

# **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЗАДАНИЙ НА ОСНОВЕ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО ТЕКСТА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ**

*Семенова Надежда Игоревна,  
методист Центра ДПО «АНЭКС», канд. техн. наук,  
заместитель директора по научно-методической работе  
ГБОУ средняя школа № 10  
Василеостровского района Санкт-Петербурга,  
e-mail: parfeporulo@mail.ru;*

*Вартазарян Карина Аркадьевна,  
учитель биологии ГБОУ гимназия № 586,  
Василеостровского района Санкт-Петербурга,  
канд. пед. наук,  
e-mail: Vartazarian@yandex.ru*

*Абрамов Анатолий Алексеевич,  
специалист «ОДК-Кузнецов», Самара,  
e-mail: propolic@mail.ru*

## **Аннотация**

Данная статья содержит инструментарий, позволяющий учителю построить систему заданий, формирующую или контролирующую сформированность уровня естественнонаучной грамотности.

## **Ключевые слова**

Функциональная естественнонаучная грамотность; система заданий; научно-популярный текст; смысловое чтение.

## **EXERCISE SYSTEM DESIGNING BASED ON A NATURAL SCIENCE TEXT FOR FORMING FUNCTIONAL COMPETENCE**

*Semyonova Nadezhda Igorevna,  
Cand.Sc.(Technology), methodist, center for advanced training of teachers,  
deputy headmaster, Secondary school No10 with advanced study of chemistry,  
Vasileostrovsky district, Saint Petersburg*

*Vartazaryan Karina Arkadyevna,  
Cand.Sc.(Pedagogy), teacher of biology, Gymnasium № 586,  
Vasileostrovsky district, Saint Petersburg*

*Abramov Anatoly Alekseevich  
specialist of «ODK-Kuznetsov», Samara*

## **Abstract**

This article contains tools that allow the teacher to build a system of exercises that forms or controls the formation of the level of functional natural science competence.

## **Key words**

Functional natural science competence; a system of exercises; a popular science text; semantic reading.

Умение читать текст – вовсе не врожденное качество.  
*Миккель Биркегор «Тайна Libri di Luca»*

Согласно обновленному федеральному государственному образовательному стандарту, в целях обеспечения реализации программы основного общего образования в организации для участников образовательных отношений должны создаваться условия, обеспечивающие возможность формирования функциональной грамотности обучающихся (способности решать учебные задачи и жизненные проблемные ситуации на основе сформированных предметных, метапредметных и универсальных способов деятельности), включающей овладение ключевыми компетенциями, составляющими основу дальнейшего успешного образования и ориентации в мире профессий [1]. Выпускники старшей ступени общего образования должны владеть научной терминологией и базовыми исследовательскими действиями, в частности, навыками разрешения проблем.

Формирование любой компетенции не происходит спонтанно, при отсутствии регулярных и систематических занятий. Для повышения уровня того или иного вида функциональной грамотности у обучающихся каждому учителю желательно иметь некоторый набор инструментов, среди которых собственный банк тренировочных заданий. В последнее время такие задания предоставляются издательством «Просвещение», Институтом стратегии развития образования РАО, Высшей школой экономики и т.д. Однако учителю часто приходится подбирать необходимые материалы самостоятельно под свои ежедневные потребности, что оказывается вовсе не простой задачей.

Данная статья содержит инструментарий, позволяющий учителю построить систему заданий, формирующую или контролирующую сформированность уровня естественнонаучной грамотности.

В соответствии с принятым в международном сообществе определением «естественнонаучная грамотность – это способность человека занимать активную гражданскую позицию по общественно значимым вопросам, связанным с естественными науками, и его готовность интересоваться естественно-научными идеями» [2]. Грамотный в научном плане человек стремится участвовать в аргументированном обсуждении поставленных задач, относящихся к естественным наукам и технологиям. Для такого обсуждения требуются умения:

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

Отсюда непосредственно вытекает понимание, что процесс формирования функциональной грамотности любого вида должен базироваться на специальном инструментарии, не опирающемся напрямую на изучаемый программный материал. Согласно Примерной основной образовательной программе основного общего образования, обучающийся должен научиться решать «нетипичные задачи, связанные с внеучебными ситуациями и не содержащие явного указания на способ решения» [2]. Задачи подобного рода редко позволяют ограничиться однократным прочтением условия и требуют сформированности множественных элементов информационной культуры, критического мышления и, в первую очередь, смыслового чтения.

Столкнувшись с реальной жизненной проблемой и разыскивая необходимую информацию, обучающийся не увидит перед собой привычного текста параграфа из учеб-

ника, где для ответа на вопрос достаточно лишь найти «нужное» предложение. Скорее ему придется взаимодействовать либо с идеями, сформулированными на непосредственно научном языке и заполненными специфической терминологией, либо с научно-популярными объяснениями, часто пренебрегающими логикой изложения и строгостью доказательств. Таким образом, учителю при составлении тренировочных или контролирующих систем заданий приходится не только отобрать некий объем информации, позволяющий выполнить эти задания, но и определить стиль текста.

Существует несколько стилей изложения естественнонаучной информации, существенно отличающихся друг от друга [4, с.40] (см. Таблицу 1):

- 1) Строго научный.
- 2) Учебно-научный.
- 3) Научно-популярный.

Таблица 1.

Критерий	Строго научный текст	Учебно-научный текст	Научно-популярный текст
Передача логической информации	+	±	±
Доказательство истинности	+	±	±
Популяризация информации	–	±	+
Адресат – специалист, понимающий специфическую терминологию	+	±	–
Общелитературный язык	–	–	+
Использование жизненных примеров и ассоциаций	–	+	+
Строгость изложения	+	±	–
Увлекательность	–	±	+
Доступность, легкость усвоения	–	±	+

Кроме того, для достижения поставленной образовательной цели полезно определить *фрейм* текста, используемого в качестве основы для системы заданий, то есть *способ структуризации данных в тексте* (по М. Минскому) [4, с. 30]: понятие и его определение, цель – действие – результат, проблема и ее решение, суждение и его аргументация, сравнение – сопоставление, причина – следствие.

При подборе естественнонаучного текста для интегрированного задания по функциональной грамотности в первую очередь необходимо обратить внимание на «готовность» обучающихся работать с этим текстом: насколько легко он читается с литературной точки зрения, не перегружен ли терминологией, содержит ли достаточный объем разнородной информации для дальнейшего анализа. В некоторых случаях, пользуясь правилом «трех источников» приходится проверять, насколько достоверны данные, содержащиеся в том или ином отрывке, поскольку вся информация, получаемая обучающимися, должна быть максимально достоверна и приближена к реальности. Тексты, которые бы подошли для составления задания без единой правки, встречаются крайне редко, поэтому учителю приходится не просто компилировать отрывки из разнородных источников, но и сокращать объем текста, улучшать его стиль, насыщать его дополнительными фактами, схемами, таблицами.

В качестве примера рассмотрим уже отредактированный под составление системы заданий текст об озонировании среды от стафилококка, предназначенный для обучающихся старших классов.

## Золотистый стафилококк. Очистка среды озоном

«Стафилококки являются наиболее распространенными бактериями. Они представляют часть микрофлоры млекопитающих. На сегодняшний день науке известно более 26 разновидностей этой бактерии. Некоторые из них патогенны для человека, в особенности золотистый стафилококк, или *Staphylococcus aureus*, виновник гнойных поражений органов и тканей. Это неподвижные бактерии диаметром 0,6-1,2 мкм, в процессе роста образующие колонии, внешне напоминающие грозди винограда.

Золотистый стафилококк может обитать в носовых ходах, подмышечных ямках и паховых складках, а также на коже промежности. Он продуцирует фермент коагулазу, который не только защищает его от враждебной реакции организма человека, но и обеспечивает адгезию возбудителя с поверхностными структурами клеток. Если иммунитет человека снижен либо общее состояние организма неудовлетворительное, золотистый стафилококк может представлять существенную угрозу здоровью, вызывая инфекции, в том числе послеоперационные и раневые. Часто они лечатся долго и тяжело.

Золотистый стафилококк отлично чувствует себя даже в больничной среде, демонстрируя устойчивость ко многим антибактериальным препаратам. Идеальная для *Staphylococcus aureus* температура – 30-37 градусов, но бактерия способна переносить действие более высоких температур (погибая только при 80 градусах и выше), а также замораживание и высушивание. Стафилококк может передаваться воздушно-капельным, а также контактно-бытовым путем.

Для уничтожения бактерий и вирусов в воздухе и воде широко используются бытовые и промышленные озонаторы – приборы для получения модификации кислорода, содержащей в молекуле три его атома.

Функции бытового озонатора универсальны: дезинфекция, дезодорация (туалет, шкаф, холодильник), обработка пищевых продуктов (мясо, рыба, овощи, фрукты, яйца), отбеливание белья, обработка обуви, изготовление очищенной (бутилированной) воды, избавление от угрей, уход за домашними животными, уход за аквариумом, оздоровление желудочно-кишечного тракта, устранение грибковых заболеваний.

Концентрация озона зависит от объема помещения, от влажности воздуха и температуры. Однако она не должна превышать предельно допустимой концентрации (ПДК) в 0,1 мг/м<sup>3</sup>, безопасной для человека, поэтому не рекомендуется приближаться к озонатору на расстояние менее 1,5 метра. При высокой концентрации озон способен повреждать слизистые оболочки и дыхательную систему. Однако он довольно быстро распадается и снова превращается в кислород, не оставляя следов».

Требования к тексту просты: с одной стороны, его объем не должен превышать одной печатной страницы (а для младших школьников – меньше страницы), иначе интерес к его прочтению может угаснуть в самом начале работы над заданием; с другой стороны, он должен являться законченным по смыслу и содержать краткое описание какой-нибудь научной идеи, изложенное популярным языком.

В процессе обработки текста необходимо тщательно проанализировать количество естественнонаучных или технических терминов, знакомых обучающимся, а также, возможно, новых для них (таких должно быть не более трех-четырех). Желательно, чтобы текст не был сплошным, а содержал графики, рисунки, схемы и даже фотографии объектов. В этом случае обучающимся приходится работать с разнообразной визуальной информацией, что повышает, несомненно, ценность самого задания в образовательном смысле.

Подобрав достойный материал и проверив его достоверность, можно приступить к составлению заданий. Под *системой заданий* к тексту будем понимать совокупность заданий, удовлетворяющую требованиям полноты, наличия ключевых задач на способы деятельности, имеющие принципиальное значение; связности, возрастанию трудности, целевой ориентации, достаточности и психологической комфортности [3].

Таким образом, процесс конструирования системы заданий для формирования функциональной грамотности проходит все стандартные этапы создания систем задач [5]:

1. *теоретический* (выявление совокупности основных знаний и умений, формируемых или контролируемых у обучающихся, формулирование цели для дальнейшей деятельности);
2. *отборочный* (в соответствии с поставленными целями осуществление отбора из уже имеющихся и построение недостающих задач);
3. *связующий* (установление связей в совокупности отобранных или построенных заданий);
4. *структурирующий* (построение именно системы заданий в соответствии с принципами упорядочивания);
5. *констатирующий* (проверка соответствия построенной системы заданий системным требованиям).

Покажем это на примере формирования системы заданий к вышеприведенному тексту о стафилококке.

В данном тексте содержатся слова «патогенный», «фермент», «адгезия». Для проверки осознания информации и понимания терминологии можно предложить обучающимся следующие вопросы (элементы читательской грамотности естественным образом проверяются по ходу выполнения задания):

- 1) Найдите в тексте термин, синонимом которого является слово «болезнетворный»; слово «сцепление».
- 2) Сложные белковые соединения или их комплексы, ускоряющие химические реакции в живых системах, называются:
  - а) стафилококки; б) ферменты; в) вирусы.

В некоторых случаях смысл нового термина, используемого в тексте, обучающийся определяет из контекста, в других ситуациях ему приходят на помощь общие знания, а иногда даже метод исключения.

Для проверки понимания причинно-следственной зависимости процессов и явлений в систему может войти следующее задание:

- 3) Выберите из предложенного списка причины, по которым организм человека является средой, благоприятной для золотистого стафилококка:
  - а) продуцирование бактерией коагулазы;
  - б) наличие носовых ходов, подмышечных ямок и паховых складок;
  - в) нормальная температура тела человека.

При составлении заданий также можно использовать задачи на арифметически несложные расчеты (действия с десятичными дробями, вычисление объема, времени, производительности и т.д.), связанные с понятиями в тексте, например, с предельно допустимой концентрацией вещества в среде. Эти задачи не только требуют непосредственных вычислений, но и осуществляют проверку некоторых составляющих математической грамотности, в частности умения извлекать числовую информацию из текста, рассуждать, делать выводы и умозаключения.

Поскольку все данные в тексте являются реальными, то обучающиеся параллельно знакомятся с техникой и приобретают навыки взаимодействия со сложными бытовыми приборами.

- 4) Озонатор производительностью 400 мг/час работает в помещении размером 8 м×25 м×4 м. Предельно допустимая концентрация озона (ПДК) для человека составляет 0,1 мг/м<sup>3</sup>. Сколько времени должен проработать озонатор для достижения ПДК в помещении без учета естественного разложения озона?
- 5) Озонатор производительностью 400 мг/час начал работать в помещении объемом 200 м<sup>3</sup>. Вирус гриппа уничтожается при концентрации озона 0,2 мг/м<sup>3</sup> в течение 60 минут. Сколько времени должен проработать озонатор для полного уничтожения вируса гриппа в помещении, если после создания необходимой концентрации она будет поддерживаться на постоянном уровне (без учёта естественного распада)?

Имеет смысл также включать задания, связанные не только с точными расчетами, но с оценкой количества, округлением, сравнением или с оптимизацией процессов, поскольку они гораздо чаще встречаются в реальной жизни.

- 6) Сколько поколений может сформировать бактерия за сутки, если она делится каждые 20 минут? Можно ли утверждать, что в организме Вани через сутки будет более миллиона бактерий, если известно, что он вдохнул из воздуха 10 бактериальных клеток золотистого стафилококка?
- 7) Для уничтожения золотистого стафилококка в помещении необходима концентрация, в 10 раз превышающая ПДК. За 20 минут при комнатной температуре в силу естественного разложения концентрация озона уменьшается в 2 раза. Верно ли, что 1 часа после выключения озонатора достаточно для того, чтобы человек безопасно мог войти в обеззараженное от стафилококка помещение?

Поскольку, согласно ФГОС, от обучающегося ожидается умение научно объяснять особенности естественнонаучного явления, то система заданий обязательно должна содержать требование перечислить корректную последовательность действий при каком-либо эксперименте либо качественные вопросы к явлению или процессу, описанному в тексте, например:

- 8) В перенаселенных аквариумах, особенно при наличии мягкой и кислой воды, нарушается биологическое равновесие. Происходит бурное развитие бактерий, и вода мутнеет, становясь малоприспособленной для нормальной жизни рыб. Если в таком проблемном аквариуме производить систематическую очистку воды озоном, эффект будет заметен уже через пару дней: вода станет заметно светлее. А уже через неделю – очистится совершенно. Опишите последовательность очистки аквариума озоном, учитывая, что чрезмерная концентрация озона вредна для нежных тканей, находящихся в жабрах рыб, и озон в воде разлагается медленнее, чем в воздухе.

Составив предварительный набор заданий, учителю необходимо:

- определить их сложность;
- расположить в логической последовательности;
- определить проверяемые компетенции и виды функциональной грамотности (чтобы исключить или преобразовать задачи-аналоги).

При формулировании качественных вопросов, заданий по объяснению явления или описанию эксперимента учителю следует тщательно прописать критерии оценивания, поскольку развернутые ответы обучающихся подчас содержат множество «подводных камней».

Предположим, что, описывая процесс очистки аквариума озоном, обучающийся написал следующее:

1. Приготовить емкость с водой и сачок для обитателей аквариума.
2. Пересадить всех в емкость.
3. Включить озонатор.
4. Подождать некоторое время.
5. Вернуть рыб на место.

При первом прочтении последовательность действий кажется абсолютно верной, ведь ученик заметил, что проводить очистку озоном аквариума, когда в нем находятся рыбы, нельзя. Однако, скорее всего, обучающийся не учел невысокую скорость разложения озона в воде, на чем также акцентируется внимание в задании. Четвертый пункт последовательности действий не дает четкого указания, что после выключения озонатора следует подождать снижения концентрации озона и только после этого выпускать рыб обратно в аквариум. Таким образом, максимальный балл за данный ответ обучающийся получить не может, а критерии оценивания этого задания будут иметь следующий вид:

2 балла	В тексте ответа указано 2 обязательных условия очистки аквариума: 1. предварительно вынуть всех рыб; 2. после процесса очистки подождать, пока концентрация озона в воде снизится.
1 балл	Указано только одно из двух условий.
0 баллов	Ответ отсутствует или не упомянуто ни одно из обязательных условий очистки.

Приведем пример еще одного естественнонаучного текста.

«В 1724 г. английский священник Стефан Хейлз провёл эксперимент, в котором использовал ветки одного растения, одинаковые сосуды с водой и измерительный инструмент – линейку. Он удалил с веток разное число листьев и поместил ветки в сосуды с равным количеством воды, а затем постоянно измерял уровень воды. После Хейлз обнаружил, что уровень воды в разных сосудах изменился неодинаково. Результаты представлены на рисунке 1.

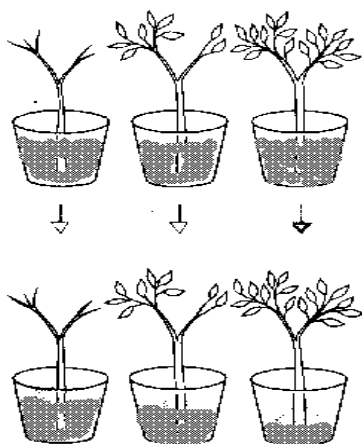


Рис. 1.

Мария повторила опыт английского физиолога и пришла к выводу, что в растении что-то должно выполнять функцию насоса, благодаря которому вода поднимается к листьям. На уроках биологии Мария узнала о транспирации – процессе испарения воды листьями. Мария решила экспериментально доказать, что листья растения в основном отвечают за транспирацию. Для проведения опыта Мария приготовила: 2 стаканчика с водой, 2 целлофановых пакета, 2 ветви растения – одна с листьями, другая – без.

Проведя свой эксперимент, Мария убедилась, что именно листья являются основными органами растения, испаряющими воду.

Этот текст возможно использовать для обучающихся основной школы. Хотя в нем практически нет числовых данных, он имеет свои особенности для составления к нему системы заданий, формирующих естественнонаучную грамотность. В эту систему могут входить задания следующих типов:

- 1) Задание на смысловое понимание естественнонаучного текста (тест, сплошной текст с вариантами ответов и т.д.).

- 2) Задание на выявление основной идеи эксперимента (вопрос, требующий развернутого ответа) – должно быть сформулировано четко, ясно, без лишних пространственных пояснений.
- 3) Задание на описание хода эксперимента (в самом тексте описание специально исключено, но при этом дан рисунок, анализ которого позволит обучающемуся выполнить требуемое) – в условии задания необходимо включать ограничивающие эксперимент критерии.
- 4) Задание на анализ данных и использование научных доказательств для получения вывода эксперимента (стимулирует обучающегося на формулирование вывода) – его следует визуализировать с помощью графика, таблицы, схемы и т.д.

Работа по формированию естественнонаучной грамотности у обучающихся, подбор или составление текстов и системы заданий к ним – это кропотливый труд. Но можно с уверенностью утверждать, что грамотно построенная учителем система заданий позволяет обучающимся осознать процесс или явление во всей их полноте, выстраивает логику экспериментов, способствует обобщению и систематизации представлений об окружающем мире.

#### Источники:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования, утвержденный приказом Министерства просвещения РФ от 31.05.2021 № 287. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/401333920/> (дата обращения 11.10.2022).
2. Примерная основная образовательная программа основного общего образования, утвержденная Федеральным учебно-методическим объединением по общему образованию Министерства просвещения РФ, протокол от 18.03.2022 г. № 1/22). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_417900/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_417900/) (дата обращения 11.10.2022).
3. Современный образовательный процесс: основные понятия и термины: [краткий терминологический словарь] / М-во образования Российской Федерации, Нижнетагильская гос. социально-пед. акад., Каф. рус. яз. Каф. методики технологии и предпринимательства; [Олешков М. Ю., Уваров В. М.]. – Москва: Компания Спутник+, 2006. – 189, [1] с.; 21 см.; ISBN 5-364-00329-9 URL: <https://didacts.ru/termin/sistema-zadach.html> (дата обращения 11.10.2022).
4. Григорьева А.К., Московкина И.И. Смысловое чтение учебного и научного текста: теория и практика: учеб. пособие. – М.: ФЛИНТА, 2021. – 176 с.
5. Дюмина Т.Ю. Конструирование системы задач как вид педагогической деятельности учителя математики. // Электронный научно-образовательный журнал ВГСПУ «Грани познания», № 4 (18), 2012. URL: <http://grani.vspu.ru/files/publics/1354859778.pdf> (дата обращения 11.10.2022).