

СИТУАЦИОННЫЙ ПОДХОД К РАЗВИТИЮ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО МЫШЛЕНИЯ

Н.И. Одинцова, М.В. Солодихина, Е.Е. Одинцова, Ю.С. Романова

Аннотация. В статье проанализирована проблема развития естественнонаучного мышления обучающихся на разных уровнях образования. Обосновано, что для ее решения как в школе, так и в вузе целесообразно применять ситуационный подход. Его суть в том, что на занятиях создаются учебные ситуации, которые побуждают школьников или студентов к умственным действиям, характерным для естественнонаучного познания: моделированию, выдвижению гипотез, планированию экспериментальной проверки, выбору эффективных технических решений и т. п. Показано, что такого рода ситуации удобно оформлять в виде кейсов, включающих описание ситуации, вытекающие из нее вопросы и необходимые справочные материалы. С опорой на результаты психологических исследований в области ситуационного подхода выделены критерии, которым должны удовлетворять учебные ситуации, способствующие эффективному развитию естественнонаучного мышления: описание реальных или близких к реальным событий, интегрированный характер, мотивационный потенциал и др. По каждому критерию приведены примеры естественнонаучных кейсов.

Ключевые слова: преемственность уровней образования, естественнонаучные кейсы, учебная ситуация, проблемная ситуация, ситуация принятия решения, интеграция естественных наук, деятельностная парадигма образования.

Для цитирования: Ситуационный подход к развитию естественнонаучного мышления / Н.И. Одинцова, М.В. Солодихина, Е.Е. Одинцова, Ю.С. Романова // Преподаватель XXI век. 2024. № 4. Часть 1. С. 90–102. DOI: 10.31862/2073-9613-2024-4-90-102

SITUATIONAL APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF NATURAL SCIENCE THINKING

N.I. Odintsova, M.V. Solodikhina, E.E. Odintsova, Yu.S. Romanova

Abstract. The article analyses the problem of developing students' natural science thinking at different levels of education. It is substantiated that for its solution both at school and university it is expedient to apply the situational approach. The main point of this approach is that educational situations are created, which encourage pupils or students to mental actions typical for natural science cognition: modelling, hypothesis

© Одинцова Н.И., Солодихина М.В., Одинцова Е.Е., Романова Ю.С., 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

formulation, planning of experimental testing, selection of effective technical solutions, etc. It is shown that it is convenient to design such situations in the form of cases, which include a description of the situation, questions arising from it and necessary reference materials. Based on the results of psychological research in the field of the situational approach, the criteria that should be met by learning situations that contribute to the effective development of scientific thinking have been identified: description of real or near to real events, integrated nature, motivational potential, etc. The criteria that should be met by learning situations are described. For each criterion examples of natural science cases are given.

Keywords: continuity of education levels, natural science cases, learning situation, problem situation, decision-making situation, integration of natural sciences, activity paradigm of education.

Cite as: Odintsova N.I., Solodikhina M.V., Odintsova E.E., Romanova Yu.S. Situational Approach to the Development of Natural Science Thinking. *Prepodavatel XXI vek. Russian Journal of Education*, 2024, No. 4, part 1, pp. 90–102. DOI: 10.31862/2073-9613-2024-4-90-102

Современной России требуются ученые, способные проводить исследования на переднем крае естественных наук, и грамотные инженеры, которые могут применить результаты научных исследований для решения жизненно важных проблем. Людей этих профессий отличает особый стиль мышления, который принято обозначать термином «естественнонаучное мышление». Оно подразумевает стремление к объективности и системности в познании природы, умение всесторонне анализировать сложившуюся ситуацию, создавать модели природных объектов и явлений, предсказывать новые естественнонаучные факты, соотносить результаты эксперимента с предсказанными, применять естественнонаучные знания для решения практически значимых задач. Такие свойства мышления, пусть не в полном объеме и не столь ярко выраженные, несомненно, полезны и актуальны для любого человека независимо от выбранной профессии.

91

Не случайно проблеме развития естественнонаучного мышления посвящено много диссертационных исследований последних лет. Такое развитие понимается разными учеными вполне однозначно как «процесс овладения, совершенствования и применения учащимися мыслительных действий и операций, форм, видов мышления и способов познавательной деятельности в процессе изучения основ естественных наук» [1].

В настоящее время подробно описаны типы и стадии естественнонаучного мышления. Согласно идеям В.В. Давыдова, существует два типа мышления (любого, в том числе и естественнонаучного): эмпирическое и теоретическое. Эмпирическое направлено на группировку предметов и их классификацию, а теоретическое — на «понимание вещей и событий путем анализа их происхождения и развития» [2, с. 6]. В соответствии с этой классификацией Г.А. Борулава выделяет четыре стадии развития естественнонаучного мышления: эмпирически-бытовую, эмпирически-научную, дифференциально-синтетическую и синтетическую. Первые две стадии соответствуют эмпирическому типу мышления, а последние две — теоретическому [3].

Разработаны различные методы и приемы организации учебного процесса, направленного на развитие естественнонаучного мышления, на разном предметном материале (физика — С.В. Суровикина; математика, физика, химия — Т.А. Безусова; интеграция физики и биологии — С.В. Шамина) и в разных типах учебных заведений (общеобразовательная школа — С.В. Суровикина [4], педагогические вузы — О.В. Плотникова [5], ветеринарные вузы — С.В. Шамина [6], медицинские вузы — Н.Г. Арзуманян [7]).

Авторами статьи ведется экспериментальная работа по формированию мыслительных действий, характерных для естественнонаучного мышления, на разных уровнях образования: основная и средняя школа (ГБОУ Школа № 1514 г. Москвы, МБОУ СОШ № 6 городского округа Балашиха), высшая школа (МПУ, РУДН) в рамках школьных предметов естественнонаучного цикла и вузовских курсов «Концепции современного естествознания», «Актуальные проблемы современного естествознания», «Эволюция Вселенной», «Естественнонаучная картина мира», «Естественнонаучный кейс-практикум». Назрело обобщение: требуется выявить, какие именно условия необходимо соблюдать, чтобы обеспечить непрерывное развитие естественнонаучного мышления обучающихся на всех уровнях образования [8].

Отечественные исследования по развитию естественнонаучного мышления опираются на психологическую теорию деятельности. Одно из ее базовых положений, которое является ключевым для разработки методических идей, состоит в том, что каждый человек познает окружающий мир и развивается только в ходе своей собственной деятельности и по собственной потребности. В связи с этим задача учителя или преподавателя вовсе не в том, чтобы сообщить обучающимся определенную сумму знаний и натренировать решать типовые задачи. Главное — создать ситуации, в которых у обучающихся возникнет потребность в той или иной деятельности, и организовать эту деятельность [9].

Отсюда вытекает вопрос: какого рода ситуации следует создавать на учебных занятиях для наиболее эффективного развития естественнонаучного мышления обучающихся. Для ответа на него обратимся к исследованиям в области ситуационного подхода в психологии.

Центральным для этого подхода является понятие ситуации как «опосредующего элемента между условиями среды и индивидуально-личностными особенностями субъекта» [10, с. 525]. В основе подхода два взаимосвязанных принципа: «(1) принцип ситуационизма, акцентирующий внимание на ситуационных и контекстуальных влияниях на поведение человека, и (2) принцип субъективной интерпретации ситуации, в соответствии с которым ситуация должна описываться, исходя из субъективных представлений ее участников» [11, с. 2]. Особым объектом исследования в рамках этого подхода становится связь ситуации и вытекающей из нее деятельности.

Г.Н. Солнцева предлагает проводить классификацию ситуаций по следующим характеристикам: типу и оценке условий внешней среды, а также по наличию (ограниченности) ресурсов и их оценке субъектом. Два полярных типа ситуаций в этой классификации описываются следующим образом. «Первый тип — нормальные обычные условия, субъект располагает ресурсами и адекватно их оценивает. Второй тип — особые условия, неадекватная их оценка, ограниченность ресурсов действий и неадекватная их оценка» [10, с. 531].

Для целей обучения особое значение имеет такой класс ситуаций, как ситуации неопределенности. Их, в свою очередь, можно подразделить на два вида: проблемные ситуации и ситуации принятия решения. В проблемной ситуации нет ни одного варианта решения, его необходимо найти. В ситуации принятия решения известно несколько вариантов выхода из ситуации, но неопределенными остаются их преимущества и ограничения.

Применим положения ситуационного подхода в психологии к цели развития естественнонаучного мышления школьников и студентов (см. табл.).

Таблица

**Требования к учебным ситуациям, способствующим развитию
естественнонаучного мышления**

№	Положения ситуационного подхода в психологии (на основе [там же])	Следствия для учебных ситуаций в условиях школы или вуза
1.	Ситуация является связующим элементом «между индивидуально-личностными особенностями субъекта и условиями объективной реальности, такими как материальные объекты и их закономерные взаимосвязи, проявляющиеся в изменчивости характеристик объектов» [там же, с. 528].	<i>Ситуация должна быть реальной или приближенной к реальной и носить интегрированный характер.</i> Ситуация должна содержать описание реальных природных объектов и явлений или технических устройств, а не их моделей. Как правило, деятельность по анализу таких ситуаций и поиску выхода из них требует применения знания из двух и более естественнонаучных дисциплин, интеграции имеющихся у обучающихся естественнонаучных знаний.
2.	Ситуация — «рефлексивная модель отношений оценок актуальных условий и состояния Я, основанная на оценках значимости и придающая целостность и смысл действиям» [там же, с. 529].	<i>Мотивирующий характер ситуации.</i> Ситуация должна побуждать обучающихся к деятельности по пополнению и применению естественнонаучных знаний, быть значимой для них.
3.	Типы ситуаций могут быть выделены по ресурсам: наличие/ограниченность, адекватная/неадекватная оценка. Ресурсы в разной степени способствуют достижению цели: от абсолютного соответствия до рассогласования, а субъективная оценка ресурсов может быть адекватной (субъект осознает и оценивает ограниченность возможностей) или неадекватной.	Ситуации должны иметь разный уровень сложности. Описание ситуации, ее анализ и решение должно соответствовать имеющейся у обучающихся базе естественнонаучных знаний и умений, уровню развития их естественнонаучного мышления. Педагог должен учитывать заниженную, завышенную или адекватную оценку обучающимися своей деятельности.
4.	Типы ситуаций могут быть выделены по условиям: нормальные/особые, оценка условий обычные/экстремальные. Можно выделить два полярных случая. Первый — обычные условия, достаточно ресурсов, адекватная оценка. Другая крайность — особые условия, ограниченность ресурсов и неадекватная их оценка.	<i>Ситуация должна содержать элементы новизны.</i> Следует избегать крайних ситуаций. Первая крайность — нет новизны, нет ориентировочной деятельности, соответственно, нет и условий для развития естественнонаучного мышления. Вторая крайность — ситуация настолько сложна и неясна, что обучающиеся даже не приступают к ее анализу: нет деятельности, следовательно, нет развития.

Табл. Окончание

№	Положения ситуационного подхода в психологии (на основе [там же])	Следствия для учебных ситуаций в условиях школы или вуза
5.	Ситуации неопределенности могут иметь разную степень свободы действий, которая определяется условиями и наличными ресурсами. Как правило, неопределенность относится к будущему, однако характеризует и текущее состояние, если субъект не имеет возможности оценить условия с достаточной точностью и контролировать их.	<i>Ситуация должна содержать элементы неопределенности.</i> Если описывается реальная ситуация, то это требование, как правило, соблюдается автоматически: практически не встречается случаев, когда заданы все необходимые параметры. Неизвестными могут быть параметры объекта, его связи с другими объектами, условия протекания процессов и др. Анализ ситуации должен сопровождаться работой со справочными материалами, интернет-ресурсами и т. п.
6.	По характеру (степени) неопределенности все ситуации неопределенности можно разделить на два класса: проблемные ситуации (требуется найти решение) и ситуации принятия решений (требуется осуществить выбор из возможных решений).	<i>Среди учебных ситуаций должны быть представлены как проблемные ситуации, так и ситуации принятия решения.</i> Источником для разработки таких учебных ситуаций могут служить реальные ситуации, которые возникают в ходе развития естествознания.

Учебные ситуации «привязаны» к конкретной программе того или иного курса. В связи с этим их общее свойство состоит в том, что они должны подводить обучающихся к вопросам, ответы на которые составляют новые знания и умения, запланированные для данного семинара в вузе или урока в школе. Механизм подбора и организации такого рода ситуаций состоит в следующем. Сначала определяется круг дидактических единиц, подлежащих усвоению на конкретном семинаре или уроке. Затем подбираются примерные вопросы, обсуждение которых может служить как достижению поставленных предметных целей, так и целей развития естественнонаучного мышления обучающихся. Исходя из этого, осуществляется поиск информации для создания ситуации, которая позволит поставить и обсудить вопросы по заданной естественнонаучной теме.

Результаты этой работы оформляются в форме кейсов: проблемно-ситуационных заданий, состоящих из трех частей [12; 13]. Первая часть — реальные документы, письма, воспоминания, демонстрационные эксперименты, фотографии, видеофрагменты фильмов или фрагменты сценариев фильма, которые описывают некоторое событие, естественнонаучное решение которого неизвестно. Вторая часть — вопросы, призывающие высказать гипотезу по поводу этого естественнонаучного решения, проверить ее, в том числе экспериментально, и сделать выводы о вероятности применения именно этого решения в описываемую в ситуации эпоху. Третья часть — справочные материалы, необходимые для поиска ответа на вопросы кейса. К ним относятся различные таблицы, графики, фотографии, схемы, формулировки законов, тексты патентов и т. п.

Поясним изложенные в таблице требования и приведем примеры.

1. *Ситуация должна быть реальной или приближенной к реальной и носить интегрированный характер*

К важнейшим умениям, характеризующим сформированность естественнонаучного мышления, относятся умение создавать модели природных объектов и процессов

для решения возникающих задач и умение учитывать ограничения модели при интерпретации полученных результатов. Большинство традиционных заданий курсов физики, химии, биологии не дают возможности их развивать, поскольку оперируют уже готовыми моделями (материальная точка, абсолютно твердое тело, идеальный газ и т. п.). При разработке кейсов апелляции к готовым моделям следует избегать: ситуации должны быть представлены обучающимся так, как их можно встретить в реальном мире, а не их адаптированный под конкретную учебную тему вариант. Они могут быть заимствованы из истории развития естествознания, событий, описанных в книгах или представленных в фильмах, а также из личного опыта обучающихся. Природа едина, она не делится на физику, химию, биологию, астрономию, географию. Поэтому, если ситуация реальная, второй критерий — интегрированный характер ситуации — как правило, соблюдается автоматически.

Приведем пример кейса, в котором ситуация заимствована из архивных документов: фрагмент письма Х. Колумба от 1495 года королю и королеве Испании, приведенный в биографии Колумба “Vida del Admurate”, предположительно написанной его сыном Фернандо Колоном. *«Король Рейнель... отправил меня в Тунис для захвата галеры «Фернандина». Я стоял около Сардинии, когда узнал, что вместе с этой галерой были еще два корабля и карака. Мои люди решили вернуться в Марсель, взять с собой еще один корабль и людей. Я сделал вид, что согласен с ними. Сдвинув стрелку компаса, я вечером поднял паруса. На рассвете следующего дня мы были у берега Туниса...»*. Текст письма составляет первую часть кейса: описание ситуации. Вторая часть — вопросы. *«Выскажите предположение, как Колумб мог сдвинуть стрелку компаса таким образом, что матросы не заподозрили подвоха? Оцените, на сколько румбов он должен был передвинуть стрелку? Какие эксперименты следует провести для проверки вашего предположения?»*. Таких вопросов может быть достаточно много, ситуацию можно связать и с ситуацией, описанной Ж. Верном в романе «Пятнадцатилетний капитан». Вторая часть кейса предполагает не только описание экспериментов для проверки выдвинутых гипотез, но и обоснование и проведение этих экспериментов, а также формулирование выводов. Здесь обучающиеся не только должны продемонстрировать, что при поднесении бруска железа к компасу изменяется направление стрелки, но и организовать условия, когда стрелка отклонится на заданное число градусов (румбов). Для разрешения ситуации требуется применения знаний из разных областей естествознания: о строении и принципе действия компаса, о магнитном поле, о географическом расположении указанных в письме точек.

2. Мотивирующий характер ситуации

В рамках деятельностной концепции роль учебной ситуации состоит в том, чтобы побуждать обучающихся к сознательной деятельности. Мотивация к постановке и решению естественнонаучных вопросов может быть обусловлена жизненной значимостью и практической важностью естественнонаучных знаний. Большую роль играет эмоциональная окраска ситуации, которая может быть связана с демонстрацией эффектных опытов, осознанием конфликта между предсказанным результатом и полученным в эксперименте, с обнаружением необычных явлений и закономерностей, обсуждением естественнонаучных парадоксов и др.

Приведем пример кейса, в котором мотивируют как вызывающее любопытство событие, так и необычная форма задания ситуации и выполнения заданий. *Преподаватель*

демонстрирует фрагменты фильма «Ангелы и демоны», касающиеся антиматерии, и предлагает написать рецензию о правдоподобности показанных в нем эффектов. Для этого студентам следует найти ответы на вопросы, действительно ли 1) возможно в начале XXI века создать антивещество 2) на создание четверти грамма антивещества потребуется около минуты, 3) «ловушку» для такого количества антиматерии можно переносить в руках, 4) его взрыв над Ватиканом не принесет серьезных разрушений?

Выполнение заданий обучающимися проходит с использованием симуляторов реальных естественнонаучных событий. Отметим, что применение в учебном процессе технологий виртуального моделирования «способствует развитию особых когнитивных способностей пользователей» [14, с. 22]. Например, на сайте oscteam.com/index.php можно «собрать» собственный коллайдер, провести столкновение частиц и античастиц, а симулятор Nukemap позволяет имитировать воздушный взрыв расчетной мощности в указанном месте с расчетом его последствий. При этом среди заданий кейса есть вопросы, касающиеся возникновения антиматерии, барионной асимметрии Вселенной, а также реликтового излучения. Эти вопросы связаны с научными фактами, с которыми рекомендовано знакомить обучающихся в рамках изучения элементов астрономии [15]. У студентов и школьников изучение подобных научных фактов вызывает активный интерес.

Ситуации должны иметь разный уровень сложности (трудности)

Разный уровень заданий определяется в первую очередь различным уровнем подготовленности обучающихся, находящихся на разных уровнях обучения и на разных направлениях или профилях подготовки. Также наличие разноуровневых заданий важно для охвата всего диапазона подготовленности обучающихся в одном классе или студенческой группе.

Выполнение заданий минимальной степени трудности обычно предполагает опору на логику при применении знакомой информации из одной области знания. Чаще всего это исторические ситуации. Например: «Для систематизации известных к середине XIX века 63 химических элементов Д.И. Менделеев создал карточки этих элементов (см. рис.) и располагал их последовательно в соответствии с тремя принципами:

- 1) возрастания атомных масс;
- 2) изменения химических свойств от металлов к неметаллам;
- 3) изменения высших оксидов в следующем порядке 1 — R^2O , 2 — R^2O^2/RO , 3 — R^2O^3 , 4 — R^2O^4/RO^2 , 5 — R^2O^5 , 6 — R^2O^6/RO^3 , 7 — R^2O^7 .

Отметьте «проблемное место» при сравнении трех разных расположений карточек и выскажите предположение, как можно решить данную проблему».

C 12 CO_2 IV неметалл	B 11 B_2O_3 III слабые неметаллические и металлические свойства	Be 13,7 Be_2O_3 металл	Li 7 Li_2O I щелочной металл	N 14 N_2O_5 резко выражены свойства неметалла
--	---	--	--	--

Выполнение заданий более высокой степени сложности предполагает применение более широкого диапазона мыслительных операций, включая выдвижение гипотез и их проверку, привлечение информации из разных областей естествознания. Примером является следующая проблемная ситуация: «Дьердь Хевеши заподозрил, что в столовой общежития, где он жил, для приготовления еды использовали недоеденные остатки, порой довольно старые, судя по вкусу. Чтобы проверить свою гипотезу, он применил метод меченых атомов и выяснил, что действительно остатки старой еды не выбрасывали, а добавляли в приготовляемую пищу». Отвечая на вопросы, обучающиеся должны предложить возможные алгоритмы 1) действий Хевеши, 2) использования радиоактивных индикаторов в исследованиях океанских течений с учетом того, что некоторые перерабатывающие предприятия (информация о них имеется в справочных материалах) сбрасывают в моря изотопы йода-129, 3) использования изотопа кислорода O^{18} для выяснения, откуда при фотосинтезе происходит выделение O_2 (из воды или углекислого газа). Описанная ситуация имеет существенный недостаток: обучающиеся при определенной настойчивости могут найти в сети Интернет решения, которые применили Д. Хевеши или А.П. Виноградов при изучении фотоэффекта, поэтому среди вопросов должны быть те, которые связаны с новейшими открытиями, например, с применением метода меченых атомов в конкретных областях медицины, конечно, при условии, что необходимую вводную информацию получится в доступном виде изложить в справочных материалах. Оптимальна цепочка вопросов нарастающей сложности, которая постепенно «подводит» к наиболее сложным вопросам.

4. Ситуация должна содержать элементы новизны

Для развития естественнонаучного мышления не подойдут ситуации, аналогичные которым обучающимся уже известны и допускают типовое решение. Ситуация должна быть нестандартной, побуждать к ориентировочной деятельности по ее анализу и поиску оригинального решения. Желательно, чтобы обучающиеся не имели возможности найти решения поставленной проблемы в Интернете. При этом следует избегать другой крайности, когда ситуация не содержит никаких знакомых элементов, ресурсов для выхода из нее недостаточно, и, соответственно, у школьников или студентов возникает психологический барьер, неверие в свои силы.

Элементы новизны в учебных естественнонаучных ситуациях могут быть связаны с возникновением технических трудностей в ходе разработки и применения различных устройств. Идея разрешения таких трудностей не должна быть очевидной. В ходе ее выдвижения и развития обучающимся требуется повторить некоторые этапы исследования в логике научного познания. Примером подобной ситуации является следующая: «В июле 2018 года южнокорейские поисковики компании ShinilGroup обнаружили броненосный крейсер Дмитрий Донской на дне Японского моря около острова Улыиндо. Началось обсуждение принципиальной возможности его подъема на поверхность, особенно активизировавшееся после появления слухов о том, что на борту могло находиться около 200 тонн золота. Проблема в том, что борта и палуба корабля сохранились, но вследствие попадания снарядов во время Цусимского сражения, корпус имел серьезные повреждения. Причем он пролежал более столетия на дне и потерял жесткость, т. е. может переломиться при подъеме на поверхность». Обучающимся предлагается проанализировать несколько технических способов подъема: с использованием заполняемых газом понтонов, захватов, подводных лодок, замораживанием. При обсуждении студенты приходят

к выводу о необходимости комбинирования этих способов, причем основным является замораживание методом барботажа, позволяющего создать различные модификации льда: плотного монолитного для капсулы вокруг крейсера с целью придания жесткости конструкции и пористого для заполнения трюма с целью повышения плавучести. В ходе поиска технического решения проблемы обучающиеся оценивают причины невозможности работы аквалангистов на глубине 432 м, особенности метода барботажа, его влияние на кавитацию гребных винтов подводных механизмов и др.

5. Ситуация должна содержать элементы неопределенности

Реальность ситуации и некоторая ее новизна определяют наличие элементов неопределенности. Например, ситуации не всегда имеют единственно возможное решение либо вследствие того, что об этом решении не сохранилось однозначных исторических свидетельств, либо потому, что в реально описанной исторической ситуации ее «герои» выбрали не оптимальное решение, либо ситуация длительная, незавершенная, происходит в настоящее время и пока не имеет решения. Обычно такая ситуация связана с ожиданием некоторого события в определенных условиях, в то время как известно, что подобные события происходили в несколько иных условиях и имели разные результаты в зависимости от этих условий.

Ситуация: «На Кубе из клетки убежала сукольная (беременная) крольчиха. Насколько это опасно для экологии Кубы?». Для ее изучения студентам предоставляется информация об имевших место подобных ситуациях:

1) сообщение Ч. Дарвина в книге «Изменение животных и растений в домашнем состоянии» о беременной крольчихе на корабле, которую выпустили на остров Порто-Санто и 37 лет спустя кролики стали неисчислимы, т. к. на острове не было хищников»;

2) информация о динамике размножения 24 кроликов в Австралии с 1859 года в отсутствие врагов и на этапе, когда с кроликами стали бороться путем заражения вирусом миксоматоза (модель хищник-жертва);

3) данные о популяции кроликов на маленьком острове Окуносимо в Японии в разные годы, начиная с 8 кроликов выпущенных в 1971 году;

4) информация о росте популяции 30 кроликов, выпущенных в 1972 году в Евпатории на скудный приморский солончак.

В каждой из локаций обучающиеся оценивают природные условия с точки зрения оптимальности для биологического потенциала кроликов и строят соответствующие биологические модели. Наличие данных о числе кроликов в разные периоды позволяет оценивать достоверность построенных моделей. Подобная тренировка важна, т. к. ситуация на Кубе содержит элементы неопределенности, связанные с влиянием на процесс размножения кроликов как наличия хищников, так и многих других факторов (температура, количество осадков), которые имеют большой допустимый интервал. Отметим, что прогнозирование ситуации размножения кроликов требует интеграции знаний из областей географии, биологии и математики.

6. Среди учебных ситуаций должны быть представлены как проблемные ситуации, так и ситуации принятия решения

Проблемные ситуации отличает невозможность достичь цели с использованием имеющихся ресурсов и существующих ограничений. Методика использования такого рода ситуаций в учебных целях — объект исследования целого педагогического

направления — проблемного обучения. В контексте развития естественнонаучного мышления важно, чтобы учебные ситуации отражали те обстоятельства, которые обуславливают трудности в ходе развития естествознания.

Возникновение проблемы в естественных науках всегда связано с каким-либо противоречием. Анализ истории естествознания позволяет выделить несколько источников таких проблем:

1) несоответствие между имеющейся теорией или теоретической моделью и новыми экспериментальными данными;

2) несоответствие новых и старых теоретических построений;

3) необходимость разрешить трудности, связанные с созданием технических устройств;

4) необходимость объяснить необычные экспериментальные данные.

Учебные проблемные ситуации можно разрабатывать либо с опорой на исторический контекст, либо воспроизводя логику одного из источников проблем на доступном обучающемуся материале. Приведем пример проблемной ситуации, источником которой является несоответствие экспериментальных данных предсказанным.

При изучении постоянного тока в проводниках учащиеся знакомятся с законом Ома для участка цепи. В ходе проведения лабораторной работы они убеждаются, что этот закон справедлив для проводников разной длины и площади поперечного сечения, сделанных из разных материалов. Далее традиционно идет закрепление материала в ходе решения задач, построения и анализа графиков зависимости силы тока от напряжения. *После того, как закон усвоен, учитель создает проблемную ситуацию следующим образом: демонстрирует опыт, в котором в электрическую цепь включена лампа накаливания, и по двум показаниям амперметра и вольтметра (двум точкам на графике) просит предсказать, как будет выглядеть зависимость силы тока от напряжения. Пользуясь имеющимися знаниями, ученики строят график как прямую линию, проходящую через данные точки. Учитель продолжает демонстрацию, увеличивая силу тока: но показания приборов не соответствуют предсказанному на основе закона Ома графику. Возникает вопрос: «В чем причина этого несоответствия?». Его решение приводит учащихся к новым знаниям о границах применимости закона Ома и зависимости сопротивления проводников от температуры.*

Ситуации принятия решений подразумевают выбор из известных вариантов в заданных условиях. Для естественнонаучных школьных предметов и вузовских курсов можно выделить следующие типы таких ситуаций: 1) выбор из нескольких возможных гипотез; 2) выбор модели для описания явления или объекта; 3) выбор наиболее эффективного технического решения; 4) выбор способа решения задачи.

Приведем пример ситуации, требующей выбора технического решения: «Для эксперимента PUMA требуется перенести облако из примерно 10^9 антипротонов от установки, где их синтезируют, к другой установке, где добывают недолговечные радиоактивные атомные ядра. Потеря при переносе 10^7 антипротонов сделает эксперимент бессмысленным. Для переноса используется ловушка Пеннинга. Есть два вида усовершенствованных ловушек Пеннинга. Размеры ловушки первого вида близки к размерам грузовика, и, следовательно, потребуется перестройка помещений лабораторий. Ловушка второго типа небольшая (перестройка помещений не требуется), но из-за нарушения цилиндрической симметрии электрического и магнитного полей вероятность соприкосновения каждой из античастиц со стенками ловушки (и, значит, аннигиляции) за расчетное время транспортировки составляет 0,0001%». Обучающиеся должны оценить последствия выбора

каждого типа ловушек, исходя из теории принятия решений как ошибочных решений первого рода (упущенный выигрыш) и второго рода (реализованный проигрыш).

Развитие естественнонаучного мышления — общая цель основного, среднего и высшего образования. Необходимое условие ее достижения — создание учебных ситуаций, требующих применения умственных действий, которые характерны для процесса познания в естественных науках. Применение ситуационного подхода в психологии к решению этой методической задачи позволило выделить критерии, которым должны удовлетворять такого рода ситуации: описание реальных или близких к реальным событий, интегрированный характер, мотивирующий потенциал и др. Надеемся, что это поможет авторам учебников и задачников в довольно сложном и творческом деле разработки кейсов, а учителям и преподавателям в грамотном и осознанном их подборе к урокам и семинарам.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Суровикина, С.А.* Анализ понятий «развитие», «развитие мышления», «развитие естественнонаучного мышления» // Развитие мышления в процессе обучения физике. 2010. № 1. С. 5–11.
2. *Давыдов, В.В.* Теория развивающего обучения. М.: ИНТОР, 1996. 544 с.
3. *Берулава, Г.А.* Психологические основы развития личности. М.: Университет Российской академии образования, 2009. 232 с.
4. *Арзуманян, Н.Г., Суровикина, С.А.* Взаимосвязь естественнонаучного и клинического мышления вуза // Педагогическое образование в России. 2017. № 4. С. 18–24.
5. *Безусова, Т.А.* Некорректные задачи как средство развития культуры математического и естественнонаучного мышления школьников: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Тюмень, 2008. 27 с.
6. *Шамина, С.В.* Дидактическое моделирование диагностики естественнонаучного мышления обучающихся вуза // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 1. С. 36–44.
7. *Плотникова, О.В.* Диагностика сформированности естественнонаучного мышления // Профессиональное образование. Столица. 2009. № 6. С. 30–31.
8. *Одинцова, Н.И., Одинцова, Е.Е.* Естественнонаучная картина мира: преемственность среднего и высшего образования // Преподаватель XXI век. 2014. № 3–1. С. 16–21.
9. *Одинцова, Н.И.* Системно-деятельностный подход к обучению естествознанию в школе // Физическое образование в ВУЗах. 2013. Т. 19. № 4. С. 117–125.
10. *Солнцева, Г.Н.* Ситуационный подход: типы ситуаций и психологические особенности // Психология. Журнал Высшей школы экономики. 2021. № 3. С. 525–543.
11. *Гришина, Н.В.* Ситуационный подход и его эмпирические приложения // Психологические исследования. 2012. Т. 5. № 24. URL: <https://psystudy.ru/index.php/num/article/view/760> (дата обращения: 18.02.2024).
12. *Solodikhina, M.V., Odintsova, N.I., Odintsova, E.E.* Natural-Scientific Cases as an Instrument for Assessment of Logical Thinking // Journal of Physics: Conference Series. 2020. No. 1691.
13. *Solodikhina, M.V., Solodikhina, A.A.* Natural-Scientific Cases as a Tool for the Development of Critical Thinking // European Proceedings of Social and Behavioural Sciences EpSBS. 2021. No. 116.
14. *Клименко, А.В., Несмелова, М.Л. и др.* Когнитивная культура студентов в условиях цифрового образования // Преподаватель XXI век. 2023. № 1. Ч. 1. С. 18–29.
15. *Королев, М.Ю., Петрова, Е.Б., Чулкова, Г.М.* Преподавание астрономии в современной образовательной среде // Преподаватель XXI век. 2023. № 1. Ч. 1. С. 71–83.

REFERENCES

1. Surovikina, S.A. Analiz ponyatij “razvitie”, “razvitie myshleniya”, “razvitie estestvennonauchnogo myshleniya” [Analysis of the Concepts of “Development”, “Development of Thinking”, “Development of Natural Science Thinking”], *Razvitie myshleniya v processe obucheniya fizike* = Development of Thinking in the Process of Teaching Physics, 2010, No. 1, pp. 5–11. (in Russ.)
2. Davydov, V.V. *Teoriya razvivayushchego obucheniya* [Theory of Developmental Learning]. Moscow, INTOR, 1996, 544 p. (in Russ.)
3. Berulava, G.A. *Psihologicheskie osnovy razvitiya lichnosti* [Psychological Foundations of Personality Development]. Moscow, Universitet Rossijskoj akademii obrazovaniya, 2009, 232 p. (in Russ.)
4. Arzumanyan, N.G., Surovikina, S.A. Vzaimosvyaz estestvennonauchnogo i klinicheskogo myshleniya vuza [Interrelation of Natural Science and Clinical Thinking of the University], *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii* = Pedagogical Education in Russia, 2017, No. 4, pp. 18–24. (in Russ.)
5. Bezusova, T.A. Nekorrektnye zadachi kak sredstvo razvitiya kultury matematicheskogo i estestvennonauchnogo myshleniya shkolnikov [Incorrect Tasks as a Means of Developing the Culture of Mathematical and Natural Science Thinking of Schoolchildren]: Extended Abstract of PhD Dissertation (Pedagogy). Tyumen, 2008, 27 p. (in Russ.)
6. Shamina, S.V. Didakticheskoe modelirovanie diagnostiki estestvennonauchnogo myshleniya obuchayushchihsya vuza [Didactic Modeling of Diagnostics of Natural Science Thinking of University Students], *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* = Modern Problems of Science and Education, 2018, No. 1, pp. 36–44. (in Russ.)
7. Plotnikova, O.V. Diagnostika sformirovannosti estestvennonauchnogo myshleniya [Diagnostics of the Formation of Natural Science Thinking], *Professionalnoe obrazovanie. Stolica* = Vocational Education. Capital, 2009, No. 6, pp. 30–31. (in Russ.)
8. Odintsova, N.I., Odintsova, E.E. Estestvennonauchnaya kartina mira: preemstvennost srednego i vysshego obrazovaniya [The Natural Science Picture of the World: The Continuity of Secondary and Higher Education], *Prepodavatel XXI vek* = Russian Journal of Education, 2014, No. 3–1, pp. 16–21. (in Russ.)
9. Odintsova, N.I. Sistemno-deyatelnostnyj podhod k obucheniyu estestvoznaniyu v shkole [System-Activity Approach to Teaching Natural Science at School], *Fizicheskoe obrazovanie v VUZah* = Physical Education in Universities, 2013, vol. 19, No. 4, pp. 117–125. (in Russ.)
10. Solntseva, G.N. Situacionnyj podhod: tipy situacij i psihologicheskie osobennosti [Situational Approach: Types of Situations and Psychological Features], *Psihologiya. Zhurnal Vyshej shkoly ekonomiki* = Psychology. Journal of the Higher School of Economics, 2021, No. 3, pp. 525–543. (in Russ.)
11. Grishina, N.V. Situacionnyj podhod i ego empiricheskie prilozheniya [Situational Approach and Its Empirical Applications], *Psihologicheskie issledovaniya* = Psychological Research, 2012, vol. 5, No. 24. Available at: <https://psystudy.ru/index.php/num/article/view/760> (accessed: 18.02.2024). (in Russ.)
12. Solodikhina, M.V., Odintsova, N.I., Odintsova, E.E. Natural-Scientific Cases as an Instrument for Assessment of Logical Thinking, *Journal of Physics: Conference Series*, 2020, No. 1691.
13. Solodikhina, M.V., Solodikhina, A.A. Natural-Scientific Cases as a Tool for the Development of Critical Thinking, *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences EpSBS*, 2021, No. 116.

14. Klimenko, A.V., Nesmelova, M.L. i dr. Kognitivnaya kultura studentov v usloviyah cifrovogo obrazovaniya [Cognitive Culture of Students in the Context of Digital Education], *Prepodavatel XXI vek* = Russian Journal of Education, 2023, No. 1, part 1, pp. 18–29. (in Russ.)
15. Korolev, M.Yu., Petrova, E.B., Chulkova, G.M. Prepodavanie astronomii v sovremennoj obrazovatelnoj srede [Teaching Astronomy in a Modern Educational Environment], *Prepodavatel XXI vek* = Russian Journal of Education, 2023, No. 1, part 1, pp. 71–83. (in Russ.)

Одинцова Наталия Игоревна, доктор педагогических наук, профессор, кафедра физики космоса — базовая кафедра Института астрономии Российской академии наук (ИНАСАН), Московский педагогический государственный университет, ni.odincova@mpgu.su

Natalia I. Odintsova, ScD in Pedagogy, Professor, Department of Space Physics — Basic Department of Institute of Astronomy of the Russian Academy of Sciences (INASAN), Moscow Pedagogical State University, ni.odincova@mpgu.su

Солодихина Мария Владиславовна, кандидат педагогических наук, доцент, кафедра физики космоса — базовая кафедра Института астрономии Российской академии наук (ИНАСАН), Московский педагогический государственный университет; доцент, Учебно-научный институт гравитации и космологии, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, mv.solodichina@mpgu.su

Maria V. Solodikhina, PhD in Pedagogy, Associate Professor, Department of Space Physics — Basic Department of Institute of Astronomy of the Russian Academy of Sciences (INASAN), Moscow Pedagogical State University; Associate Professor, Educational and Scientific Institute of Gravity and Cosmology, Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia, mv.solodichina@mpgu.su

Одинцова Екатерина Евгеньевна, кандидат физико-математических наук, доцент, Учебно-научный институт гравитации и космологии, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, odintsova-ee@rudn.ru

Ekaterina E. Odintsova, PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor, Educational and Scientific Institute of Gravity and Cosmology, Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia, odintsova-ee@rudn.ru

Романова Юлия Сергеевна, аспирант, кафедра физики космоса — базовая кафедра Института астрономии Российской академии наук (ИНАСАН), Московский педагогический государственный университет; учитель математики, школа № 1514, u.romanova@1514.ru

Yulia S. Romanova, Post-graduate Student, Department of Space Physics — Basic Department of Institute of Astronomy of the Russian Academy of Sciences (INASAN), Moscow Pedagogical State University; Mathematics Teacher, School No. 1514, u.romanova@1514.ru

Статья поступила в редакцию 28.02.2024. Принята к публикации 21.06.2024

The paper was submitted 28.02.2024. Accepted for publication 21.06.2024