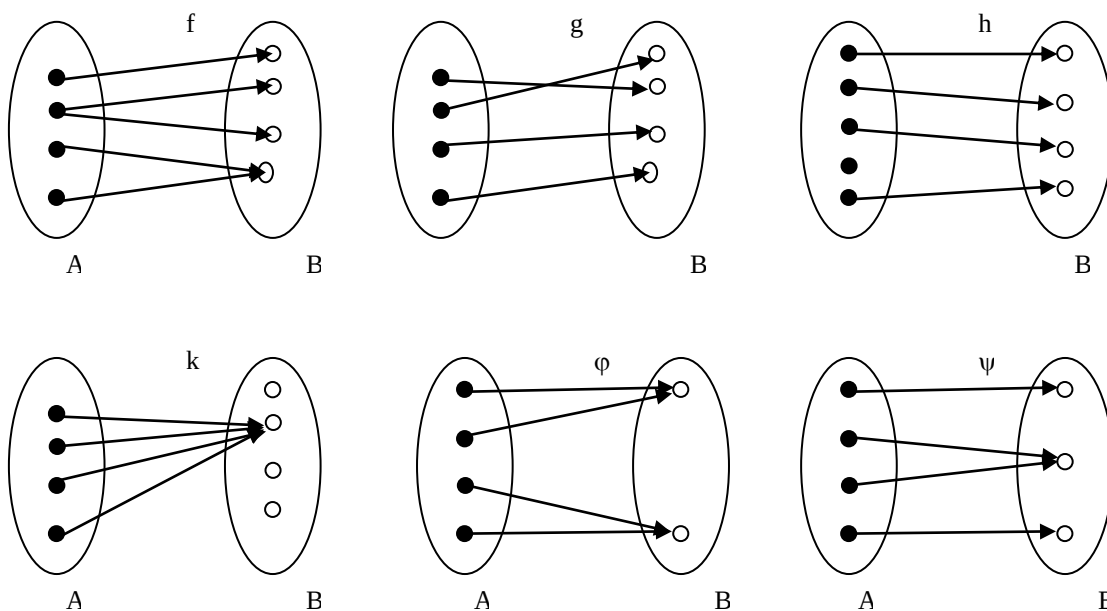
1. Является ли метрикой на прямой R функция $\rho(x, y) = |x - 2y|$?
2. Докажите, что n -мерное пространство R^n является метрическим, если расстояние между точками $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ и $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ определить равенством
$$\rho(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{если } x \neq y \\ 0, & \text{если } x = y. \end{cases}$$
3. В метрическом пространстве E_1 дан шар $S(a, r) = (-2, 63; 0)$. Найдите его центр и радиус. Какое это множество: открытое или замкнутое?
4. Постройте ε -окрестность точки (функции) $f(x) = \sin x$ в метрическом пространстве $C[0; \pi]$.
5. Найдите расстояние между точками в данных метрических пространствах:
 - а) E_1 ; $x_1 = -2,53$ и $x_2 = 0,81$.
 - б) E_2 ; $x_1 = (2; -1)$ и $x_2 = (0; 5)$.
 - в) E_3 ; $x_1 = (-3; 2; -2)$ и $x_2 = (1; 0; 2)$.
 - г) $C^1[0; 1]$; $f(x) = x^2$ и $g(x) = 2x + 3$.

Вариант 5

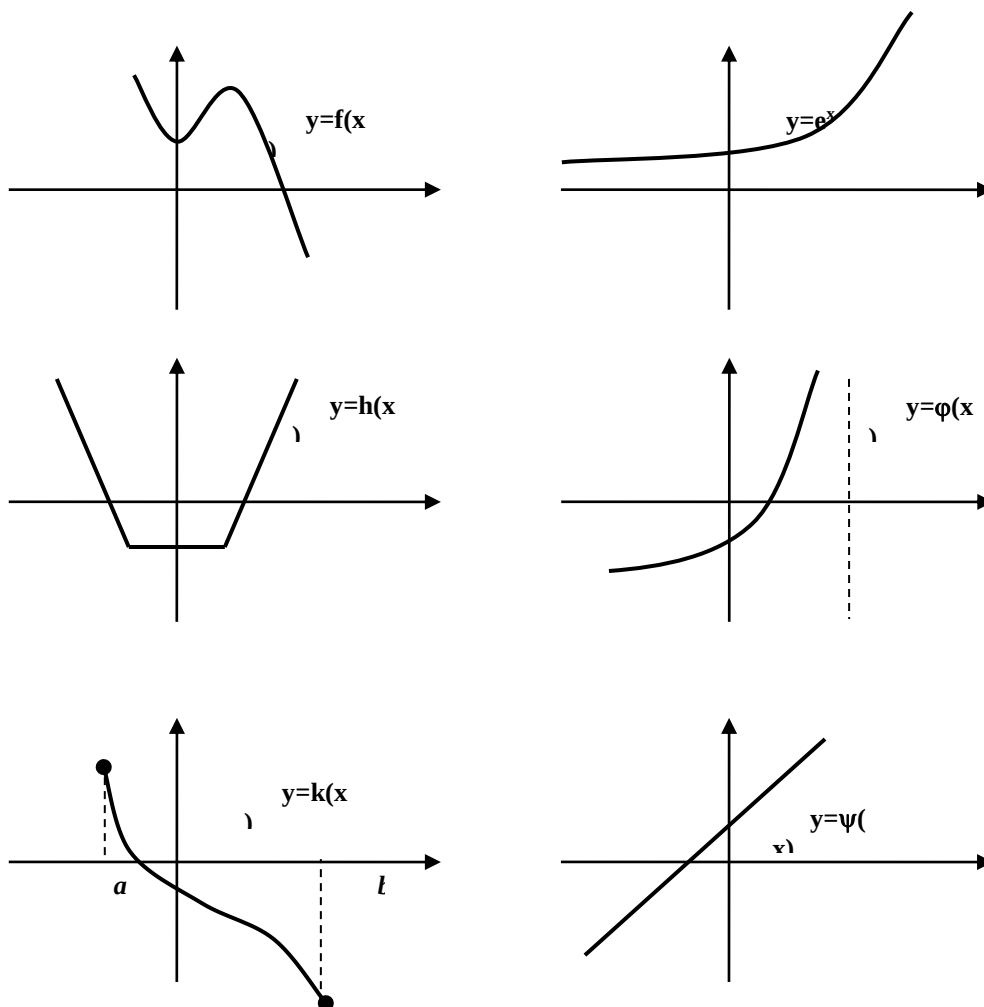
Часть I. Множество. Мощность множества.

1. Указанное множество задайте перечислением всех его элементов.
$$A = \left\{ x \in Z \mid \frac{1}{4} \leq 2^x \leq 5 \right\}.$$
2. Установите, какая из двух записей верна:
 - а) $\{-1; 1\} \in \{-1; 0; 1; \{-1; 0\}\}$ или $\{-1; 1\} \subset \{-1; 0; 1; \{-1; 0\}\}$;
 - б) $\{-1; 1\} \in \{-1; 0; 1; \{-1; 1\}\}$ или $\{-1; 1\} \subset \{-1; 0; 1; \{-1; 1\}\}$.
3. Даны множества $A = [-3; 2]$ и $B = [0; 4]$. Найдите множества $A \cup B, A \cap B, A \setminus B$ и $B \setminus A$. Изобразите их на числовой оси.
4. Приняв все действительные числа R за универсальное множество, найдите дополнение множества иррациональных чисел I .
5. A – множество ромбов на плоскости, B – множество квадратов. Изобразите на диаграммах Венна множества $A \cup B, A \cap B, A \setminus B$ и $B \setminus A$.

6. Найдите объединение и пересечение множеств $X_n = \left(0; 1 + \frac{1}{n}\right)$, где $n = 1, 2, 3, \dots$
7. Составьте множество всех подмножеств множества $B = \{c, d, e, f\}$. Определите мощность B и составленного множества M .
8. Пусть A , B и C соответственно множества корней алгебраических уравнений $P(x) = 0$, $Q(x) = 0$, $R(x) = 0$, где $P(x), Q(x), R(x)$ - многочлены. Каково множество корней системы уравнений $\begin{cases} P(x) = 0 \\ Q(x) = 0 \\ R(x) = 0 \end{cases}$?
9. Даны два множества A и B . Укажите отображения A в B , A на B , взаимное однозначное отображение.



10. Найдите множество G , на которое функция $y = \sqrt{x - x^2}$ отображает множество $F = (0; 1)$.
11. Даны отображения, которые задаются графически функциями (отображается область определения функции $D(y)$ в её множество значений $E(y)$). Укажите взаимное однозначное отображение



12. Отображения A на B заданы функциями: 1) $y = x^3 + 3$; 2) $y = \log_{0,5} 2x$; 3) $y = \sin x$.

Для указанных отображений множества $A = D(y)$ и $B = E(y)$. Укажите функции, которые осуществляют взаимное однозначное соответствие.

13. A – множество функций, дифференцируемых на отрезке $[0,1]$. Задайте отображение A в $[0,1]$, $[0,1]$ в A .

14. Укажите мощность данных множеств:

a) $A = \{3n - 1 \mid n \in \mathbb{N}\};$

b) $B = \left\{ (-1)^n \frac{1}{n+1} \mid n \in \mathbb{N} \right\};$

c) C – множество непересекающихся интервалов на числовой прямой;

d) $D = \{x \in \mathbb{R} \mid -\infty < x \leq 3\}.$

Часть II. Метрические пространства.

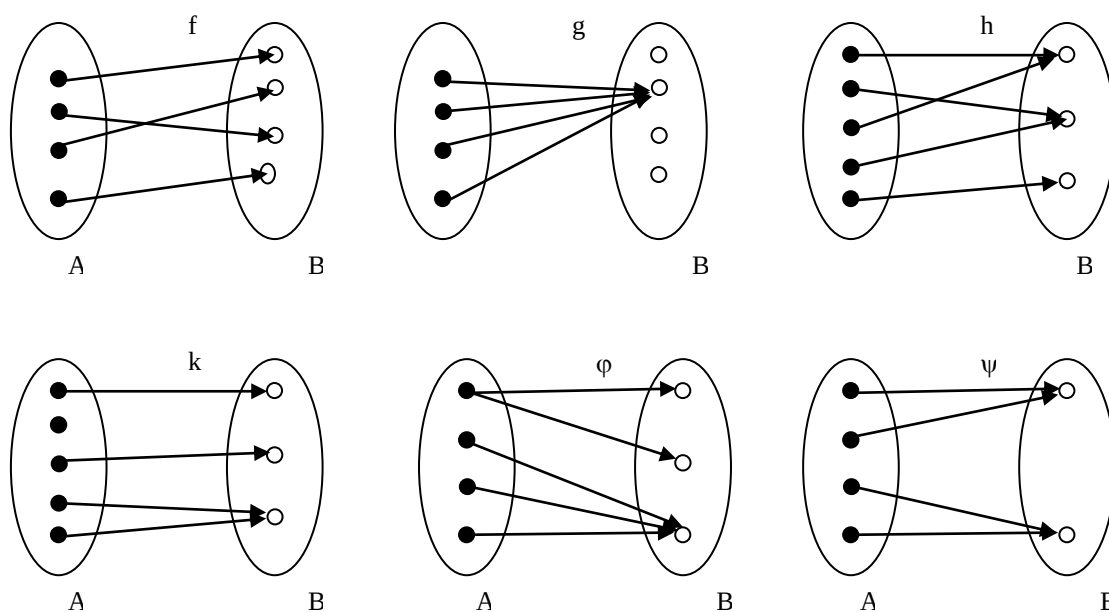
1. Является ли метрикой на прямой R функция $\rho(x, y) = |\sin(2x - y)|$?
2. Докажите, что n -мерное пространство R^n является метрическим, если расстояние между точками $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ и $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ определить равенством
$$\rho(x, y) = \max\{|x_i - y_i|, i = 1, 2, \dots, n\}.$$
3. В метрическом пространстве E_1 дан шар $S(a, r) = (-5, 62; -3)$. Найдите его центр и радиус. Какое это множество: открытое или замкнутое?
4. Постройте ε -окрестность точки (функции) $f(x) = 2^x - 1$ в метрическом пространстве $C[0; 2]$.
5. Найдите расстояние между точками в данных метрических пространствах:
 - а) E_1 ; $x_1 = 0,72$ и $x_2 = -3,8$.
 - б) E_2 ; $x_1 = (2; 1; 0)$ и $x_2 = (1; 0; 2)$.
 - в) E_3 ; $x_1 = (1; 1; 1)$ и $x_2 = (2; 0; -3)$.
 - г) $C^1[0; 3,5]$; $f(x) = x^2$ и $g(x) = 2x + 3$.

Вариант 6

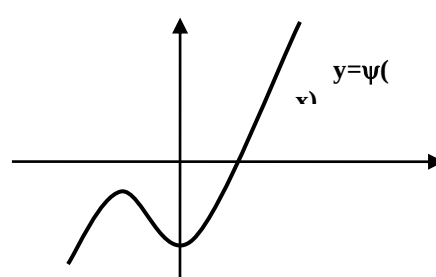
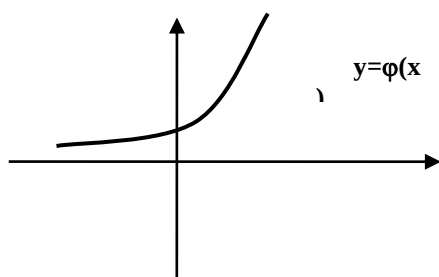
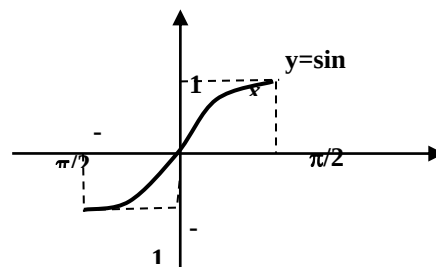
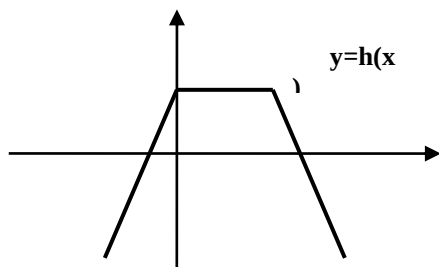
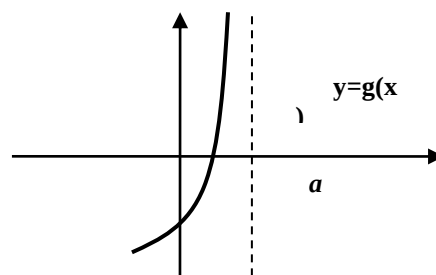
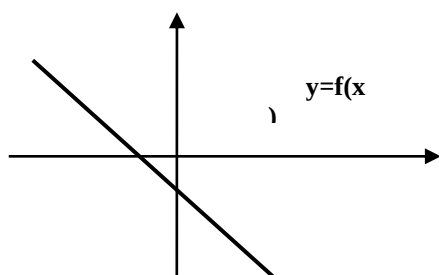
Часть I. Множество. Мощность множества.

1. Указанное множество задайте перечислением всех его элементов.
$$A = \left\{ x \in N \mid \log_{0,5} \frac{1}{x} < 2 \right\}.$$
2. Установите, какая из двух записей верна:
 - а) $\{a; b\} \in \{a; b; \{a; b; c\}\}$ или $\{a; b\} \subset \{a; b; \{a; b; c\}\}$;
 - б) $\{a; b\} \in \{a; b; \{a; b\}\}$ или $\{a; b\} \subset \{a; b; \{a; b\}\}$.
3. Даны множества $A = [-2; 2]$ и $B = (-1; 3)$. Найдите множества $A \cup B, A \cap B, A \setminus B$ и $B \setminus A$. Изобразите их на числовой оси.
4. Приняв отрезок $T = [0; 1]$ за универсальное множество, найдите дополнение множества $\left\{ \frac{1}{4} \right\} \cup \left[\frac{3}{4}; 1 \right)$.
5. A – множество эллипсов, B – множество окружностей. Изобразите на диаграммах Венна множества $A \cup B, A \cap B, A \setminus B$ и $B \setminus A$.

6. Найдите объединение и пересечение множеств $F_n = \left[\frac{n-1}{n}, \frac{n}{n+1} \right]$, где $n = 1, 2, 3, \dots$.
7. Составьте множество всех подмножеств множества $B = \{x, x^2, x^3, x^4\}$. Определите мощность B и составленного множества M .
8. Пусть A , B и C соответственно множества корней алгебраических уравнений $P(x) = 0$, $Q(x) = 0$, $R(x) = 0$, где $P(x), Q(x), R(x)$ - многочлены. Каково множество корней совокупности уравнений $\begin{cases} P(x) = 0 \\ Q(x) \cdot R(x) = 0 \end{cases}$?
9. Даны два множества A и B . Укажите отображения A в B , A на B , взаимное однозначное отображение.



10. Найдите множество G , на которое функция $y = \log_3 x$ отображает множество $F = (3; 27)$.
11. Даны отображения, которые задаются графически функциями (отображается область определения функции $D(y)$ в её множество значений $E(y)$). Укажите взаимное однозначное отображение



12. Отображения A на B заданы функциями: 1) $y = 2 - 3x$; 2) $y = \frac{1}{x^2}$; 3) $y = \pi^x$.

Для указанных отображений множества $A = D(y)$ и $B = E(y)$. Укажите функции, которые осуществляют взаимное однозначное соответствие.

13. Назовите простейшие элементарные функции, которые осуществляют отображения R в $(0; +\infty)$, R на $(0; +\infty)$.

14. Укажите мощность данных множеств:

a) $A = \{e, e^2, \dots, e^n, \dots\}$;

b) $B = \left\{ \frac{5}{2^n} \mid n \in N \right\}$;

c) C – множество пятиугольников плоскости, координаты вершин которых рациональны;

d) $D = \{x \in R \mid 2 < x < +\infty\}$.

Часть II. Метрические пространства.

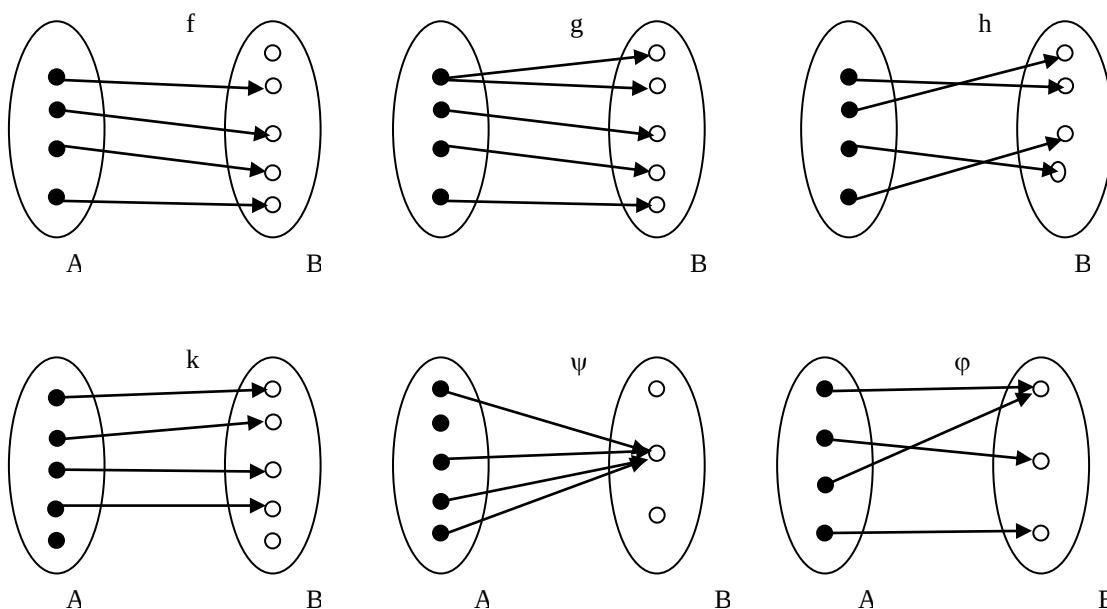
1. Является ли метрикой на прямой R функция $\rho(x, y) = 2x - y$?
2. Будет ли трехмерное пространство R^3 метрическим пространством, если расстояние между точками $x = (x_1, x_2, x_3)$ и $y = (y_1, y_2, y_3)$ определить так:
$$\rho(x, y) = \max\{|x_1 - y_1|, |x_2 - y_2|, |x_3 - y_3|\}.$$
3. В метрическом пространстве E_1 дан шар $S[a, r] = [0, 1; 2, 74]$. Найдите его центр и радиус. Какое это множество: открытое или замкнутое?
4. Постройте ε -окрестность точки (функции) $f(x) = \frac{1}{3^x}$ в метрическом пространстве $C[-1; 1]$.
5. Найдите расстояние между точками в данных метрических пространствах:
 - а) E_1 ; $x_1 = -7,3$ и $x_2 = 5,62$.
 - б) E_2 ; $x_1 = (-2; 0)$ и $x_2 = (4; -8)$.
 - в) E_3 ; $x_1 = (1; 0; 1)$ и $x_2 = (0; -2; 3)$.
 - г) $C^1[0; 3,5]$; $x_1 = x^2$ и $x_2 = 2x + 3$.

Вариант 7

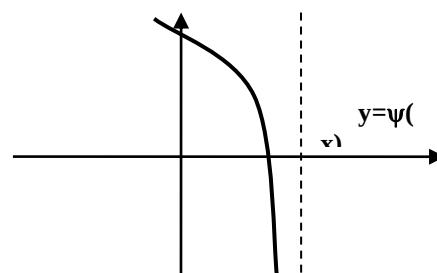
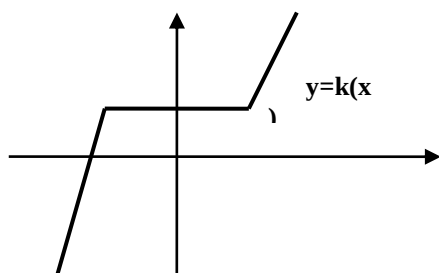
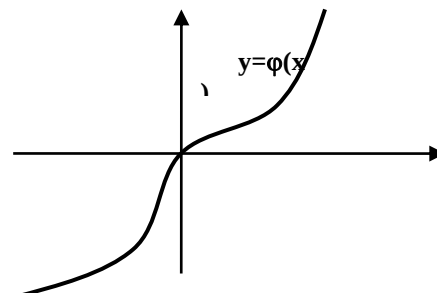
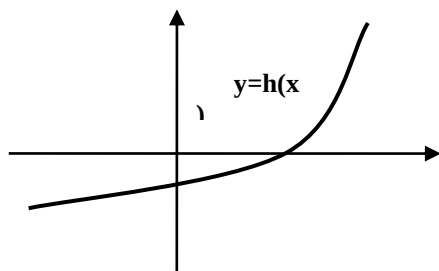
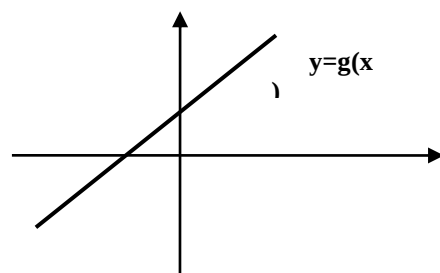
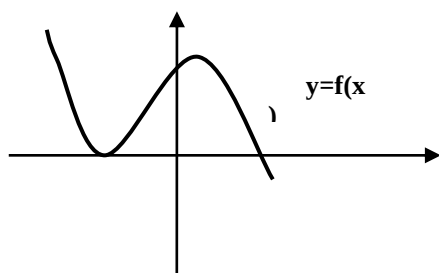
Часть I. Множество. Мощность множества.

1. Указанное множество задайте перечислением всех его элементов.
$$A = \{x \in R \mid \cos^2 2x = 1 \text{ и } 0 < x \leq 2\pi\}.$$
2. Верна ли запись:
 - а) $\{1; 0\} \in \{1; 0; \{1; 0; 2\}\}$;
 - б) $\{1; 0\} \in \{1; 0; 3\}$
 - в) $\{1; 0\} \in \{1; \{1; 0\}; \{1; 0; 2\}\}$;
 - г) $\{1; 0\} \subset \{0; 1; 2; \{1; 2\}\}$;
 - д) $\{1; 0\} \subset \{1; 2; 3\}$.
3. Пусть $A = \{2n \mid n \in N\}$, $B = \{2n - 1 \mid n \in N\}$. Найдите множества $A \cup B, A \cap B, A \setminus B$ и $B \setminus A$.
4. Приняв интервал $B = (-2; 3)$ за универсальное множество, найдите и изобразите на числовой оси дополнение множества $\{1; 2\}$.

5. A – множество параллелограммов, B – множество трапеций. Изобразите на диаграммах Венна множества $A \cup B$, $A \cap B$, $A \setminus B$ и $B \setminus A$.
6. Найдите объединение и пересечение множеств $A_n = [n, n+1]$, где $n = 1, 2, 3, \dots$.
7. Составьте множество всех подмножеств множества $B = \{-4, -3, -2, -1\}$. Определите мощность B и составленного множества M .
8. Как выражается решение системы $\begin{cases} x + y - 1 \geq 0 \\ x - 2y \geq 0 \end{cases}$ через решение неравенств:
 $x + y - 1 \geq 0$ и $x - 2y \geq 0$?
9. Даны два множества A и B . Укажите отображения A в B , A на B , взаимное однозначное отображение.



10. Найдите множество G , на которое функция $y = \sin \frac{\pi x}{2}$ отображает множество $F = \left[0; \frac{1}{2}\right)$.
11. Даны отображения, которые задаются графически функциями (отображается область определения функции $D(y)$ в её множество значений $E(y)$). Укажите взаимное однозначное отображение



12. Отображения A на B заданы функциями: 1) $y = \log_5 x$; 2) $y = 7x$; 3) $y = x^4 - x^2$.

Для указанных отображений множества $A = D(y)$ и $B = E(y)$. Укажите функции, которые осуществляют взаимное однозначное соответствие.

13. Задает ли функция $y = \operatorname{tg} x$ отображение R в R ? Задайте с помощью этой функции взаимное однозначное соответствие.

14. Укажите мощность данных множеств:

a) $A = \left\{ \frac{n+3}{3} \mid n \in N \right\};$

b) $B = \left\{ (-1)^n \frac{1}{2^n} \mid n \in N \right\};$

- c) C – множество треугольников плоскости, координаты точки пересечения медиан которых рациональны;

d) $D = \{x \in R \mid -3 \leq x < +\infty\}.$

Часть II. Метрические пространства.

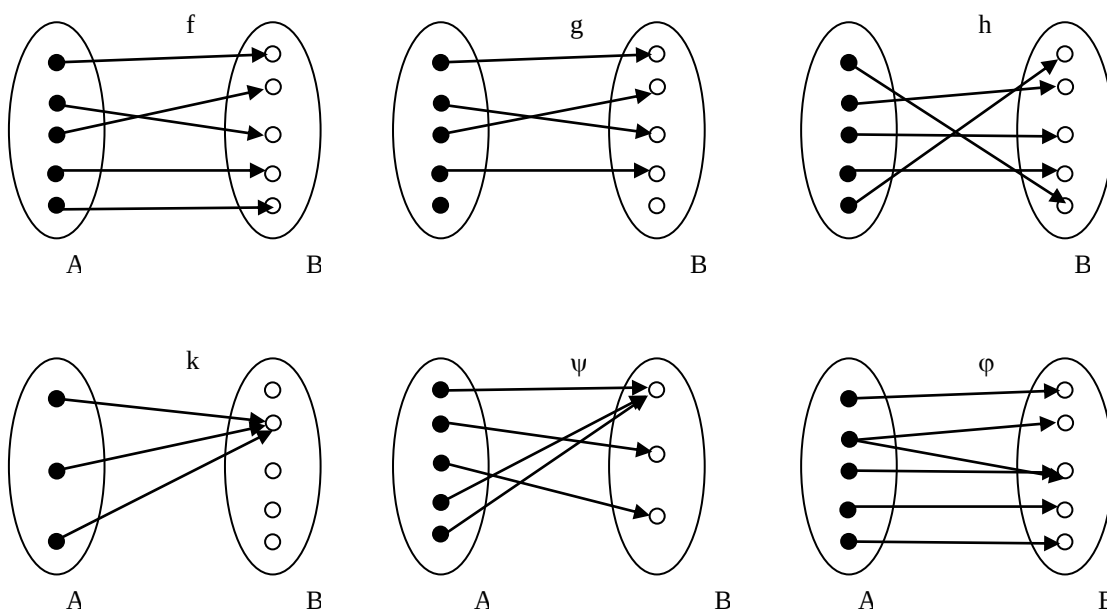
1. Является ли метрикой на прямой R функция $\rho(x, y) = x^2 + y^2$?
2. Докажите, что множество действительных чисел R с функцией $\rho(x, y) = |x^3 - y^3|$ является метрическим пространством.
3. В метрическом пространстве E_1 дан шар $S(a, r) = (-2, 2; 0, 36)$. Найдите его центр и радиус. Какое это множество: открытое или замкнутое?
4. Постройте ε -окрестность точки (функции) $f(x) = e^x - 2$ в метрическом пространстве $C[-1; 2]$.
5. Найдите расстояние между точками в данных метрических пространствах:
 - а) E_1 ; $x_1 = -5,04$ и $x_2 = 1,7$.
 - б) E_2 ; $x_1 = (2; 3)$ и $x_2 = (-2; 3)$.
 - в) E_3 ; $x_1 = (1; 1; -1)$ и $x_2 = (0; 2; -2)$.
 - г) $C^1[0; 1]$; $f(x) = x^2$ и $g(x) = x$.

Вариант 8

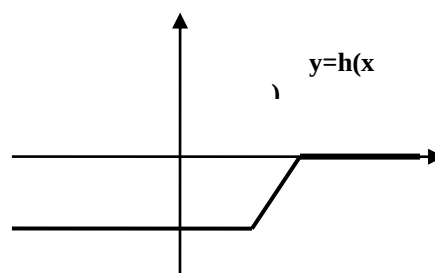
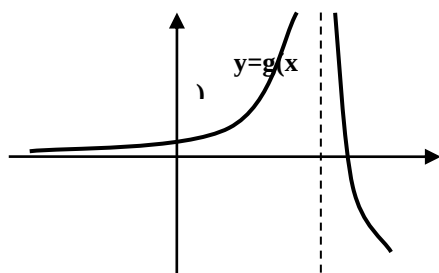
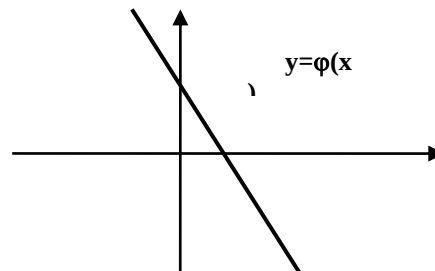
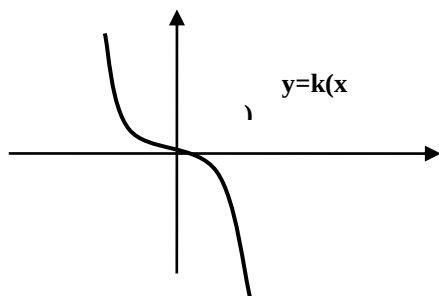
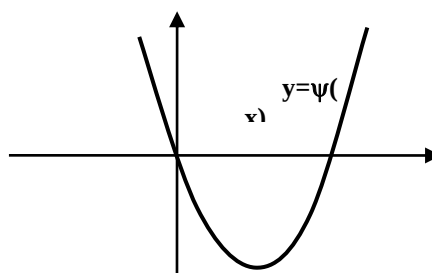
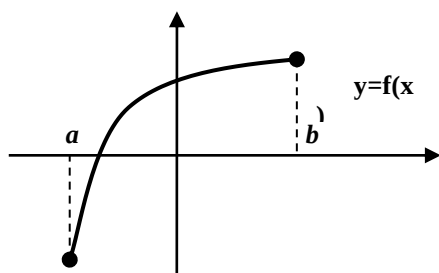
Часть I. Множество. Мощность множества.

1. Запись $m \mid n$, где $m, n \in Z$, означает, что число m есть делитель числа n . Перечислите все элементы множества $A = \{x \in N \mid x \mid 8 \text{ и } x \neq 1\}$.
2. Верна ли запись:
 - а) $\{a; b\} \in \{a; b; \{a\}; \{b\}\}$;
 - б) $\{a; b\} \subset \{a; b; \{a\}; \{b\}\}$
 - в) $\{a; b\} \in \{a; b; c; \{a; b\}\}$;
 - г) $\{a; b\} \subset \{a; b; c; \{a; b\}\}$;
 - д) $\{a; b\} \subset \{a; c; \{a; b\}\}$.
3. Пусть $A = (-1; 8)$, $B = [1; 7]$. Найдите множества $A \cup B, A \cap B, A \setminus B$ и $B \setminus A$.
4. Приняв все действительные числа R за универсальное множество, найдите дополнение множества рациональных чисел Q .
5. A – множество функций, непрерывных на отрезке $[a, b]$, B – множество функций, дифференцируемых на отрезке $[a, b]$. Изобразите на диаграммах Венна множества $A \cup B, A \cap B, A \setminus B$ и $B \setminus A$.

6. Найдите объединение и пересечение множеств $X_n = \left(0; 1 + \frac{1}{n}\right)$, где $n = 1, 2, 3, \dots$.
7. Составьте множество всех подмножеств множества $B = \{\alpha, \beta, \gamma, \delta\}$. Определите мощность B и составленного множества M .
8. Выразите множество решений уравнения $\sin \frac{x}{3} \cdot \sin \frac{x}{5} = 0$ через множества решений уравнений: $\sin \frac{x}{3} = 0$ и $\sin \frac{x}{5} = 0$.
9. Даны два множества A и B . Укажите отображения A в B , A на B , взаимное однозначное отображение.



10. Найдите множество G , на которое функция $y = 2x + 1$ отображает множество $F = [-1; 2)$.
11. Даны отображения, которые задаются графически функциями (отображается область определения функции $D(y)$ в её множество значений $E(y)$). Укажите взаимное однозначное отображение.



12. Отображения A на B заданы функциями: 1) $y = 5^{2x}$; 2) $y = 3x - 2$; 3) $y = 2x^5 - x^3$.

Для указанных отображений множества $A = D(y)$ и $B = E(y)$. Укажите функции, которые осуществляют взаимное однозначное соответствие.

13. Назовите простейшие элементарные функции, которые осуществляют отображение интервала $\left(-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right)$ на R ; интервала $\left(-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right)$ на отрезок $[-1; 1]$.

14. Укажите мощность данных множеств:

a) A – множество простых чисел;

b) $B = \left\{ (-1)^n \frac{1}{n+2} \mid n \in N \right\}$;

c) C – множество шестиугольников плоскости, координаты вершин которых рациональны;

d) $D = \{x \in R \mid 5 \leq x \leq 7\}$.

Часть II. Метрические пространства.

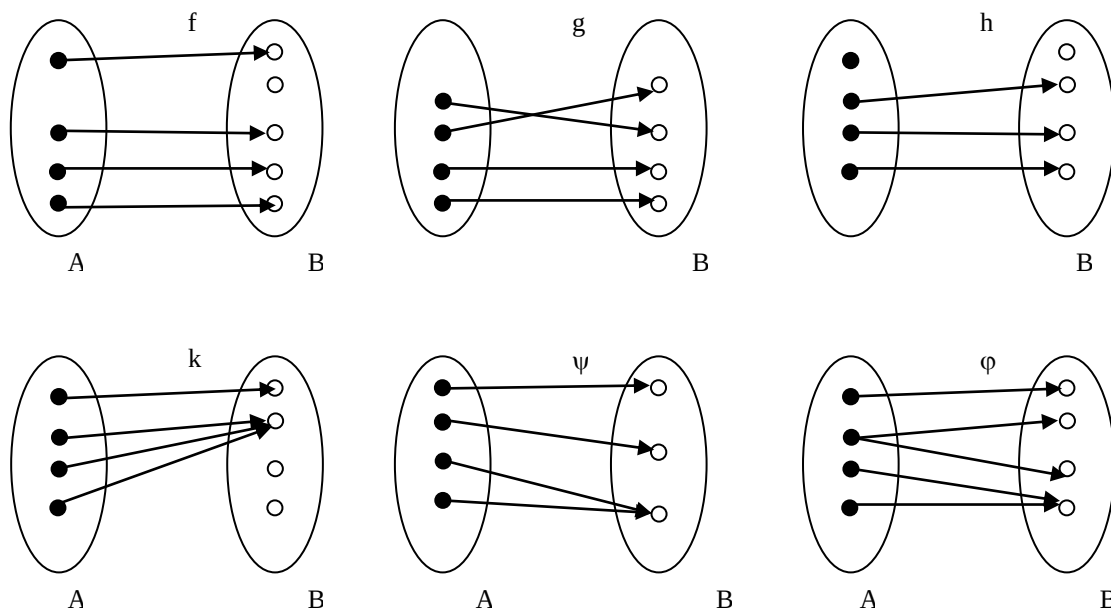
1. Множество $M = \{a, b, c\}$ с метрикой ρ является метрическим пространством, и $\rho(a, b) = \rho(b, c) = 1$. Какие значения может принимать расстояние $\rho(a, c)$?
2. Докажите, что пара $(R, \rho(x, y) = |x - y|)$ - метрическое пространство.
3. В метрическом пространстве E_1 дан шар $S[a, r] = [1, 72; 3, 54]$. Найдите его центр и радиус. Какое это множество: открытое или замкнутое?
4. Постройте ε -окрестность точки (функции) $f(x) = 2x^2 + 1$ в метрическом пространстве $C[-2; 2]$.
5. Найдите расстояние между точками в данных метрических пространствах:
 - а) E_1 ; $x_1 = -3,5$ и $x_2 = 4,81$.
 - б) E_2 ; $x_1 = (2; -3)$ и $x_2 = (-1; 1)$.
 - в) E_3 ; $x_1 = (1; 2; 1)$ и $x_2 = (0; 0; -3)$.
 - г) $C[1; 2]$; $f(x) = x^2$ и $g(x) = x$.

Вариант 9

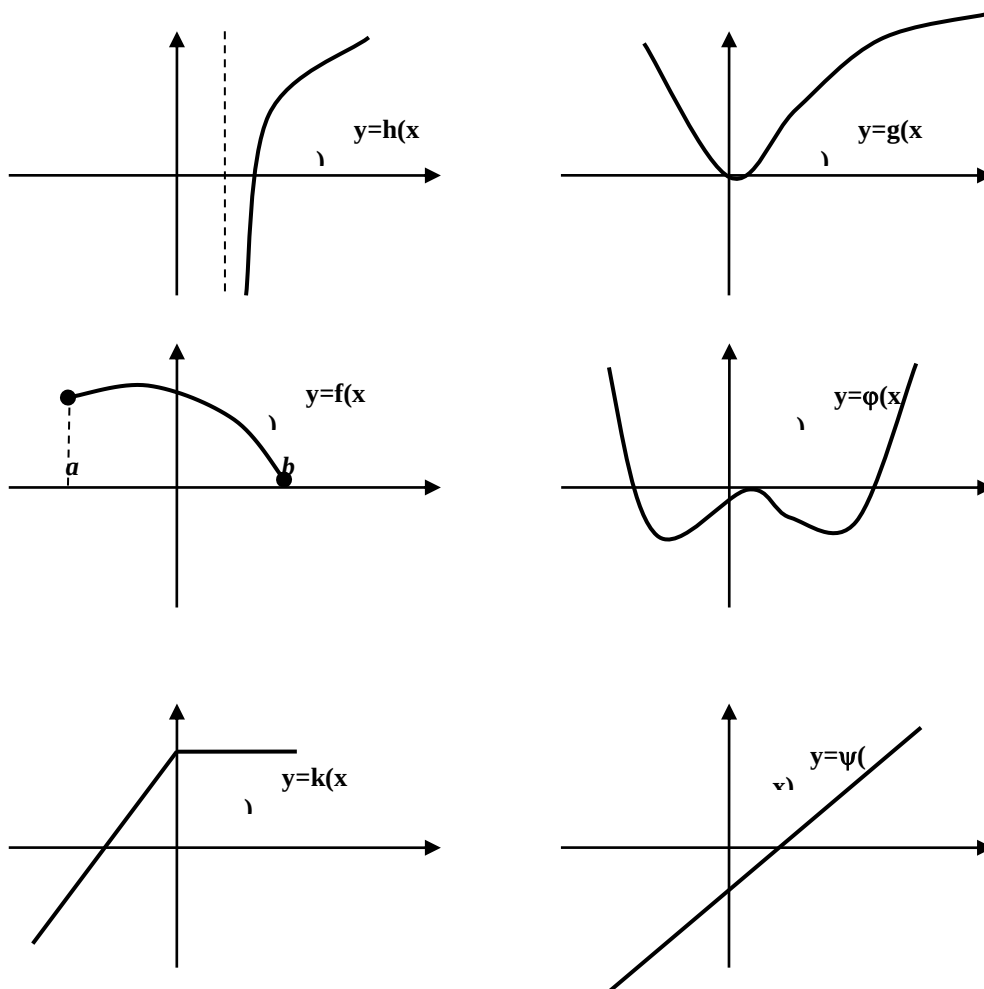
Часть I. Множество. Мощность множества.

1. Запись $m|n$, где $m, n \in \mathbb{Z}$, означает, что число m есть делитель числа n . Перечислите все элементы множества $A = \{x \in \mathbb{N} \mid x|12\} \cap \{x \in \mathbb{N} \mid x|8\}$.
2. Установите, какая из двух записей верна:
 - а) $\{a\} \in \{a; b; \{a\}; \{b\}\}$;
 - б) $a \in \{a; b; \{a\}; \{b\}\}$
 - в) $\{a\} \subset \{a; b; \{a; b\}\}$;
 - г) $a \subset \{a; b; \{a\}; \{b\}\}$
 - д) $\{a\} \in \{a; b; c\}$.
3. Даны множества $A = [-2; 3)$ и $B = (1; 3]$. Найдите множества $A \cup B, A \cap B, A \setminus B$ и $B \setminus A$.
4. Приняв полуинтервал $B = [-2; 3)$ за универсальное множество, найдите и изобразите на числовой оси дополнение интервала $(-2; 0)$.

5. A – множество функций, непрерывных на отрезке $[a,b]$, B – множество функций, ограниченных на отрезке $[a,b]$. Изобразите на диаграммах Венна множества $A \cup B, A \cap B, A \setminus B$ и $B \setminus A$.
6. Для заданного семейства множеств $A_n = \left\{1; \frac{1}{2}; \frac{1}{3}; \dots; \frac{1}{n}\right\}, n \in N$, найдите $\bigcup_{n \in N} A_n$ и $\bigcap_{n \in N} A_n$.
7. Составьте множество всех подмножеств множества $B = \{2; 4; 6\}$. Определите мощность B и составленного множества M .
8. Как выражается решение уравнения $(y-x)(y^2+x^2-1)=0$ через решения уравнений: $y-x=0$ и $y^2+x^2-1=0$?
9. Даны два множества A и B . Укажите отображения A в B , A на B , взаимное однозначное отображение.



10. Найдите множество G , на которое функция $y = \operatorname{tg} x$ отображает множество $F = \left(-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right)$.
11. Даны отображения, которые задаются графически функциями (отображается область определения функции $D(y)$ в её множество значений $E(y)$). Укажите взаимное однозначное отображение.



12. Отображения A на B заданы функциями: 1) $y = e^{2x}$; 2) $y = \operatorname{ctg} x$; 3) $y = x - x^4$.

Для указанных отображений множества $A = D(y)$ и $B = E(y)$. Укажите функции, которые осуществляют взаимное однозначное соответствие.

13. A – множество русских слов, B – множество букв русского алфавита. Задайте отображения A в B и B в A .

14. Укажите мощность данных множеств:

a) $A = \{2n \mid n \in \mathbb{Z}\};$

b) $B = \left\{ \left(\frac{2}{7} \right)^n \mid n \in \mathbb{N} \right\};$

c) C – множество треугольников плоскости, координаты ортоцентра которых рациональны;

d) $D = \{x \in \mathbb{R} \mid 0 < x < 10\}.$

Часть II. Метрические пространства.

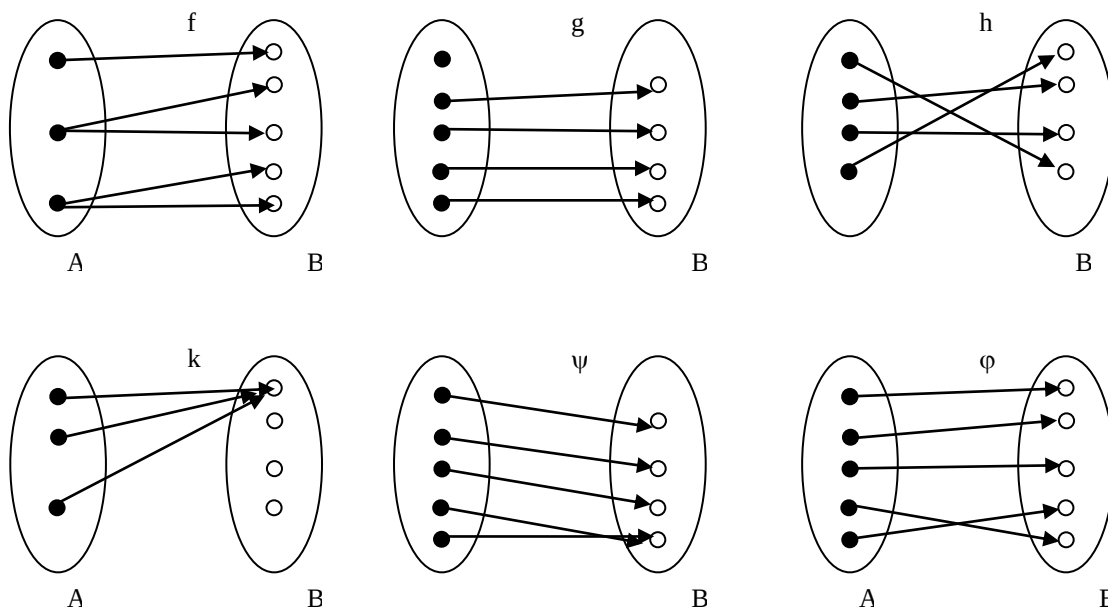
1. Является ли множество $M = \{a, b, c\}$ метрическим пространством, если расстояние ρ удовлетворяет условиям: $\rho(a, c) = \rho(c, a) = \rho(a, b) = \rho(c, b) = 2$, $\rho(b, a) = \rho(b, c) = 1$?
2. Докажите, что множество действительных чисел R с расстоянием $\rho(x, y) = |\arctg x - \arctg y|$ является метрическим пространством.
3. В метрическом пространстве E_1 дан шар $S[a, r] = [-1, 72; 3, 5]$. Найдите его центр и радиус. Какое это множество: открытое или замкнутое?
4. Постройте ε -окрестность точки (функции) $f(x) = 2 - 3x$ в метрическом пространстве $C[-2; 1]$.
5. Найдите расстояние между точками в данных метрических пространствах:
 - а) E_1 ; $x_1 = 7,82$ и $x_2 = -1,35$.
 - б) E_2 ; $x_1 = (5; -1)$ и $x_2 = (4; -2)$.
 - в) E_3 ; $x_1 = (2; 1; 0)$ и $x_2 = (-1; -1; -1)$.
 - г) $C[0; 2]$; $f(x) = x^3 - 3x + 1$ и $g(x) = 0$.

Вариант 10

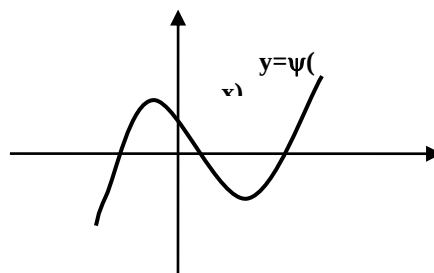
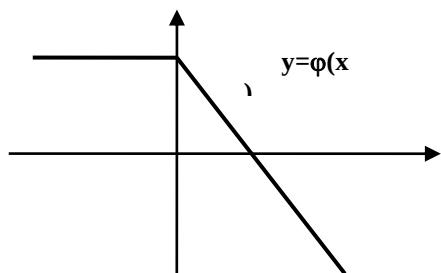
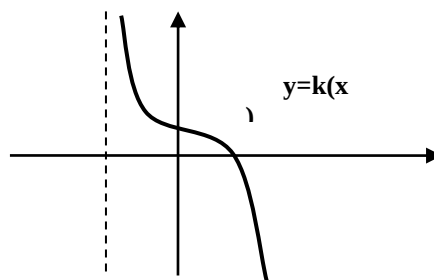
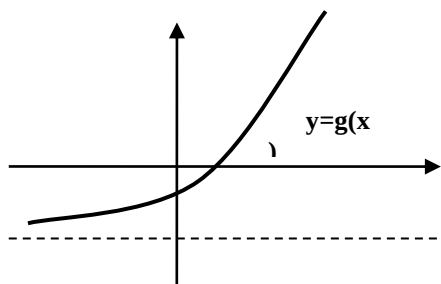
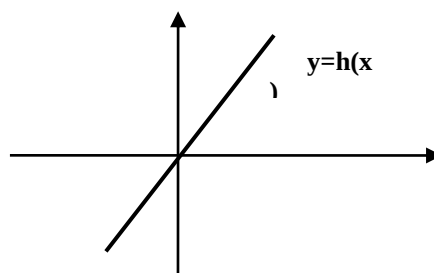
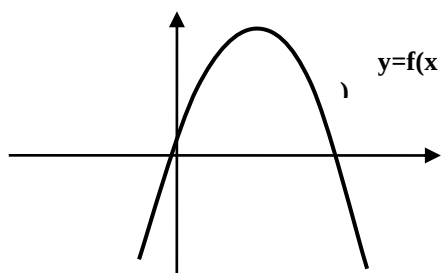
Часть I. Множество. Мощность множества.

1. Запись $m|n$, где $m, n \in Z$, означает, что число m есть делитель числа n . Перечислите все элементы множества $D = \{x \in N \mid 12 \mid x\} \cap \{x \in N \mid 8 \mid x\}$.
2. Установите, какая из двух записей верна:
 - а) $\{1\} \in \{-1; 1; \{-1; 0; 1\}\}$ или $\{1\} \subset \{-1; 1; \{-1; 0; 1\}\}$;
 - б) $\{1\} \in \{-1; 0; \{1\}\}$ или $\{1\} \subset \{-1; 0; \{1\}\}$.
3. Даны множества $A = (-1; 3]$, $B = [0; 5)$. Найдите множества $A \cup B, A \cap B, A \setminus B$ и $B \setminus A$.
4. Приняв все действительные числа R за универсальное множество, найдите и изобразите на числовой оси дополнение интервала $(-10; +\infty)$.
5. A – множество функций, непрерывных на отрезке $[a, b]$, B – множество функций, интегрируемых на отрезке $[a, b]$. Изобразите на диаграммах Венна множества $A \cup B, A \cap B, A \setminus B$ и $B \setminus A$.
6. Найдите объединение и пересечение множеств $B_n = [-n, n]$, где $n = 1, 2, 3, \dots$.

7. Составьте множество всех подмножеств множества $B = \{10; 20; 30\}$. Определите мощность B и составленного множества M .
8. Пусть A, B и C соответственно множества корней алгебраических уравнений $P(x) = 0, Q(x) = 0, R(x) = 0$, где $P(x), Q(x), R(x)$ - многочлены. Каково множество корней системы уравнений $\begin{cases} R(x) = 0 \\ P(x) \cdot Q(x) = 0 \end{cases}$?
9. Даны два множества A и B . Укажите отображения A в B , A на B , взаимное однозначное отображение.



10. Найдите множество G , на которое функция $y = \frac{1}{x}$ отображает множество $F = [1; 4]$.
11. Даны отображения, которые задаются графически функциями (отображается область определения функции $D(y)$ в её множество значений $E(y)$). Укажите взаимное однозначное отображение.



12. Отображения A на B заданы функциями: 1) $y = 2x^3 - 3$; 2) $y = \cos x$; 3) $y = 2 - 7x$.

Для указанных отображений множества $A = D(y)$ и $B = E(y)$. Укажите функции, которые осуществляют взаимное однозначное соответствие.

13. Назовите простейшие элементарные функции, которые осуществляют отображение интервала $(0; \pi)$ в R , интервала $(0; +\infty)$ на $(0; +\infty)$.

14. Укажите мощность данных множеств:

a) $A = \{1; 2; 4; 8; 16; \dots\}$;

b) $B = \left\{ \frac{1}{2^n} \mid n \in Z \right\}$;

c) C – множество треугольников плоскости, координаты точки пересечения серединных перпендикуляров которых рациональны;

d) $D = \{x \in R \mid -1 \leq x \leq 2 \text{ и } 4 < x < 7\}$.

Часть II. Метрические пространства.

1. Дано множество действительных чисел R . Является ли метрикой в R функция

$$\rho(x, y) = |x^2 - y^2|?$$

2. Докажите, что множество функций, непрерывных на отрезке $[a, b]$, с расстоянием

$$\rho(x(t), y(t)) = \sqrt{\int_a^b (x(t) - y(t))^2 dx} \text{ - есть метрическое пространство.}$$

3. В метрическом пространстве E_1 дан шар $S[a, r] = [-4, 02; -0, 26]$. Найдите его центр и радиус. Какое это множество: открытое или замкнутое?

4. Постройте ε -окрестность точки (функции) $f(x) = x^2$ в метрическом пространстве $C[0; 2]$.

5. Найдите расстояние между точками в данных метрических пространствах:

а) E_1 ; $x_1 = 2,03$ и $x_2 = -1,77$.

б) E_2 ; $x_1 = (-2; 2)$ и $x_2 = (2; 4)$.

в) E_3 ; $x_1 = (-1; 0; -1)$ и $x_2 = (1; 2; 1)$.

г) $C_L[0; 2]$; $f_1(x) = x^3 - 3x + 1$ и $f_2(x) = 0$.

2.2.3. Типовой вариант контрольной работы с решениями и указаниями

Задание 1. Указанное множество $A = \{x \in N \mid x^2 - 3x - 4 \leq 0\}$ задайте перечислением всех его элементов.

Решение:

1) Решим данное квадратное неравенство $x^2 - 3x - 4 \leq 0$. Корни квадратного трехчлена $x = 4$ и $x = -1$. Тогда данное неравенство примет вид: $(x - 4)(x + 1) \leq 0$.

Если использовать метод интервалов, то получим $x \in [-1; 4]$: решение неравенства. По условию $x \in N$. Тогда множество $A = \{1; 2; 3; 4\}$.

Задание 2. Верна ли запись:

а) $5 \in \{\{1; 2\}; 3; \{4; 5\}\}$;

б) $\{4; 5\} \subset \{\{1; 2; 3; 4\}; 4; 5\}$?

Решение:

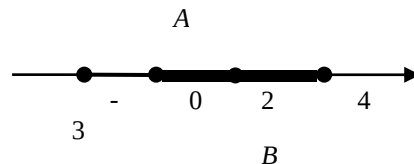
а) Данное множество $\{\{1; 2\}; 3; \{4; 5\}\}$ состоит из трех элементов: множество $\{1; 2\}$, число 3 и множество $\{4; 5\}$. Поэтому число 5 – это не элемент данного множества. Следовательно, запись не верна.

б) Множество $\{4; 5\}$ состоит из элементов 4 и 5. Они являются элементами множества $\{\{1; 2; 3; 4\}; 4; 5\}$. Следовательно, запись верна.

Задание 3. Даны множества $A = [-3; 2]$ и $B = [0; 4]$. Найдите множества $A \cup B, A \cap B, A \setminus B$ и $B \setminus A$. Изобразите их на числовой оси.

Решение:

Множества A и B изображаем на числовой прямой.



$A \cup B$ - это точки, которые лежат хотя бы в одном множестве, то есть $A \cup B = [-3; 4]$.

$A \cap B$ - это точки, которые принадлежат обоим множествам, то есть $A \cap B = [0; 2]$.

$A \setminus B$ - это точки, которые принадлежат множеству A , но не принадлежат множеству B , то есть $A \setminus B = [-3; 0)$.

$B \setminus A$ - это точки, которые принадлежат множеству B , но не принадлежат множеству A , то есть $B \setminus A = (2; 4]$.

Задание 4. Пусть интервал $I = (-2; 5)$ - универсальное множество и множество $A = [0; 4]$. Найдите дополнение $C_I A$.

Решение:

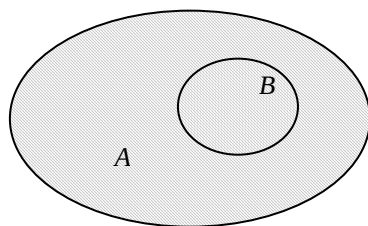
$$C_I A = I \setminus A.$$

$$C_I A = (-2; 0) \cup (4; 5).$$

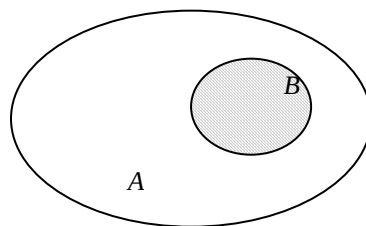


Задание 5. Пусть A - множество всех функций, определенных на отрезке $[a; b]$. B - множество функций, интегрируемых на отрезке $[a; b]$. Изобразите на диаграммах Венна множества $A \cup B, A \cap B$ и $B \setminus A$.

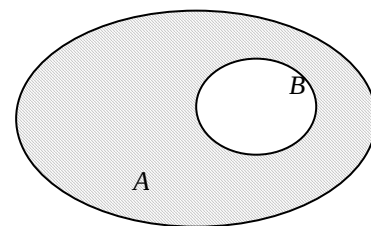
Решение: Заметим, что множество $B \subset A$.



$$A \cup B = A$$



$$A \cap B = B$$



$$A \setminus B$$

$$B \setminus A = \emptyset.$$

Задание 6. Заданы множества $A_n = [1, n]$, где $n = 1, 2, 3, \dots$. Найдите

$$\bigcup_{n=1}^{50} A_n, \bigcup_{n=1}^{\infty} A_n, \bigcap_{n=1}^7 A_n, \bigcap_{n \in \mathbb{N}} A_n.$$

Решение:

1) $A_1 = [0; 1], A_2 = [0; 2], A_3 = [0; 3], \dots, A_{50} = [0; 50]$. Тогда $\bigcup_{n=1}^{50} A_n = [0; 50]$, а

$$\bigcup_{n=1}^{\infty} A_n = [0; +\infty).$$

$$2) \bigcap_{n=1}^7 A_n = [0; 1], \quad \bigcap_{n \in \mathbb{N}} A_n = [0; 1].$$

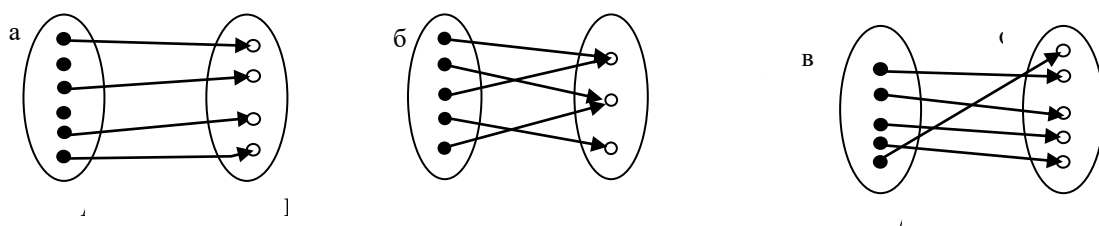
Задание 7. Составьте множество всех подмножеств множества $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$

Указание: Если множество A состоит из n элементов, то множество всех подмножеств данного множества имеет 2^n элементов.

Задание 8. Например, A – множество корней уравнения $f(x) = 0$, а B – множество решений неравенства $g(x) \leq 0$. Тогда множество корней системы $\begin{cases} f(x) = 0 \\ g(x) \leq 0 \end{cases}$ будет пересечение множеств A и B ($A \cap B$), а множество корней совокупности $\begin{cases} f(x) = 0 \\ g(x) \leq 0 \end{cases}$ – объединение множеств ($A \cup B$).

Задание 9. Даны два множества A и B . Укажите отображения A в B , A на B , взаимное однозначное отображение.

Решение:



а) Это отображение не является отображением A в B , так как в A есть элементы, которые не имеют образов.

б) Рассмотрим следующее соответствие:

Задано отображение множества A в B , оно же будет отображением A на B , так как все элементы множества B являются образами. Но это отображение не взаимно однозначное, так как в B есть элемент, который имеет два прообраза.

- в) Это взаимно однозначное отображение: отображение A на B ;
- 2) различным элементам из A соответствуют различные образы из B .

Указание к заданию 10. Изобразите график функции и данное множество. Найдите образы элементов из указанного множества.

Указание к заданиям 11-12. 1) Найдите область определения $D(f)$ и множество значений $E(f)$, указанных функций. Очевидно, что задано отображение $D(f)$ на $E(f)$.

- 2) Убедитесь, что для любых элементов $x_1, x_2 \in D(f)$ таких что $x_1 \neq x_2$ выполняется: $y_1 \neq y_2$, где $y_1 = f(x_1)$ и $y_2 = f(x_2)$ (интерпретируйте эту информацию на геометрический «язык», если функция задана графически).

Критерии оценки компетенций в рамках типовых контрольных заданий:

1. Соответствие ответа формулировке вопроса. Содержательность, глубина и полнота ответа. Достоверность излагаемого материала (0-30 баллов).
2. Практическая направленность (0-30 баллов)
3. Аргументированность, логичность (0-20 баллов).
4. Достаточный научно-теоретический уровень ответа (0-20 баллов).

Типовое задание оценивается по 100-балльной шкале, которая переводится в пяти балльную шкалу в соответствии с действующим на текущий момент Положением о рейтинговой системе текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов:

- оценка «5» выставляется в случае, если студент выполнил качественно 87–100 % типового задания;
- оценка «4» выставляется в случае, если студент выполнил качественно 75–86 % типового задания;
- оценка «3» выставляется в случае, если студент выполнил качественно 60–74 % типового задания;
- оценка «2» выставляется в случае, если студент выполнил менее 60 % типового задания.

Уровень сформированности компетенций УК-1, ПК-1, ПК-3 в рамках типовых контрольных заданий:

Уровни	Показатели
пороговый	Ответ в основном правильный, но схематичный, обнаруживающий лишь умение поверхностно и с отклонениями от последовательности изложения раскрыть материал; научно-теоретический уровень ответа не достаточен; нет обобщений и выводов в полном объеме, имеются существенные ошибки в формулировке определений.

базовый	Ответ, обнаруживает хорошее знание и понимание материала, умение излагать свои мысли последовательно и грамотно. В ответе может быть недостаточно полно развернута аргументация, возможны отдельные затруднения в формулировке выводов, иллюстративный материал может быть представлен недостаточно, приводимые примеры не точные, отдельные ошибки в формулировке понятий
повышенный	Ответ исчерпывающий, точный, проявлено умение пользоваться материалом текстов по предмету для аргументации и самостоятельных выводов, свободное владение соответствующей терминологией, навыками анализа, умение излагать свои мысли последовательно с необходимыми обобщениями и выводами, используя термины.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Целью промежуточной аттестации по данной дисциплине является оценка уровня сформированности компетенций в результате усвоения знаний, приобретения умений, навыков и опыта деятельности в рамках освоения дисциплины (модуля).

Процедура оценивания охватывает обучающихся, освоивших дисциплину (модуль). Процедура оценивания проводится по окончании освоения дисциплины (модуля). Оценка уровня сформированности компетенций на этапах их формирования определяется на основании собеседования, включающих теоретические вопросы или задания, в которых обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию, необходимую для решения данной проблемы; при этом актуализируется определенный комплекс знаний, необходимый для разрешения данной проблемы. Оценивание ответов обучающихся проводится в соответствии с приведенными критериями.

На основании ответов (ответов на тест, выполнение практико-ориентированного задания) оценивается уровень сформированности компетенций на этапах их формирования в рамках дисциплины (модуля), а также уровень знаний, умений, навыков и опыта деятельности, по результатам выставляется оценка. Результаты проведения процедуры в установленном порядке проставляются преподавателем в зачетные книжки обучающихся и электронные ведомости. По результатам проведения процедуры оценивания преподавателем делается вывод о результатах промежуточной аттестации по дисциплине.

Процедура оценивания (зачет с оценкой) соответствует действующим в вузе текущим положениям, включая Положение о рейтинговой системе текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.