

УДК 372.857
ББК 72.5

DOI: 10.31862/1819-463X-2020-2-197-207

ЦЕННОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ УЧЕБНОЕ БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАНИЕ: КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ВЗГЛЯД И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Н. А. Богданов, В. Н. Годин, Н. В. Перелович

Аннотация. В статье обсуждается краткая историческая панорама и философская протоформа идеи включения ценностного компонента в структуру естественнонаучного знания, позиционируемая методологами постнеклассической науки как одна из отличительных ее особенностей. Эти тезисы проецируются на ценностно-ориентированное учебное знание по биологии, осознанное школьником. Осознание того, как это знание получено, насколько логически корректен процесс его получения и выверен результат. Формулируется и обосновывается методическая идея включения в содержание школьного биологического образования деятельности ученика «в логике научного поиска», предполагающей решение специальных задач, включающих выдвижение учебной гипотезы, осуществление ее проверки и интерпретацию результата.

Ключевые слова: ценностно нагруженное научное знание, методология научного познания, содержание образования, деятельность школьника «в логике научного поиска», научная и учебная гипотеза, способы подтверждения гипотезы, интерпретация результата.

VALUE-ORIENTED EDUCATIONAL BIOLOGICAL KNOWLEDGE:
CONCEPTUAL VIEW AND METHODOLOGICAL SOLUTIONS

N. A. Bogdanov, V. N. Godin, N. V. Perelovich

Abstract. The article presents a brief historical panorama and philosophical protoform of the idea of including a value component in the structure of natural science knowledge, positioned by the methodologists of post-non-classical science as one of its distinguishing features. These theses are projected onto the value-oriented educational knowledge in biology recognized by the student. Awareness of how this knowledge is obtained, how logically correct the process of its acquisition is and the result is verified. The methodical idea is

© Богданов Н. А., Годин В. Н., Перелович Н. В., 2020



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

formulated and substantiated to include the student's activity "in the logic of scientific research" in the content of school biological education, which involves solving special problems, including the development of an educational hypothesis, its verification and interpretation of the result.

Keywords: *value-loaded scientific knowledge, the methodology of scientific knowledge, the content of education, the student's activity "in the logic of scientific research", scientific and educational hypothesis, methods of confirming the hypothesis, interpretation of the result.*

Философский взгляд и введение в проблему

Одним из существенных различий классического и неклассического этапов развития естествознания является соотношение получаемого научными методами знания и его ценностного аспекта: ценностный компонент активно ассимилируется с научным знанием, степень признанной в классике их раздельности существенно понижается. При этом вопрос об изгнании из системы научных фактов, гипотез, законов, их следствий, их подтверждаемости экспериментом, позиционирующем возможность познания объекта или феномена природы самого по себе (от ценностного пласта очищенного), обсуждался еще в работах И. Канта, различавшего мир должного и сущего, в исследованиях М. Вебера, М. Шелера, Н. Гартмана и других мыслителей-философов. Их при всем различии объединяет содержательно то, что при декларируемом соотношении знания и ценностного его отображения они не стремились эти два концепта разделить, а, наоборот, всячески исследовали тенденцию сопряжения аксиологии с методологией научного познания, внося в научное знание и исследование «аксиологическую размерность» [1].

Эволюция обсуждаемого соотношения затронула и саму философию науки: если в первой половине XX столетия, признавая необходимость включения в процесс научного поиска ценностного компонента, методологи науки ценностный пласт в эпистемологию и методологию познания прямо не включали, то во второй половине предшествующего столетия произошел парадигмальный сдвиг. «Цен-

ностная размерность» стала имманентной принадлежностью методологии познания, ее стали вписывать в глоссарий и проблемный контент научной методологии, описываемый терминами и клише, в этой области знания принятыми, проецировать непосредственно в методологическую принципалистику, в описание инструментария научного поиска и интерпретации его результатов. При этом так или иначе стала доминировать позиция, включающая ценности в науку как социокультурный феномен, формирующая в сознании научного и культурного сообщества социокультурный образ науки и ее представителей, – эта проблема, в частности, обсуждалась в работах таких известных философов науки, как Т. Кун, П. Фейерабенд, И. Лакатос, К. Поппер, М. Полани [2–6].

При этом в только что упомянутых и более поздних философских работах можно выделить три важных для нашего рассмотрения фрагмента. Во-первых, методологи науки стали рассматривать интерпретацию и содержательную конкретизацию ценностно нагруженного знания как исторически эволюционирующей системы норм и регулятивов научного поиска. Это, в частности, позволило рассмотреть этот процесс в контексте перехода от неклассической к постнеклассической парадигме. Во-вторых, сам процесс научного познания стал рассматриваться как ценностно нагруженное активное отображение в сознании отдельного ученого и научного социума в целом объектов и феноменов живой и неживой природы в мировоззренческой рамке. Более того, постепенно под ценностью знания стали понимать не только соответ-

ствие знания и процесса его получения нравственным и эстетическим канонам, а и соответствии/несоответствие мировоззренческим нормам и принципам. В-третьих, встал вопрос о том, как ценностно (мировоззренчески и нравственно-эстетически) нагруженная научная исследовательская активность субъекта познания, ученого-физика, химика, биолога, может выполнять *конструктивные функции* в познании, как она может быть корректно вписана в исследовательскую инструменталистику. Этот вопрос встал и перед философами науки, и перед представителями разных ее отраслей: математики, физики, химии, биологии и других.

Обозначенная триада логически и содержательно выявляет методологическую конкретику вопросов, вставших перед научно-философским социумом: могут ли ценностные суждения быть каким-либо образом верифицированы; как они вписываются в контекст перехода от науки к практике; как решается проблема истинности ценностных выводов и суждений. В 1970-е гг. в истории методологии и эпистемологии отобразился «продвинутый» по отношению к предшествующим результатам взгляд на проблему научных ценностей – он включил в фокус рассмотрения диаду «когнитивно-ценностное», проявившую поиск способов корректного вписывания ценностного контента в структуру научного знания средствами, так или иначе известными и вырабатываемыми «внутри самого научного познания» [1]. Это ознаменовало переход от абстрактного изучения ценностей к выявлению конкретных способов, форм и специфики взаимодействия ценностного и когнитивного компонентов научного исследования, а также введение в научный обиход клише «шкала ценностей» – проблема отобразилась в той степени конкретики, которая обозначила ракурс ее решения. Кантовское классическое этико-эстетическое понимание ценностей, конечно, не утратило своего значения для науки, однако было существенно расширено, и сама методология научного познания расширила свои ис-

следовательские горизонты, включившись в конкретное поисковое поле. Например, показателем такого включения может служить использование известным логиком А. А. Ивиным в контент методологии науки клише «логика норм и оценок» [7]. Это включение означает, что предметное знание (научные факты, законы, теоретические построения, гипотезы, их экспериментальное подтверждение) и знание операциональное, инструментальное (методы и стратегии научной деятельности, ее общие и частные регулятивы, способы интерпретации результатов) обретают *значимость и ценность* для научного социума и общества в целом благодаря отображению посредством категорий: осознанность способа добывания, степень верифицированности результатов, вписываемость в существующую структуру знания в ракурсе ее расширения, обогащения, перекомпоновки, а в ряде случаев и существенного пересмотра. В связи с этим Л. А. Микешина выдвигает тезис о том, что «эпистемологическая значимость знания представляется одновременно как его научная ценность» [5]. Такое видение фиксирует сегмент нашего дальнейшего рассмотрения проблемы с точки зрения отражения тезированных идей в процессе конструирования содержания общего среднего образования.

Ценностный компонент естественнонаучного знания, включаемого в содержание образования: краткое концептуальное представление

Обозначенная в финале предшествующего раздела проблема так или иначе проецируется в контент педагогических и методических исследований по содержанию образования школьников в области естественных наук и органично соотносится с достаточно давно рожденной и апробированной в практике школьного обучения идеей методологизации, проецирующей процесс изучения материала в логико-гносеологическую сетку. Это включает школь-

ников в осознание методологического статуса таких категорий, как научный факт, научный закон, научная гипотеза, научная теория, эксперимент и интерпретация его результатов, а также в освоение логики научного познания как процесса. В ряде методических работ это отображено в клише «динамическая структура научной теории» и представлено в виде цепочки «научный факт – гипотеза – ее теоретическая и экспериментальная проверка – интерпретация результата и вписывание научного факта в контент теории, подтвержденной экспериментом» [8].

Проецируя эти идеи в контекст обозначенного в заглавии ценностного компонента научного знания, мы формулируем нашу *методическую идею*: осознание школьниками *ценности научного знания* должно быть сопряжено с осознанием того, *как оно получено*, насколько этот процесс *логически обоснован*, насколько *выверен* тот или иной полученный результат. Реализация этой идеи не относится к какой-то одной из форм учебных занятий – она включает возможность отображения цепочки «факт – гипотеза – экспериментальная проверка – результат» в процессе объяснения нового материала, в процессе его закрепления, в процессе решения задач, выполнения лабораторных работ, участия в творческих проектах, на факультативных занятиях в самых разнообразных сюжетах.

В известном смысле наша идея – противоположность такому учебному процессу, при котором все знания предлагаются учащимся в «готовом виде», выучиваются и воспроизводятся в процессе контроля, то есть тому, что можно отнести к объяснительно-иллюстративному методу в чистом виде; предлагаемое нами включение школьников в познавательную деятельность «в логике научного поиска» [9] помимо отражения идеи ценностной нагрузки учебного знания способствует активизации мыслительной деятельности, реализации идей проблемно-исследовательского обучения в биологии.

Методические решения

Мы сейчас попытаемся предложить методическую разработку факультативного занятия по зоологии, на котором будет реализована идея осознания учащимися ценности научного знания через усвоение процесса его получения, выстроенного в логике учебно-исследовательского поиска.

Этап 1. Информация, актуализирующая научную проблему. Учитель сообщает учащимся, что «довольно часто в СМИ появляется информация о массовых фактах гибели дельфинов и китов с выбросом на берег Мирового океана; при этом киты, по мнению ученых, при миграции ориентируются на направление силовых линий магнитного поля, используя магнитные частицы в передней части их головы. При этом установлено, что в тропических странах, где индукция магнитного поля невысока, миграция происходит преимущественно с севера на юг, и кроме того, установлено, что гибель происходит в местах, где береговая полоса океана перпендикулярна направлению линий индукции магнитного поля Земли» [10, с. 31]. Из этого многие делают вывод о том, что причиной гибели при выбрасывании китов на берег является неспособность животных отказаться от ориентации «магнитным способом», использовать другие вестибулярные механизмы.

Этап 2. Подготовка к формулированию учебной проблемы, создание проблемной ситуации. Учитель сообщает участникам факультатива о том, что аналогичная только что описанной является проблема ориентации в пространстве мигрирующих птиц. При этом учитель ссылается на данные о том, что мигрирующие на большие расстояния перелетные птицы используют не только средства «магнитной ориентации», а ориентируются в пространстве и по положению Солнца и звезд на небе. При этом, конечно, солнечными и звездными механизмами птицы могут пользоваться только ночью в безоблачную погоду и в ясную погоду днем. Далее формулируется проблема: как установить, какой ориентационный механизм надежнее? Как прави-

ло, учащиеся затрудняются дать обоснованный ответ и учитель предлагает дополнительную информацию.

Этап 3. Дополнительная информация, помогающая учащимся сориентироваться в разрешении проблемы, и акцентирование внимания на фактах, не объяснимых первоначальными гипотезами. Мысль о существовании у перелетных птиц какого-либо врожденного ориентирующего механизма возникла относительно недавно. Еще некоторое время назад ученые-зоологи считали, что «врожденного компаса» у птиц нет, поскольку первый мигрирующий полет птенцы совершают вместе с родителями, а впоследствии мигрируют «по памяти». Но... (!) известна также способность кукушат первого года жизни, высиженных в чужих гнездах, мигрировать поодиночке, правильно определяя направление полета [10, с. 31]. Как это можно объяснить?

Этап 4. Включение учащихся в осмысленные промежуточные проблем и переход к формулировке (выстраиванию) гипотезы. Учащиеся, посещающие факультатив, предполагают, что «у каждого птенца генетически заложено умение определять направление миграционного полета, но выявить конкретный его механизм из предложенных ранее возможных двух учителем они затрудняются» [10, с. 32]. Учитель предлагает дополнительную информацию: «недавно шведские ученые-зоологи осуществили эксперименты с мухоловками-пеструшками (перелетными мигрирующими птицами, живущими на западном побережье Африки). Только родившихся птенцов за два месяца до начала полетов помещали в лабораторию, где исследовали их способность самостоятельно выбирать направление полета (наблюдались первый самые короткие полеты), и оказалось, что среднее направление совпадало с направлением их будущей зимовки. Ученые также стремились найти врожденный «механизм» ориентации у исследуемых птиц, при этом они полагали, что природа, генетически ориентируя птиц на выбор направления миграционно-

го путешествия, ориентирует только для одного из перечисленных выше двух механизмов: магнитного или солнечно-звездного» [10, с. 32]. Далее учитель обращается к своим слушателям с вопросом: как могла быть проверена такая бинарная гипотеза.

Этап 5. Формулировка гипотезы учителем совместно с включаемыми в активную деятельность учащимися. Учащиеся пытаются предложить идею проверочного эксперимента: вначале необходимо попытаться точнее сформулировать «генетические предписания» природы в каждом из двух предполагаемых механизмах ориентации. Учитель предлагает сделать это для предположения о солнечно-звездном механизме и вместе с учениками приходит к такому выводу: природа закладывает в сознание птенца умение в полдень определить проекцию Солнца на линию горизонта, повернуться к этой точке грудью и еще на 90 градусов по часовой стрелке – это и будет «генетически найденное» направление полета.

При этом на данном этапе целесообразен вопрос ученикам: как в таком предположении птицы должны ориентироваться в облачную погоду? Ученики приходят к выводу о том, что природа должна генетически заложить птенцам и умение калибровки по солнечному – это фактически умение определять, под каким углом к направлению линий магнитного поля надо лететь. Далее учитель предлагает своим ученикам мысленно сконструировать механизм, заложенный генетически в программу ориентации в пространстве, в предположении, что ориентирующий механизм имеет магнитное происхождение. Вывод, к которому целесообразно прийти, примерно таков: надо лететь под прямым углом к линии, проведенной от направления линий магнитного поля в месте рождения птенца (поворот против часовой стрелки). Здесь целесообразен вопрос ученикам, аналогичный заданному по поводу помех в ориентации в предшествующем случае: что может сбить птенцов с курса во время полета? Возможный ответ:

магнитные бури, когда магнитное поле Земли меняется, и вывод, к которому целесообразно привести учащихся, таков: чтобы не сбиться с курса во время магнитных бурь и полета над геомагнитными аномалиями (этот фактор добавляет учитель в процессе обсуждения), необходима генетическая закладка механизма калибровки «солнечного компаса» по магнитному – это позволяет птенцам выбрать направление по отношению к Солнцу, под которым следует лететь во время магнитной бури.

Этап 6. Мысленное конструирование проверочного эксперимента и интерпретация результатов. Учитель сообщает примерную схему проверочного эксперимента, реализованную и исторически зафиксированную: ученые поместили вылупившихся птенцов в искусственную ситуацию, предполагающую воздействие на них лабораторным магнитным полем, равным магнитному полю Земли в указанной точке, а по направлению сдвинутому к востоку под углом 90 градусов. Учитель сообщает также результат эксперимента: через два месяца лабораторные птенцы стали совершать «короткие перелеты в направлении на север, вместо того, чтобы лететь на запад» [10, с. 32]. Далее учитель предлагает интерпретировать результат и приводит учеников к выводу: «именно так должны были бы вести себя птенцы с врожденным магнитным механизмом ориентации в пространстве (если бы применялся солнечный механизм, птенцы должны были лететь на юг)» [10]. Окончательный вывод таков: магнитный механизм является врожденным.

Методические комментарии

В качестве методического комментария приведем соображения о том, что предложенная форма включения учеников в деятельность в логике имитации научного поиска требует предварительной подготовки учителя, конструирования мысленного сценария развития учебного диалога проблемно-исследовательского характера, приблизительного определе-

ния того, как такой диалог будет развиваться на реальном учебном занятии, какие возможные риски и как их следует оперативно скорректировать. Если позволяет время, целесообразно предварительно содержательно подкрепить знания учащихся, которые могли бы пригодиться для имитируемого диалога в предложенном сюжетном раскрытии.

Такое «приготовление» может включать специальное обсуждение с учениками вопроса о том, имеют ли животные возможность в принципе использовать механизмы ориентирования в магнитном поле, – такой вопрос можно так же, как и только что описанные, отобразить в исследовательском формате. Сообщив ученикам о том, что лесные мыши могут ориентироваться по магнитному полю Земли, учитель описывает лабораторный эксперимент, подобный описанному в работе [10]: «мышь помещали в специальный контейнер, снабженный двумя катушками электромагнита, которые были расположены так, что, пропуская по электрической цепи постоянный ток, можно было менять направление магнитного поля на противоположное по отношению к первоначальному. Спустя 2 минуты мышь переносили на 40 метров к северу от места первоначального эксперимента и выпускали, внимательно наблюдая направление, в котором мышь будет после этого двигаться. В случае обесточенных катушек (магнитного поля нет) мышь бежала к направлению поимки, если же включали магнитное поле, а затем его направление меняли на противоположное, мышь также бежала в противоположную сторону» [10, с. 25]. Вместе с учащимися учитель приходит к выводу о том, что механизм магнитной ориентации в пространстве у мышей фиксируется.

Аналогичный пропедевтический (по отношению к подробно обсужденному выше) проблемно-исследовательский сюжет может быть реализован и на материале, связанном с магнитной ориентацией птиц. Предлагая возможный сценарий проверочного эксперимента, учитель задает вопрос о том, какие птицы могли бы

быть задействованы для получения выверенных результатов, и приводит учеников к ответу о том, что, поскольку перелетные птицы пользуются механизмами магнитной ориентации лишь два раза в году и осуществить проверочный эксперимент на них весьма трудно, следует использовать неперелетных птиц, например почтовых голубей.

Далее учитель сообщает ученикам, что посредством специально укрепленного на теле птицы миниатюрного радиопередатчика фиксировалась траектория полета птицы и выяснилось то, что удаленные на сотни километров от голубятен птицы возвращались к ней практически по прямой (интервал, в течение которого полет был дезориентирован, составлял на начальном этапе лишь 3 минуты). Здесь учитель прерывает монолог и просит учащихся подумать над тем, не мог ли такой полет ориентироваться на зрение голубя, и как это проверить. Как правило, учащиеся верно «подсказывают» способ проверки зрительного механизма – они указывают, что голубю необходимо было завязать глаза. Учитель сообщает, что такой эксперимент был осуществлен и результат показал, что зрительный механизм несуществен – «слепые» голуби могут находить дорогу к голубятне ночью и в облачную погоду.

Далее учитель предлагает ученикам спрогнозировать, как дополнительно можно было бы подтвердить способность голубей ориентироваться в пространстве «магнитным способом», и в ряде случаев получает вполне удовлетворительный ответ: необходимо попытаться «выключить» искусственно магнитный механизм ориентации. Учитель сообщает о том, что такой опыт был осуществлен реально – в 1971 г. В. Китэн в лабораторном эксперименте укрепил на голове птицы магнит, тем самым «выключив» возможность магнитной ориентации, – птицы правильно сориентировать свой полет уже не могли. Дополнительно учитель сообщает, что для чистоты эксперимента ученый прикреплял к голове голубя немагнитный предмет такой же мас-

сы, как и ранее прикрепляемый магнит, – птица способности находить дорогу к месту «жительства» не теряла.

Включая учащихся в деятельность в логике учебного поиска, учитель далее усложняет обсуждаемый эксперимент, предлагая учащимся подумать, как точнее можно было бы доказать магнитную ориентацию голубей, и сообщает им, что для более тонкой диагностики на голове лабораторного голубя укрепляли катушку электромагнита, позволявшую менять знак (направление) магнитного поля Земли, которое в северном и южном полушариях имело разные направления. Вопрос к учащимся в этом сюжете звучит так: какое поведение голубя могло бы свидетельствовать о наличии механизма магнитной ориентации? Учащиеся достаточно быстро догадываются, что изменение магнитного поля должно менять направление полета голубя – в противном случае механизм магнитной ориентации не будет проявлен. Учитель сообщает, что именно такое изменение направления полета в эксперименте и было зафиксировано.

Опыт организации такой проблемно-исследовательской деятельности показывает, что вполне возможен и более сложный вопрос: есть ли дополнительные возможности более точной диагностики магнитной ориентации? Вопрос наводящего характера может звучать так: меняется ли само магнитное поле Земли, и если так, то как можно было бы эти изменения включить в лабораторный эксперимент? В ряде случаев ученики догадываются о том, что магнитное поле Земли меняется при воздействии потоков заряженных частиц на верхние слои атмосферы; учитель дополняет эту догадку численно – такие изменения составляют примерно 0,05% от магнитного поля Земли, а в ряде случаев, например при магнитных бурях, эти изменения могут составлять и 10%. Учитель сообщает участникам факультатива о том, что во время магнитных бурь способность к ориентации в пространстве у голубей резко падает.

Интересным содержательным добавлением является в данном случае попытка учителя обсудить с участниками факультатива механизмы реагирования животных на магнитное поле, способы «измерения» его живыми механизмами. Здесь помогают знания, полученные школьниками из физики: а) на концах движущегося в магнитном поле проводника возникает электродвижущая сила; б) на магнит со стороны внешнего поля действует ориентирующий его определенным образом механический момент. Учитель совместно с учениками приходит к выводу, что первый механизм основан на наличии внутри организма животных электрорецепторов – такой «регистрирующий» магнитное поле способ характерен для акул и скатов: при движении в магнитном поле между противоположными поверхностями тела рыб генерируется ЭДС и электрический ток в окружающем ближайшем к телу пространстве. Таким образом осуществляется электрорецепторное улавливание магнитного поля Земли.

Далее учитель обсуждает второй механизм и приходит с учениками к выводу о том, что для фиксации механического вращающего момента внутри тел животных должны быть постоянные магниты – у многих животных они были обнаружены.

Насыщение существующего школьного учебного материала недостающей информацией о значении ценностного биологического знания, о способах его получения возможно и путем включения в учебники дополнительного текста под рубриками «Это интересно», «А знаете ли вы?». Такие тексты будут иллюстрировать значимость биологического знания, ценность и жизненную необходимость обладания таким знанием. Знакомить школьника с интересными научными фактами, с историей биологических открытий, биографиями выдающихся ученых-биологов, которые не только добывали научное знание, но и благодаря своей активной гражданской позиции, рискуя личным благополучием, активно внедряли основанные на этом знании достижения научно-техниче-

ского прогресса в повседневную жизнь общества. Этим они не только создавали более комфортные условия существования населению, а спасали жизнь сотен тысяч людей от смертельно опасных заболеваний и голода.

Приведем образец такого текста. Одним из выдающихся отечественных ученых-биологов был Климент Аркадьевич Тимирязев. Он исследовал влияние различных участков спектра солнечного света на процесс фотосинтеза. Оказалось, что хлорофилл поглощает не все видимые лучи спектра, а только красные и сине-фиолетовые. Тимирязев установил, что именно в красных лучах фотосинтез протекает наиболее эффективно, а интенсивность этого процесса соответствует поглощению света хлорофиллом. К. А. Тимирязев отмечал, что процесс фотосинтеза – это процесс преобразования солнечной энергии в потенциальную энергию химических связей в органических веществах: «Усваивая углерод, растение усваивает и солнечный свет, переводя его энергию в энергию органических веществ» [11]. В книге «Солнце, жизнь и хлорофилл» он подробно описал и научно обосновал свои опыты. Методы и приемы лабораторных исследований К. А. Тимирязева позже использовались другими учеными для последующих работ по изучению фотосинтеза [12].

При обсуждении с учениками данного текста учителю необходимо актуализировать ценностный аспект биологического знания, реализовать гуманистический и патриотический аспекты воспитания учащихся, указать на огромную практическую ценность открытия К. А. Тимирязева для человеческого общества. Для этого учителю необходимо заранее организовать поиск учащимися информации о биографии К. А. Тимирязева, его научном пути, о истории изучения фотосинтеза, о практическом значении его открытия, нацелить школьников на осознание высокой гуманистической сущности отечественных ученых-биологов, считавших служение науке своим долгом перед Родиной, народом и человечеством.

Так, ученики, подготовившие сообщения, обращают внимание одноклассников на то, что сделанное в начале XX в. К. А. Тимирязевым открытие получило серьезное практическое применение в наши дни, благодаря успехам человечества в физике и технологии. Появление светодиодов способно привести в современных условиях к значительной экономии электрической энергии, улучшению экологической ситуации и обеспечению доступными свежими овощами жителей приполярных районов России, где наблюдается дефицит мощностей электроэнергетики для тепличного хозяйства. Открытие К. А. Тимирязева показало, что для фотосинтеза не нужен весь спектр солнечного света, поэтому не нужно тратить столько электроэнергии на его воспроизведение. Достаточно использовать светодиоды, испускающие световые волны (680 нм и 700 нм), необходимые для протекания фотосинтеза. Это сэкономит значительное количество электрической энергии, а также позволит повысить экологичность сельскохозяйственного производства, ограничив выбросы в атмосферу продуктов горения органических веществ (известно, что в России до 75% электрической энергии производится на теплоэлектростанциях в результате сжигания каменного угля, мазута и природного газа), а главное, позволяет осуществить мечту великого русского ученого, гуманиста К. А. Тимирязева, главной идеей которого было навсегда избавить человечество от голода. Именно эта идея вдохновляла его на исследования, именно для реализации этой идеи он изучал способы интенсификации фотосинтеза.

Обсуждения и выводы

Приведенные методические сценарии включения учеников в учебную деятельность в логике учебно-исследовательского поиска, с нашей точки зрения, чрезвычайно *ценны*, поскольку приобщают школьников к процессу реального добывания знания – в отличие от знания, предложенного для усвоения готового знания «от педагога», «от учебника», «от справочника», такое активно добываемое знание встраивается в сознание как содержательно и логически выверенное, извлеченное из природной реальности научным методом. Методическая реализация такого замысла весьма трудна, поскольку выстроенные в предлагаемой логике фрагменты учебного материала не прогнозируемы процессуально: учителю необходимо обладать высоким уровнем педагогического искусства, для того чтобы предвидеть неожиданные когнитивные реакции ученика на предлагаемые «вызовы», оперативно корректировать желаемое оптимальное направление движения к тому результату, которого необходимо достигнуть в финале. На начальных этапах учитель привлекает учащихся к поисковой деятельности лишь на отдельных этапах содержательного раскрытия учебно-исследовательского сюжета; постепенно степень ученической самостоятельности повышается, и это позволяет включение школьника в более сложные исследовательские сюжеты, вплоть до выполнения индивидуальных или коллективных учебно-исследовательских проектов, повышающих степень ценности добытого знания, встраивающих сам учебно-научный поиск в систему *ценных* деятельностных стратегий личности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Микешина Л. А.* Эпистемология ценностей. М.: Российская политическая энциклопедия (РОССПЭН), 2007. 439 с.
2. *Кун Т.* После «Структуры научных революций». М.: АСТ, 2014. 448 с.
3. *Лакатос И.* Фальсификация и методология научно-исследовательских программ. М.: Мир, 1970. 245 с.
4. *Поппер К.* Объективное знание. Эволюционный подход. М.: Эдиториал УРСС, 2002. 384 с.

5. Микешина Л. А. Диалог когнитивных практик. Из истории эпистемологии и философии науки. М.: [РОССПЭН], 2010. 575 с.
6. Фейерабенд П. Наука в свободном обществе. М.: АСТ, 2010. 378 с.
7. Ивин А. А. Современная логика. Фрязино: Век 2, 2009. 384 с.
8. Вазеевская Н. Е. Гносеологический компонент физического образования. М.: Прометей, 2002. 187 с.
9. Коржувев А. В. Задачи по физике в логике научного поиска. М.: Янус-К, 1998. 16 с.
10. Богданов К. Ю. Физик в гостях у биолога. М.: Изд-во МЦНМО, 2015. 240 с.
11. Тимирязев К. А. Солнце, жизнь и хлорофилл. М. – Петроград: Госиздат, 1923. 318 с.
12. Теремов А. В., Петросова Р. А. Биология. Биологические системы и процессы. 10 класс: учебник для общеобразоват. учреждений (профильный уровень). М.: Мнемозина, 2010. 400 с.: ил.

REFERENCES

1. Mikeshina L. A. *Epistemologiya tsennostey*. M.: Rossiyskaya politicheskaya entsiklopediya (ROSSPEN), 2007. 439 p.
2. Kuhn T. *Posle "Struktury nauchnykh revolyutsiy"*. Moscow: AST, 2014. 448 p. (in Russian)
3. Lakatos I. *Falsifikatsiya i metodologiya nauchno-issledovatel'skikh programm*. Moscow: Mir, 1970. 245 p. (in Russian)
4. Popper K. *Obyektivnoe znanie. Evolyutsionnyy podkhod*. Moscow: Editorial URSS, 2002. 384 p. (in Russian)
5. Mikeshina L. A. *Dialog kognitivnykh praktik. Iz istorii epistemologii i filosofii nauki*. Moscow: [ROSSPEN], 2010. 575 p.
6. Feyerabend P. *Nauka v svobodnom obshchestve*. Moscow: AST, 2010. 378 p. (in Russian)
7. Ivin A. A. *Sovremennaya logika*. Fryazino: Vek 2, 2009. 384 p.
8. Vazheevskaya N. E. *Gnoseologicheskiy komponent fizicheskogo obrazovaniya*. Moscow: Prometey, 2002. 187 p.
9. Korzhuev A. V. *Zadachi po fizike v logike nauchnogo poiska*. Moscow: Yanus-K, 1998. 16 p.
10. Bogdanov K. Yu. *Fizik v gostyakh u biologa*. Moscow: Izd-vo MTsNMO, 2015. 240 p.
11. Timiryazev K. A. *Solntse, zhizn i khlorofill*. Moscow–Petrograd^ Gosizdat, 1923. 318 p.
12. Teremov A. V., Petrosova R. A. *Biologiya. Biologicheskie sistemy i protsessy. 10 klass: uchebnyk dlya obshcheobrazovat. uchrezhdeniy (profilnyy uroven)*. Moscow: Mnemozina, 2010. 400 p., il.

Богданов Николай Александрович, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры естественнонаучного образования и коммуникативных технологий Московского педагогического государственного университета

e-mail: na.bogdanov@m.mpgu.edu

Bogdanov Nikolay A., PhD in Education, Associate Professor, Natural sciences education and Communication technologies Department, Moscow Pedagogical State University

e-mail: na.bogdanov@m.mpgu.edu

Годин Владимир Николаевич, доктор биологических наук, профессор кафедры ботаники Московского педагогического государственного университета

e-mail: vn.godin@mpgu.su

Godin Vladimir N., ScD in Biology, Professor, Botany Department, Moscow Pedagogical State University

e-mail: vn.godin@mpgu.su

Перелович Наталия Валентиновна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры естественнонаучного образования и коммуникативных технологий Института биологии и химии Московского педагогического государственного университета

e-mail: nv.perelovich@mpgu.su

Perelovich Natalia V., PhD in Education, Associate Professor, Natural Sciences Education and Communication Technologies Department, Institute of Biology and Chemistry, Moscow Pedagogical State University

e-mail: nv.perelovich@mpgu.su

Статья поступила в редакцию 18.11.2019

The article was received on 18.11.2019