

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. Астафьева»

**Н.М. Горленко, Е.А. Галкина, Е.Н. Прохорчук**

**КЕЙСЫ  
КАК СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ  
ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОЙ  
ГРАМОТНОСТИ  
(НА ПРИМЕРЕ БИОЛОГИИ)**

Учебное пособие

КРАСНОЯРСК  
2021

ББК 74.262  
Г 695

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Красноярского государственного педагогического университета  
им. В.П. Астафьева

**Рецензенты:**

Кандидат химических наук, директор  
МАОУ СОШ «Комплекс Покровский» г. Красноярска  
*Р.В. Митрохин*

Кандидат педагогических наук,  
заместитель директора КГБПОУ «Красноярский колледж  
отраслевых технологий и предпринимательства»  
*Л.И. Ачекулова*

**Горленко Н.М., Галкина Е.А., Прохорчук Е.Н.**

Г 695 Кейсы как способ формирования естественно-научной грамотности (на примере биологии): учебное пособие / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. – Красноярск, 2021. – 104 с.

ISBN 978-5-00102-535-1

Рассматривается естественнонаучная грамотность как объект международной оценки образовательных достижений обучающихся. Определены сущность естественнонаучной грамотности, состав и структура компетенций, входящих в ее состав, даны рекомендации по разработке заданий, обеспечивающих формирование естественно-научной грамотности. Пособие включает задания для самостоятельной работы студентов, обеспечивающие понимание и освоение теоретических вопросов, а также получение практического опыта по составлению заданий для обучающихся общеобразовательных школ.

Адресуется обучающимся педагогических университетов по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование, профиль Биология; 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), профиль Биология и химия, География и химия, 44.04.01 Педагогическое образование, профиль Теория и методика естественнонаучного образования; 44.06.01 Образование и педагогические науки, профиль Теория и методика обучения и воспитания (биология) при изучении дисциплин Методика обучения биологии, Проектирование образовательных программ, Компетентностный подход в образовании, при прохождении педагогической практики.

ББК 74.262

ISBN 978-5-00102-535-1

© Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, 2021  
© Горленко Н.М., Галкина Е.А., Прохорчук Е.Н., 2021

## Оглавление

Предисловие .....	4
<b>Глава I. Естественно-научная грамотность как компонент функциональной грамотности личности: определение, состав, структура .....</b>	<b>7</b>
1.1. Общие сведения о функциональной грамотности и ее составляющей – естественно-научной грамотности личности .....	7
1.2. Международная программа PISA как система выявления уровня функциональной грамотности обучающихся .....	13
1.3. Типы научного знания и содержательные области в заданиях на формирование и оценку естественно-научной грамотности школьников .....	16
1.4. Структура и классификации заданий, направленных на формирование и оценку естественно-научной грамотности обучающихся .....	26
Вопросы и задания для самостоятельной работы.....	31
<b>Глава II. Понятия как фундаментальное ядро формирования естественно-научной грамотности (на примере биологии) .....</b>	<b>33</b>
2.1. Понятие как форма естественно-научного познания. Признаки, виды понятий .....	33
Вопросы и задания для самостоятельной работы .....	34
2.2. Группы понятий, условия их развития в учебном предмете «Биология» .....	41
Вопросы и задания для самостоятельной работы .....	49
2.3. Базовые понятия школьной биологии как основа формирования естественно-научной грамотности .....	50
Вопросы и задания для самостоятельной работы.....	57
<b>Глава III. Конструирование кейсов по формированию естественно-научной грамотности обучающихся .....</b>	<b>58</b>
3.1. Использование кейсов в обучении школьников .....	58
3.2. Основные этапы создания кейсов .....	65
3.3. Познавательные задачи как инструмент кейса при формировании естественно-научной грамотности школьников .....	67
Вопросы и задания для самостоятельной работы.....	78
<b>Глава IV. Задания по формированию естественно-научной грамотности.....</b>	<b>81</b>
Библиографический список .....	101

## Предисловие

Качество национальной системы образования становится одним из конкурентных показателей в мировом сообществе.

Первые международные исследования по естествознанию были проведены в 1964 году. Инициатором этой системы оценки результатов выступает политическая организация – ОЭСР (OECD). Российские школьники присоединились к Международной программе по оценке образовательных достижений учащихся (PISA) лишь в 2000 году.

Понятие «естественно-научная грамотность» введено ЮНЕСКО в 1967 году. Смысл и содержание этого понятия более 50 лет менялись и трансформировались. Данный процесс продолжается, потому в настоящий момент отсутствует общее понимание сущности, целевых приоритетов, методологии и технологии формирования естественно-научной грамотности российских школьников.

Результаты 20-летнего участия российских школьников в международном исследовании PISA свидетельствуют о среднем невысоком уровне естественнонаучной грамотности [25]. Средний балл по всем странам, участвовавшим в исследовании, составил 458 баллов. Средний балл у российских обучающихся 15-летнего возраста по естественнонаучной грамотности в 2018 году составил 478 баллов. В 2018 году 78,8 % российских обучающихся достигли и превысили пороговый (второй по международной шкале PISA) уровень естественно-научной грамотности. На 0,3 % увеличилось количество обучающихся, не достигших первого уровня естественно-научной грамотности, почти на 3 % увеличился первый уровень. Число обучающихся, достигших наивысших уровней естественно-научной грамотности, составило 3,1 %, что на 0,6 % меньше, чем в предыду-

щем цикле исследования. В распределении 15-летних обучающихся по уровням естественно-научной грамотности несколько увеличилось по сравнению с 2015 годом (а, точнее, вернулось к типичным для предыдущих циклов показателям) число обучающихся, не достигших порогового значения естественно-научной грамотности (второго уровня по международной шкале PISA) с 18 % до 21 %. При достижении данного уровня обучающиеся демонстрируют сформированность естественно-научных компетенций, позволяющих им принимать участие в различных жизненных ситуациях, связанных с естествознанием и технологиями [38].

По результатам PISA, в 2018 году у российских школьников стабильно низкий уровень естественно-научного образования. У учащихся прослеживается дефицит сформированности ряда важных умений, из-за которых по результатам исследования отмечается среднее значение естественно-научной грамотности:

- выполнять поиск информации по ключевым словам;
- рассматривать процессы проведения исследований;
- обдумывать прогнозы на основе полученных данных;
- объяснять научные данные и данные исследований;
- истолковывать графическую информацию;
- проводить оценочные расчеты и прикидки.

Сложившаяся ситуация привела к усилению управленческой позиции во многих субъектах Российской Федерации и определению естественно-научной грамотности как основной цели школьного естественно-научного образования.

Решение проблемы повышения естественно-научной грамотности обучающихся в российском образовании видится в:

- системных комплексных изменениях в учебной деятельности;

– переориентации системы образования на новые результаты, связанные с «навыками XXI века», функциональной грамотностью обучающихся и развитием позитивных стратегий поведения в различных ситуациях.

В данном пособии систематизирован и обобщен опыт российских ученых и практиков в области фундаментальных представлений о сущности и содержании естественно-научной грамотности, представлены результаты работы коллективов ученых, методистов и учителей по формированию умений применять естественно-научные знания и умения в реальных жизненных ситуациях, в том числе связанных с практическим применением достижений естественных наук.

---

**ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНАЯ ГРАМОТНОСТЬ  
КАК КОМПОНЕНТ  
ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ ЛИЧНОСТИ:  
ОПРЕДЕЛЕНИЕ, СОСТАВ, СТРУКТУРА**

---

**1.1. Общие сведения о функциональной грамотности  
и ее составляющей –  
естественно-научной грамотности личности**

Естественно-научная грамотность является компонентом функциональной грамотности.

Академик РАО А.А. Леонтьев писал: «Функционально грамотный человек – это человек, который способен использовать все постоянно приобретаемые в течение жизни знания, умения и навыки для решения максимально широкого диапазона жизненных задач в различных сферах человеческой деятельности, общения и социальных отношений» [21, с. 35].

Функциональная грамотность – это способность человека вступать в отношения с внешней средой, максимально быстро адаптироваться и функционировать в ней. В отличие от элементарной грамотности как способности личности читать, понимать, составлять короткие тексты и осуществлять простейшие арифметические действия, функциональная грамотность есть уровень знаний, умений и навыков, обеспечивающий нормальное функционирование личности в системе социальных отношений, который считается минимально необходимым для осуществления жизнедеятельности личности в конкретной культурной среде» [1, с. 342].

Существуют различия в структуре и содержании академической и функциональной грамотности. Сравнительная характеристика учебно-познавательных задач, направленных на развитие академической и функциональной грамотности, представлена в таблице 1 [2, с. 29].

*Таблица 1*

**Сравнительная характеристика  
учебно-познавательных задач,  
направленных на развитие академической  
и функциональной грамотности**

Академическая грамотность	Функциональная грамотность
Моделирует область научного познания	Моделирует реальную жизненную ситуацию
Ориентирована на развитие причинно-следственного, линейного мышления	Предполагает нелинейное мышление
Конструируется на базе классической системы формирования понятий на основе преимущественного использования индуктивного метода	Конструируется на базе концептов на основе преимущественного использования дедуктивного метода
Ученики осваивают систему понятий конкретной науки и их теоретическое обобщение	Ученики осваивают систему концептов, включающих предметные знания учеников, которые становятся опорой и средством решения задач в реальной жизненной ситуации

В международном исследовании PISA в качестве основных составляющих содержательной области функциональной грамотности выделены: математическая, читательская, естественно-научная, финансовая грамотность и глобальные компетенции.



Согласно определению, используемому в PISA, естественно-научная грамотность – это способность человека занимать активную гражданскую позицию по общественно значимым вопросам, связанным с естественными науками, и его готовность интересоваться естественно-научными идеями [4, с. 85–122]. Иными словами, обучающийся должен обладать рядом компетенций, позволяющих ему применять естественно-научные знания и умения в реальных жизненных ситуациях, в том числе связанных с практическим применением достижений естественных наук.

Исследования PISA направлены на выявление у обучающихся способности решать задачи будущего; анализировать, обосновывать и высказывать свои идеи; учиться в течение всей жизни.

Условно выделяются три группы компетенций, которые формируются при изучении физических систем, живых систем и Вселенной (в том числе Земли):

- научно объяснять явления;
- понимать основные особенности естественнонаучного исследования;
- интерпретировать данные и использовать научные доказательства для получения выводов.

Каждая из компетентностей, оцениваемых в задании, может демонстрироваться на материале научного знания следующих типов:

- содержательное знание – знание научного содержания, относящегося к областям «Физические системы», «Живые системы» и «Науки о Земле и Вселенной»;
- процедурное знание – знание разнообразных методов, используемых для получения научного знания, а также знание стандартных исследовательских процедур.

Содержательные области можно формально соотнести с предметными знаниями. Так, «Физические систе-

мы» – это преимущественно материал физики и химии, «Живые системы» – биология, «Науки о Земле и Вселенной» – география, геология, астрономия. Однако с точки зрения содержания, задания по естественнонаучной грамотности, используемые в PISA, часто носят интегрированный характер.

Процедурное знание относится ко всем естественнонаучным предметам, что, в первую очередь, позволяет объединять их в одну группу и говорить именно о естественнонаучной, а не о какой-то узко предметной грамотности. В нашей практике комплекс знаний, умений, компетентностей, относящихся к типу процедурного знания, принято объединять под рубрикой «Методы научного познания».

Традиционно различают теоретические и эмпирические методы научного познания. Теоретические методы основаны на приемах логического мышления (анализ, синтез, сравнение, классификация, обобщение, абстрагирование). Эмпирические методы познания основаны на чувственном восприятии мира и включают наблюдение, эксперимент и моделирование.

Как указывалось выше, естественнонаучная грамотность включает три основные компетенции, которые состоят из определенного набора умений:

1. Описание и объяснение естественнонаучных явлений на основе имеющихся научных знаний.
2. Распознавание научных вопросов и применение методов естественнонаучного исследования.
3. Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов [23, с. 79–109].

Естественнонаучно грамотный человек стремится участвовать в аргументированном обсуждении проблем, относящихся к естественным наукам и технологиям, что требует от него владения следующими группами умений.

Таблица 2

**Соответствие между умениями, раскрывающими содержание естественно-научной грамотности, и характеристикой заданий по формированию и оценке этих умений**

№	Оцениваемые компетенции, умения	Характеристика учебного задания, направленного на формирование и оценку умения
1	2	3
<b>I. Научное объяснение явлений</b>		
11.1	Применить соответствующие естественно-научные знания для объяснения явления	Предлагается описание достаточно стандартной ситуации, для объяснения которой можно напрямую использовать программный материал
11.2	Распознавать, использовать и создавать объяснительные модели и представления	Предлагается описание нестандартной ситуации, для которой ученик не имеет готового объяснения. Для получения объяснения она должна быть преобразована (в явном виде или мысленно) или в типовую известную модель, или в модель, в которой ясно прослеживаются нужные взаимосвязи. Возможна обратная задача: по представленной модели узнать и описать явление
11.3	Делать и научно обосновывать прогнозы о протекании процесса или явления	Предлагается на основе понимания механизма (или причин) явления или процесса обосновать дальнейшее развитие событий
11.4	Объяснять принцип действия технического устройства или технологии	Предлагается объяснить, на каких научных знаниях основана работа описанного технического устройства или технологии
<b>II. Понимание особенностей естественно-научного исследования</b>		
12.1	Распознавать и формулировать цель исследования	По краткому описанию хода исследования или действий исследователей предлагается четко сформулировать его цель
12.2	Предлагать или оценивать способ научного исследования	По описанию проблемы предлагается кратко сформулировать или оценить идею исследования, направленного на ее решение, и/или описать основные этапы такого исследования

1	2	3
22.3	Выдвигать объяснительные гипотезы и предлагать способы их проверки	Предлагается не просто сформулировать гипотезы, объясняющие описанное явление, но и обязательно предложить возможные способы их проверки. Набор гипотез может предлагаться в самом задании, тогда учащийся должен предложить только способы проверки
22.4	Описывать и оценивать способы, которые используют ученые, чтобы обеспечить надежность данных и достоверность объяснений	Предлагается охарактеризовать назначение того или иного элемента исследования, повышающего надежность результата (контрольная группа, контрольный образец, большая статистика и др.). Или: предлагается выбрать более надежную стратегию исследования вопроса
III. Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов		
33.1	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	Предлагается формулировать выводы на основе интерпретации данных, представленных в различных формах: графики, таблицы, диаграммы, фотографии, географические карты, словесный текст. Данные могут быть представлены и в сочетании форм
13.2	Преобразовывать одну форму представления данных в другую	Предлагается преобразовать одну форму представления научной информации в другую, например: словесную – в схематический рисунок, табличную форму – в график или диаграмму и т. д.
33.3	Распознавать допущения, доказательства и рассуждения в научных текстах	Предлагается выявлять и формулировать допущения, на которых строится то или иное научное рассуждение, а также характеризовать сами типы научного текста: доказательство, рассуждение, допущение
33.4	Оценивать с научной точки зрения аргументы и доказательства из различных источников	Предлагается оценить с научной точки зрения корректность и убедительность утверждений, содержащихся в различных источниках, например, научно-популярных текстах, сообщениях СМИ, высказываниях ученых

Из приведенного выше перечня групп умений вытекают требования к учебным заданиям по формированию и оцениванию естественно-научной грамотности обучающегося. Они должны быть направлены на проверку перечисленных выше компетентностей и при этом основываться на реальных жизненных ситуациях. Именно такие задания, объединенные в тематические блоки, составляют измерительный инструментарий PISA.

## **1.2. Международная программа PISA как система выявления уровня функциональной грамотности обучающихся**

Международная программа по оценке образовательных достижений учащихся PISA (Programme for International Student Assessment) направлена на международное сопоставительное исследование качества образования, в рамках которого оцениваются знания и навыки учащихся школ в возрасте 15-и лет. Реализуется программа под эгидой Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР). Национальным координатором реализации исследования PISA в Российской Федерации является ФГБУ «Федеральный институт оценки качества образования» [20].

Целью данного международного исследования является изучение того, обладают ли учащиеся 15-летнего возраста, получившие обязательное общее образование, знаниями и умениями, необходимыми для полноценного функционирования в современном обществе, т. е. для решения широкого диапазона задач в различных сферах человеческой деятельности, общения и социальных отношений. Программа позволяет выявить и сравнить изменения, происходящие в системах образования разных стран, и оценить эффективность стратегических решений в области образования.

Участие России в международных сравнительных исследованиях качества образования имеет большое значение для определения образовательной политики страны.

Результаты исследования PISA позволяют определить, изменилось ли состояние российского образования с позиций международных стандартов, основанных на компетентностном подходе, а также в каком направлении следует совершенствовать российское образование для повышения конкурентоспособности выпускников российских школ.

В исследовании также анализируется, насколько равные возможности предоставляет школа своим учащимся в получении образования и какие результаты при этом достигаются. Еще одним ракурсом исследования является эффективность образовательных систем стран-участниц.

Оценка компетенций учащихся в рамках исследования PISA проводится по трем основным направлениям: читательская, математическая и естественно-научная грамотность.

Дополнительной областью оценивания в цикле исследования 2012 года стало «креативное решение задач», в цикле 2015 года – «совместное решение задач», в цикле 2018 года – «глобальная компетентность». Ряд стран, в том числе Россия, также принимают участие в дополнительной опции – оценивание финансовой грамотности учащихся.

Цикл исследования составляет три года (2000, 2003, 2006, 2009, 2012, 2015). Россия принимает участие во всех циклах исследования PISA, начиная с первого цикла в 2000 году. В каждом цикле основное внимание (две трети времени тестирования) уделяется одному из трех указанных выше направлений исследования. По остальным направлениям получается обобщенная характеристика грамотности учащихся.

Основное направление исследования по «естественно-научной грамотности» проводилось в 2006 и 2015 годах.

В первом полугодии 2018 года в Российской Федерации был проведен основной этап очередного цикла исследования PISA-2018, в котором приняли участие более 8000 учащихся 15-летнего возраста из более 200 образовательных организаций 43 субъектов Российской Федерации.

В последнем цикле исследования PISA-2015 среди 72 участников Российская Федерация заняла 32 место по естественнонаучной грамотности, 23 место по математической грамотности, 26 место по читательской грамотности. Российская Федерация показала существенное улучшение результатов по сравнению с предыдущим циклом исследования 2012 года: результаты по математической грамотности улучшились на 12 баллов (494 балла против 482), по читательской грамотности на 20 баллов (495 баллов против 475), по естественно-научной грамотности на 1 балл (487 баллов против 486). Увеличилось число учащихся с высокими уровнями математической, читательской и естественнонаучной грамотности и уменьшилось число учащихся с низкими уровнями грамотности.

В исследовании PISA естественно-научной грамотностью оцениваются способности человека [2, с. 88]:

- распознавать проблемы, которые исследуются естественно-научными методами, демонстрируется понимание основных особенностей естественно-научного исследования;
- объяснять или описывать естественно-научные явления, используя имеющиеся научные знания, прогнозировать изменения;
- использовать научные доказательства и данные для получения выводов, их анализа и оценки достоверности.

Каждое задание по естественно-научной грамотности классифицируется по следующим параметрам:

- компетентность, на оценивание которой направлено задание;

- тип естественно-научного знания, затрагиваемый в задании;
- контекст;
- познавательный уровень (или степень трудности) задания.

Компетентность рассматривалась выше. Остановимся на понятиях: тип естественно-научного знания, контекст и познавательные уровни.

### **1.3. Типы научного знания и содержательные области в заданиях на формирование и оценку естественно-научной грамотности школьников**

В целом два основных типа естественно-научного знания – содержательное знание и процедурное знание – сохраняют свое значение и для заданий по естественно-научной грамотности, предлагаемых в 5-м и 7-м классах. Однако содержательные области, на которые опираются измерительные материалы, должны отражать содержание соответствующих образовательных программ и возможного опыта учащихся.

Приведем примеры.

К концу 5-го класса большинство российских школьников из естественнонаучных программ осваивали курс начальной школы «Окружающий мир» и в 5-м классе – биологию и географию. При этом естественнонаучная часть программы «Окружающий мир» более чем на 50 % состоит из биологических, географических и астрономических знаний, а сам объем этой части программы крайне небольшой (в сравнении с другими странами) и составляет примерно 40 час/год [24].

Стандартный курс географии для 5-го класса также нельзя считать полностью естественно-научным, поскольку значительное место в нем занимает история географических



открытий, имеющая преимущественно описательный характер. Вместе с тем курс географии 5-го класса включает определенный объем астрономических знаний, в основном о Солнечной системе. Таким образом, если опираться только на содержание стандартной образовательной программы, то возможности для разработки заданий по естественно-научной грамотности крайне малы. Они примерно на 80 % могут использовать биологический и астрономический материал и лишь в ничтожной мере – физические и тем более химические знания, а также знания по физической географии. Напомним, что в PISA-2018 задания по естественно-научной грамотности были распределены по содержательным областям следующим образом: «Физические системы» – 33 %, «Живые системы» – 41 %, «Науки о Земле и Вселенной» – 26 %.

Однако разработчики заданий для 5-го класса решили опереться и на другой, внешкольный, ресурс. Так, результаты международного исследования TIMSS-2015 показывают, что, несмотря на отсутствие в содержании предмета «Окружающий мир» огромных пластов естественно-научного знания, выпускники российской начальной школы (4-й класс) занимают высокое место в рейтинге стран по естествознанию [28].

При этом они успешно выполняют задания, относящиеся к различным вопросам физики, химии, а также по некоторым не входящим в программу вопросам биологии, например, по теме «Наследственность». Источником этих знаний, очевидно, является внешкольный опыт. Это делает возможным и даже необходимым при разработке заданий по естественно-научной грамотности опираться на все три содержательные области, причем примерно в том же соотношении, как это сделано в PISA (см. выше). При этом в определении, например, возможного уровня физико-химических знаний пятиклассников целесообразно ориентироваться на требования

в области физики и химии, предъявляемые в исследовании TIMSS для 4-го класса (с учетом взросления на один год).

Этот подход соответствует также и тем тенденциям в школьном естественно-научном образовании, которых придерживается большинство стран. Так, в «Анализе зарубежных стандартов естественно-научного образования» был выполнен анализ стандартов естественнонаучного образования десяти стран, находящихся к моменту проведения этого анализа (2009–2010 гг.) в верхней части рейтинга по результатам PISA и TIMSS [28].

Обнаружилось, что в этих странах в курсе Science (Естествознание) начальной школы (1–6 классы) большую часть составляют физические науки, то есть физика и химия (в среднем по этим странам чуть более 40 %), далее – биология (чуть менее 30 %), еще меньше науки о Земле и Космосе – география и астрономия (примерно 10 %), остальное – метапредметное содержание.

Другая особенность состоит в том, что поскольку опора в виде естественно-научных знаний в 5-м классе пока еще невелика, то задания могут в большей степени ориентироваться на процедурный тип знания и оценивание таких компетентностей, как понимание особенностей естественно-научного исследования и интерпретация данных для получения выводов (разумеется, с учетом возрастных возможностей). Так, задания, направленные на формирование и оценивание компетентности, связанной с естественно-научным исследованием, составляют около 30 % от общего числа заданий.

В заданиях, относящихся к процедурному типу знаний, пятиклассникам, например, предлагается:

– объяснить, зачем нужно многократное повторение эксперимента со спуском «ватрушки» со снежной горки (и некоторых других экспериментов в других заданиях);

– предположить, что можно узнать с помощью такого метода, как кольцевание птиц;

– выбрать из четырех предлагаемых вариантов оптимальный способ сравнения двух магнитов, сделанных из разных материалов.

В 7-м классе российской школы в дополнение к биологии и географии из естественно-научных предметов изучается физика. Поэтому, проводя мониторинг формирования естественно-научной грамотности в конце 7-го класса, можно в значительной мере использовать материал содержательной области «Физические системы», опираясь на темы курса физики 7-го класса.

Вместе с тем отсутствие в 7-м классе курса химии не означает, что такие представления, как химическая реакция, химические превращения и молекулярное строение веществ, не могут использоваться в измерительных материалах. На том или ином уровне эти представления затрагиваются в других естественно-научных предметах, не говоря уже о том, что учащиеся, как правило, встречаются с ними в жизни.

Таким образом, структура содержательного знания при мониторинге естественно-научной грамотности в 7-м классе может быть примерно такой же, как в исследовании PISA для 15-летних учащихся. Соотношение содержательного и процедурного типов знания в заданиях для 7-го класса также может быть близким к PISA, то есть составлять примерно 50: 50 %. При этом в 7-м классе появляется больше возможностей для разработки заданий процедурного типа, поскольку именно при изучении физики в явном виде ставится задача формирования экспериментальных исследовательских умений.

Задания, связанные с особенностями естественно-научного исследования, составляют более 40 % от общего числа заданий для 7-го класса.

В заданиях, относящихся к процедурному типу знаний, семиклассникам, например, предлагается:

- объяснить выбор способа, с помощью которого можно определить, у кого из лыжников лучше скользят лыжи;
- определить цель описанного эксперимента, проведенного с листом растения;
- сделать вывод из описанного эксперимента с освещением настольной лампой объекта, расположенного двумя разными способами, и связать этот вывод с наступлением лета и зимы на Земле.

Любое задание по естественно-научной грамотности обладает **контекстом**. Контекстом можно назвать тематическую область, к которой относится описанная в задании проблемная ситуация. Например, в PISA эти ситуации группируются по следующим контекстам:

- здоровье;
- природные ресурсы;
- окружающая среда;
- опасности и риски;
- связь науки и технологий.

При этом каждая из ситуаций может рассматриваться на одном из трех уровней: личностном (связанном с самим учащимся, его семьей, друзьями), местном (связанном с локальными проблемами)/национальном и глобальном (когда рассматриваются явления, происходящие в различных уголках мира). Посмотрим, например, как выглядит на разных уровнях ситуация, относящаяся к контексту «связь науки и технологий» и содержательному типу знания «Физические системы».

На личностном уровне она может быть связана с работой бытовых электрических приборов.

На местном или национальном уровне – с работой ветряного электрогенератора, используемого для обеспечения энергией небольшого поселения.

На глобальном уровне – с использованием в целом возобновляемых и невозобновляемых источников энергии.

Контекст – это условие того, чтобы данное учебное задание можно было считать заданием на естественно-научную грамотность, то есть естественно-научная грамотность (как и другие виды функциональной грамотности) как раз и предполагает способность применить знания в реальной ситуации, а не в рафинированных абстрактных условиях. На последнее рассчитаны задания (задачи) другого типа. Именно наличие контекста, в который помещена проблемная ситуация, дает ответ на вопрос: зачем может понадобиться то или иное естественно-научное знание. Задания (задачи) вне контекста оставляют этот вопрос открытым, что делает для многих учеников бессмысленным приложение усилий к таким задачам.

**5 класс.** Здесь актуальные контексты, к которым относится описываемая в задании ситуация, могут в меньшей степени отражать прагматический смысл естественно-научного знания, зато больше учитывать его мировоззренческое познавательное значение.

Таким образом, для 5-го класса целесообразно ввести контекст, который можно условно назвать «научная любознательность». Вместе с тем такая проблематика, как здоровье, окружающая среда, опасности и риски, наука и технологии, сохраняют свое значение и для данного возраста. Как уже говорилось, контекст задания может дифференцироваться по трем уровням: личному, местному и глобальному. В заданиях PISA-2018 соотношение между этими уровнями было следующее: личный – 10 %, местный – 60 %, глобальный – 30 %. Очевидно, что для 5-го класса доля заданий с личным контекстом должна существенно увеличиться, и для уже разработанных заданий она составляет около 50 %. Это, например, сюжеты с катанием на снежной горке, обустройством домашнего аквариума, экспериментами

с собственной собакой по выяснению того, различает ли она некоторые числа и цвета.

**7 класс.** Для учащихся 7-го класса также актуален контекст «научная любознательность», иначе говоря, не все задания должны затрагивать проблемы здоровья, ресурсов, окружающей среды и рисков. Однако доля заданий, связанных с прагматическими контекстами, может увеличиться по сравнению с 5-м классом. Доля заданий с местным и глобальным контекстами возрастает по отношению к 5-у классу, но личный контекст все же больше представлен, чем в PISA, и составляет около 40 %. Здесь это, например, сюжеты, связанные со свойствами спортивных мячей или катанием на лыжах.

В целом в заданиях для 5-го и 7-го классов используется традиционный набор форматов, который во многом повторяет форматы PISA (см. таблицу 3), за исключением так называемых интерактивных заданий, разработка которых требует очень серьезного технологического обеспечения.

*Таблица 3*

**Набор форматов заданий, используемых в мониторинге естественно-научной грамотности**

Формат задания	PISA-2018	Мониторинг	
		5 класс	7 класс
С выбором одного правильного ответа, включая перетаскивание объектов	30 %	49 %	42 %
С выбором нескольких правильных ответов (множественный выбор)	40 %	12 %	6 %
С развернутым ответом	27 %	39 %	52 %
Интерактивные задания	3 %	-	-
Итого	100 %	100 %	100 %

Однако процентное соотношение форматов отличается. Поскольку задачи национального мониторинга, особенно на такой ранней стадии, как 5-й и 7-й классы, неразрывно

связаны не столько с оцениванием, сколько с формированием естественнонаучной грамотности, то и сами задания должны демонстрировать образцы, которые можно продуктивно использовать в текущем образовательном процессе. Это, в частности, означает, что должно увеличиться количество заданий, требующих развернутого ответа (см. Таблицу 3). Такие задания предполагают построение рассуждений, которые на уроке могут иметь форму как письменного, так и устного высказывания. В свою очередь, такие высказывания становятся предметом обсуждения и уточнений со стороны товарищей и учителя, тем самым способствуя не только лучшему пониманию проблемы, но и формированию речевых умений.

Задача формирования естественнонаучной грамотности абсолютно согласуются с требованиями к образовательным результатам, определенным в федеральном государственном образовательном стандарте основного общего образования (далее – ФГОС ООО). Чтобы убедиться в этом, достаточно сравнить набор основных компетенций, определяющих естественно-научную грамотность с требованиями ФГОС ООО к ряду метапредметных и предметных образовательных результатов (см. таблицу 4).

*Таблица 4*

**Компетенции естественнонаучной грамотности  
и требования ФГОС ООО к образовательным результатам**

	Компетенции естественно-научной грамотности	Требования ФГОС ООО к образовательным результатам
1	2	3
1	Научное объяснение явлений, включая: применение естественно-научных знаний для объяснения явлений; использование и создание объяснительных моделей и др.	Создание, применение и преобразование знаков и символов, моделей и схем для решения учебных и познавательных задач (метапредметный результат образования)

1	2	3
2	Понимание основных особенностей естественно-научного исследования, включая: распознавание и формулирование цели данного исследования; выдвижение объяснительных гипотез и предложение способов их проверки; предложение или оценка способов научного исследования данного вопроса	<p>Приобретение опыта применения научных методов познания (предметный результат изучения физики).</p> <p>Приобретение опыта использования различных методов изучения веществ (предметный результат изучения химии).</p> <p>Приобретение опыта использования методов биологической науки (предметный результат изучения биологии)</p>
3	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов, включая: анализ, интерпретацию данных и получение соответствующих выводов; преобразование одной формы представления данных в другую и др.	<p>Определение понятий, создание обобщений, установление аналогий, классификация, установление причинно-следственных связей, построение логических рассуждений, умозаключений (индуктивных, дедуктивных и по аналогии) и получение выводов (метапредметный результат образования).</p> <p>Оценка результатов экспериментов, представление научно обоснованных аргументов своих действий (общие предметные результаты для предметной области «Естественнонаучные предметы»)</p>

**Познавательные уровни.** Для выполнения заданий по естественнонаучной грамотности в PISA определяются уровни познавательных действий. Трудность любого задания – это сочетание его собственной интеллектуальной сложности (т. е. сложности требуемых мыслительных процедур) и объема знаний и умений, необходимых для его выполнения.



Выделяются следующие познавательные уровни:

**Высокий.** Анализировать сложную информацию или данные, обобщать или оценивать доказательства, обосновывать, формулировать выводы, учитывая разные источники информации, разрабатывать план или последовательность шагов, ведущих к решению проблемы.

**Средний.** Использовать и применять понятийное знание для описания или объяснения явлений, выбирать соответствующие процедуры, предполагающие два шага или более, интерпретировать или использовать простые наборы данных в виде таблиц или графиков.

**Низкий.** Выполнять одношаговую процедуру, например, распознавать факты, термины, принципы или понятия или найти единственную точку, содержащую информацию, на графике или в таблице.

Определение познавательного уровня или степени трудности задания в соответствии с этими критериями – порой само по себе нелегкая задача. Чаще всего мы оцениваем эту трудность интуитивно, «на глазок» или она определяется эмпирически, в зависимости от того, какой процент ребят на той или иной выборке выполняет данное задание.

В наиболее общем виде модель задания по оценке естественно-научной грамотности можно представить в виде следующей схемы:

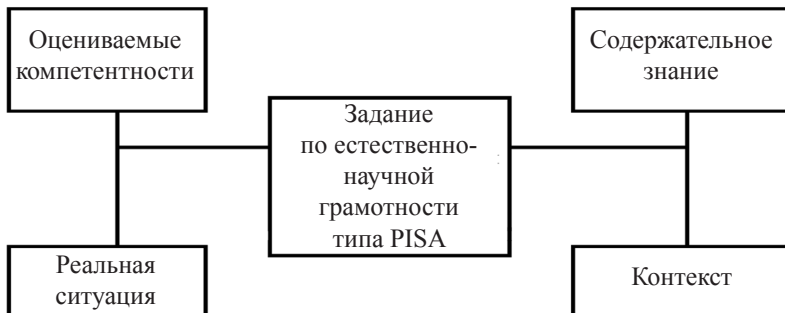


Рис. 1. Модель задания по оценке естественнонаучной грамотности

В этой модели в явном виде не фигурирует такой параметр как «познавательные уровни» (о чем писали выше). Однако неявно он присутствует в каждой из остальных характеристик, так как трудность задания может зависеть от сложности описания самой реальной ситуации, необходимого объема содержательного знания и того, на каком уровне должна быть продемонстрирована та или иная компетентность. Например, если предлагается дать научное объяснение какого-то явления, то, во-первых, само явление может быть проще или сложнее, а во-вторых, объяснять его можно поверхностно, на качественном уровне или, например, с использованием математического аппарата.

#### **1.4. Структура и классификации заданий, направленных на формирование и оценку естественно-научной грамотности обучающихся**

Типичный блок заданий, направленных на формирование и оценку естественно-научной грамотности, включает в себя описание реальной ситуации, представленное, как правило, в проблемном ключе, и ряд вопросов-заданий, связанных с этой ситуацией [17].

Задания, направленные на формирование и оценку естественно-научной грамотности, носят интегрированный характер [2, с. 74]. Задание описывает какое-то явление учебной композиции в естественно-научной сфере деятельности, формулировка которой содержит определенное противоречие и предполагает ряд учебных действий, приводящих к восстановлению связей, разрешению противоречий и решению реальной практической ситуации. Задания могут быть представлены в виде текста, таблицы, рисунка, смешанного типа.

Структура задания, направленного на формирование и оценку естественно-научной грамотности, состоит из следующих компонентов [26, с. 106]:

– *Название задания* отражает его сюжет (фабулу), как правило, носит образный характер.

– *Сюжет* (фабула) описывает совокупность взаимосвязанных событий, факторов и явлений, задающих контекст задания.

– *Стимул задания* ориентирует обучающегося в контексте задания и мотивирует на его выполнение.

– *Формулировка задачи* указывает на деятельность обучающихся, необходимую для выполнения задания.

– *Оценка выполнения задания* содержит предполагаемый ответ и указывает на количество баллов оценки ответа.

Для составления заданий надо учитывать следующие требования:

1. Задания должны содержать различные виды информации.

2. Задания базируются на материале из разных предметных областей.

3. В задачах может быть неясно, к какой области знаний надо обратиться.

4. В заданиях можно использовать дополнительную информации или, наоборот, содержать избыточную информацию.

5. Задания должны быть комплексными и структурированными, состоящими из нескольких взаимосвязанных вопросов [29, С. 14 – 15].

Илюшиным Л.С. предложен конструктор формулировок заданий [26, с. 120–121]:

**На знание:**

1. Назовите основные части...
2. Сгруппируйте вместе все...

3. Составьте список понятий, касающихся...
4. Расположите в определенном порядке...
5. Изложите в форме текста...
6. Вспомните и напишите...
7. Прочитайте самостоятельно...

**На понимание:**

8. Объясните причину того, что...
9. Обрисуйте в общих чертах шаги, необходимые для того, чтобы...
10. Покажите связи, которые существуют между...
11. Постройте прогноз развития...
12. Прокомментируйте положение о том, что...
13. Изложите идею о том, что...
14. Приведите пример того, что (как, где)...

**На применение:**

15. Изобразите информацию графически...
16. Предложите способ, позволяющий...
17. Сделайте эскиз рисунка (схемы), который показывает...
18. Сравните... и ..., а затем обоснуйте...
19. Проведите эксперимент, подтверждающий...
20. Проведите презентацию...
21. Рассчитайте на основании данных о...

**На анализ:**

22. Раскройте особенности...
23. Проанализируйте структуру... с точки зрения...
24. Составьте перечень основных свойств, характеризующих с точки зрения...
25. Постройте классификацию на основании...
26. Найдите в тексте (модели, схеме и т.п.) то, что...
27. Сравните точки зрения ... и ... на...
28. Выявите принципы, лежащие в основе...

**На синтез:**

29. Предложите новый вариант...

30. Разработайте план, позволяющий...
31. Сгруппируйте вместе все...
32. Придумайте ситуацию, которая...
33. Предложите новую классификацию...
34. Напишите возможный сценарий развития...
35. Изложите в форме ... свое мнение (понимание)...

**На оценку:**

36. Ранжируйте и обоснуйте...
37. Определите, какие из решений...
38. Оцените значимость...для...
39. Определите возможные критерии оценки...
40. Выскажите критические суждения о ...
41. Оцените возможности... для...
42. Проведите экспертизу состояния...

Алексашиной И.Ю., Абдулаевой О.А., Киселевой Ю.П.

составлена **классификация заданий на формирование и оценку естественно-научной грамотности** [(2, с. 83–86)].

1) Задания-интерпретации предполагают трактовку информации об объекте в текстовой, графической форме, распознавание объекта или рассмотрение его взаимосвязи с другими объектами.

2) Задание на сравнение предполагает использование приема сравнения-выделения сходных и различных свойств. Это может быть:

- выделение среди других объектов объекта, обладающего конкретными характеристиками;
- поиск качественного основания сравнения для нескольких объектов;
- исключение элемента из ряда, не соответствующего имеющейся закономерности или с добавлением недостающего в ряд;
- использование «третьего», хорошо известного объекта, на основании качественных свойств которого сравниваются остальные объекты.

Задания на количественное сравнение предполагают:

- выделение (выбор) объекта с наименьшим (наибольшим) значением некоторой измеряемой величины;
- поиск количественного основания сравнения для нескольких объектов;
- исключение элемента из ряда, не соответствующего имеющейся закономерности, или добавление недостающего в ряд;
- использование «третьего», хорошо известного объекта, на основании качественных свойств которого сравниваются остальные объекты.

3) Задания-анalogии направлены на получение новой информации об объекте на основании установленного сходства некоторого малоизученного объекта с хорошо известным объектом в форме гипотезы.

4) Задания-модели рассчитаны на использование приема моделирования для дальнейшего получения информации об изучаемом объекте.

5) Задания-поиск направлены на поиск реального объекта или явления, иллюстрирующего некоторое свойство или отношение с другими объектами.

6) Задания-структурирование ориентированы на преобразование информации по структуре с целью получения новой информации об объекте изучения, раскрытия новых связей между элементами объекта.

7) Задания-возможности направлены на установление истинности или ложности утверждений, существования или несуществования объектов, поиск ошибок в условии или решении задания.

8) Задания на избыточность предполагают использование приема сжатия для оценивания информации на полноту.

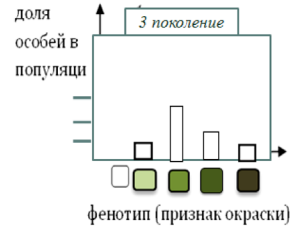
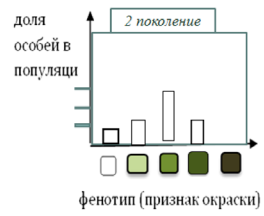
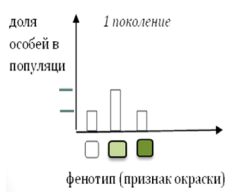
9) Задания на недостаточность связаны с использованием приема дополнения в ходе оценивания полноты информации.

## Вопросы и задания для самостоятельной работы

1. Дайте определение понятиям «функциональная грамотность», «естественно-научная грамотность».
2. Из каких содержательных областей входят знания в состав естественно-научной грамотности?
3. Приведите примеры разных контекстов естественно-научного знания.
4. Дайте характеристику системе оценки функциональной грамотности. Ответ поясните.
5. Какие познавательные уровни проверяются через систему заданий PISA?
6. Дополните рисунок «Умения, раскрывающие содержание естественно-научной грамотности».



7. Составьте 5 заданий, направленных на формирование естественно-научной грамотности у обучающихся основной школы, опираясь на содержание §1.4.
8. Проанализируйте задание. Можно ли его отнести к заданиям по типу PISA? Прокомментируйте свой ответ:  
*Задание. В результате исследования Настя набрала материал, который представлен в виде диаграмм и рисунков.*



На трех диаграммах показано, как происходит ДВИЖУЩИЙ естественный отбор.  
 Раскрасьте три поколения популяции лягушек в соответствии с данными диаграмм:





## **ПОНЯТИЕ КАК ФУНДАМЕНТАЛЬНОЕ ЯДРО ФОРМИРОВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ БИОЛОГИИ)**

---

### **2.1. Понятие как форма естественно-научного познания. Признаки, виды понятий**

Естествознание в современном понимании – это совокупность наук о природе как системе тел, находящихся во взаимной связи, взаимодействии и движении (например, физика, химия, биология, астрономия, экология, геохимия, биофизика и т.п.).

Современные средства естествознания позволяют исследовать многие процессы на уровне элементарных частиц, атомных ядер, атомов, молекул, клеток, а затем создавать ранее не существовавшие в природе вещества с уникальными свойствами (полимеры, резины, синтетические нити и прочее), а из них производить новые материалы, также благодаря научным исследованиям выводятся новые породы животных и сорта растений, разрабатываются высокоэффективные средства лечения заболеваний и т.д.

Следовательно, естественно-научные знания необходимы не только специалистам, но и любому образованному человеку вне зависимости от сферы его деятельности.

Одной из основных форм естественно-научного познания являются понятия. Формируя понятия, наука отражает в них изучаемые ею предметы (объекты), явления, процессы. Отражая существенное, понятия не содержат всего богатства индивидуальных признаков предметов (объектов),

и в этом смысле они беднее форм чувственного познания – восприятий и представлений. Вместе с тем, отвлекаясь от несущественного, случайного, они позволяют глубже проникнуть в действительность, отобразить ее с большей полнотой, на что не способно чувственное познание.

Главная задача естественно-научного мышления – привести полученные эмпирические данные в стройную систему понятий и создать из них научную картину мира, лишенную логического противоречия.

Понятие как форма мышления отражает предметы (объекты) и их совокупности в абстрактной, обобщенной форме на основании их существенных признаков.

Любые свойства, черты, состояния предмета (объекта), которые так или иначе характеризуют предмет (объект), выделяют его, помогают распознать среди других предметов (объектов), составляют его признаки.

Признаками могут быть не только свойства, принадлежащие предмету (объекту), отсутствующее свойство (черта, состояние) также рассматривается как его признак. Например, отсутствие корней у мхов или плода у голосеменных растений. Признаки по наличию или отсутствию свойств делятся на положительные и отрицательные.

Признаки, характеризующие отдельный предмет (объект), называются единичными, признаки, принадлежащие множеству предметов (объектов), называются общими. Так, каждый организм имеет признаки, одни из которых (например, окраска шерсти, форма края листа и т. п.) принадлежат только данной особи и отличает ее от других особей; другие (альвеолярные легкие, дифференцированные зубы, количество шейных позвонков у млекопитающих животных и т.д.) являются общими для определенной группы организмов; наконец, есть признаки, общие для всех организмов (свойства живого).

Важное значение имеет деление признаков на необходимые и случайные. Необходимым называется признак, при отсутствии которого предмет (объект) перестает быть данным предметом (объектом), утрачивает свое качество. Признак, при отсутствии которого предмет (объект) не утрачивает своего качества, остается данным предметом (объектом), называется случайным. Например, необходимым признаком эукариотической клетки является наличие оформленного ядра. Признак формы эукариотической клетки относится к случайному.

Понятия как форма абстрактного мышления отражают предметы (объекты) в необходимых признаках, которые выражают наиболее важное, существенное в предметах. Они называются существенными. Остальные признаки называются несущественными.

Логическими характеристиками понятия являются его содержание и объем.

Под содержанием понятия понимается совокупность его существенных признаков, отраженных в этом понятии. Содержание отражает качественную сторону понятия.

Объем понятия характеризуется количеством обобщенных в нем предметов (объектов), каждому из которых принадлежат признаки, относящиеся к содержанию понятия. Объем понятия отражает количественную сторону процесса познания.

Например, содержание понятия «ветроопыляемые растения» включает в себя признаки: «мелкие цветки», «цветки собраны в соцветие», «мелкая, легкая, сухая пыльца», «отсутствие нектарников», «отсутствие аромата». Объемом данного понятия являются все ветроопыляемые растения, существующие на Земле, для которых характерны вышеперечисленные признаки.

Содержание и объем понятия взаимосвязаны. Эта взаимосвязь выражена в законе обратного отношения между

объемом и содержанием понятий, который формулируется следующим образом: если увеличивается объем понятия, то, соответственно, уменьшается его содержание, и наоборот. Возьмем, например, два понятия: «растение» и «споровое растение». Объем первого понятия шире объема второго понятия, так как растений вообще больше, чем споровых растений, а содержание второго понятия шире содержания первого, так как, кроме основного признака – «наличие хлоропластов в клетках и, как следствие, способности к фотосинтезу», здесь присутствует еще и специфический признак – размножение при помощи спор».

Для образования понятия необходимо выделить существенные признаки предмета (объекта), применив с этой целью ряд логических приемов: сравнение, анализ, синтез, абстрагирование, обобщение. Эти приемы широко используются в познании. Важную роль они играют в формировании понятий, основанных на выявлении существенных признаков.

Чтобы составить понятие о предмете (объекте), необходимо сравнить данный предмет (объект) с другими предметами (объектами), найти признаки сходства и различия. Логический прием, устанавливающий сходство или различие предметов (объектов), называется сравнением.

Выделение признаков связано с мысленным расчленением предмета (объекта) на составляющие его части, стороны, элементы. Мысленное расчленение предмета (объекта) на части называется анализом.

Выделение с помощью анализа признаков позволяет отличить существенные признаки от несущественных и отвлекаться, абстрагироваться от последних. Мысленное выделение признаков одного предмета (объекта) и отвлечение от других признаков называется абстрагированием.

Элементы, стороны, признаки предмета (объекта), выделенные с помощью анализа, должны быть соединены

в единое целое. Это достигается с помощью приема, противоположного анализу, - синтеза, представляющего собой мысленное соединение частей предмета (объекта), расчлененного анализом.

Признаки изучаемых предметов (объектов) распространяются на все сходные предметы. Эта операция осуществляется путем обобщения - приема, с помощью которого отдельные предметы на основе присущих им одинаковых свойств объединяются в группы однородных предметов (объектов). Благодаря обобщению существенные признаки, выявленные у отдельных предметов (объектов), рассматриваются как признаки всех предметов (объектов), к которым приложимо данное понятие.

Таким образом, устанавливая сходство (или различие) между предметами (объектами) - сравнение, расчленяя сходные предметы (объекты) на элементы - анализ, выделяя существенные признаки и отвлекаясь от несущественных - абстрагирование, соединяя существенные признаки - синтез - и распространяя их на все однородные предметы (объекты) - обобщение, мы образуем одну из основных форм мышления - понятие.

Усвоение понятий идет параллельно с запоминанием определенных терминов, которые выражаются и закрепляются в словах и словосочетаниях.

Рассмотрим соотношения, в которых находятся слово, понятие и термин.

Будучи отражением предметов (объектов) действительности понятие неразрывно связано со словом. Слово - материальный носитель понятия, языковое средство закрепления мысли, ее хранения, а также передачи другим людям. Однако единство понятия и слова не означает их полного совпадения. В разных национальных языках одно и то же понятие выражается разными словами. Многие

слова имеют не одно, а несколько значений. В любом языке существуют омонимы и синонимы.

Омонимы (от греч. *homos* – «одинаковый» и *опута* – «имя») – это слова, совпадающие по звучанию, одинаковые по форме, но выражающие различные понятия. Например, побег – самовольное оставление места лишения свободы и побег – вегетативный орган высших растений.

Синонимами (греч. «одноименный») называются слова, близкие или тождественные по своему значению, выражающие одно и то же понятие, но отличающиеся друг от друга оттенками значений или стилистической окраской. Например, синонимами к слову бактерия будут: микроб, микроорганизм, бактерия, кокк, палочка, вибрион и другие.

Многозначность слов нередко приводит к смешению понятий, а, следовательно, к ошибкам в рассуждениях. Поэтому необходимо точно установить значение слов, чтобы употреблять их в строго определенном смысле, для чего в различных областях науки и техники вырабатывается специальная терминология – система терминов, употребляемых в данной области знания.

Термин – это слово или словосочетание, обозначающее строго определенное понятие и характеризующееся однозначностью, по крайней мере, в пределах данной науки или родственной группы наук.

Сравнивая слова и термины, можно четко выделить признак, который их отличает: термин без понятия не существует, в то время как не всякое слово связано с понятием. Например, термин «транспирация» обозначает специальное биологическое понятие – испарение с поверхности листа у растений, обозначение аналогичного процесса с любой другой поверхностью называется словом «испарение».

Определение – логическая процедура придания понятию (термину) строго фиксированного смысла.

Определение понятия играет важную роль в теоретической и практической деятельности. Выражая в сжатом виде знание о предмете, оно является существенным моментом в познании действительности.

Определение должно быть кратким, точным и понятным. Слишком многословное определение выходит за рамки своего назначения и может превратиться в простое описание. В определении не следует допускать двусмысленных расплывчатых терминов, которые можно понимать по-разному. Нечеткое определение ведет к непониманию сущности предмета, к смутным представлениям и путанице.

Например, в школьном учебнике для 6 класса нам встретилось следующее описательное определение: «Совместное существование многочисленных видов растений, животных, грибов, бактерий и других организмов и образуемое ими единство взаимоприспособленных видов проявляют себя как особая, состоящая из огромного количества организмов живая (биологическая) система, или биосистема. ...В отличие от организма, который тоже является биосистемой (состоящей из взаимодействующих органов), в биосистеме природного сообщества взаимодействующими частями служат организмы различных видов. Поэтому такую биосистему как природное сообщество называют надорганизменной биосистемой». Понятно, что без помощи учителя, самостоятельно работая с учебником, разобраться в сущности понятия «биосистема» шестиклассникам будет трудно.

Важно обращать внимание и на структуру определения. Экспериментально доказано, что восприятие и воспроизведение определения, словесная формулировка которого начинается с определяемого слова, значительно полнее и точнее, чем восприятие и воспроизведение определения, в ко-

тором определение и определяемое слово отделяются большим количеством слов.

Сравните структуры определений: «Светолюбивые растения живут только на освещенных солнцем местах. ... Тенелюбивые растения не выносят сильного освещения и хорошо растут только в затененных местах. ... Теневыносливые растения хорошо растут на свету, но могут мириться и с затенением» (определяемое слово → определение) и «Вся окружающая организм природа – это среда его обитания. ... Науку, изучающую отношения организмов друг с другом и с условиями окружающей среды, называют экологией. ... Все факторы внешней среды, которые влияют на организм, называют экологическими» (определение → определяемое слово). Ученый рекомендует строить формулировку определения следующим образом: вначале – определяемое понятие, затем – предикат, далее ближайшее родовое понятие и в конце – отличительный видовой признак или признаки.

Нельзя допускать того, чтобы определяющее само разъяснялось через определяемое понятие. Определяющее понятие не должно зависеть от определяемого. Нарушение этого правила приводит к логической ошибке – тавтологии. Например, «Идиоадаптация – это приспособление». Здесь определяющее понятие повторяет сказанное в определяемом. Поэтому тавтология не раскрывает содержания понятия, функции определения не выполняет.

Определение не должно быть только отрицательным. Цель определения – ответить на вопрос: чем является предмет (объект), отображенный в понятии. Для этого необходимо выявить и перечислить в утвердительной форме его существенные признаки. Отрицательное определение отмечает лишь отсутствующие признаки, т. е. указывает, чем не является данный предмет.



## **Вопросы и задания для самостоятельной работы**

1. Охарактеризуйте понятие как форму естественно-научного познания.
2. Чем понятие отличается от таких форм познания, как восприятие и представление?
3. Что называют признаком понятия? Предложите основания для классификации признаков понятий. Используя их, составьте схему «Классификация признаков биологических понятий».
4. Приведите примеры отрицательных и положительных; случайных и необходимых признаков биологических понятий. Свои примеры поясните.
5. Что входит в содержание понятия? Что называют объемом понятия? Определите содержание и объем понятий: «теплокровность», «метаморфоз», «сперматогенез».
6. Какие логические приемы лежат в основе формирования понятий? Охарактеризуйте их.
7. Установите отличия между понятием, термином и определением понятия.
8. Переформулируйте предложенное ниже определение понятия в более эффективную для понимания и усвоения обучающимися форму. «Связь между ассимиляцией и диссимиляцией настолько тесна, что их правильнее рассматривать не как два различных процесса, а как две стороны одного и того же процесса, известного под названием обмена веществ».

## **2.2. Группы понятий, условия их развития в учебном предмете «Биология»**

Содержание любой науки и учебного предмета определяется системой понятий, не является исключением и биология.

Вопрос развития биологических понятий в научно-методической литературе рассматривался неоднократно, начиная с 50-х годов XX в. до настоящего времени (Н.М. Верзилин, И.И. Пономарева, А.М. Мягкова, Е.П. Бруновт, В.М. Пакулова, В.Д. Комиссаров, В.В. Пасечник, Т.С. Сухова, Л.П. Сивохина и др.). Однако до сих пор существует проблема успешного усвоения обучающимися общебиологических понятий: понятия усваиваются в форме суммы знаний в виде отдельных, часто разрозненных элементов содержания данного понятия, а не на уровне целостного знания – системы понятий; базовые понятия не сформированы должным образом, выпускники не могут применить знания в новой ситуации.

Понятия, составляющие содержание учебного предмета «Биология», очень разнообразны и находятся в постоянном развитии, поэтому при их формировании важно учитывать следующее:

1. В каждом биологическом разделе необходимо выделить *базовые (основные) понятия* и постоянно помнить о них, возвращаясь к ним на разном материале и в различных связях.

2. Важно обеспечить *развитие понятий* от простых к сложным, организовать осмысление научных фактов на основе ведущих общебиологических понятий, научить обучающихся связывать, обобщать, конкретизировать, переосмысливать понятия.

3. В ходе развития биологических понятий необходимо устанавливать *внутри- и межпредметные связи*, что позволяет логически определять точки соприкосновения специальных биологических понятий и переход их в общебиологические, раскрывающие закономерности живой материи, способствующие формированию естественно-научного мировоззрения.

Рассмотрим каждое из перечисленных выше условий.

Для того, чтобы выделить в биологическом содержании базовые понятия, необходимо представлять, в чем сущность данных понятий.

Вспомним, что в соответствии с теорией развития биологических понятий (разработана коллективом методистов под руководством Н.М. Верзилина [7]) понятия каждого школьного раздела выделены во взаимосвязанные между собой группы: понятия простые и сложные, специальные и общебиологические (см. таблицы 5, 6, 7).

*Таблица 5*

### **Группы биологических понятий**

Группы понятий	Определение группы	Примеры
Простые	Первичные понятия, соответствующие отдельным элементам основ наук	Внешнее строение листа; внутреннее строение листа; функции листа (транспирация, фотосинтез, газообмен)
Сложные	Более обобщенные понятия, включающие в себя ряд простых	Лист – орган цветкового растения
Специальные	Понятия, развивающиеся в пределах одного школьного биологического раздела	Растительный организм; животный организм; организм человека
Общебиологические	Сквозные понятия, включающие знания о биологических закономерностях строения, жизнедеятельности и развития живой природы	Живой организм; единство строения и функций организмов; взаимосвязи организма и среды

Таблица 6

**Категории специальных биологических понятий**

Категории	Примеры			
	бактерии, грибы, лишайники	растения	животные	человек
Анатомо-морфологические	Внешнее, внутреннее строение бактерий	Внешнее, внутреннее строение семени	Внешнее, внутреннее строение майского жука	Внешнее, внутреннее строение кровеносной системы
Физиологические	Рост грибов	Дыхание семян	Размножение пресноводной гидры	Пищеварение в ротовой полости
Экологические	Условия прорастания лишайников	Условия прорастания семян	Водоплавающие птицы	Распространение заразных болезней
Систематические	Классы грибов	Вид, род, семейства пасленовых	Типы животных	Систематическое положение человека
Эволюционные	Архебактерии	Развитие растительного мира	Развитие животного мира	Сравнительно-анатомические доказательства эволюции человека

Таблица 7

**Группы общebiологических понятий**

Группы понятий	Примеры
1	2
Организменные	Клеточное строение организмов, обмен веществ и превращение энергии в клетке, индивидуальное развитие организма, размножение, наследственность и изменчивость организмов, саморегуляция
Популяционно-видовые	Вид, его критерии и структура, видообразование

1	2
Биосферно-биогеоцено-тические	Биогеоценоз, обмен веществ и поток энергии в биогеоценозе, саморегуляция в биосфере
Эволюционные	Эволюционные факторы и результаты эволюции, направления эволюции и их регуляция

Сложный и многообразный материал биологических понятий, входящий в содержание школьной биологии, часто вызывает трудности в отборе главного, существенного.

Анализ содержания таблиц показывает, что базовыми понятиями в содержании школьной биологии являются понятия, которые лежат в основе формирования различных групп общебиологических понятий [6]. Большинство этих понятий формируется при изучении конкретных представителей царств живой природы, а в разделе общей биологии они развиваются, обогащаются, рассматриваются в новых связях и отношениях со знаниями о других системах.

Базовыми понятиями в школьной биологии считаются понятия, соответствующие основным свойствам живого, выделенные с учетом уровневой организации живой природы.

Приступая к формированию понятий, необходимо выделить в их составе *новые понятия* для обучающихся; определить *развивающиеся понятия*, т. е. такие, которые обучающимся уже известны, продумать, каким образом *установить связи* между развивающимися понятиями и новыми.

Любое понятие не может быть представлено обучающимся сразу во всей его научной полноте. Поэтому важно знать, как происходит движение понятий из темы в тему, из раздела в раздел. Важно заранее предусмотреть, где понятия сливаются и обобщаются. В связи с этим полезно графически представить пути движения, обобщения и интеграции понятий.

В развитии базовых понятий выделяют несколько этапов, на каждом из которых учитываются определенные условия [19] (таблица 8).

Таблица 8

### Условия развития биологических понятий

Этапы развития понятий	Средства, обеспечивающие протекание этапа	Примеры средств
Восприятие	Средства, обеспечивающие правильность восприятия	Учет источников предварительных представлений
		Разнообразная наглядность
		Упражнения, уточняющие восприятие
		Точное и образное слово учителя
Представления	Средства, обеспечивающие правильность представлений	Вопросы учителя
		Зарисовка по памяти
		Упражнения по узнаванию и различению
Понятия	Средства, обеспечивающие правильность образования понятий	Постановка проблемы
		Логика изложения учебного материала учителем
		Вопросы, требующие обобщений
		Упражнения в сравнении, классификации, определении, умозаключениях
		Система повторения, связывающая старые знания с новыми
		Вопросы, требующие обобщений и связывающие знания с практическим их применением

Рассмотрим в качестве примера урок по теме «Испарение воды растением». На этапе планирования выделяют конкретные специальные понятия, изучаемые на уроке, а также определяются общебиологические понятия, развитие которых осуществляется, расширяется их объем и содержание (таблица 9).

**Специальные и общебиологические понятия,  
формируемые на уроке по теме «Испарение воды растением»**

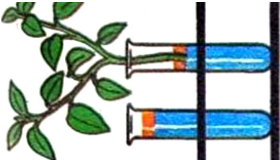

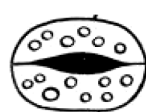
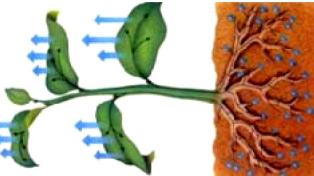
Специальные понятия	Общебиологические понятия
Участие живых клеток в регуляции процесса испарения	Взаимосвязь строения и функций клеток, тканей
Значение испарения для жизни растений	Понятие о взаимосвязи органов в едином организме
Зависимость процесса испарения от факторов окружающей среды	Понятие о единстве организма и среды

Работа над формированием этих понятий организуется поэтапно. Каждый из этапов обучающиеся оформляют в соответствующей графе таблицы 6. Они развиваются в процессе активной познавательной деятельности при помощи проблемных вопросов, с опорой на знания, полученные ранее, и личный опыт. В ходе занятия заслушиваются отчеты обучающихся о домашнем эксперименте «Испарение воды листьями» и проводятся опыты для выяснения роли этого процесса в жизни живых организмов. Чтобы понять, благодаря чему происходит испарение воды, еще раз повторяется материал о строении листа (используя таблицы и лабораторную работу с микропрепаратом кожицы листа). В ходе урока обучающиеся учатся выдвигать и проверять в ходе эксперимента гипотезы, строить схемы-обобщения.

В итоге так выглядит таблица 10, а школьники с помощью специальных понятий отработали понятия общебиологические. При развитии биологических понятий важно учитывать межпредметность – современный принцип обучения.

Связи биологических понятий как с понятиями предметов естественно-научного, так и гуманитарного цикла улучшают навыки переноса знаний, их применение и разностороннее осмысление. В связи с чем современному учителю важно знать многообразие межпредметных связей и находить пути их эффективного использования в процессе обучения биологии.





Обобщенная схема урока по теме: «Испарение воды растением»

Процесс	Значение процесса	Орган, где происходит процесс	Ткань, участвующая в процессе	Клетки, участвующие в процессе	Организм – единое целое	Влияние на процесс окружающей среды	
						количество	испарение
Испарение – переход воды из жидкого состояния в пар (вода в газобразном состоянии находится в межклетниках)	1. Охлаждение поверхности листа 2. Возникновение сосущая сила листьев, собственная восходящая му току веществ (воды и минеральных солей) 3. Регулирует корневого давление	Лист – часть побега. Опыт, доказывающий, что лист испаряет воду 	Покровная ткань – кожица: Один слой бесцветных клеток, плотно прилегающих друг к другу, покрывает все не одревесневшие части растения, есть устьица 	Устьице состоит из двух замыкающих клеток и устьичной щели, через которую пар выходит в окружающую среду 	Всасывание воды и минеральных веществ корнем, передвижение по стеблю, испарение через листья 	Избыток воды	+



## Вопросы и задания для самостоятельной работы

1. В таблице представлены этапы формирования понятия. Восстановите правильную последовательность этапов. Установите соответствие между этапом формирования понятия и видами деятельности, обеспечивающими его протекание.

Название этапа	Виды деятельности, обеспечивающие протекание этапа
Представление 	Просмотр видеофильма, работа над его содержанием. Фиксация результатов наблюдений в таблице. Описание объекта, составление характеристики
Практика 	Решение ситуационных задач. Выполнение исследовательских работ. Подготовка выступления
Понятие 	Зарисовка объектов живой и неживой природы по памяти. Фронтальная беседа. Сравнение объектов (живых и неживых), выделение общих и различных свойств
Ощущение 	Работа с определительной карточкой. Формулирование выводов на основе предложенных данных. Подготовка опорных конспектов

2. Проследите развитие общебиологического понятия «самовоспроизведение – свойство живого» в содержании учебного предмета «Биология» (программа и учебники по выбору). Заполните первые три столбца таблицы 11.

Таблица 11

**Система развития понятия  
«Самовоспроизведение – свойства живого»  
в содержании учебного предмета «Биология»**

Раздел, класс	Тема урока	Формируемые понятия	Вопросы и задания, требующие систематизации и обобщения

3. Выделите (цветом) в составленной системе понятий простые, сложные и специальные понятия.
4. Предложите вопросы и задания для обобщения и систематизации понятий, закончите заполнение таблицы.

### **2.3. Базовые понятия школьной биологии как основа формирования естественно-научной грамотности**

Под естественно-научной грамотностью понимают способность обучающихся использовать естественнонаучные знания в повседневной жизни для понимания процессов и явлений окружающего мира, для обоснования принимаемых решений.

Биология, наряду с другими учебными предметами естественно-научной области, вносит существенный вклад в формирование естественно-научных знаний обучающихся.

Группы, категории биологических понятий и их примеры, представленные в предыдущем параграфе, дают пред-

ставление о сложности и многообразии учебного материала, входящего в содержание школьной биологии. Вопрос: какие из биологических понятий являются базовыми для формирования у обучающихся естественнонаучной грамотности? – на сегодняшний день остается открытым.

Рассмотрим наиболее известные отечественные и зарубежные теоретические работы, связанные с изучением данного вопроса. Сегодня одним из перспективных направлений развития содержания образования является концептуально-ориентированное обучение, основанное на выделении ключевых идей, получивших название – «большие идеи».

Актуальность этого подхода обусловлена тем, что объем научного знания растет в геометрической прогрессии, и школьные учебники уже не могут вместить все сведения соответствующей научной области. Кроме того, в условиях растущего многообразия знаний все сложнее обеспечить связность и согласованность разных частей учебных программ. Учителя испытывают трудности при подборе учебного материала для учебных занятий с целью достижения школьниками разнообразных образовательных результатов. Это ставит вопрос о выделении тех обобщенных представлений, которые составили бы основу школьной программы содержания общего образования [5].

В педагогической практике «большие идеи» представлены в виде:

- концептов (например, «адаптация», «функция», «перспектива»);
- тем (например, «добро побеждает зло»);
- актуальных дискуссий и точек зрения (например, «естественное против искусственного», «консерватизм и либерализм»);
- парадоксов (например, «свобода возможна только в определенных границах», «мнимые числа»);

- теорий (например, «эволюция через естественный отбор»);
- допущений (например, «текст имеет смысл», «рынок рационален»);
- повторяющихся вопросов;
- принципов (например, «формы определяются функцией», «корреляция не означает причинность»).

«Большие идеи» могут быть зафиксированы в виде слова, фразы, предложения или вопроса. На наш взгляд, это довольно широкая концептуализация «больших идей», охватывающая слишком большое количество конструкторов разной природы.

Некоторые авторы делают важное добавление к определению «больших идей». Например, в контексте математики Р. Чарльз указывает, что большая идея – это утверждение (высказывание) об идее, которое занимает центральное место в изучении математики, потому что соединяет разрозненные математические понимания в связанное целое [35]. Отдельно подчеркивается, что даже если «большая идея» выражена в виде слова или словосочетания, это лишь имя (название) для некоторого высказывания, но не идея сама по себе. Например, даже когда «большая идея» выражена как термин «эквивалентность», она лишь отсылает к утверждению: «Любое число, измерение, числовое выражение, алгебраическое выражение или уравнение может быть выражено бесконечным количеством способов, которые имеют одно и то же значение». Схожее определение развивается позже, теперь применительно к STEM (термин, используемый для объединения академических дисциплин: наука, технологии, инженерия и математика). «Большие идеи» – это ключевые идеи, которые соединяют разрозненные дисциплинарные понимания в связанное целое [36]. Такие идеи являются ключевыми для понимания STEM и представляют то, как мир рассматривается в рамках этих дисциплин.

Контентные «большие идеи»:

- принципы (принцип экономичности);
- стратегии (стратегии решения проблем, нисходящая и восходящая стратегии проектирования (top-down and bottom-up design));
- теории (атомная теория, теория хаоса);
- модели (вероятностные модели, статистические модели).

Процессуальные «большие идеи»:

- навыки, связанные с приобретением и эффективным использованием контентного знания (наблюдение, эксперимент, статистический анализ, формулирование гипотез, интерпретация данных).

«Большие идеи» о предмете фокусируются на особенностях мышления, характерных для соответствующей научной дисциплины, и дискурсе соответствующего научного сообщества, то есть на том, как представители этого сообщества видят и интерпретируют мир. Чаще всего такие идеи шире и абстрактнее, чем «большие идеи» предмета. Например, это такие утверждения: «Научное знание основано на опыте и движимо теорией», «Математика занимается поиском паттернов и отношений на основе выявления базовых структур» и т. д.

Кроме того, выделяются различные виды «больших идей» по признаку принадлежности к дисциплине:

- «большие идеи» внутри дисциплины, которые находят применение в других дисциплинах (пропорция, энергия);
- междисциплинарные «большие идеи» (переменная, паттерн, модель);
- обобщающие «большие идеи» (encompassing) (система, отношение, изменение).

Таким образом, большие идеи - это в первую очередь некоторые утверждения, которые имеют концептуальную структуру, выполняют функцию обобщения и интеграции

разрозненного и фрагментарного учебного материала вокруг узкого набора обобщений и принципов. Если «большие идеи» разрабатываются внутри и для определенной предметной области, то в их основе должны лежать ключевые, сущностные (core) для изучения выбранной научной дисциплины понятия и принципы, которые выражают либо контентное содержание некоторой предметной области, либо способы мыслить внутри нее. Для разработки междисциплинарных «больших идей» чаще всего используются так называемые макроконцепты, которые имеют значение во многих научных областях.

Многие авторы сходятся во мнении, что фокус учебных модулей должен быть сконцентрирован на нескольких «больших идеях» и связях между ними, в то время как другие концепты должны отойти на второй план [36].

Эриксон предлагает несколько шагов для поиска и выбора подходящих обобщений (ее модель рассчитана на применение междисциплинарной группой учителей):

1. Выбрать раздел, который позволит всем членам команды участвовать в процессе интеграции.
2. Выявить наиболее значимые концепты для получения устойчивой интегрирующей рамки для обучения.
3. Подготовить схему тем по предметам или областям вокруг концепта и раздела.
4. Придумать несколько обобщений, которые вы ожидаете передать ученику.
5. Придумать ключевые вопросы, которые помогут ученику достигнуть понимания обобщений.

Таким образом, ни в отечественной, ни в зарубежной педагогике нет четких методологических разработок, регламентирующих отбор и формирование «больших идей». Все, что на данном этапе доступно для разработчиков, – это набор методических рекомендаций, кейсы уже разработанных

образовательных программ и сформированных профессиональными сообществами списков «больших идей». В подобные списки включены, например, следующие идеи: организмы имеют клеточное строение и конечную продолжительность жизни; организмы требуют поставки энергии и материалов, от которых они часто зависят и за которые конкурируют с другими организмами; генетическая информация передается от одного поколения организмов к другому; разнообразие организмов, живых и вымерших, является результатом эволюции и др.

Приведенные выше в качестве примера «большие идеи» перекликаются со сложившейся в истории отечественной школы традиционной системой изучения биологического материала, раскрывающего закономерности природы на разных уровнях ее организации. В традиционном смысле к базовым биологическим понятиям относят понятия, соответствующие основным свойствам живого, выделенные с учетом уровневой организации живой природы.

Ниже рассмотрим основные идеи (концепции) современной биологии, в соответствии с которыми производится отбор содержания биологического образования для школы, раскрываются закономерности живой материи, формируется естественнонаучное мировоззрение.

Закономерности жизни представлены в виде:

1. Концепция материальности жизни. Жизнь материальна, и ее основу составляет обмен веществ и энергии. Все процессы, имеющие место при функционировании живых существ, являются физическими и химическими реакциями, хорошо изученными на сегодняшний день.

2. Жизнь, подобно матрешке, устроена системно и иерархично. Жизнь проявляется не только на уровне организмов, но и в системах более крупных и более мелких. На каждом из уровней организации проявляются все критерии жизни.

3. Жизнь способна к самовоспроизводству. В основе размножения организмов лежат разновидности деления клеток. В основе деления клеток лежит процесс удвоения молекул ДНК-репликация.

4. Живым системам свойственны гомеостаз и гомеокинез. Гомеостаз – способность поддерживать постоянство внутренней среды; структурно-функциональная целостность и саморегуляция.

Гомеокинез – способность перестраиваться для лучшей адаптации к меняющимся условиям. Эти свойства проявляют не только организмы, но и все прочие живые системы (клетки, организмы, популяции, экосистемы).

5. Наиболее признанной теорией происхождения жизни является абиогенез. Абиогенез возможен только при особом сочетании внешних условий, которые в настоящее время в природе не встречаются, поэтому об абиогенезе говорят как об изначальном происхождении жизни на Земле путем биохимической эволюции.

В настоящее время развитие жизни на Земле идет путем биологической эволюции, которая является научным фактом, доказанным многочисленными экспериментальными данными.

6. Концепция биосоциальности человека. Человек, занимая определенное систематическое положение, имеет все признаки, характерные для представителей тех таксонов, к которым он принадлежит.

Вместе с тем разум человека, способность к речи и другие качества формируются только в социуме, человеческом обществе. Человек – биологическое существо, вместе с тем – продукт общества.

7. Концепция устойчивого развития биосферы и принцип экологической безопасности говорит о биосфере как о глобальной экосистеме, которой свойственны как гомео-



стаз и развитие, так и другие критерии жизни. У устойчивости биосферы есть свой предел, и при превышении уровня антропогенного (или иного) воздействия на нее может произойти катастрофа – разрушение биосферы.

Говоря о формировании естественно-научной грамотности обучающихся, нельзя не говорить о формировании у них понимания практического значения биологии, что связано, в первую очередь, с признанием школьниками объективного существования материального мира, закономерности которого познаваемы, независимо от человеческого сознания.

Другая важная задача – формирование экологического мышления, изучение человека как неотъемлемой части биосферы.

Практическое значение биологии связано с технологическими процессами и, конечно, с медициной.

Болезни в большинстве случаев вызваны генными нарушениями или различными паразитами, среди которых вирусы, бактерии, грибы, простейшие и беспозвоночные животные. Их изучение тоже входит в задачи биологии.

### **Вопросы и задания для самостоятельной работы**

1. Назовите причины актуальности выделения при отборе содержания образования «больших идей».
2. В виде чего в педагогической практике могут быть представлены «большие идеи»?
3. Чем внутридисциплинарные «большие идеи» отличаются от междисциплинарных?
4. Перечислите и охарактеризуйте концепции современной биологии, в соответствии с которыми осуществляется отбор содержания образования для средней общеобразовательной школы.

---

## КОНСТРУИРОВАНИЕ КЕЙСОВ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ

---

### 3.1. Использование кейсов в обучении школьников

Кейс-метод широко используется в обучении за рубежом. Впервые он был применен в образовательном процессе на факультете права Гарвардского университета. Первые подборки кейсов были опубликованы в 1925 году в отчетах Гарвардского университета [10].

Проблема внедрения кейс-метода в практику школьного и высшего образования в настоящее время является весьма актуальной, что обусловлено двумя тенденциями:

– первая тенденция вытекает из общей направленности развития образования, его ориентации не только на получение конкретных знаний, но и на формирование компетентностей, умений и навыков мыслительной деятельности, развитие способностей личности, среди которых особое внимание уделяется способности к обучению, умению перерабатывать огромные массивы информации и пр.;

– вторая тенденция вытекает из развития требований к качеству специалиста, который, помимо удовлетворения требованиям первой тенденции, должен обладать также способностью оптимального поведения в различных ситуациях, отличаться системностью и эффективностью действий в условиях непрерывных изменений в общественной, профессиональной и других сферах жизни.

Кейс-метод или метод конкретных ситуаций следует отнести к методам активного проблемного, эвристического обучения. Название данного метода происходит от англий-

ского «case» – случай, ситуация и от понятия «кейс» – чемоданчик для хранения различных бумаг, журналов, документов и пр. Кейс-метод – это обучение действиям.

Суть его в том, что обучающимся предлагают осмыслить и найти решение для ситуации, имеющей отношение к реальным жизненным проблемам и описание которой отражает какую-либо практическую задачу. Отличительной особенностью данного метода является создание проблемной ситуации на основе фактов из реальной жизни.

При этом сама проблема не имеет однозначных решений. Для работы с такой ситуацией необходимо правильно поставить учебную задачу и для ее решения подготовить «кейс» с различными информационными материалами (статьи, литературные рассказы, сайты в сети Интернет, статистические отчеты и пр.)

Поставив правильно задачу и подготовив «кейс», необходимо организовать деятельность обучающихся по решению поставленной проблемы. Работа в режиме кейс-метода предполагает групповую деятельность. Непосредственная цель метода: совместными усилиями каждая из подгрупп обучающихся анализирует ситуацию – case и вырабатывает практическое решение. В результате организуется деятельность по оценке предложенных решений и выбору лучшего в контексте поставленной проблемы.

Следует отметить, что работа в режиме кейс-метода в некоторой степени технологизирована и ориентирована на технологии проблемного, проектного обучения.

Выделим некоторые технологические особенности кейс-метода.

Метод представляет собой разновидность исследовательской аналитической технологии, т. е. включает в себя операции исследовательского процесса, аналитические процедуры.

Метод выступает как технология коллективного обучения, важнейшими составляющими которой выступают работа в группе (или парах) и взаимный обмен информацией, включая процедуры индивидуального, группового и коллективного развития, формирования многообразных личностных качеств обучаемых.

Метод выступает как специфическая разновидность проектной технологии. В рамках кейс-метода идет формирование проблемы и путей ее решения на основании «кейса», который выступает одновременно в виде технического задания и источника информации для осознания вариантов эффективных действий.

В основе кейса лежит ситуационная задача. Ситуационные задачи - это учебные задачи, основанные на описании конкретной жизненной ситуации или факта, позволяющие ученику осваивать интеллектуальные операции последовательно в процессе работы с информацией: ознакомление, понимание, применение, анализ, синтез, оценка.

Существуют разные подходы классификации «кейсов». Рассмотрим классификацию, основу которой составляют содержание кейса и степень его воздействия на обучающихся. В ней можно выделить:

- практические кейсы, которые отражают абсолютно реальные жизненные ситуации;
- обучающие кейсы, основной задачей которых выступает обучение;
- научно-исследовательские кейсы, ориентированные на осуществление исследовательской деятельности.

Основная задача практического кейса заключается в том, чтобы детально и подробно отразить жизненную ситуацию. Этот кейс создает практическую, «действующую» модель ситуации. При этом учебное назначение такого кейса может сводиться к тренингу обучаемых, закреплению

знаний, умений и навыков поведения (принятия решений) в данной ситуации. Такие кейсы должны быть максимально наглядными и детальными. Главный его смысл сводится к познанию жизни и обретению способности к реальной профессиональной деятельности.

### **Пример**

*В прошлом году в области зарегистрированы две водные вспышки ротовирусных заболеваний среди населения: в Сатке (люди купались в открытом водоеме в неорганизованных местах) и Еманжелинске (из кранов текла вода с высокой степенью микробного загрязнения). В 2019 году случаи заражения вирусным гепатитом А зарегистрированы в с. Аргаяш Аргаяшского района Челябинской области (известно, что люди заражались через употребление водопроводной воды).*

*Ответьте на вопросы:*

- 1. Каковы особенности вируса гепатита А и возбудителя ротовирусной инфекции?*
- 2. Какие меры предосторожности необходимо соблюдать при риске заражения этими вирусами?*
- 3. Составьте памятку для посетителей водоемов.*

Обучающий кейс, в отличие от практического, отражает жизнь не «один к одному». В обучающем кейсе на первом месте стоят учебные и воспитательные задачи, что предопределяет значительный элемент условности при отражении в нем жизни. Ситуация, проблема и сюжет здесь не реальные, практические, а характеризуются искусственностью, «сборностью» из наиболее важных деталей. Такой кейс мало дает для понимания конкретного фрагмента общества, однако он обязательно формирует подход к такому фрагменту.

## **Пример**

*Кожа является первой ступенью в защите организма человека от различного рода заболеваний. Можно ли считать этот барьер эффективным, если человечество находится под угрозой заражения огромным количеством кожных заболеваний?*

*– Определите, какие заболевания кожи изображены на фотографиях?*

*– Какова, на ваш взгляд, вероятность вашего заражения данными видами кожных заболеваний?*



*– Существует ли эффективная профилактика кожных заболеваний, передающихся от человека к человеку?*

*– Изучив предложенную литературу, разработайте свой комплекс мер профилактики кожных болезней.*

Подобное же свойственно и для исследовательского кейса. Его основной смысл заключается в том, что он выступает моделью для получения нового знания о ситуации и поведения в ней. Обучающая функция его сводится к обучению навыкам научного исследования посредством применения метода моделирования. Строится этот кейс по принципам создания исследовательской модели. Доминирование исследовательской функции в нем позволяет также довольно эффективно использовать его в проектно-исследовательской деятельности.

## **Примеры**

### ***Глаз – уникальный оптический аппарат***

*В 1896 году американский психолог Дж. Стреттон поставил эксперимент. Он надел специальные очки, благодаря которым на сетчатке глаза изображения окружающих предметов оказались не обратными, а прямыми.*

*И что же? Мир в сознании ученого перевернулся. Все предметы он стал видеть вверх ногами. Из-за этого произошло рассогласование в работе с другими органами чувств. У ученого появились симптомы морской болезни. В течение 3 дней он ощущал тошноту. На 4 сутки организм стал приходить в норму, а на 5-й день Стреттон стал чувствовать себя так же, как и до эксперимента. Мозг ученого освоился с новыми условиями работы, и все предметы он снова стал видеть прямыми. Но, когда снял очки, все опять перевернулось. А уже через полтора часа зрение восстановилось, и он стал видеть нормально. Любопытно, что подобная приспособляемость характерна лишь для человеческого мозга. Когда в одном из экспериментов обезьяне перевернули такие же очки, то она получила стресс и, сделав несколько шагов, впала в кому. Однако и человеческий мозг не всегда может справиться с анализом изображения на сетчатке глаза, вот тогда и возникает иллюзия зрения, т. е. предмет кажется не таким, каков он на самом деле. Почему это происходит?*

*– Вопросы к кейсу (при решении макро-кейса школьникам предлагается самостоятельно выбрать наиболее интересный для них кейс (роль), найти его решение).*

### ***Биолог о строении глаза***

*Есть такое выражение «Глаз – алмаз». Как можно объяснить данное сравнение?*

### ***Фотограф о фотоаппарате***

*Современная жизнь немыслима без фотографий, но удивительный факт: фотоаппарат создан по образу и подобию человеческого глаза – гениального аппарата, созданного самой Природой. Если знаешь их устройство, то можно найти много общего. Итак, ответьте, пожалуйста, на вопрос: «Подумайте и объясните, в чем сходство глаза и фотоаппарата?»*

### **Оптик о свойствах глаза**

*«Береги его как зеницу ока» – так принято говорить о необходимости сохранения чего-то важного. Так о какой составляющей глазного яблока в данном выражении может идти речь? В чем ее уникальность? Почему?*

**Специалисты Центра микрохирургии глаза** о дальнозоркости и близорукости (*«С использованием басни Крылова «Мартышка и очки»*).

### **Зоолог о зрении животных**

*Конечно, многих интересует ответ на вопрос: А как видят разные животные? Постарайтесь ответить на него.*

### **Иллюзии зрения**

*Чудес на свете не бывает? А может, чудеса бывают? А обман зрения?! Глаз не всегда говорит нам правду. И в этом не трудно убедиться. Когда мы что-то видим, то обычно уверены, что наше зрительное восприятие правильное. Иначе говоря, мы доверяем своему зрению. Докажите, что выражение «Обмануть зрение» имеет место быть.*

### **Специалист по охране труда.**

*В прошлом снежная слепота не только доставляла много страданий арктическим путешественникам, но и бывала причиной неудач целых экспедиций. Что вы знаете об этом заболевании? Какие способы сохранения зрения вы могли бы предложить?*

*– Каждый учащийся, выбравший для исполнения определенную роль, представляет результаты работы с кейсом в виде сообщения, презентации, рекомендаций по гигиене зрения, например, комплекса упражнений для глаз и т.д.*

Кейсы можно различать по объему и структуре информации (комплексные кейсы и мини-кейсы).

Комплексные кейсы достаточно объемны (могут занимать несколько страниц), содержат много подробной информации, первичных данных, мнений, образцов документов, причем эта информация может быть избыточной и слабо



структурированной. Решающий должен самостоятельно разобраться, какая информация ему необходима, каким образом ее анализировать, что определяет выбор решения. Кейс может содержать несколько вариантов решения, из которых предлагается выбрать лучший, но в ряде случаев все предлагаемые решения не оптимальны, и единственный способ успешно решить кейс – это предложить свое решение. Преимуществом этого типа кейсов является возможность одновременно оценить большинство ключевых параметров, однако следует учитывать, что их решение требует значительного времени, поскольку здесь важнее оценить не скорость, а качество принимаемого решения.

Мини-кейсы – практические ситуации, описывающие определенную проблему в краткой форме. Объем информации достаточен для того, чтобы обучающийся, обладающий необходимыми знаниями и навыками, мог принять обоснованное решение. Если предлагаемая проблема выходит за рамки предоставленной информации, решающий может ограничиться описанием стратегии решения проблемы. Этот тип кейсов позволяет сосредоточиться на главном, оценив конкретные компетенции.

В настоящее время существуют традиционные (на бумажных носителях) и интерактивные кейсы. Стандартные задания на бумажных носителях содержат проблему в тексте, могут иметь графики, таблицы, вопросы, связанные с ними. Интерактивные задания (для компьютерного тестирования) включают интерактивный материал в виде компьютерной симуляции и связанные с ним вопросы.

### **3.2. Основные этапы создания кейсов**

1. Определение дидактических целей кейса. Этот этап охватывает установление положения кейса в системе обучения, определение целей и задач; обозначение границ ответственности за знания, умения и навыки обучаемых.

2. Выбор проблемной ситуации.

3. Прокладывание программной карты, включающей ключевые тезисы, которые будут выражены в тексте.

4. Нахождение структуры (организации), которая будет связана с ключевыми понятиями программной карты.

5. Получение данных в организации по тезисам задания.

6. Создание или выбор существующей модели ситуации, которая иллюстрирует деятельность в организации; исследование ее соответствия реальности.

7. Выбор жанра кейса.

8. Создание текста кейса.

9. Исследование точности и эффективности кейса; проведение методического эксперимента для выяснения результативности данного кейса.

10. Подготовка окончательного варианта кейса.

11. Внедрение кейса в практику обучения, его использование при проведении занятий.

Определение и формулировка проблемы занимает самое важное место в процессе конструирования модели ситуации. В это же время текст кейса не должен наталкивать ни на одно решение относительно поставленной проблемы.

Сюжетная часть кейса – описание ситуации, содержащей информацию, позволяющую понять окружение, при котором развивается ситуация, с указанием источника получения данных:

- наличие реально существующей ситуации, на основе которой разработан кейс;

- название организма, название процесса, описание явления, их особенностей;

- имена ученых.

Информационная часть – информация, которая позволит правильно понять развитие событий:

Методическая часть – разъясняет место данного кейса в структуре учебной дисциплины, формулирует задания

по анализу кейса для обучаемых и записку по использованию конкретной ситуации.

Сюжетная и информационная части могут существовать как относительно независимые (информация может быть вынесена), так и тесно переплетаясь. Но в любом кейсе его назначение и задание должны быть четко сформулированы.

Кейс может содержать видео-, аудиоматериалы, материалы на электронных носителях или любые другие.

Требования к кейсу:

- соответствовать четко поставленной цели создания;
- иметь уровень трудности в соответствии с возможностями обучающихся;
- быть актуальным на сегодняшний день;
- быть ориентированным на коллективную выработку решений;
- иметь несколько решений, многоальтернативность решений (принципиальное отсутствие единственного решения), чем провоцировать дискуссию.

### **3.3. Познавательные задачи как инструмент кейса при формировании естественно-научной грамотности школьников**

Учебно-познавательная деятельность – это один из основных видов деятельности человека, направленный на овладение способами предметных и познавательных действий, обобщенными теоретическими знаниями. Усвоение (учение) является существенной характеристикой учебно-познавательной деятельности. Тем не менее это различные явления: усвоение – это процесс, осуществляющийся в любой деятельности; учебно-познавательная деятельность – это вид деятельности, особая форма социальной активности личности.

Обучающийся может участвовать в образовательном процессе как субъект, если он способен самостоятельно находить способы решения встающих перед ним задач. Концепция Д.Б. Эльконина и В.В. Давыдова дает представление о том, как этого следует добиваться через овладение учеником общим принципом решения учебных задач определенного типа, овладеть которым можно только на основе системы научных понятий, являющихся основным компонентом содержания развивающего обучения.

Задача как «свернутая схема человеческой деятельности» (В.В. Краевский) составляет, соответственно, и основу личностно ориентированной ситуации в обучении, если в структуру задачи определенным образом будет введен ценностный компонент [14].

Важнейшая характеристика задачи как всеобщего способа мышления состоит в ее проблемности. Задача – это проблема, прошедшая стадию вербализации и нашедшая рациональное выражение. Результатом решения задачи является, как правило, нахождение какого-то знания, способа, модели. В этом состоит собственно когнитивный аспект задачи. Однако всякое решение непременно включает в себя план, креативность, придание смысла, принятие на себя определенной ответственности, оценивание результата. В таком смысле задача – это событие, требующее перехода от одной ситуации к другой. При этом и сам решающий попадает в пространство, требующее от него иного типа функционирования. Актуализация личностных функций воспитанника особенно эффективно происходит при решении задач, для которых характерен дефицит информации, способов решения, интерпретаций, объяснений, оценки и поиска смысла полученного результата. Задача – это инвариантный момент обучения, присущий всем видам и формам усвоения опыта, независимо от того, идет ли речь об опыте когнитивном, практическом, творческом или личностно-смысловом.

В соответствии с моделью личностно-гуманитарной ориентации обучения все задачи, решаемые в курсах общеобразовательных дисциплин, В.В. Сериков делит на три группы.

Первая группа – *предметно-познавательные задачи*, в которых личностный компонент (методология, рефлексия, поиск смысла) представлен в минимальной степени. В такой задаче рассматривается ситуация, предполагающая построение модели на основе объективных законов. Эти задачи направлены на освоение понятийного и операционного аппарата изучаемой науки. Они могут носить качественный или количественный характер.

Вторая группа – *практико-ориентированные задачи*, которые содержат простейшую ценностную ориентацию, т. е. направлены на простейшие практические потребности человека.

Третья группа – *лично ориентированные задачи*, в которых наряду с когнитивным и практическим мышлением ученик должен проявить и личностный потенциал – способность воспринимать связь изучаемой науки с нравственно-культурными проблемами бытия человека, осмысливать вопросы методологии и философии познания, видеть роль творческой созидательной деятельности ученого в построении картины мира, обсуждать смысл познания природы человеком. Материалом таких задач могут выступать проблемы экологии, безопасности жизнедеятельности и т. п.

В качестве основания для систематики познавательных задач мы взяли основные виды деятельности человека: практико-преобразовательную, научно-познавательную, ценностно-ориентированную, коммуникативную (М.С. Каган) [11].

Выделим основные типы задач для естественнонаучных учебных предметов:

– задачи в контексте практико-преобразовательной деятельности человека;

- задачи, имитирующие научно-познавательную деятельность человека;
- задачи с элементами ценностно-ориентационной деятельности;
- задачи, связанные с коммуникативными потребностями человека.

В настоящее время выделены основные требования к учебным задачам как к обучающим воздействиям, которые обусловлены своеобразием места задачи в образовательной деятельности и соотношением учебных задач и учебных целей (Е.И. Машбиц) [16]:

1. «Конструироваться должна не одна отдельная задача, а набор задач».

2. «При конструировании системы задач надо стремиться, чтобы она обеспечивала достижение не только ближайших учебных целей, но и отдаленных».

3. «Учебные задачи должны обеспечить усвоение системы средств, необходимой и достаточной для успешного осуществления учебной деятельности».

4. «Учебная задача должна конструироваться так, чтобы соответствующие средства деятельности, усвоение которых предусматривается в процессе решения задач, выступали как прямой продукт обучения».

Решение познавательных задач, как и всякая другая деятельность, – мотивированный процесс. Осмысливание ситуации, применение к ней категорий и законов предполагают определенную психологическую готовность ученика к выполнению этих операций. Тем более что предполагаемые нами задачи в строгом смысле неповторимы, т. е. каждый раз требуется построение некоторой функционально приспособленной к этой задаче конструкции знаний и способов.

Исследования по проблеме познавательных задач опираются на новые выводы мыслительной деятельности. Так,

Н.Н. Тулькибаева показывает, что задача в учебном процессе выступает особой формой предъявления информации и средством осуществления этого процесса и развития обучающихся [30].

Биологическое образование формирует у учащихся понимание жизни как величайшей ценности. Учитель повседневно ищет ответы на вопросы: как повысить интеллектуальный потенциал детей, приобщить их к миру современной культуры, творчеству? Каким образом на уроках биологии организовать поиск знаний, сделать их системными, целостными, действенными, преодолеть разрывы и провалы между разделами курса? Неординарные подходы требуют обращения к основам, истокам, исходным положениям, чтобы, опираясь на них, новым взглядом посмотреть на все то, что казалось незыблемым, устоявшимся, само собой разумеющимся. Демократическое общество раскрепостило инициативу учителя, освободило его труд от мелочной регламентации, открыло новые горизонты педагогического поиска.

Познавательная задача – один из важных факторов повышения познавательной и практической активности учащихся в учении.

Мы придерживаемся точки зрения Е.Н. Демьянкова [13]: *познавательная задача* – это учебная комбинация, описывающая какое-то явление, формулировка которой содержит определенное противоречие и предполагает ряд учебных действий, приводящих к восстановлению связей, разрешению противоречий и решению задачи.

Познавательная задача характеризуется наличием у учащихся определенной цели, стремлением получить ответ на тот или иной вопрос, достичь желаемого результата с учетом имеющихся условий и требований, необходимых для решения задачи.

Познавательная задача – это начало, исходное звено познавательного, поискового, творческого процесса. Именно

в ней выражается первое побуждение мысли. Однако практика показывает, что в традиционном школьном обучении на 90 % преобладает монолог учителя, рассчитанный на передачу учащимся знаний в готовом виде, на развитие воспроизводящей памяти ученика, хотя само учение, в сущности, является диалоговым процессом. Даже на тех уроках, где присутствует диалог, функции его организовываются чаще всего репродуктивным воспроизведением изученного материала. При этом учителя не обращают внимания на содержание задач, характер и форму вопросов, их место в системе урока. В большинстве случаев используются репродуктивные задачи, ориентирующие на однозначные ответы, не активизирующие мыслительную деятельность ученика.

В трактовке Л.М. Фридмана [32] любая задача состоит из следующих частей:

*1. Условия задачи включают предметную область и отношения.*

*1.1. Предметная область* – класс фиксированных объектов, предметов, о которых идет речь в задаче.

*1.2. Отношения связывают предметы, области* (постоянные, переменные).

*2. Требования задачи* – то, что необходимо установить в результате решения задачи. Оно формируется в виде вопроса (сколько, почему и т. д.), задания (найдите, докажите, установите и т. д.).

*3. Оператор задачи* – совокупность тех действий (операций), которые надо произвести над условием задачи, чтобы выполнить ее требование.

Познавательные задачи предполагают формирование основных черт творческой деятельности школьника. И.Я. Лернер к ним относит следующее:

а) самостоятельный перенос знаний и умений в новую ситуацию;

б) видение новой проблемы в новой ситуации;



- в) видение новой функции объекта;
- г) самостоятельное комбинирование известных способов деятельности в новый;
- д) видение структуры объекта;
- е) альтернативное мышление;
- ж) построение принципиально нового способа решения, в отличие от других известных или не являющихся комбинацией известных способов решения.

Примеры продуктивных задач:

1. *Объясните крылатое выражение: «Быть как рыба в воде».*

2. *Что происходит с замороженными яблоками после оттаивания?*

3. *В теплице для выращивания растений созданы оптимальные условия жизни. Объясните, будет ли в этом случае происходить борьба за существование?*

К познавательным задачам по биологии относятся задачи конкретные и абстрактные. Они носят развивающий характер, расширяют кругозор учащихся и способствуют формированию мышления.

*Задачи с конкретным содержанием* рассматривают явления конкретной действительности. Среди них выделяют задачи генетические, ботанические, зоологические, физиологические, экологические, межпредметные, поговорки, бытовые [27].

Пример задачи с генетическим содержанием:

*Растения красноплодной земляники при скрещивании всегда дают потомство с красными ягодами, а растения белоплодной земляники – с белыми ягодами. В результате скрещивания обоих сортов получаются розовые ягоды. Какое потомство возникает при скрещивании гибридных растений земляники с розовыми ягодами? Какое потомство получится, если опылить красноплодную землянику пыльцой гибридной земляники с розовыми ягодами?*

Пример задачи с ботаническим содержанием:

*В цветке в первую очередь развиваются чашелистики, а уже затем лепестки, тычинки и пестики. Было бы лучше или хуже, если бы все части цветка развивались одновременно?*

Пример задачи с зоологическим содержанием:

*Распространение современных двоякодышащих рыб ограничено пресноводными местообитаниями, и они не отличаются способностью к расселению на большие расстояния, тем не менее живущие ныне и явно родственные между собой виды обитают в Южной Америке (американский чешуйчатник), тропической Африке (малый протоптер, темный протоптер, большой протоптер) и Австралии (рогозуб). Объясните, почему двоякодышащие рыбы, не способные к расселению на большие расстояния, распространены на разных континентах.*

Пример задачи с физиологическим содержанием:

*Возникновение фотосинтеза открыло живому новые возможности и одновременно породило угрозу. Объясните, в чем они заключаются?*

Пример задачи с анатомическим содержанием:

*Остановка кровоснабжения мозга на 20 сек вызывает обморок, потерю сознания, повышение температуры тела до 40–42°C, бред (нарушение сознания). Реанимация возможна, если клиническая смерть продолжается не более 5–6 мин.*

*С какими особенностями нервной ткани связаны эти явления?*

Пример задачи с экологическим содержанием:

*Пара грачей приносит птенцам за сутки 40–45 граммов насекомых, что составляет около 1000 особей разных видов. Птенцов выкармливают 29–30 дней. Подсчитайте, насколько одна колония грачей в 200 гнезд за период выкармливания птенцов может снизить численность вредных саранчовых в радиусе 32 км от колонии, если начальная плот-*

ность популяций саранчи – 1 особь на 1 м<sup>2</sup>. Принять, что в данном районе грачи питаются преимущественно этими насекомыми.

Абстрактные задачи рассматривают явления в несколько отвлеченном свете, поэтому требуют высокого уровня знаний, развитого мышления, воображения.

Примеры абстрактных задач:

1. В озере Лох-Несс (Шотландия) местные жители описывали некое животное с длинной шеей, маленькой головой, плавниками, похожими на ласты. По словам очевидцев, «Несси» питалось рыбой и легко передвигалось в воде. Можно ли «Несси» отнести к пресмыкающимся-плезиозаврам?

Возможно ли обнаружить плезиозавров в настоящее время?

Предложите свою гипотезу.

2. Предположим, что вы съели бутерброд с ветчиной.

В каких отделах пищеварительной системы и с помощью каких веществ будут перевариваться его составные части?

**Составление познавательных задач по биологии.**

Ученик лучше усваивает материал, когда он самостоятельно с ним работает, оперирует цифрами, терминами, понятиями. Недостаточно разработанная методика составления познавательных задач приводит к тому, что в практике изучения биологии этот способ активизации познавательной деятельности учащихся встречается редко. Как мы установили, учебная познавательная задача содержит в себе противоречие при рассмотрении какого-то явления, предлагаемого в данной ситуации.

По своей структуре познавательная задача делится на взаимосвязанные части:

- предпосылочную, несущую определенную информацию в скрытом или развернутом виде;
- вопросительную.

В условии задачи имеются данные часто в скрытом виде.

Соотношение этих данных определяет тип задачи:

- с необходимыми данными;
- с недостающими данными;
- с наличием всех и добавлением избыточных данных;
- с недостатком необходимых и избытком ненужных

данных.

По характеру описания можно условно выделить следующие виды задач:

- утверждение известных фактов и отклонения от них;
- описание неизвестного явления.

При составлении условия задачи необходимо выделить явление, затем четко и точно его описать. Это помогает раскрыть внутренние связи между данными и искомыми элементами задачи.

Важное значение имеет вопрос задачи. От четкости его формулировки, занимаемого места зависит понимание сущности рассматриваемого явления. Вопрос должен быть доступным, точным, определенным и предполагать, что ответ учащиеся дадут на основе системы рассуждений. Педагогически целесообразно, чтобы вопрос задачи ставил перед учащимися лишь одну проблему (не исключается возможность и постановки двух-трех).

Возможны различные методические приемы организации работы учащихся по составлению познавательных задач по биологии. Для составления учебной познавательной задачи необходимо проанализировать имеющиеся данные и выделить основную идею задачи, в основе которой лежит биологическое, физическое или химическое явление.

На основании формулирования проблемы попытаться составить несколько вариантов условия задачи. Если необходимо, то найти и использовать дополнительный материал.

Определить такой вопрос, чтобы он исходил из условия и отражал главную идею задачи. Затем окончательно сформулировать условие задачи и определить место вопроса в ней. Часто в результате определения вопроса задачи условие ее приходится менять по сравнению с первоначальным вариантом. Важное значение имеет форма выражения условия задачи:

– может быть в одно предложение и содержать материал в скрытом виде;

– содержать объемное описание.

Пример.

*Корень поглощает воду и минеральные вещества, растворимые в воде и содержащиеся в почве. Однако не весь корень, а только та часть, которая расположена вблизи кончика корня. Почему? Ответ обоснуйте.*

Составление познавательных задач.

а) составление количественных задач с другими числовыми значениями;

*Ласточки (пара) в период выкармливания прилетают с пищей к гнезду до 400 раз в день, принося за один раз до 0,5 г насекомых. Период выкармливания длится 20 дней. Сколько килограммов насекомых уничтожат в период выкармливания птенцов 3 пары ласточек?*

б) составление качественных задач с иным сюжетом (явление известно, но ученик должен подобрать другой сюжет и реальные данные);

в) по аналогии.

*Скворчата, которых в выводке 5–6, очень прожорливы.*

*Чтобы прокормить малышей, родители трудятся по 17 часов в день. За это время птицы по 250–300 раз прилетают к гнезду с полными клювами гусениц, долгоносиков, саранчи, хрущей и их личинок, скармливая птенцам в день более 300 граммов вреднейших насекомых. Рассчитайте, сколько вредителей уничтожит колония скворцов из 25 пар*

*в период выкармливания птенцов (17 дней). Одна землеройка в течение суток съедает такое количество насекомых, которое примерно соответствует весу ее тела (10 г). В лесу, подходящем по условиям обитания, в среднем живет примерно 100 землероек на 1 га. Из всех уничтоженных землеройками насекомых примерно 40 % составляют вредители леса. Сколько вредителей уничтожат землеройки за год в массиве леса 25 га?*

2. Задачи в одно предложение со скрытым противоречием.

*Каким зверям холоднее – большим или маленьким? Как вы думаете, почему?*

В процессе обучения составлению учебных познавательных задач у учащихся накапливается опыт, а использование разнообразных приемов составления задач развивает творческое мышление, воображение учащихся.

## **Вопросы и задания для самостоятельной работы**

1. Прочитайте текст познавательной задачи. Разработайте свой вариант познавательной задачи, используя методический прием – аналогию.

*Подсолнечник достигает высоты четырех метров, а корни его погружаются в почву на 3–4 метра. Это светолюбивое и теплолюбивое растение. На основе этих данных предложите агроприемы, которые нужно использовать при выращивании подсолнечника. С помощью каких корней это массивное растение прочно укрепляется в почве?*

2. Проанализируйте текст познавательной задачи с точки зрения достаточности информации. Определите, какая информация является необходимой для решения этой задачи. Есть ли исчерпывающая информация? Есть ли недостающая информация?

*Лягушки хорошо себя чувствуют на суше, недалеко от водоемов. Одна из сидящих на берегу водоема лягушек, заметив приближающегося врага, прыгнула в воду. Следом за ней попрыгали в воду и другие лягушки, хотя опасности они видеть не могли. Объясните поведение животных.*

3. Предложите способ поиска ответа для следующей познавательной задачи. Какими понятиями необходимо оперировать обучающемуся для ответа на ключевой вопрос? Какие учебные или справочные материалы помогут ученику обнаружить ответ?

*В родильном доме перепутали двух мальчиков. Родители одного из них имели I и II группы крови, родители другого – II и IV. Исследование показало, что дети имеют I и II группы крови. Определите родителей детей.*

4. Опираясь на текст, сформулируйте вопросы для обучающихся, которые можно решить в результате совместной работы с другими. Позволяет ли этот текст задавать разные аспекты в изучении этой темы? Какие направления исследований можно предложить обучающимся?
- Нарушение генетических (наследственных) систем живых организмов может происходить под действием разных факторов, в том числе антропогенных. К последним относятся: искусственная радиация, средства химизации сельского, лесного и рыбного хозяйств, промышленные и бытовые химические вещества, попадающие в среду, выбросы транспорта. Для человека к этому перечню добавляются ультрафиолетовое и УФЧ-облучение, вибрация, медицинская, бытовая и пищевая химия, курение и использование алкоголя. Всего в биосферу введено около 4 млн. не свойственных ей ранее химических соединений и около 1000 новых веществ добавляется ежегодно.*

5. Разработайте кейс по биологии для обучающихся 7–9 классов. Определите вид кейса. Структура кейса должна включать:

- 1) информационное сообщение, описывающее какую-либо практическую ситуацию;
- 2) задания для обучающихся (для работы в группах);
- 3) методические рекомендации для обучающихся (включающие справочную информацию и ссылки на ресурсы).

Для составления кейса можно использовать факты из личного опыта или воспользоваться материалами, предложенными в курсе.



## **ЗАДАНИЯ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ**

---

Средства формирования и развития естественнонаучной грамотности – это близкие к реальным проблемные ситуации, связанные с разнообразными аспектами окружающей жизни и требующие для своего решения не только знания основных учебных предметов, но и развития универсальных способов мышления и деятельности и интеллектуальных умений.

Для составления заданий нужно учитывать следующие требования:

1. Они должны содержать различные виды информации.
2. Задания должны быть основаны на материале из разных предметных областей.
3. В задачах может быть неясно, к какой области знаний надо обратиться.
4. В заданиях можно привлекать дополнительную информации или, наоборот, они будут содержать избыточную информацию.

Они должны быть комплексными и структурированными, состоящими из нескольких взаимосвязанных вопросов [29].

Условно задания можно разделить на группы, соответствующие компетенциям оценивания естественно-научной грамотности:

- 1) научное объяснение явлений:
  - система проблемных вопросов;
  - познавательные и контекстные задачи;
  - инструкции к практическим работам с натуральными объектами;

2) применение методов научного исследования:

– задания на реализацию исследовательской деятельности;

– задания на развитие исследовательских умений;

– задания на развитие логических умений;

3) интерпретация данных и использование научных данных:

– задания на совершение логических операций с разными видами графической информации;

– задания на перевод информации из одного вида в другой;

– задания по составлению графических объектов (рисунков, таблиц, графиков).

Рассмотрим примеры каждой группы.

### **Система проблемных вопросов**

1. Предположите, что человечество переселилось жить на Луну.

2. Как бы изменилась степень развития скелета и мускулатуры у людей в этом случае?

3. Как бы выглядели потомки переселенцев? Каковы причины таких изменений?

4. Почему летом при длительной жажде рекомендуется пить подсоленную воду?

5. Объясните, почему говядину, которая не прошла санитарный контроль, опасно употреблять в пищу в недоваренном или слабо прожаренном виде.

6. Почему лечение человека антибиотиками может привести к нарушению функции кишечника? Назовите не менее двух причин.

7. Почему гиподинамия вредно влияет на здоровье человека?

8. Почему налеты саранчи на агроценозы считают бедствием?

9. С какой целью применяют генеалогический метод исследования генетики человека?

10. Почему люди, работающие в тайге в весенне-летнее время, нередко заболевают тяжелой болезнью – таежным энцефалитом? Объясните, как происходит заражение.

11. Почему человек, который регулярно играет на рояле, в любой момент может на нем сыграть, а человек, который раньше хорошо играл на рояле, но давно этого не делал, должен сначала немного потренироваться? Ответ поясните.

12. Почему для удаления клеща, прососавшегося к телу человека, его надо смазать маслянистой жидкостью?

13. Почему почву в лесопосадках заселяют микоризными грибами? [27]

### **Познавательные и контекстные задачи**

1. В Тбилисском институте физиологии наблюдали девочку 7–8 лет: она не говорила и не понимала речи, свои чувства выражала нечленораздельными звуками. Девочка не узнавала ухаживающих за ней людей, не умела одеваться и раздеваться, не знала своего имени и не могла есть при помощи ножа и вилки. Она чувствовала боль, тепло, холод, но, будучи раздетой в прохладной комнате, девочка не пользовалась одеждой. Часами сидела неподвижно и смотрела на огонь в камине. Как вы объясняете ее поведение?

2. Приспособления организмов к окружающей среде. Виды адаптаций.

В течение последних полутора веков происходит глобальное потепление климата, а примерно с середины прошлого XX в. – его заметное ускорение на фоне межгодовой и внутривековой изменчивости. По данным Всемирной метеорологической организации, 2010 г. оказался рекордно теплым за 160 лет инструментальных наблюдений, позволяющих оценить среднюю глобальную температуру. 2011 г. за-

нял 11-е место в этом ряду. В Арктике в последние десятилетия изменение климата, прежде всего его потепление, происходило быстрее и масштабнее, чем на остальной части Земного шара на фоне значительных колебаний. Согласно данным Гидрометцентра России в 2011 г. среднегодовая температура в Арктике достигла абсолютного максимума (за период с 1891 г.). При этом, насколько можно судить по данным наблюдений, а также косвенным данным, позволяющим на основе анализа и применения моделей с разной степенью достоверности восстанавливать некоторые климатические характеристики далекого прошлого, климату Арктики всегда была присуща интенсивная естественная изменчивость.

На сегодняшний день белый медведь взят под охрану международной общественной организации WWF. Почему белый медведь на сегодняшний момент является уязвимым видом? Свяжите свой ответ с темой «Приспособление организмов к окружающей среде. Виды адаптаций».



3. Проанализируйте текст познавательной задачи с точки зрения достаточности информации. Определите, какая информация является необходимой для решения этой задачи. Есть ли исчерпывающая информация? Есть ли недостающая информация?

4. Предложите способ поиска ответа для следующей познавательной задачи. Какими понятиями необходимо оперировать обучающемуся для ответа на ключевой вопрос? Какие учебные или справочные материалы помогут ученику обнаружить ответ?

*В родильном доме перепутали двух мальчиков. Родители одного из них имели I и II группы крови, родители другого – II и IV. Исследование показало, что дети имеют I и II группы крови. Определите родителей детей.*

5. Юннат решил провести эксперимент, в ходе которого взял две одинаковых фиалки, одну из них лишил листьев, и поместил растения в одинаковые благоприятные условия. Спустя непродолжительное время, фиалка без листьев погибла. Объясните причину гибели растения.

Способы решения:

1. Найти ответ в интернете.

2. Познакомься со строением и функциями листа через работу с учебником (Глава «Строение листа»).

6. Рыбы накапливают в организме различные вредные вещества, находящиеся в воде. Что может произойти с людьми при частом употреблении такой рыбы в пищу?

Способы решения:

1) Найдите в интернете примеры частого употребления зараженной рыбы.

2) Просмотрите фильм «Великий».

3) Прочитайте про загрязнения водоемов, их причины и последствия в пособиях по экологии.

7. Прочитайте учебные задачи по теме «Кровь».

В организме человека кровь связывает каждый орган, каждую клетку тела между собой. Кровь разносит питательные вещества, которые получила из пищи в органах пищеварения. От легких доставляет к клеткам кислород, а углекислый газ вредные отработанные вещества несет к тем органам, которые их обезвреживают или выводят из организма. Она поддерживает постоянную температуру тела и защищает организм от вредных микробов.

Выберите верные суждения. Как изменится общая масса, общий объем и общая поверхность  $1\text{дм}^3$  пластилина, если его разрубить на одинаковые кубики по  $1\text{мм}^3$ ?

а) Масса и объем не изменятся, а общая поверхность увеличится в 100 раз.

б) Масса увеличится, а объем останется неизменным, общая поверхность уменьшится в 10 раз.

в) Масса и объем не изменятся, общая поверхность уменьшится в 10 раз.

г) Масса увеличится, объем останется неизменным, а общая поверхность увеличится в 100 раз.

8. Сторонники использования троллейбусов в городах утверждают, что этот вид транспорта не вносит вклада в загрязнение окружающей среды. Правы ли эти сторонники? Поясните свой ответ.

9. Ученый говорит, что ткань не будет портиться, если даже ее стирать, оборачивать вокруг каких-то предметов или мять. Он также утверждает, что может быть налажено дешевое массовое производство этого материала. Могут ли эти утверждения быть проверены с помощью научных исследований в лабораторных условиях?

## **Инструкции к практическим работам с натуральными объектами**

### **Практическая работа**

«Прохождение воды

и растворенных в ней веществ по побегу»

Дифференцированные задания:

- Низкий уровень:

1. Почему в ходе эксперимента была окрашена только древесина (ксилема)?

2. Возможно ли искусственное окрашивание цветка в различный цвет? Приведите примеры.

- Средний уровень:

1. Можно ли сравнить нанесение татуировки у человека с данным экспериментом? Почему?

2. Окрашивание волос является химическим процессом. Чтобы покраситься человеку с темными волосами в блонд, надо их осветлить. Для этого необходимо несколько раз повторять процесс осветления, при этом чем темнее волосы, тем больше количество краски и необходимого времени для осветления. Почему происходит такая закономерность?

- Высокий уровень:

1. Некоторые растения (лук, боярышник, клен) используются и по сей день в окрашивании яиц на праздник Пасхи. Почему они могут окрашивать?

### **Практическая работа**

«Температура окружающей среды  
и жизнедеятельность человека»

Чувствительность человека к холоду

Цель: оценить адаптивную реакцию организма на холод по скорости восстановления физиологических показателей после локального интенсивного охлаждения.

Приборы и материалы: Секундомер, тонометр, лед, лабораторный термометр.

Ход работы

1. Сядьте в удобную позу.
2. Измерьте частоту сердечных сокращений (ЧСС) и давление крови (используйте тонометр).
3. Опустите кисть на 1 минуту в воду, доведенную до температуры 0°C благодаря кусочкам плавающего льда.
4. Через 30 секунд после погружения повторно измеряется давление крови и ЧСС (руку из воды не вынимайте).
5. Уберите руку из воды (через 1 минуту). Измерьте частоту сердечных сокращений (ЧСС) и давление крови (используйте тонометр). Обратите внимание на изменение цвета кожного покрова.
6. Повторяйте измерения каждую минуту до тех пор, пока показатели не вернуться к исходному состоянию.

## 7. Занесите данные в таблицу.

Показатели	ФИО					
	норм	0,5	1	2	3	4
АД↑						
АД↓						
ЧСС						

Показатели	ФИО					
	норм	0,5	1	2	3	4
АД↑						
АД↓						
ЧСС						

На основе сравнения времени восстановления показателей и субъективных ощущений выносится заключение о степени относительной чувствительности к холоду обследуемых лиц. Медленное восстановление показателей, характеризующих напряженность функции сердечно-сосудистой системы, свидетельствует об относительно слабой приспособленности организма к холоду.

### **Практическая работа**

«Температура окружающей среды  
и жизнедеятельность человека»

Чувствительность человека к высокой температуре

Цель: оценить адаптивную реакцию организма на высокую температуру среды по скорости восстановления физиологических показателей после локального интенсивного разогрева.

Приборы и материалы: лабораторный и медицинский термометры, тонометр, секундомер.

Ход работы

1. Сядьте в удобную позу.



2. Измерьте частоту сердечных сокращений (ЧСС) и давление крови (используйте тонометр).

3. Опустите кисть на 1 минуту в горячую воду, доведенную до температуры 50 – 60°C.

4. Через 30 секунд после погружения повторно измеряется давление крови и ЧСС (руку из воды не вынимайте).

5. Уберите руку из воды (через 1 минуту). Измерьте частоту сердечных сокращений (ЧСС) и давление крови (используйте тонометр). Обратите внимание на изменение цвета кожного покрова.

6. Повторяйте измерения каждую минуту до тех пор, пока показатели не вернуться к исходному состоянию.

7. Занесите данные в таблицу.

Показатели	ФИО					
	норма	0,5	1	2	3	4
АД↑						
АД↓						
ЧСС						
Показатели	ФИО					
	норма	0,5	1	2	3	4
АД↑						
АД↓						
ЧСС						

На основе сравнения времени восстановления показателей и субъективных ощущений выносится заключение о степени относительной чувствительности к теплу обследуемых лиц. Медленное восстановление показателей, характеризующих напряженность функции сердечно-сосудистой системы, свидетельствует об относительно слабой приспособленности организма к теплу.

## Задания на развитие исследовательских умений

1. Великий русский ученый М.В. Ломоносов утверждал, что «умеренное потребление пищи – мать здоровья». Вопрос: Верно ли это утверждение? Ответ обоснуйте.

2. Прочитайте текст задания и выберите верный ответ из списка

Проанализируйте таблицу «Время, необходимое для узнавания тест-изображения». Испытуемым демонстрировались цифры разных цветов и черно-белые изображения разной сложности. Фиксировалось время, необходимое испытуемому, чтобы распознать и назвать объект.

Изображения		Среднее время узнавания (мс)
Простые		25,0
Средней сложности		37,5
Сложные		70,0
Цифры	Черные	27,5
	Красные	37,5
	Синие	62,5
	Зеленые	45,0
	Желтые	67,5

3. Выберите утверждения, которые можно сформулировать на основании анализа представленных данных:

1) Чем проще объект, тем меньше света необходимо для его узнавания.

2) Черные объекты распознаются быстрее цветных.

3) Время узнавания цифр не зависит от их цвета.

4) В сумерках распознавание цветного объекта ослабевает.

5) Цветные цифры распознаются быстрее, чем сложное изображение.

## Задания на реализацию исследовательской деятельности

1. Исследовательская работа «Влияние веса портфеля на осанку человека».

Проверить, соответствует ли требованию СанПиНа собственный портфель. Найти в документе нормы веса рюкзака для учащихся различных возрастов. Определить способы измерения веса школьных сумок. Вещи, которые носят школьники разных возрастов, нужные во время обучения? Можно ли убрать некоторые вещи и сделать рюкзак легче?

2. Проанализируйте методологический аппарат исследовательской работы. Соответствуют ли, с вашей точки зрения, его компоненты друг другу? Предложите правильный вариант в случае несоответствия.

Материалы к задаче:

*Тема работы: «Значение дикорастущих пищевых растений Красноярского края в жизни человека».*

*Актуальность: Питание современного человека содержит слишком мало клетчатки, которая способствует перистальтике кишечника.*

*Цель работы: Проанализировать информацию о дикорастущих пищевых растениях Красноярского края для ее апробации и пропаганды.*

*Задачи:*

*1. Проанализировать возможные информационные источники о многообразии и значении дикорастущих пищевых растений.*

*2. Провести анкетирование учащихся.*

*3. Собрать и апробировать рецепты с применением дикорастущих пищевых растений.*

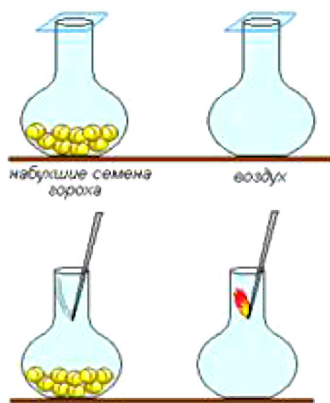
*4. Пропаганда полезных качеств этих растений среди учащихся, их родителей и учителей лицея через презентацию, буклеты, публикации в газете «Шкодень».*

*Объект исследования: дикорастущие растения.*

*Предмет исследования: пищевые дикорастущие растения.*

## Совершение логических операций с разными видами графической информации

1. Семена растений дышат, то есть они поглощают кислород из воздуха, а в окружающую среду выделяют углекислый газ. Чтобы проверить необходимость наличия воздуха для дыхания семян, ученики пятого класса провели опыт. Они взяли две стеклянные колбы, в одну поместили небольшое количество набухших семян гороха, а другую оставили пустой. Обе колбы закрыли стеклом.



Через сутки ученики взяли горящую лучинку и поместили ее в пустую колбу, лучина продолжала гореть. Затем ее поместили в колбу с семенами, и лучина погасла.

Научно доказано, что кислород воздуха поддерживает горение и поглощается при дыхании. Углекислый же газ – не поддерживает горение и выделяется при дыхании.

- 1) Что хотели проверить ребята с помощью опыта?
- 2) Какой вывод можно сделать из опыта?

2. Тема «Адаптация и ее значение в жизни организмов»  
Задание.

1. При помощи таблицы ознакомьтесь с видами адаптаций и их характеристиками.

2. Рассмотрите внимательно иллюстрации с животными.

3. Соотнесите изображение каждого животного с видом адаптации; при помощи клея наклейте изображение животного в соответствующее окошко.

4. Какой вывод вы можете сделать? Адаптация – это?..

Различные виды приспособленности организмов к окружающей среде.



3. Проанализируйте данные таблицы

**Зависимость легочной вентиляции от мышечной активности**

Состояние организма	Объем легочной вентиляции в мин	Поглощение O <sub>2</sub> в мин	Выделение CO <sub>2</sub> в мин
В состоянии покоя	4-5л/мин	250 см <sup>3</sup>	250 см <sup>3</sup>
При систематических физических упражнениях	90-150л/мин	5000 см <sup>3</sup>	5000 см <sup>3</sup>

Вопрос 1. Влияет ли мышечная активность на легочную активность?

---



---



---

Вопрос 2. Почему усиливается газообмен?

---

---

---

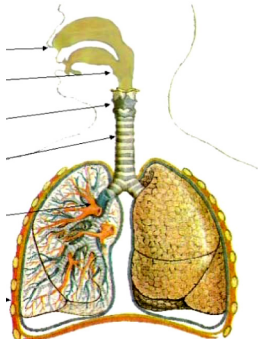
Вопрос 3. Как влияет мышечная активность на здоровье?

---

---

---

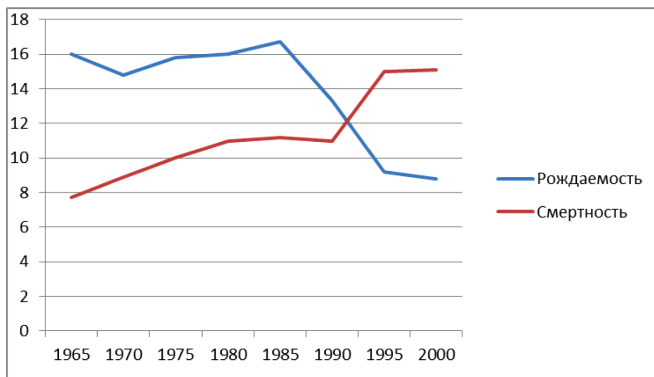
### Перевод информации из одного вида в другой



1. Составьте по приведенному справа рисунку связный рассказ о движении воздуха в организме и запишите его.

*Рис. Дыхательная система человека*

2. Прочитать название рисунка. Определить, какая зависимость отражена, в каких единицах?



*Рис. Динамика естественного прироста населения в России*

3. Можно ли, опираясь на показатели рисунка, сделать следующие выводы:

– Показатели смертности и рождаемости в России зависят друг от друга.

– Показатель рождаемости с 1985 г. начинает падать из-за начала нестабильного политического периода в России.

– В 1993 г. показатель рождаемости равен показателю смертности населения.

– Сокращение рождаемости и увеличение смертности могут свидетельствовать о негативной экологической обстановке в России.

4. Изучите переменные графика на рисунке «Влияние температуры окружающей среды на температуру тела животных».

Ответьте на вопросы:

1. Какие животные участвовали в эксперименте (перечислите). На какие группы можно разделить этих животных по отношению к температуре?

---

---

2. Какие животные имеют непостоянную температуру тела? С чем это связано?

---

---

3. При какой внешней температуре внутренняя температура тела всех животных практически одинакова?

---

---

4. У какого организма температура тела не изменяется из-за динамики температуры окружающей среды?

---

---

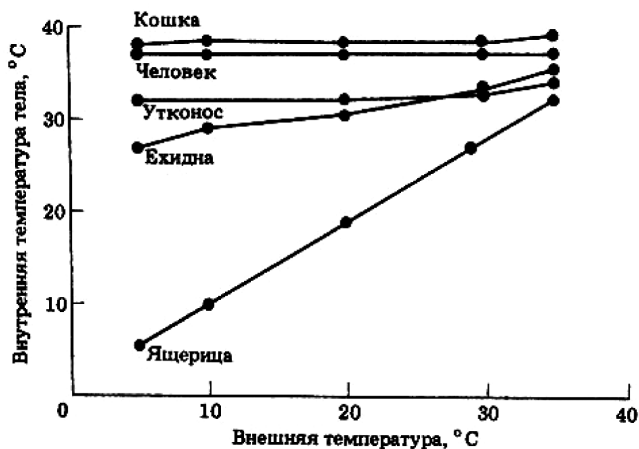


Рис. Влияние температуры окружающей среды на температуру тела животных

5. Изучите рисунок «Соотношение веса тела и процента испарения воды от веса тела».

Рассчитанная величина испарения, необходимого для поддержания постоянной температуры тела в жаркой пустыне у млекопитающих (по: К. Шмидт-Ниельсен, 1972).

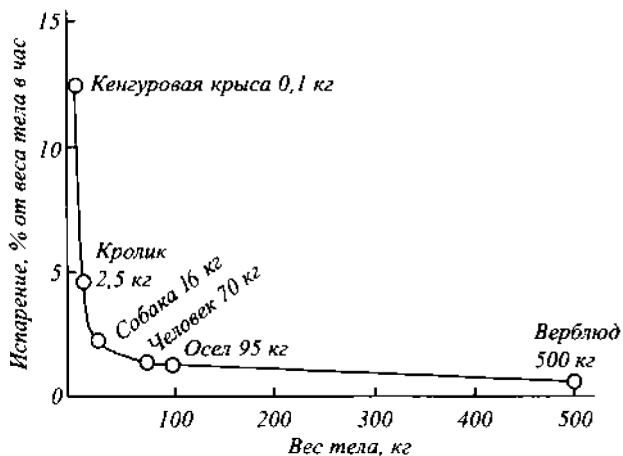


Рис. Соотношение веса тела и процента испарения воды от веса тела



Закончите предложения:

1) процент испарения зависит от ...

---

2) наибольший процент испарения ...

---

3) наименьший процент испарения ...

---

4) чем меньше масса, ...

---

5) у человека средней массой 70 кг ...

---

6. Прочитайте текст.

Адаптации к климатическим условиям разных групп животных строго специфичны: каждый вид избирает совершенно определенные сочетания факторов среды, максимально используя в экстремальных условиях выравнивающее влияние различных локальных местообитаний. Хороший пример видовой специфики адаптации к экстремальным условиям дают шмели. Одна из особенностей их экологии – своего рода «теплокровность». Как показал И.Д. Стрельников (1940), обладая крупным компактным и густоопушенным телом, шмели способны «накапливать» теплоту, вырабатываемую в полете, и сохранять ее сравнительно долгое время. Нагреву тела солнечными лучами способствует темная окраска. Благодаря этому они бывают активными при крайне низких температурах воздуха. Например, в Арктике они летают и посещают цветки в солнечную погоду при температурах около 0° (Чернов, 1966).

В соответствии с этим в тундровой зоне широко распространены весьма крупные виды, из которых особенно характерен *Vombus hyperboreus*. Одно из неизбежных следствий крупных размеров – увеличение длительности разви-

тия, с чем связана важнейшая адаптация шмелей к полярным условиям: сокращение числа рабочих особей (Скориков, 1922; Richard, 1931; Чернов, 1966). Эта черта особенно свойственна подроду *Alpinobombus*, к которому относится большинство полярных шмелей. У *B. hyperboreus* совсем неизвестны рабочие особи. Самка непосредственно выкармливает новых самок и самцов.

При относительно длительном развитии этого крупного вида периода короткого полярного лета недостаточно для развития поколения рабочих особей и последующего воспитания самок и самцов. Однако среди полярных шмелей есть один вид, также широко распространенный и многочисленный в Субарктике, но отличающийся малыми размерами (меньше большинства бореальных видов) - *B. (Pratobombus) lapponicus*. У него отсутствует тенденция к сильному сокращению числа рабочих особей. Очевидно, вследствие мелких размеров период развития этого вида гораздо короче, что и позволяет ему выводить рабочих особей в условиях Субарктики. Вследствие большей зависимости температуры тела от условий среды (по сравнению с *B. hyperboreus*) активность этого вида в течение суток и сезона колеблется сильнее, но для сбора порции нектара ему требуется меньше времени, в чем немаловажное значение имеют и его подвижность, и маневренность полета.

Ответьте на вопросы:

1) Какие факторы окружающей среды влияют на внешнее строение и образ жизни тундровых шмелей.

---

---

2) Выделите из текста приспособления, которыми обладают шмели, обитающие в тундре.

---

---

3) Можно ли установить зависимость между факторами среды и внешним видом (или поведением) насекомого?

---

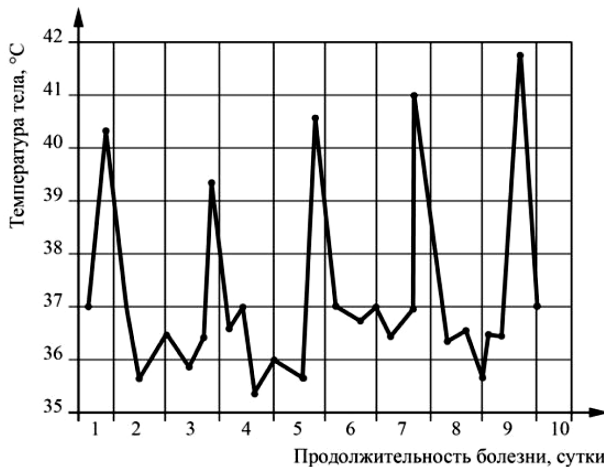
---

4) Постройте график, на котором будет указана зависимость выбранных вами факторов.

---

---

7. Проанализируйте рисунок-график зависимости температуры тела больного малярией от продолжительности болезни.



*Рис. Зависимость температуры тела больного малярией от продолжительности болезни*

Выберите утверждения, которые можно сформулировать на основании анализа представленных данных:

1) Человек – промежуточный хозяин малярийного плазмодия.

2) По мере развития болезни наблюдается тенденция к нарастанию лихорадки.

3) Малярия широко распространена в экваториальной и субэкваториальной зонах.

4) Состояния лихорадки наступают при выходе плазмодиев из эритроцитов.

5) Для данной формы малярии характерен 48-часовой цикл наступления приступов.

8. Внимательно прочитайте текст задания и выберите верный ответ из списка:

Проанализируйте таблицу «Время, необходимое для узнавания тест-изображения». Испытуемым демонстрировались цифры разных цветов и черно-белые изображения разной сложности. Фиксировалось время, необходимое испытуемому, чтобы распознать и назвать объект.

*Таблица*

**Время, необходимое для узнавания тест-изображения**

Изображения		Среднее время узнавания (мс)
Простые		25,0
Средней сложности		37,5
Сложные		70,0
Цифры	Черные	27,5
	Красные	37,5
	Синие	62,5
	Зеленые	45,0
	Желтые	67,5

Выберите утверждения, которые можно сформулировать на основании анализа представленных данных.

1. Чем проще объект, тем меньше света необходимо для его узнавания.

2. Черные объекты распознаются быстрее цветных.

3. Время узнавания цифр не зависит от их цвета.

4. В сумерках распознавание цветного объекта ослабевает.

5. Цветные цифры распознаются быстрее, чем сложное изображение.

## Библиографический список

1. Азимов Э.Г., Шукин А.Н. Новый словарь методических терминов и понятий (теория и практика обучения языкам). М.: Икар, 2009. 448 с.
2. Алексашина И.Ю., Абдулаева О.А., Киселев Ю.П. Формирование и оценка функциональной грамотности учащихся: учебно-методическое пособие. СПб.: КАРО, 2019. 160 с.
3. Басюк В. С. Личностные результаты освоения основных образовательных программ обучающимися в условиях реализации ФГОС общего образования // Развитие личности. 2017. № 3. С. 29–43.
4. Болотов В.А., Вальдман И.А., Ковалева Г.С. и др. Российская система оценки качества образования: главные уроки // Качество образования в Евразии. 2013. № 1. С. 85–122.
5. Большие идеи для содержания образования / М.В. Гасинец, Н.А. Авдеенко, А.М. Михайлова, О.Д. Федоров, Т.В. Пашенко. Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»; Институт образования. М.: НИУ ВШЭ, 2020. 60 с.
6. Верзилин Н.М., Корсунская В.М. Общая методика преподавания биологии: учебник для студентов пед. ин-тов по биол. спец. М.: Просвещение, 1983. 383 с.
7. Верзилин Н.М., Рыков Н.А. и др. Развитие биологических понятий в 5–9 классах // Известия АПН РСФСР. 1956. Вып. 82. 324 с.
8. Венгер и др. Российская школа: от PISA 2000 г ЗШЫФ 2003 / Под ред. А.Г. Каспаржак, К.Н. Поливанова. М.: Логос, 2006.
9. Виноградова Н.Ф., Кочурова Е.Э., Кузнецова М.И. и др. Функциональная грамотность младшего школьника: книга для учителя / под ред. Н.Ф. Виноградовой. М.: Российский учебник: Вентана-Граф, 2018. 288 с.
10. Гузкова С.Ю., Камалеева А.Р. Кейс-метод: история разработки и использования метода в образовании // Современные исследования социальных проблем. 2013. № 6 (26).
11. Каган М.С. Мир общения: Проблема межсубъектных отношений. М.: Политиздат, 1988. 319 с.

13. Демьянков Е.Н. Учебные познавательные задачи по биологии и возможные подходы к обучению их решению // Ученые записки Орловского государственного университета. №2 (71). 2016. С. 217–224.
14. Краевский В.В. Педагогическая теория: Что это такое? Зачем она нужна? Как она делается? Волгоград: Перемена, 1996. 210 с.
15. Ковалева Г.С. Возможные направления совершенствования общего образования для обеспечения инновационного развития страны (по результатам международных исследований качества общего образования): материалы к заседанию Президиума РАО 27 июня 2018 г. // Отечественная и зарубежная педагогика. 2018. Т. 2. № 5 (55). С. 150–169.
16. Машбиц Е.И. Психологические основы управления учебной деятельностью. Киев, 1987. 106 с.
17. Международная оценка образовательных достижений учащихся (PISA). Примеры заданий по естествознанию // Центр оценки качества образования ИСМО РАО. 2007. 115 с.
18. Мониторинг формирования функциональной грамотности: аналитический отчет. Предварительные результаты. М.: ФГБНУ «Институт стратегии развития образования Российской академии образования», 2018. 224 с. (в рукописи).
19. Мягкова А.Н., Комиссаров Б.Д. Методика обучения общей биологии. М.: Просвещение, 1985. 287 с.
20. Об исследовании PISA (Programme for International Student Assessment) // URL: <https://fioco.ru/Contents/Item/Display/2201447> [Дата обращения: 02.12.2021].
21. Об утверждении Методологии и критериев оценки качества общего образования в общеобразовательных организациях на основе практики международных исследований качества подготовки обучающихся: Приказ Рособрнадзора № 590, Минпросвещения России № 219 от 06.05.2019. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_325095](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_325095) [Дата обращения: 02.12.2021].
22. Основные результаты международного исследования PISA-2015 // Центр оценки качества образования ИСМО РАО, 2016 [Электронный ресурс]. URL: [www.centeroko.ru](http://www.centeroko.ru) [Дата обращения: 02.12.2021].

23. Пентин А.Ю., Ковалева Г.С., Давыдова Е.И. и др. Состояние естественнонаучного образования в российской школе по результатам международных исследований TIMSS и PISA // Вопросы образования. 2018. № 1. С. 79–109.
24. Пентин А.Ю., Никифоров Г.Г., Никишова Е.А. Формы использования заданий по оцениванию и формированию естественнонаучной грамотности в учебном процессе // Отечественная и зарубежная педагогика. 2019. Т. 1; 4. С. 177–195.
25. Пентин А.Ю., Ковалева Г.С., Давыдова Е.И. и др. Состояние естественнонаучного образования в российской школе по результатам международных исследований TIMSS и PISA // Вопросы образования. 2018. № 1. С. 79–109.
26. Перминова Л.М. Формирование функциональной грамотности учащихся: основы теории и технология. СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет педагогического мастерства, 1998. С. 106.
27. Познавательные задачи по биологии и экологии: учебное пособие [Электронный ресурс] / Смирнова Н.З., Бережная О.В. Электрон. дан. / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2013. 178 с.
28. Результаты международного исследования TIMSS-2015, 4 класс (краткий отчет на русском языке) / Центр оценки качества образования ИСРО РАО, 2016 [Электронный ресурс]. URL: [www.centeroko.ru](http://www.centeroko.ru) [Дата обращения: 02.12.2021].
29. Суматохин С.В. Естественно-научная грамотность как цель развития школьного биологического образования // Биология в школе. 2019. №1 С. 14–15.
30. Тулькибаева Н.Н., Бухарова Г.Д. Учебная задача как объект методики преподавания // Образование и наука. 2007. № 2 (44). С. 129–135.
31. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования. URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-ooo/> [Дата обращения: 02.12.2021].
32. Хабарова Е.И. Экологическое образование в Москве в цифрах // Экология и жизнь. 1999. № 1. С. 21–23.
33. A Framework for K-12 Science Education: Practices, Cross-cutting Concepts, and Core Ideas / Committee on Conceptual

Framework for New K-12 Science Education Standards. National Research Council. Washington, DC: The National Academies Press. 2012. 399 p.

34. Grek S. Governing by numbers^ the PISA “effect” in Europe // Journal of Education Policy. 2009. Т 24/ № 1. P. 23–37.
35. Charles R.I. Big Ideas and Understandings as the Foundation for Elementary and Middle School Mathematics. 2015. 7(3). С. 16.
36. Chalmers C., Carter M., Cooper T. & Nason R. Implementing «Big Ideas» to Advance the Teaching and Learning of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) // International Journal of Science and Mathematics Education. 2017. 15(S1). P. 25–43. <<https://doi.org/10.1007/s10763-017-9799-1>>.
37. International science benchmarking report. Taking the lead in science education: forging NextGeneration Science Standards. / Achieve. 2010. 83 p. 7. Science syllabus. Primary. Singapore: Ministry of Education, 2014. 59 p.
38. PISA-2018: Краткий отчет по результатам исследования // Режим доступа: [https://fioco.ru/Media/Default/Documents/ %D0 %9C %D0 %A1 %D0 %98/PISA2018 %D0 %A0 %D0 %A4\\_ %D0 %9A %D1 %80 %D0 %B0 %D1 %82 %D0 %BA %D0 %B8 %D0 %B9 %20 %D0 %BE %D1 %82 %D1 %87 %D0 %B5 %D1 %82.pdf](https://fioco.ru/Media/Default/Documents/%D0%9C%D0%A1%D0%98/PISA2018%D0%A0%D0%A4_%D0%9A%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BA%D0%B8%D0%B9%20%D0%BE%D1%82%D1%87%D0%B5%D1%82.pdf)

---

Редактор *Н.А. Агафонова*  
Корректор *А.П. Малахова*  
Верстка *Н.С. Хасанишина*

660049, Красноярск, ул. А. Лебедевой, 89.  
Редакционно-издательский отдел КГПУ им. В.П. Астафьева,  
т. 217-17-52, 217-17-82

Подписано в печать 24.12.21. Формат 60x84 1/16.  
Усл. печ. л. 6,5. Бумага офсетная.  
Тираж 100 экз. Заказ № 12-РИО-008

Отпечатано в типографии «Литера-принт»,  
т. 295-03-40