

УДК 371  
ББК 74.202.4

DOI: 10.31862/1819-463X-2024-2-181-191

## ФОРМИРОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО МЫШЛЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ 5–7 КЛАССОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ БИОЛОГИИ НА ОСНОВЕ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ТАКСОНОМИИ

Л. Н. Сухорукова, М. А. Гончаров

**Аннотация.** Актуальность статьи обусловлена важностью повышения возможностей содержания основного общего биологического образования в развитии мышления обучающихся в связи с существующей тенденцией к снижению уровня образовательных результатов в основной школе по естественнонаучным предметам (согласно данным национального исследования качества образования). Цель статьи – подойти к решению проблемы развития естественнонаучного мышления системно, через построение соответствующей методики (включающей целевой, содержательный, процессуальный и оценочно-результативный компоненты) и ее апробации в ходе опытно-экспериментальной работы. Целевой компонент методики – планируемые познавательные-логические учебные действия построены с учетом педагогической таксономии, направленной на последовательное усложнение познавательной деятельности. Содержательный компонент усилен на основе введения теоретических понятий принципа системности («система», «живая система и ее свойства»), рассмотрения живых систем в порядке их соподчинения (от клетки и организма – к популяции, виду, природному сообществу и экосистеме). Это продиктовано логикой научного познания (нельзя понять свойства сложной системы, не изучив ее элементы – более просто организованные системы). Обращение к принципу системности обусловлено необходимостью усиления интегративной и экологической направленности содержания, реализации его возможностей в формировании естественнонаучного мышления. Процессуальный компонент методики основан на применении задачной технологии, адекватной педагогической таксономии; овладении способами познавательной-логической и исследовательской деятельности, методологией научного исследования. В статье обосновано, что в качестве средств диагностики раз-

© Сухорукова Л. Н., Гончаров М. А., 2024



Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International License  
The content is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

вития естественнонаучного мышления могут служить уровневые характеристики, отражающие овладение планируемыми познавательными действиями и входящими в них логическими операциями.

**Ключевые слова:** естественнонаучное мышление, педагогическая таксономия, принцип системности в биологическом познании, познавательно-логические учебные действия.

**Для цитирования:** Сухорукова Л. Н., Гончаров М. А. Формирование естественнонаучного мышления школьников 5–7 классов в процессе обучения биологии на основе педагогической таксономии // Наука и школа. 2024. № 2. С. 181–191. DOI: 10.31862/1819-463X-2024-2-181-191.

## FORMATION OF SCIENTIFIC THINKING OF SCHOOLCHILDREN OF GRADES 5–7 IN THE PROCESS OF TEACHING BIOLOGY ON THE BASIS OF PEDAGOGICAL TAXONOMY

L. N. Sukhorukova, M. A. Goncharov

**Abstract.** *The relevance of the article is due to the importance of increasing the possibilities of basic general biological education content in the development of students' thinking in connection with the existing trend towards a decrease in the level of basic school educational results in natural sciences (according to the national study of the quality of education). The purpose of the article is to approach the problem of the scientific thinking systematic development through the construction of an appropriate methodology (including targeted, substantive, procedural and evaluative and resultative components) and its approbation during experimental work. The target component of the methodology – the planned cognitive-logical educational actions – is built taking into account the pedagogical taxonomy aimed at the consistent complication of cognitive activity. The content component is strengthened on the basis of the introduction of theoretical concepts of the principle of consistency («system», «living system and its properties»), consideration of living systems. The article displays how level characteristics can serve as the means of scientific thinking development diagnostics as they reflect the mastering of the planned cognitive actions including logical operations.*

**Keywords:** *scientific thinking, pedagogical taxonomy, the principle of consistency in biological cognition, cognitive and logical educational actions.*

**Cite as:** Sukhorukova L. N., Goncharov M. A. Formation of scientific thinking of schoolchildren of grades 5–7 in the process of teaching biology on the basis of pedagogical taxonomy. *Nauka i shkola*. 2024, No. 2, pp. 181–191. DOI: 10.31862/1819-463X-2024-2-181-191.

**А**ктуальность проблемы формирования естественнонаучного мышления в процессе обучения биологии обусловлена тем, что младшие школьники демонстрируют высокие достижения в результате изучения учебного предмета «Окружающий мир». Но через 3–4 года эти же школьники набирают более низкие баллы по естественнонаучным предметам в основной школе, чем можно было ожидать с учетом их прежних достижений (по данным национального исследования качества образо-

вания) [1]. Это дает основание предположить, что именно в основной школе происходит переломный момент, который приводит к снижению образовательных результатов обучающихся. Основную причину такого положения мы видим в недостаточной реализации развивающих возможностей учебного содержания и адекватных ему технологий обучения.

По мнению А. Г. Спиркина, мышление – это «высшая форма активного отражения объективной реальности, состоящая в целенаправленном, опосредствованном и обобщенном познании субъектом существенных связей и отношений предметов и явлений, в творческом созидании новых идей, в прогнозировании событий и действий» [2, с. 391]. Согласно А. В. Брушлинскому, «мышление – это неразрывно связанный с речью социально обусловленный психический процесс самостоятельного искания и открытия существенно нового, то есть опосредованного и обобщенного отражения действительности в ходе ее анализа и синтеза, возникающий на основе практической деятельности из чувственного познания и далеко выходящий за его пределы» [3, с. 3]. Существуют другие авторитетные источники определения понятия «мышление». Однако все они исходят из понимания мышления как высшей формы активного отражения субъектом объективной реальности, сущность которого – познание. «Если объектом познания служат явления и процессы природы, то речь идет о естественнонаучном мышлении» [3, с. 147]. В этом случае человек мыслит понятиями, присущими наукам, составляющим эту обширную область научного знания. Естественнонаучное мышление по способу обобщения может быть эмпирическим и теоретическим [4; 5]. Известно, что эмпирическое мышление опирается на факты, данные «живого созерцания», развивается на основе процесса абстрагирования (отвлечения) от ряда отдельных свойств предметов и выделения каких-то общих свойств и отношений [6]. Теоретическое мышление, наоборот, исходит из общих, абстрактных понятий и положений, сущность которых последовательно раскрывается, конкретизируется. «Способ восхождения от абстрактного к конкретному следует рассматривать как универсальный метод мышления, как всеобщую форму развития понятий» [6, с. 237]. Известно, что процессы мышления, необходимые для усвоения эмпирических понятий, сформировались уже у дошкольников. В школьном возрасте вклад эмпирических знаний в развитие умственных возможностей детей незначительный. В связи с этим уже в начальной школе содержание учебно-познавательной деятельности следует направить на освоение содержательных понятий, ориентированных на развитие теоретического мышления [5]. Иначе говоря, ядром содержания обучения должна быть система теоретических понятий. «Именно в процессе теоретического мышления человек выходит далеко за пределы наглядно-чувственных свойств объекта» [3, с. 9].

Проблема развития естественнонаучного мышления находит отражение в методических работах. Авторы рассматривают данную проблему в связи с овладением методами научного исследования и формированием приемов умственной деятельности [7; 8].

Цель нашего исследования – подойти к решению проблемы развития естественнонаучного мышления системно, через построение соответствующей методики (включающей целевой, содержательный, процессуальный и оценочно-результативный компоненты) и ее апробации в ходе опытно-экспериментальной работы. При разработке целевого компонента мы основывались на таксономическом подходе, позволяющем не только управлять процессом развития естественнонаучного мышления путем постепенного усложнения учебно-познавательной деятельности, но и диагностировать его результаты. Наиболее полно отвечает решению поставленной цели

таксономия, включающая шесть целей – требований к действиям обучающихся (помнить, понимать, применять, анализировать, оценивать, создавать), направленных на формирование не только эмпирического, но и теоретического мышления [9].

Важно, что планируемые таксономией образовательные результаты конкретизированы, выстроены в иерархическом порядке и направлены на последовательное овладение широким спектром познавательных-логических и исследовательских учебных действий. Например, требование «понимать» включает действия: сравнивать объекты по заданным критериям, объяснять и прогнозировать явления природы. Требование «анализировать» уже предусматривает сравнение на основе самостоятельно выделенных критериев. Важно, что таксономия содержит требование «применять», находить выход из проблемной ситуации в практической деятельности, что существенно обогащает процесс формирования естественнонаучного мышления, так как вынуждает ученика взаимодействовать с миром реальной природы, требующим от него наблюдательности, умения переходить от размышления к действию. Требование «оценивать» опирается на глубокое понимание учебного материала и проявление личностной позиции обучающегося (выражать свое мнение, критически мыслить, замечать и исправлять свои ошибки), что также необходимо для формирования естественнонаучного мышления. Оценочные суждения тесно связаны с аргументацией, которая может предшествовать оценке или следовать за ней. Аргументы могут быть рациональными (научные факты, законы, теории), иллюстративными (конкретные примеры из личного жизненного опыта) или представлять собой ссылки на авторитетные источники. Самое сложное требование таксономии – «создавать» – ориентировано на формирование исследовательских учебных действий (видеть проблему, выдвигать идеи и формулировать гипотезы, ставить задачи, планировать исследование, владеть естественнонаучными методами). Существенно, что данная таксономия предусматривает оперирование не только предметными, но и методологическими понятиями, составляющими основу интеграции всех естественнонаучных предметов (табл. 1).

Таблица 1

### Таксономия целей и соответствующая ей задачная технология (учебный предмет «Биология» 5–7 классы)

Требования к познавательным действиям	Примеры заданий
Помнить: называть, определять, описывать	Определите понятия: «система», «структура», «живая система». Чем требование «объяснить» отличается от требования «описать»? К. М. Бэр отмечал: «У меня имеется два маленьких эмбриона в спирту, для которых я забыл написать название, и уже я теперь не в состоянии определить класс, к которому они принадлежат. Это могут быть ящерицы, маленькие птички или млекопитающие...». О каком биологическом законе идет речь?
Понимать: конкретизировать закономерности примерами; сравнивать по заданным критериям, объяснять; прогнозировать; обобщать	На основе таблицы с заданными критериями сравните процессы фотосинтеза и дыхания. Почему организм называют живой системой? Из каких структурных компонентов он состоит? В благоприятных условиях бактерии делятся каждые 20 мин. За сутки может возникнуть 72 поколения, т. е. 720 000 000 000 000 000 000 клеток весом 4720 т. Почему же бактерии не покрывают нашу планету сплошным ковром? Что будет с луговой экосистемой, если из нее исчезнут хищные птицы? Почему в условиях высокой влажности в болотной экосистеме распространены ксерофиты, имеющие приспособления к снижению транспирации?

Требования к познавательным действиям	Примеры заданий
Применять: использовать способы деятельности; актуализировать понятия, законы, теории, для решения практических и технологических проблем, выхода из экологических ситуаций	В зимнее время зайцы обгрызли кольцо коры на стволе молодой яблони. Однако ранней весной деревце распустило листья и даже зацвело, но через некоторое время все же погибло. Почему? Отдыхающие в пригородном лесу люди не наносят прямого вреда деревьям. Однако через некоторое время ухудшается возобновление деревьев, верхушки сосен засыхают, в стволах образуются дупла. Почему это происходит? Предложите меры, позволяющие пригородному лесу длительно существовать и развиваться
Анализировать: выделять главные мысли в тексте, абстрагировать, выбирать критерии для сравнения и классификации; осуществлять синтез как составление целого из частей	Сравните семена однодольных и двудольных растений на основе самостоятельно выделенных критериев. На основе каких признаков живые организмы можно считать одним видом? Чем организм как живая система отличается от компьютера? Какие факты послужили основанием для разработки клеточной теории и какая идея лежит в ее основе? Установите взаимосвязь клеток разных тканей в процессе питания растений, проиллюстрируйте схемой
Оценивать: интерпретировать данные; выражать свое мнение, обосновывать и аргументировать свою точку зрения, критиковать, применять элементы причинно-следственного анализа	Около 350 лет назад Ян Гельмонт впервые поставил эксперимент по изучению питания растений. В глиняном горшке с почвой он выращивал иву, добавляя туда только воду. Через 5 лет масса ивы увеличилась на 74 кг 500 г, а масса почвы уменьшилась всего на 57 г. На основании этих данных ученый пришел к выводу, что все вещества в растении образуются не из почвы, а из воды. Прав ли он? Какой вывод сделали бы вы? Известно, что мхи, как доминанты болот, затрудняют возобновление лесов. Семена деревьев, попадая на мощный моховой покров, не могут прорасти. Нужно ли охранять болотные экосистемы? Аргументируйте свое мнение. Согласны ли вы с утверждением, что исчезнувший вид может возникнуть вновь при подходящих для этого условиях?
Создавать: видеть проблему, формулировать гипотезы, обосновывать идеи моделировать; проектировать	Исследуйте зону всасывания молодого корня гороха или пшеницы. Проведите самостоятельно эксперимент доказывающий, что для образования хлорофилла необходим свет. Выскажите предположение, объясняющее, почему местом обитания плотоядных растений служат болотные почвы? Выясните влияние биодобавок на рост и развитие комнатных растений

Диагностическое значение таксономии в том, что она позволяет выяснить уровень сформированности у обучающихся 5–7-х классов естественнонаучного мышления.

Закономерен вопрос: как соотносится рассмотренная таксономия с содержанием учебного предмета «Биология» для основной школы?

Анализ действующих в 5–7-х классах учебников биологии показал, что содержание строится на основе структурно-функционального подхода, ориентирующего главным образом на рассмотрение одной живой системы – организма и особенностей этого уровня организации живой природы. На таком содержании формируется преимущественно эмпирическое мышление, ограниченное узким спектром осваиваемых познавательно-логических учебных действий (описывать, сравнивать по заданным критериям, классифицировать, устанавливать взаимосвязь строения и функций). Чтобы усилить роль предметного содержания в формировании

естественнонаучного мышления, необходимо обогатить его теоретическую составляющую – сконцентрировать эмпирический материал вокруг основополагающих теоретических понятий на основе принципа системности.

С этой целью на ранних этапах обучения биологии нами вводились понятия: «система», «структура», «живые системы», «свойства живых систем». Затем, от 5-го класса к 7-му классу они наполнялись конкретным содержанием. В процессе конкретизации системные понятия становились деятельностной единицей содержания биологического образования, поскольку в процесс учебной работы с этим содержанием включался спектр мыслительных действий и операций, которыми овладевали обучающиеся.

Например, клетка (растительная и животная) описывалась как самостоятельный организм и как компонент более сложной системы – тканей растений и животных. В свою очередь, ткани изучались как компоненты органов, а органы – как взаимосвязанные части системы органов и организма в целом. В исследовании учитывалось, что центральная идея принципа системности – полицентризм – равнозначность и важность изучения всех живых систем – уже в курсах биологии основной школы [10]. Поэтому перед изучением таксономического разнообразия растительного и животного мира давалось первое представление о надорганизменных системах (популяции, виде), а также о природном сообществе и экосистеме. Выстраивая предметное содержание в иерархии живых систем: от клетки и организма – к популяции и виду, а от них – к природному сообществу и экосистеме, мы отражали логику научного познания, так как нельзя понять организацию сложной системы, не понимая структуру и свойства составляющих ее элементов (более простых систем).

Важно заметить, что реализация принципа системности приводит к экологизации содержания биологического образования, что в свою очередь усиливает его теоретическую составляющую. В результате появляется возможность раскрывать роль крупных таксономических групп в конкретных экологических системах, то есть говорить не о значении водорослей, мхов и голосеменных в природе (как это общепринято), а об их роли в морских и болотных экосистемах, в экосистеме тайги; не ограничиваться рассмотрением внешнего и внутреннего строения моллюсков, ракообразных, а раскрывать их функцию в водных экосистемах как животных-фильтраторов [11].

Кроме того, понятия о системной организации живой природы имеют интегрированный характер, востребованы содержанием всех естественнонаучных предметов. Не случайно содержательная область в международном рейтинговом исследовании PISA, отвечающая предмету биологии, носит название «Живые системы», а соответствующая физике и химии – «Физические системы». Поэтому введение понятий о строении и свойствах живых систем, их соподчинении направлено не только на формирование мышления, но и естественнонаучной грамотности.

Опыт апробации предметного содержания, построенного на основе понятий о системной организации живой природы, реализован в УМК «Сферы» [11]. Однако в современных условиях содержание основного общего биологического образования перестраивается под линейную структуру, принцип системности не реализуется, что вытесняет теоретическую составляющую из предметного содержания и ограничивает его развивающие возможности.

Для формирования естественнонаучного мышления важно также вооружить школьников инструментом познания, включить в учебное содержание методологи-

ческий компонент. Его основу составляют: знания о знании (что следует понимать под фактом, законом, идеей, теорией); знания о способах добывания знаний, ценностях и нормах науки, имеющих воспитательное значение (верность истине, служение отечеству, свобода критики, общность). Методологический компонент содержания учебного предмета «Биология» для основной школы разработан и внедряется в практику обучения [12].

Кроме того, следует сформировать у школьников представление и о методологии научного исследования. Обновленный ФГОС ООО ориентирует на мотивацию к исследовательской деятельности, начиная с первых разделов учебного предмета «Биология». Школьникам важно знать, что цель исследования – это планируемый результат, который должен быть получен в конечном итоге. При формулировке цели следует использовать глаголы: разработать, обосновать, установить, выявить. После определения цели выдвигается гипотеза – логически непротиворечивое предположение, которое может быть проверено опытным путем. Сформулированные цели и гипотеза определяют задачи исследования, которые выступают как частные цели в условиях проверки гипотезы. При формулировке задач используются глаголы: изучить, определить, разработать, экспериментально проверить. Далее важно определить методы исследования. Метод трактуется как способ достижения цели, совокупность операций практического или теоретического характера. Обучающимся важно понимать, что любое исследование должно иметь научную новизну, в случае учебного исследования она может быть субъективна. Актуализации основ методологии способствовала разработанная рубрика в учебниках «Мои биологические исследования».

Содержание, ориентированное на формирование естественнонаучного мышления, продуцирует технологии обучения, направленные на развитие способности обучающихся самостоятельную мыслить, оперировать знаниями и способами деятельности в вариативных ситуациях. Приоритетная роль отводилась задачной технологии, адекватной используемой таксономии (см. табл. 1).

Задачная технология, основанная на педагогической таксономии, – удобное средство диагностики образовательных результатов обучающихся, в данном случае – уровня сформированности у них естественнонаучного мышления. На репродуктивном уровне обучающиеся овладевают действиями, относящимися к требованию припоминать (называют, определяют, описывают) и частично к требованию понимать (сравнивают по заданным критериям, устанавливают структурно-функциональные связи). На реконструктивном уровне идут дальше, осваивают такие познавательные логические действия, как причинное объяснение, прогнозирование, применение, анализ. На более высоком уровне – конструктивном – овладевают требованиями «оценивать», «создавать».

Кроме традиционных вопросов и заданий, с целью формирования и диагностики образовательных результатов нами использовались ситуационные задачи, содержащие три вопроса разного уровня сложности. Они ориентировали на осмысление реальной жизненной ситуации, описание которой одновременно отражает не только какую-либо экологическую или практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний и познавательных учебных действий, подлежащих усвоению при разрешении данной проблемы. Приведем примеры таких заданий.

### **Задание 1. Липовые леса**

*Вводная часть.* Липовые леса – место обитания разнообразных видов животных, которые селятся в дуплах деревьев. На Руси издавна липовые леса занимали большие территории. Затем их площади сокращались. Причина этого – интенсивное

использование липы для получения дегтя, домашней утвари, липового лыка, идущего на изготовление обуви крестьян – лаптей. На стебле липы лыко находится под корой, состоит из луба и волокон механической ткани. Снимали лыко «кольцом», до древесины. В настоящее время липовые леса пытаются восстанавливать. Однако это сложная проблема, решить которую возможно, понимая сложные отношения липовых саженцев с грибами-симбионтами, паразитирующими насекомыми и другими животными.

**Вопрос 1.** Какая растительная ткань обуславливает прочность лыка, его использование для изготовления обуви русских крестьян (репродуктивный уровень, проверяемые действия – называть, определять):

- покровная;
- механическая;
- проводящая;
- запасная?

**Вопрос 2.** Почему промысел лыка опасен для липы (реконструктивный уровень, проверяемое действие – объяснять и прогнозировать):

- повреждаются сосуды древесины, и вода с минеральными веществами не может поступать от корня к другим органам растения;
- повреждаются механические ткани, обеспечивающие вертикальное положение стебля;
- нарушается пробка – покровная ткань, в которой есть чечевички, участвующие в газообмене;
- повреждаются ситовидные трубки проводящей ткани, в результате органические вещества не поступают по стеблю к корням.

**Вопрос 3.** Рассмотрите изображения разных видов организмов, обитающих в липовых лесах (пчелы, бледная поганка, трутовик, скворец, свинухи (грибы), войлочный клещ, летучая мышь, шмели). Выясните, к каким экологическим группам их относят:

- 1) опылители;
- 2) паразиты;
- 3) симбионты;
- 4) нахлебники, использующие дупла (конструктивный уровень, проверяемые действия – классифицировать на основе самостоятельно выделенных критериев, применять элементы причинно-следственного анализа).

### **Задание 2. Морская экосистема и китообразные**

**Вводная часть.** Морские экосистемы, в отличие от наземных, служат конечным бассейном, куда стекают загрязняющие вещества антропогенного происхождения. Процесс самоочищения морских экосистем связан с деятельностью животных-фильтраторов, в том числе некоторых видов отряда Китообразные. Отряд делят на два подотряда: усатые киты – животные-фильтраторы, зубатые киты – питаются рыбой, кальмарами, касатки охотятся на ластоногих. Самый крупный из китообразных – синий кит (длина – от 23 до 27 метров, вес от 100 до 150 тонн). Он употребляет в пищу зоопланктон – мелких рачков. Кит съедает за один день примерно 7 тонн рачков. Вместе с пищей поглощается огромное количество воды, которая фильтруется китовыми усами. Пищей для зоопланктона служит фитопланктон (одноклеточные водоросли и цианобактерии). На его долю приходится до 40% мирового производства кислорода в процессе фотосинтеза. На рост фитопланктона оказывают положительное влияние экскременты китов. Киты общаются друг с другом с помощью низкочастотных звуковых волн. Синий кит занесен в Красную книгу Междуна-



родного союза охраны природы и природных ресурсов еще в 1960 г. Однако он продолжает находиться под угрозой исчезновения. В морских экосистемах осталось несколько сотен этих гигантов.

*Вопрос 1.* Известны загадочные случаи, когда киты выбрасываются на берег целыми группами. Каковы причины этого явления? (Выберите два верных ответа)

а) вожак выбрасывается на берег из-за болезни или ранения, остальные особи могут последовать за ним, приплыть близко к берегу и не успеть вернуться во время отлива;

б) на поведение китов может повлиять шум, вызываемый гидролокаторами, ракетами, подводными лодками; испуганные киты быстро поднимаются вверх, внешнее давление резко уменьшается, возникает кессонная болезнь (повреждаются ткани головного мозга);

в) касатки во время охоты на ластоногих могут оказаться в зоне прибоя, где жертвы пытаются выбраться на берег и быть выброшенными на сушу;

г) токсичные вещества, загрязняющие морские экосистемы, препятствуют общению животных, распространению звуковых волн, в результате их поведение изменяется (проверяемые действия: объяснять, прогнозировать).

*Вопрос 2.* Составьте пищевую цепь морской экосистемы, исходя из следующих компонентов сообщества:

а) черная касатка;

б) зоопланктон;

в) сельдь;

г) тюлень;

д) фитопланктон;

е) ленточные черви (проверяемые действия – применять, анализировать).

*Вопрос 3.* Проведите экологическое исследование: выберите гипотезу, объясняющую последствия исчезновения синих китов из морских экосистем:

а) исчезновение синих китов как мощных животных-фильтраторов приведет к интенсивному размножению зоопланктона, в результате останется меньше пищи для других видов морских животных, их численность сократится;

б) масса зоопланктона возрастет, что приведет к сокращению массы фитопланктона, в результате изменится состав атмосферы (содержание кислорода уменьшится);

в) может сократиться и даже исчезнуть фитопланктон, так как в водной среде уменьшится количество органических веществ (экскрементов), выделяемых китами и служащих пищей для фитопланктона;

г) экосистема не пострадает, экологическую нишу синего кита займут другие виды китов (проверяемые действия – применять элементы причинно-следственного анализа, видеть и формулировать проблему, высказывать гипотезу).

Методика формирования естественнонаучного мышления апробирована в процессе опытно-экспериментальной работы: гимназия № 8 им. Л. М. Марсиновой (г. Рыбинск Ярославской обл.), МОУ СШ № 11, ГОУ СШ № 33 им. К. Маркса, МОУ СШ № 83 (г. Ярославль). Всего было охвачено 134 обучающихся в экспериментальных классах и 148 в контрольных классах.

На итоговом этапе опытно-экспериментальной работы сравнивались учебные достижения обучающихся экспериментальных и контрольных классов (табл. 2). Из табл. 2 видно, что количество обучающихся экспериментальных классов, учебные достижения которых соответствуют реконструктивному и конструктивному уровням, составило 46,2% и 27,7%; в контрольных классах соответственно 45,3% и 5,4%.

**Диагностика уровня сформированности естественнонаучного мышления  
у школьников 7-х классов**

Группы	Уровень по группе в целом					
	Репродуктивный		Реконструктивный		Конструктивный	
	абс. ед.	%	абс. ед.	%	абс. ед.	%
ЭГ N = 134	35	26,1	62	46,2	37	27,7
КГ N = 148	73	49,3	67	45,3	8	5,4

Результаты, полученные в контрольных и экспериментальных группах, были проверены с помощью статистических методов. Основным статистическим методом сравнения результатов был выбран критерий согласия  $\chi^2_{набл}$  Пирсона. В качестве нулевой гипотезы было утверждение:  $H_0$  – уровни сформированности естественнонаучного мышления в сравниваемых группах не различаются. Альтернативная гипотеза:  $H_1$  – уровни сформированности естественнонаучного мышления в сравниваемых группах будут различными. Полученное значение  $\chi^2_{набл} = 125,3$  оказалось больше, чем  $\chi^2_{крит} (0,05; 2) = 5,9$ . Таким образом, можно сделать выводы: группы существенно различаются по диагностируемому признаку; эффект изменений обусловлен применением методики формирования естественнонаучного мышления.

Статья не исчерпывает всех аспектов решения данной проблемы.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пентин А. Ю., Ковалева Г. С., Давыдова Е. И. Состояние естественнонаучного образования в российской школе по результатам международных исследований TIMSS и PISA // Вопросы образования. 2018. № 1. С. 11–19.
2. Философский энциклопедический словарь / под ред. А. А. Иванова. М.: Сов. энцикл., 1983. 837 с.
3. Брушлинский А. В. Проблема деятельности и психология мышления // Мышление и общение в производственной деятельности. Ярославль: ЯрГУ, 1981. С. 3–10.
4. Выготский Л. С. Собрание сочинений в 6 т. Т. 4. М.: Педагогика, 1984. 432 с.
5. Давыдов В. В. Теория развивающего обучения. М.: Интор, 1996. 544 с.
6. Ильенков Э. В. Диалектическая логика: очерки истории и теории. М.: Политиздат, 1974. 271 с.
7. Бруновт Е. П., Бровкина Е. Т. Формирование приемов умственной деятельности при обучении биологии. М.: Просвещение, 1980. 37 с.
8. Оржековский П. А., Давыдов В. Н., Тутов Н. А. Экспериментальные творческие задачи по неорганической химии: книга для учащихся. М.: Аркти, 1998.
9. Anderson L., Krathwohl D. R. Taxonomy for learning, teaching, and assessing. New York: Longman, 2001.
10. Комиссаров Б. Д. Методологические проблемы школьного биологического образования. М.: Просвещение, 1991. 160 с.
11. Сухорукова Л. Н., Кучменко В. С., Колесникова И. Я. Разнообразие живых организмов. М.: Просвещение, 2019. 158 с.
12. Сухорукова Л. Н., Морсова С. Г., Власова Е. А. Методика формирования методологической грамотности средствами предмета биологии // Биология в школе. 2021. № 5. С. 9–13.

## REFERENCES

1. Pentin A. Yu., Kovaleva G. S., Davydova E. I. Sostoyanie estestvennonauchnogo obrazovaniya v rossiyskoy shkole po rezul'tatam mezhdunarodnykh issledovaniy TIMSS i PISA. *Voprosy obrazovaniya*. 2018, No. 1, pp. 11–19.
2. Filosofskiy entsiklopedicheskiy slovar. Ed. by A. A. Ivanov. Moscow: Sov. entsikl., 1983. 837 p.
3. Brushlinskiy A. V. Problema deyatelnosti i psikhologiya myshleniya. In: *Myshlenie i obshchenie v proizvodstvennoy deyatelnosti*. Yaroslavl: YarGU, 1981. Pp. 3–10.
4. Vygotskiy L. S. *Collected Works in 6 vols*. Vol. 4. Moscow: Pedagogika, 1984. 432 p.
5. Davydov V. V. *Teoriya razvivayushchego obucheniya*. Moscow: Intor, 1996. 544 p.
6. Piyenkov E. V. *Dialekticheskaya logika: ocherki istorii i teorii*. Moscow: Politizdat, 1974. 271 p.
7. Brunovt E. P., Brovkina E. T. *Formirovanie priemov umstvennoy deyatelnosti pri obuchenii biologii*. Moscow: Prosveshchenie, 1980. 37 p.
8. Orzhekovskiy P. A., Davydov V. N., Titov N. A. *Ekspperimentalnye tvorcheskije zadachi po neorganicheskoy khimii: kniga dlya uchashchikhsya*. Moscow: Arkti, 1998.
9. Anderson L., Krathwohl D. R. *Taxonomy for leaning, teaching, and assessing*. New York: Longman. 2001.
10. Komissarov B. D. *Metodologicheskie problemy shkolnogo biologicheskogo obrazovaniya*. Moscow: Prosveshchenie, 1991. 160 p.
11. Sukhorukova L. N., Kuchmenko V. S., Kolesnikova I. Ya. *Raznoobrazie zhivykh organizmov*. Moscow: Prosveshchenie, 2019. 158 p.
12. Sukhorukova L. N., Morsova S. G., Vlasova E. A. Metodika formirovaniya metodologicheskoy gramotnosti sredstvami predmeta biologii. *Biologiya v shkole*. 2021, No. 5, pp. 9–13.

---

**Сухорукова Людмила Николаевна**, доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры биологии и методики обучения биологии, Ярославский государственный педагогический университет им. К. Д. Ушинского

**e-mail: [suchorukovaln@yandex.ru](mailto:suchorukovaln@yandex.ru)**

**Sukhorukova Lyudmila N.**, ScD in Education, Full Professor, Professor, Biology and Methods of Teaching Biology Department, Yaroslavl State Pedagogical University named after K. D. Ushinsky

**e-mail: [suchorukovaln@yandex.ru](mailto:suchorukovaln@yandex.ru)**

**Гончаров Михаил Анатольевич**, доктор педагогических наук, профессор РАО, профессор кафедры педагогики и психологии профессионального образования им. В. А. Сластенина, Московский педагогический государственный университет

**e-mail: [ma.goncharov@mpgu.su](mailto:ma.goncharov@mpgu.su)**

**Goncharov Mikhail A.**, ScD in Education, Professor, Russian Academy of Education, Professor, Pedagogy and Psychology of Vocational Education Department named after V. A. Slastenin, Moscow Pedagogical State University

**e-mail: [ma.goncharov@mpgu.su](mailto:ma.goncharov@mpgu.su)**

*Статья поступила в редакцию 16.11.2023*

*The article was received on 16.11.2023*