

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное**  
**учреждение высшего образования "Пермский**  
**государственный национальный исследовательский**  
**университет"**

**Кафедра физической химии**

Авторы-составители: **Плотникова Мария Дмитриевна**

Рабочая программа дисциплины  
**КРИСТАЛЛОХИМИЯ**  
Код УМК 64562

Утверждено  
Протокол №6  
от «14» мая 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Кристаллохимия

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **04.03.01** Химия (ПБ)  
направленность Прикладная химия

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Кристаллохимия** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**04.03.01** Химия (ПБ) (направленность : Прикладная химия)

**ОПК.1** Владеет базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов математических и естественных наук

#### **Индикаторы**

**ОПК.1.1** Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	04.03.01 Химия (ПБ) (направленность: Прикладная химия)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	7
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	14
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	28
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (4)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (7 триместр)

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### **Кристаллохимия.**

Материал, излагаемый в курсе «Кристаллохимия», является базовым для курсов рентгенографии, физико-химического анализа, выполнения соответствующих практикумов и научно-исследовательской работы.

### **Понятие о кристалле. Законы кристаллографии. Симметрия кристаллов**

Кристаллография — наука о кристаллах, их структуре, возникновении и свойствах. Она тесно связана с минералогией, физикой твёрдого тела и химией. Изучается строение, физические свойства кристаллов, условия их образования, разрабатываются методы исследования и определения вещества по кристаллической форме, физическим особенностям и т.п.

### **Предмет и задачи кристаллохимии. Анизотропия и симметрия физических свойств кристаллов**

Предмет и история кристаллохимии. Общие свойства кристаллов. Основной закон кристаллохимии (Гольдшмидт – Капустинский).

### **Симметрия, симметрическое преобразование. Закон симметрии**

Учение о симметрии. Операции симметрии. Группы симметрии. Закрытые операции и элементы симметрии. Поворот и поворот с инверсией. Поворотные и инверсионные оси. Плоскости симметрии. Свойства инверсионных осей. Проекция закрытых элементов симметрии. Взаимосвязь между закрытыми элементами симметрии.

Оси высшего порядка. Точечные группы, категории, семейства. Зеркальные повороты и зеркально-поворотные оси. Символика Шенфлиса.

Открытые операции и элементы симметрии. Винтовой поворот и отражение со скольжением. Винтовые оси и плоскости скользящего отражения.

Сочетания элементов симметрии с трансляциями. Взаимосвязь между элементами симметрии (симметричности). Пространственные группы.

### **Кристаллографические проекции. Принципы проектирования.**

Кристаллографические проекции. Классификация проекций и принципы проектирования.

Стереографические и гномостереографические проекции. Сетка Вульфа. Проектирование кристаллов.

### **Геометрическая теория структуры кристалла. Кристаллографические символы**

Кристаллическая структура. Трансляция. Группы трансляций. Кристаллическая решетка, базис.

Параллелограммы и параллелепипеды повторяемости. Индексы узлов, узловых рядов и плоскостей.

Межплоскостные расстояния. Вычисление параметров решетки.

### **Кристаллографические системы координат. Сингонии**

Кристаллическая структура. Трансляция. Группы трансляций. Кристаллическая решетка, базис.

Параллелограммы и параллелепипеды повторяемости.

Симметрия кристаллической решетки. Голоэдрические группы. Особые направления в решетке.

Кристаллографические системы координат.

правила выбора.

### **Метод кристаллографического индицирования**

Сингония. Кристаллографические точечные группы. Способы размещения узлов в элементарной ячейке.

Типы Бравэ. Основные структурные типы кубических решеток. Число формульных единиц в

элементарной ячейке. Индексы узлов, узловых рядов и плоскостей. Межплоскостные расстояния.

Вычисление параметров решетки.

## **Основные понятия кристаллохимии**

Кристаллохимия — наука о кристаллических структурах и их связи с природой вещества. В разделе изучается пространственное расположение и химическая связь атомов в кристаллах, а также зависимость физических и химических свойств кристаллических веществ от их строения.

### **Описание и систематика кристаллических структур. Простейшие структурные типы**

Кристаллохимия простых веществ. Металлы, основные структурные типы и аномальные структуры. Неметаллы.

### **Простейшие структуры соединений типа $AB_2$ и $A_2B$**

Бинарные соединения. Структуры в рамках теории шаровых кладок и упаковок. Ажурные структурные мотивы (АСМ): структуры островные, цепочечные и ленточные, слоистые и координационные. Трехэлементные соединения. Перовскит. Сегнетоэлектрики. ВТСП. Шпинели (нормальные и обращенные). Коэффициент обращения в шпинелях. Ферриты.

### **Теория плотнейших упаковок**

Плотнейшие шаровые упаковки (ПШУ). Мотивы упаковки: гексагональный и кубический. Пустоты в ПШУ: тетраэдрические и октаэдрические. Многослойные ПШУ. Слоистость ПШУ. Способы записи ПШУ. Шаровые кладки и пустоты в них.

### **Химические связи в кристаллах**

Химические связи в кристаллах: ковалентные, ионные, металлические, вандерваальсовы. Координационное число и координационный полиэдр. Правило Юм-Розери. Гомо- и гетеродесмические структуры. Типы гетеродесмических структур: островные, цепочечные и ленточные, слоистые, каркасные. Символика записи координационных структур и фрагментов.

### **Изоструктурность. Изоморфизм и полиморфизм. Политипия**

Изоморфизм и полиморфизм (Митчерлих). Аллотропия. Представление о термодинамической теории фазовых равновесий. Фазовые превращения в кристаллических системах. Фазы переменного состава. Твердые растворы, типы: замещения, внедрения, вычитания. Параметры решетки твердых растворов. Правило Вегарда. Условия проявления изоморфизма. Правило Руайе – Юм-Розери. Антиизоморфизм. Морфотропия и автоморфотропия. Политипия. Изотопная морфотропия. Изовалентный и гетеровалентный изоморфизм. Закон диагональных рядов Ферсмана. Разрыв смешиваемости в гетеровалентных изоморфных системах (Хлопин – Никитин). Изоморфизм с заполнением пространства. Фазы внедрения.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Шаскольская М. П. Кристаллография:учебник для вузов/М. П. Шаскольская.-Москва:Высшая школа,1976.-391.-Библиогр.: с. 384. - Предм. указ.: с. 396-389
2. Егоров-Тисменко Ю. К. Кристаллография и кристаллохимия:учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Геология"/Ю. К. Егоров-Тисменко.-Москва:Книжный дом "Университет",2005, ISBN 5-98227-095-4.-592.-Библиогр.: с. 583-585
3. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия:учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Физика металлов" и "Металловедение, оборудование и технология термической обработки металлов"/Я. С. Уманский [и др.].-Москва:Металлургия,1982.-631.-Библиогр.: с. 628-631
4. Кристаллохимия:учебно-методическое пособие для студентов химического факультета, обучающихся по направлению "Химия" и специальности "Прикладная и фундаментальная химия"/Министерство образования и науки Российской Федерации, Пермский государственный национальный исследовательский университет.-Пермь,2014.-46.-Библиогр.: с. 45

### Дополнительная:

1. Бокий Г. Б. Введение в кристаллохимию:[учебное пособие]/Г. Б. Бокий.-Москва:Издательство Московского университета,1954.-491.
2. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия:учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Физика металлов" и "Металловедение, оборудование и технология термической обработки металлов"/Я. С. Уманский [и др.].-Москва:Металлургия,1982.-631.-Библиогр.: с. 628-631



## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Кристаллохимия** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Перечень используемых информационных технологий: презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);

доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);

доступ в электронную информационно-образовательную среду университета;

тестирование

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

1. Лекционные занятия: Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

2. Занятий семинарского типа (семинары, практические занятия): Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

3. Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

4. Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

5. Аудитория для самостоятельной работы, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченная доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения Научной библиотеки ПГНИУ

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными

компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Кристаллохимия**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ОПК.1**

**Владеет базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов математических и естественных наук**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук</p>	<p>Знать: основные правила и законы геометрической кристаллографии; Уметь: применять законы кристаллографии для описания реальных кристаллических структур различного уровня сложности (уметь правильно выбирать системы координат, расположение атомов в кристаллических структурах, определять индексы плоскостей и направлений); Владеть: навыком описания параметров кристаллической структуры на основании данных о взаимном расположении атомов.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает основные правила и законы геометрической кристаллографии; не умеет применять законы кристаллографии для описания реальных кристаллических структур различного уровня сложности (не умеет правильно выбирать системы координат, расположение атомов в кристаллических структурах, определять индексы плоскостей и направлений). Не владеет навыками расчетов кристаллохимических параметров вещества, навыками определения структурных единиц кристалла и определения критериев устойчивости структуры.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Имеет общие, но не структурированные знания об основных правилах и законах геометрической кристаллографии; частично умеет применять законы кристаллографии для описания реальных кристаллических структур различного уровня сложности (частично умеет правильно выбирать системы координат, расположение атомов в кристаллических структурах, определять индексы плоскостей и направлений). В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков расчета кристаллохимических параметров вещества, навыков определения структурных единиц кристалла и определения критериев устойчивости структуры.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Имеет сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания об основных</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>правилах и законах геометрической кристаллографии; в целом успешно, но с некоторыми пробелами умеет применять законы кристаллографии для описания реальных кристаллических структур различного уровня сложности (умеет правильно выбирать системы координат, расположение атомов в кристаллических структурах, определять индексы плоскостей и направлений). Фрагментарное применение навыков расчета кристаллохимических параметров вещества, навыков определения структурных единиц кристалла и определения критериев устойчивости структуры.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Имеет сформированные систематические знания об основных правилах и законах геометрической кристаллографии; успешно применяет законы кристаллографии для описания реальных кристаллических структур различного уровня сложности (умеет правильно выбирать системы координат, расположение атомов в кристаллических структурах, определять индексы плоскостей и направлений). Владеет навыками расчетов кристаллохимических параметров вещества, навыками определения структурных единиц кристалла и определения критериев устойчивости структуры.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : 14/0/28/66зачет

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 49 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 49 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	Предмет и задачи кристаллохимии. Анизотропия и симметрия физических свойств кристаллов <b>Входное тестирование</b>	Знать и уметь изображать основные геометрические фигуры на плоскости и в пространстве. Знать геометрическую структуру простейших молекул (вода, метан и т.д.). Знать основные законы и понятия физической химии.
<b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук	Симметрия, симметрическое преобразование. Закон симметрии <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знать элементы симметрии, знать и успешно применять основные законы теории симметрии
<b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук	Кристаллографические проекции. Принципы проектирования. <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знать принципы построения стереографических проекций кристаллических многогранников. Уметь решать задачи с помощью сетки Вульфа.
<b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук	Метод кристаллографического индентирования <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знать правила симметрических преобразований кристаллических многогранников. Уметь применять эти правила при описании конкретных многогранников.

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук	Теория плотнейших упаковок <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знать правила кристаллографического индицирования. Уметь описывать и систематизировать основные типы кристаллических структур. Владеть навыками расчета базиса и координационного числа кристаллической структуры.
<b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук	Изоструктурность. Изоморфизм и полиморфизм. Политипия <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Знать основные понятия структурной кристаллографии и кристаллохимии. Уметь описывать любую кристаллическую структуру с точки зрения кристаллохимии. Владеть навыками расчета основных кристаллографических параметров.

### **Спецификация мероприятий текущего контроля**

#### **Предмет и задачи кристаллохимии. Анизотропия и симметрия физических свойств кристаллов**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Задания с генерацией ответа (по 2 балла за каждый правильный ответ)	10
Тестовые задания с выбором ответа (по 1 баллу за каждый правильный ответ)	4

#### **Симметрия, симметрическое преобразование. Закон симметрии**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **15**

Проходной балл: **7**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знать и правильно применять при решении задач теоремы о сочетании элементов симметрии	7
Правильное построение кристаллографической проекции и изображение элементов симметрии на ней	4
Правильно определена сингония кристалла, изображенного на кристаллографической проекции	3
Правильно определена вид симметрии кристалла, изображенного на кристаллографической проекции	1

### **Кристаллографические проекции. Принципы проектирования.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **10**

Проходной балл: **5**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Построить стереографические проекции направления и плоскости заданные сферическими координатами	4
Найти полюс дуги большого круга	2
Построить стереографическую проекцию дуги малого круга	2
Измерить угловое расстояние между двумя направлениями	2

### **Метод кристаллографического индцирования**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **15**

Проходной балл: **7**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Правильное определение всех элементов симметрии кристаллического многогранника. Изображение их на рисунке.	7
Определение простой формы кристаллического многогранника	3
Определение формулы симметрии кристаллического многогранника	3
Определение сингонии кристаллического многогранника	2

### **Теория плотнейших упаковок**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Определение базиса кристаллической структуры	7
Расчет количества атомов, приходящихся на элементарную ячейку кристаллического вещества. Определение его кристаллографической формулы.	6
Определение координационного числа каждого сорта атомов	5
Правильное определение индексов плоскостей	4
Правильное изображение направлений на рисунке в соответствии с индексами	3
Расчет кристаллографической плотности вещества.	3
Определение координационного многогранника каждого сорта атомов	2

### **Изоструктурность. Изоморфизм и полиморфизм. Политипия**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Задания с выбором ответа из предложенных вариантов (по 1 баллу за каждый правильный ответ)	16
Задания с развернутым ответом (по 2 балла за каждый правильный ответ)	14