

## Развитие понятий школьников с помощью виртуальной лаборатории

**Чудинова Е.В.**

Психологический институт Российской Академии образования (ФГБНУ «ПИ РАО»), г. Москва, Российская Федерация

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3923-781X>

e-mail: chudinova\_e@mail.ru

Проблема преобразования житейских понятий ученика в научные понятия продолжает оставаться острой. Логико-предметный и логико-психологический анализ предметного содержания позволяет выстраивать курсы обучения в логике развития понятий, что реализовано в учебных предметах образовательной системы Д.Б. Эльконина и В.В. Давыдова. Цифровые ресурсы, в частности, виртуальные лаборатории, могут быть встроены в эту логику, поддерживая продвижение учеников. Здесь на примере виртуальной лаборатории «Типы границ», встроенной в учебный курс «Новая биология», показано особое место и специфические возможности цифрового ресурса в совместно-распределенной учебной деятельности школьников 11–12 лет. К наиболее важным из таких возможностей, с точки зрения обеспечения процесса развития понятий, относятся рамочный характер ограничения самостоятельных действий пользователя и характер модельного объекта, предназначенного для исследования. Модельный объект отличается от реального акцентированными существенными свойствами, отсутствием избыточных свойств, присущих натуральному объекту, и скоростью процессов, соразмерной действиям пользователя. Подчеркивается также важность не только логико-предметного, но и логико-психологического анализа, предвещающего разработку сценария виртуальной лаборатории. Логико-психологический анализ соразмеряет логику развития и содержание научного понятия с возможными путями преобразования житейских (или других исходных) понятий учеников определенного возраста и ситуации обучения.

**Ключевые слова:** житейское понятие, научное понятие, обучение и развитие, виртуальная лаборатория, учебная задача, учебная проба, концентрация веществ, осмос.

**Для цитаты:**

Чудинова Е.В. Развитие понятий школьников с помощью виртуальной лаборатории // Цифровая гуманитаристика и технологии в образовании (ДНТЕ 2022): сб. статей III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 17–18 ноября 2022 г. / Под ред. В.В. Рубцова, М.Г. Сороковой, Н.П. Радчиковой. М.: Издательство ФГБОУ ВО МГППУ, 2022. 555–569 с.

## Введение

Одной из важнейших современных проблем психологии образования является вопрос о развитии понятий, преобразовании житейских понятий в научные [4; 5; 6]. С трудностями в преодолении житейских понятий и организации усвоения ключевых научных понятий сталкиваются все учителя, начиная с начальной школы и заканчивая педагогами, работающими со студентами высших учебных заведений. Попытки формировать научные понятия путём заучивания определений терминов малоэффективны, так как понимание требует, прежде всего, построения способа действий, лежащего в основе предметного понятия, и лишь потом фиксации достигнутого понимания в терминах и формулирования словесного определения [2]. При этом использование цифровых технологий делает возможным ненавязчивое ограничение возможных степеней свободы поисковых действий учащегося, направляя его по пути формирования понятия [1].

Здесь представлено описание цифровой части методики начальных этапов формирования одного из базовых понятий курса «Новая биология» – понятия о границе тела, выполненной в виде цифрового образовательного ресурса. В реальном обучении работа учеников 5–6 класса по этой методике происходит в течение примерно 60 минут. Эта работа является составной частью формирующего эксперимента, в ходе которого ученики в совместно-распределенной учебной деятельности постепенно преобразуют свои исходные представления о взаимодействии внутренней и внешней среды организма и границе тела, планируя и проводя эксперименты (модуль «Введение в биологию» курса «Новая биология» [7]).

Результаты формирующего эксперимента подробно описаны [7, 8] и доказывают, что деятельностный путь формирования научных понятий значительно эффективнее традиционного обучения. Логико-предметный и логико-психологический анализ содержания предмета позволяет реконструировать важные шаги в развитии житейских понятий учеников и превращении их в научные, а также выстроить систему соответствующих заданий в цифровом ресурсе. Цель данного доклада – проанализировать роль цифровой составляющей в развитии исходных детских представлений о границе тела и взаимодействии внутренней и внешней среды.

## Методы

Основным методом построения представленной системы заданий является логико-предметный и логико-психологический ана-

лиз предметного содержания [2]. На его основе реализован формирующий эксперимент, преобразующий детские представления о границе тела и взаимодействии внутренней и внешней среды [6; 7; 8], в том числе описанная ниже система цифровых заданий. Роль цифровой составляющей обучения выявляется путем анализа ее места в изменении исходных представлений учеников. Исходные представления учеников, приступающих к изучению биологии в 5 или 6 классах, о строении и функционировании живого были выявлены и описаны ранее [3].

## Результаты

Основной путь развития понятий в обучении, построенном на основе теории учебной деятельности Д.Б.Эльконина и В.В.Давыдова – это путь решения системы предметных задач, приводящих, в первую очередь, к выделению существенного исходного отношения. Главная трудность разработки системы таких заданий состоит в необходимости предварительной реконструкции тех практических/квазипрактических действий, которые приведут учащегося к нужной абстракции и последующему обобщению [1, 2]. Абстрагирование существенного отношения происходит при решении школьниками учебной задачи, затем оно конкретизируется в решении более частных задач, а впоследствии выстроенное понятие/модель может быть использована ими при выполнении учебной пробы в решении задач другой предметной линии [6].

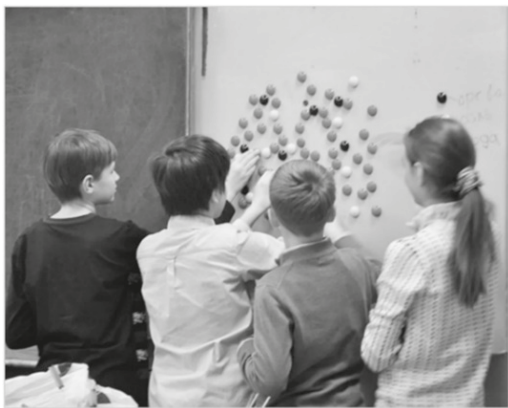
Рассмотрим, как выстроен путь формирования понятий концентрации веществ и осмоса, приводящих к пониманию функционирования границы тела живого существа, на примере фрагмента учебного курса «Новая биология» (6–9), включающего в методику развития исходных понятий учеников не только общеклассные дискуссии, учебное моделирование, формирующее оценивание, но и систематическую работу с разнообразными цифровыми ресурсами.

Эта система заданий была разработана для учеников, изучающих биологию, но еще не знакомых с химией, школьников 5–6 классов. Понятие концентрации веществ оказалось необходимо для следующего шага в понимании биологии, а именно, анализа противоречивых свойств границы тела живого существа.

Эта граница должна пропускать вещества, чтобы живое существо не задохнулось или не лопнуло от избытка воды во внутренней среде, а также питалось, получая извне органические вещества. Но, с другой стороны, граница должна препятствовать проникновению ненужных веществ внутрь тела и защищать внутреннюю среду

(например, от высыхания). Таковы исходные представления учеников в этой точке учебного курса. Понятно, что они уже не полностью житейские и наивные, но отчасти преобразованы предыдущим обучением (в частности, у учеников есть представления о хаотическом движении и сравнительных размерах молекул, об органических и неорганических веществах в теле живого существа). На уроке постановки учебной задачи учитель помогает ученикам осознать и заострить действительное предметное противоречие.

Разрешение этого противоречия кроется в обнаружении разных возможных типов границ, в частности **полупроницаемой границы**, разделяющей среды, и последующей **конкретизации полупроницаемости** границы в **избирательную проницаемость** биологических мембран. Понятие полупроницаемости границы может быть выстроено в собственных действиях учеников (опыты с марлей, полиэтиленом и целлофаном, как с разными типами границ) [6]. Совместный анализ этих опытов в классе с помощью рисуночных схем и моделирования с помощью магнитов на магнитной доске (см. рис. 1) позволяет детям выдвинуть обоснованную версию о размере молекул, которые могут или не могут пройти через разные границы (проницаемые, полупроницаемые, непроницаемые). Целлофан – полупроницаемая граница, он пропускает йод, но не пропускает крахмал. Ученики обнаруживают это по окрашиванию раствора с одной стороны границы и пытаются объяснить этот факт.



*Рис. 1. Анализ опытов в классе путем моделирования на магнитной доске.*

К понятию **избирательной** проницаемости ученики приходят позже, обнаруживая разное поведение границы в опытах с сырой

(живой) и вареной морковью (осмотические явления), а также работа в виртуальной лаборатории «Типы границ», созданной специально для курса «Новая биология» (рис. 2). Избирательная проницаемость отличается от полупроницаемости тем, что граница «сортирует» вещества не пор размером молекул, а по каким-то другим признакам.



*Рис. 2. Развитие понятий границы тела и осмоса в курсе «Новая биология» от исходных представлений учеников через их последовательное преобразование путем решения учебных задач и учебных проб. Место обсуждаемого здесь фрагмента обучения помечено кружком.*

Чтобы понять, в чем состоит специфическая роль цифрового ресурса в развитии понятий о границе тела, рассмотрим сначала последовательность заданий виртуальной лаборатории «Типы границ» (<https://urok.1c.ru/library/biology/>).

В связи с тем, что в курсе биологии фактически осуществляется проредевка химии, в этой системе цифровых заданий было важно выстроить именно **понимание** осмотических явлений в ситуации избирательной проницаемости мембран живых клеток, а не дать словесное определение того, что такое «концентрация», «осмос» и, тем более «граница тела». Формирование понятий концентрации и осмоса в этом случае даже не завершается введением термина «концентрация», который появится позднее на уроках химии, и термина «осмос», который возникнет на следующих этапах развития понятия в курсе биологии (модуль 3).

На рисунке 3 представлена исходная ситуация первого задания. На рабочем поле расположены два сосуда, разделенные границей,

частично заполненные смесями разной окрасненности (бело-розово-красная жидкость). В квадратах-выносках, расположенных под сосудами, движутся молекулы. Можно наблюдать, как они проходят через границу между сосудами, или отскакивают от нее обратно. Также под сосудами расположены круговые диаграммы, показывающие соотношение веществ в каждом сосуде. Однако, подавляющее большинство пользователей не обращает внимания на то, что расположено ниже сосудов, работая лишь с окрасненностью и объемом.

Интуитивно понятно, что степень окрасненности жидкости в сосуде зависит от соотношения белого и красного веществ, которые можно «доливать» в левый сосуд, «нажимая» на бачки сверху. Однако в задании требуется уравнять **объемы** растворов слева и справа. Точечная апробация задания показала, что не только дети, но даже многие взрослые в этой ситуации начинают работать не только с объемом, но и с окрасненностью (или только с окрасненностью). Доливая определенную жидкость в левый сосуд, они пытаются целенаправленно менять сразу оба параметра. Это не позволяет им выполнить задание верно и перейти к тестовым вопросам. Зачем нужно такое задание? Для того, чтобы учащийся различил, разделил в своем сознании объем и окрасненность, как **разные** признаки. Обновляя экран, он получает другой вариант исходного соотношения растворов, но задача остается прежней. Только справившись с первым заданием, учащийся закрепляет достигнутое понимание, осознавая сделанное различие объема и окрасненности, отвечает на тестовые вопросы, и получает возможность перейти ко второму заданию.

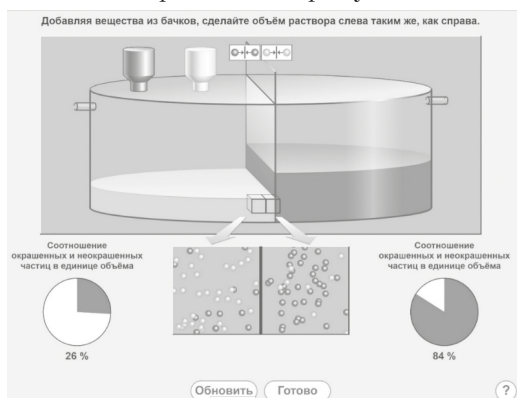


Рис. 3. Вид рабочего стола при выполнении первого задания. Окрасненность жидкости зависит от соотношения красного и белого веществ. Это соотношение, а также объем жидкости, меняются при доливании в левый сосуд той или иной жидкости из бачков, расположенных выше.

Дальнейшие этапы развития понятий в заданиях 1–6 виртуальной лаборатории представлены в таблице 1. Выполняя каждое задание по порядку, ученик делает шаг в развитии понятий. Это не всегда происходит легко, зачастую ученик совершает множество пробных и результативных действий. Тем более, что задание 6 принципиально невыполнимо, и переход к тестовым вопросам затруднен.

Таблица 1

## Шаги в развитии понятия концентрации

№ зад.	В задании требуется	Шаг в развитии понятия
1	Уравнять объёмы жидкостей (рис. 3).	Различение объёма и окрашенности. <b>Ориентировка на объём и окрашенность</b> как разные и независимые свойства.
2	Уравнять жидкости по окрашенности. Задание выполнимо в пределах заданного объема сосуда.	
3	Уравнять жидкости по окрашенности. Задание не выполнимо в пределах заданного объема сосуда, но жидкость выливается из сосуда при каждом следующем доливании и раствор становится менее концентрированным, что окончательно «отвязывает» изменение окрашенности от изменения объёма)	
4	Уравнять жидкости по «солёности». Растворы одинаково бесцветны, и пользователь теперь не может ориентироваться на цвет жидкости при выполнении задания, как он мог делать это в заданиях 1–3. Он может ориентироваться только по диаграммам, показывающим процентное соотношение соли в растворе (рис. 4).	Переход от непосредственной ориентировки на внешний вид к <b>ориентировке на соотношение</b> в виде диаграммы и процентных долей.
5	Уравнять объем, сохраняя неизменной окрашенность.	Понимание того, что <b>соотношение</b> веществ одинаково <b>в каждой единице</b> объема
6	Изменить (увеличить/уменьшить) окрашенность раствора в одном сосуде по сравнению с другим. При этом граница между бачками меняет свойство: она становится проницаемой и для белых, и для красных частиц. Поскольку граница проницаема, то задание изменить соотношение веществ слева и справа становится невыполнимым (рис. 5).	Понимание, что <b>граница может быть разной</b> (что указано на схеме над ней и видно на движущейся модели в квадратах под бачками) и от этого зависит движение молекул через границу. Понимание того, как <b>работа границы меняет соотношение</b> веществ во внутренней и внешней среде организма.

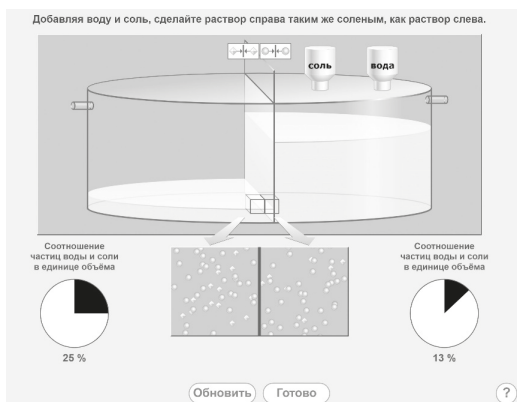


Рис. 4. Вид рабочего стола при выполнении четвертого задания. Соленость раствора нельзя «увидеть» по цвету раствора и по анимированной схеме с движущимися молекулами. Поэтому пользователь вынужден обратить внимание на диаграммы.



Рис. 5. Вид рабочего стола при выполнении шестого задания. Задание невыполнимо, поскольку граница проницаема для частиц как одного, так и другого вида. Так же, как в предыдущих заданиях, это можно видеть на схеме над границей сосудов и анимированной схеме. Однако, пользователь многократно и безуспешно пытается долить в левый сосуд жидкости из бачков.

Каждое задание завершается тестовыми вопросами, с помощью которых достигнутое понимание оформляется словесно, поскольку формулировки вопросов содержат описания действий пользователя.

Последнее, седьмое, задание знаменует переход к биологической части этой лаборатории – исследованию полупроницаемой границы



живого существа в форме работы с анимированной моделью, позволяющей наблюдать осмотические явления в зависимости от того, как пользователь меняет соотношение веществ во внешней среде «живого существа» (рис. 6). Это можно сделать, передвинув движок на соответствующей диаграмме. Соотношение веществ во внутренней среде пользователь менять не может. Это изменение происходит само собой, в соответствии с тем, как ведет себя избирательно проницаемая граница на модели. В соответствии с этим меняется форма тела живого существа: оно «надувается и лопаается» или «сдувается и сморщивается». Таким образом, модель в общем виде схватывает существенные свойства границы тела живого существа, позволяя провести самостоятельные исследования ее свойств.

Подобный реальный опыт в традиционной программе проводится при изучении растительных клеток (лабораторная работа «Плазмолиз и деплазмолиз в клетках кожицы лука»). Однако в традиционной программе этот опыт, даже если его выполняют ученики, а не демонстрирует учитель, лишь служит иллюстрацией к объяснению осмотических явлений для конкретного случая и не укладывается «в головы» учеников как общий принцип работы живого организма.

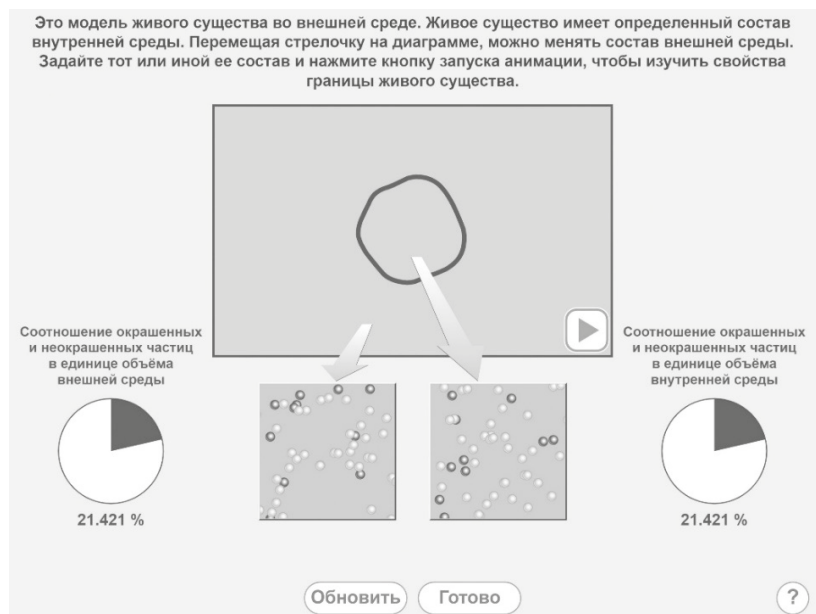


Рис. 6. Вид рабочего стола при выполнении седьмого задания.

Модельное исследование осуществляется, как правило, в классе, а не в индивидуальной работе, и сопровождается саморазворачивающейся дискуссией о том, как его проводить, что и как менять, что происходит с живым существом и пр. Например, ученики решают изменить соотношение соли и воды во внешней среде так, чтобы она стала солонее внутренней. Они перетаскивают движок на диаграмме и меняют это соотношение, а затем запускают эксперимент, наблюдая что происходит с виртуальным «живым существом». Они рассматривают разные случаи. Им удастся сохранить «жизнь» виртуальному существу, если они примерно уравнивают соотношение воды и соли снаружи и внутри.

Вывод о том, что граница живого существа полупроницаема, ученики делают самостоятельно, основываясь на достигнутом понимании концентрации веществ во внутренней и внешней средах организма. Иногда для этого требуется не один раз вернуться к пробным действиям, обращая каждый раз внимание на разное: сначала – на события, происходящие с живым существом в разных средах, потом – на изменение состава внутренней среды в зависимости от изменения внешней, и, наконец, на свойства границы, которая избирательно пропускает одни молекулы и не пропускает другие.

Таким образом, переходы от задания к заданию целенаправленно меняют ориентировку пользователя, выстраивая логику развития понятия. Изменение ориентиров происходит в собственных пробно-поисковых действиях ученика. Каждое последующее задание оказывается невыполнимым без обнаружения новых ориентиров действия. Предварительный логико-предметный анализ и возможности цифровой среды определяют структуру и последовательность заданий виртуальной лаборатории.

### **Обсуждение**

Рассматриваемый цифровой ресурс (виртуальная лаборатория) является составной частью целостного процесса обучения, направленного на развитие понятия границы тела, являющегося необходимым шагом в становлении биологического понятия осмоса и многих других биологических понятий

На рис. 7 схематично отображен фрагмент этого процесса, в котором присутствует урок постановки учебной задачи, где разнообразными средствами заостряется и, в конечном счете, формулируется учениками основное противоречие границы. Решение этой учебной задачи происходит как в практическом исследовании разных типов границ (опыты с марлей, полиэтиленом и целлофаном, которые про-

водят ученики, работая в парах; опытов с кубиками моркови, погружаемой в разные среды), так и в выполнении заданий виртуальной лаборатории. Эта работа в обязательном порядке перемежается общеклассными дискуссиями, в которых происходит связывание разнообразных действий учеников в единую, осмысленную картину. Задачей учителя остается акцентировать результаты этих действий, организовать систематические переходы между разными модельными формами и реальностью, помочь в поиске слов-формулировок.

Виртуальная лаборатория поддерживает процесс развития понятий. Её особенная роль определяется тем, что

- 1) основания пропедевтики химических понятий, необходимых для развития понятий биологических, ученики обнаруживают практически параллельно с движением в курсе биологии (задания 1–6 виртуальной лаборатории могут выполняться вне класса – в кабинете информатики или дома);
- 2) в ней заданы разнообразные модельные среды (сосуды с бачками; подвижные диаграммы, анимированные модели), которые позволяют целенаправленно и последовательно корректировать ориентировку ученика, а также разнообразить спектр знаково-символических модельных средств, что является важным условием учебного моделирования [1; 2; 7];
- 3) она позволяет осуществить модельный эксперимент с виртуальным объектом (задание 7), который по разным причинам в этой точке обучения невозможен с настоящим объектом; модельный объект, кроме того, отличается от реального акцентированными свойствами и скоростью процессов, соразмерной действиям пользователя;
- 4) сами задания и возможности, предоставляемые цифровой средой, ограничивают действия ученика, но не жестко, а рамочно. Действия пользователя становятся пробными, самостоятельными, но дорога, по которой он идёт, представляет собой не прямую линию и не бескрайнее поле, а широкий коридор. Поэтому цифровой ресурс порождает у подростка ощущение отсутствия контролирующего и/или помогающего взрослого и наличия полной свободы действий. Отсюда происходит самостоятельность детских открытий, придающая им бóльшую осмысленность и амплифицирующая запоминание их результатов;
- 5) двухфазный характер каждого задания лаборатории (решение задачи и последующий тестовый блок) позволяет сначала организовать понятийное продвижение, поиск решения, а затем привести его к словесно оформленному выражению, в целях лучшего осознания учеником происходящего.

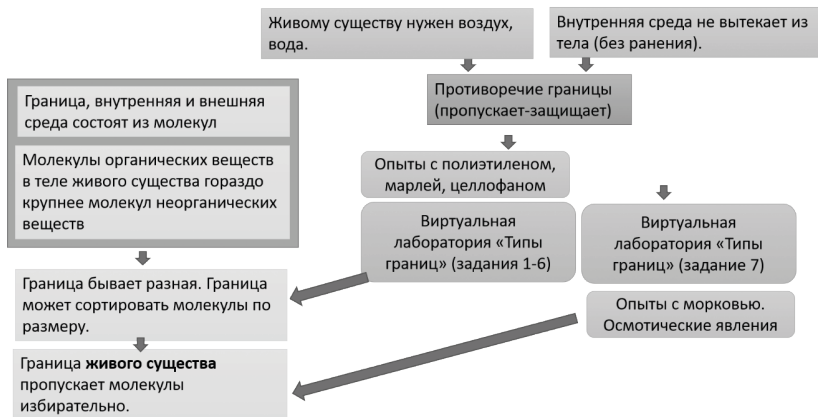


Рис. 7. Ход решения учебной задачи. Вверху показаны исходные представления учеников. На тёмной плашке – противоречие, которое должно быть разрешено. Слева на плашках показана последовательность изменения понятия о границе тела в ходе решения учебной задачи.

Окончательный смысл детским действиям и связывание виртуальной действительности с реальностью происходит в общеклассной дискуссии под руководством учителя, акцентирующего те или иные действия учеников и организующего учебное моделирование.

Нельзя не согласиться с тем, что «качество цифровой модельной среды определяется в первую очередь результатами **логико-предметного анализа**, проведенного разработчиками» [1, с. 103], а также с тем, что понятийные ориентиры «должны раскрываться лишь в процессе анализа оснований выполнения операций и использования различных средств анализа ситуации» [1, с. 110].

Однако, следует также подчеркнуть важность **логико-психологического анализа**, который позволяет соразмерить логику развития и содержание научного понятия с возможными путями преобразования житейских (или других исходных) понятий людей определенного возраста и ситуации обучения. Так, в частности, понятие границы тела живого существа, как таковое, отсутствует в науке биологии, но в учебном предмете оно имеет право на существование и становится необходимым шагом в преобразовании житейских представлений учеников пятого-шестого года обучения (5–6 класс) в научные понятия клеточной мембраны и осмоса.

#### Литература

1. *Высоцкая Е.В., Янишевская М.А., Лобанова. А.Д.* Цифровая поддержка формирования понятий мультипликативного строения //

- Сборник материалов III съезда тренеров-технологов деятельности образовательных практик. 2021. с. 102–111.
2. *Давыдов В.В.* Теория развивающего обучения. М.: ИНТОР, 1998. 544 с.
  3. *Зайцева В.Е., Красных О.А., Чудинова Е.В.* Десять утверждений (тест на биологическую осведомлённость) // Биология. 1 сентября. 2010. № 21. С. 18–25.
  4. *Исаев Е.И., Марголис А.А., Сафронова М.А.* Методика развития исходных математических и естественно-научных представлений обучающихся до научных понятий в начальной школе // Психологическая наука и образование. 2021. Том 26. № 6. С. 25–45. doi:10.17759/pse.2021260602
  5. *Ромашук А.Н.* Переход от житейского к научному при обучении: использование категории «снятия» в подходе Л.С. Выготского [Электронный ресурс] // <https://author-club.org/projects/seminar/pages/romashchuk/> (дата обращения: 30.08.2022).
  6. Учебный курс «Новая биология» [Электронный ресурс]. URL: <http://m-bio.club/> (дата обращения: 30.08.2022).
  7. *Чудинова Е.В., Зайцева В.Е.* «Трудное дыхание»: к вопросу о преодолении натурального в культурном // Культурно-историческая психология. 2022. Том 18. № 1. С. 60–68. doi:10.17759/chr.2022180106
  8. *Чудинова Е.В.* «Новая биология» и ее образовательные результаты // Психологическая наука и образование. 2019. Том 24. № 3. С. 63–73. doi:10.17759/pse.2019240306

### **Информация об авторах**

*Чудинова Елена Васильевна*, кандидат психологических наук, ведущий научный сотрудник Психологического института РАО им. Л.В.Щукиной (ФГБНУ «ПИ РАО»), Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3923-781X>, e-mail: [chudinova\\_e@mail.ru](mailto:chudinova_e@mail.ru)

## Developing students' concepts in the Digital Laboratory

**Elena V. Chudinova**

PIRAO, Moscow, Russia,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3923-781X>

e-mail: chudinova\_e@mail.ru.

The problem of transforming students' everyday concepts into scientific concepts remains acute. Logical-subject and logical-psychological analysis of subject content allows courses to be built in the logic of concept development. This is realized in the courses of D.B. Elkonin and V.V. Davydov's educational system. Digital resources, such as virtual laboratories, can be built according to this logic and support students' progression. Here the example of virtual lab «Types of Boundaries», embedded in the 'New Biology' course, shows a special place and specific possibilities of a digital resource in the collaborative and distributed learning activities of 11–12 year old pupils. The most important of these features, in terms of providing a process of concept development, include the framework nature of restricting the user's independent actions and the nature of the model object which is investigated. A model object differs from a real object by its emphasized essential properties, the absence of redundant properties inherent in a natural object, and the speed of processes commensurating with the user's actions. The importance of not only logical-object but also logical-psychological analysis is also emphasized. Preceding the development of the virtual laboratory scenario, logical-psychological analysis matches the logic of development and content of a scientific concept with possible ways of transformation of everyday (or other initial) concepts of students of a particular age and learning situation.

**Keywords:** everyday concept, scientific concept, learning and development, virtual laboratory, learning task, learning trials of model / concept, substance concentration, osmosis.

### For citation:

Ivanov V.N., Petrov V.N. Features of Child Development in the Digital Sphere // *Digital Humanities and Technology in Education (DHTE 2022): Collection of Articles of the III All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation. November 17–18, 2022 / V.V. Rubtsov, M.G. Sorokova, N.P. Radchikova (Eds). Moscow: Publishing house MSUPE, 2022. 555–569 p. (In Russ., abstr. in Engl.)*.

### References

1. Vysotskaya E.V., Yanishevskaya M.A., Lobanova A.D. Tsifrovaya podderzhka formirovaniya ponyatii mul'tiplikativnogo stroeniya [Digital support for the formation of multiplicative structure concepts]. *Sbornik materialov III s'ezda trenerov-tekhnologov deya-*

- tel'nostnykh obrazovatel'nykh praktik* [Proceedings of the III Congress of Activity-Based Educational Practices Trainers]. 2021, pp. 102–111. (In Russ.).
2. Davydov V.V. Teoriya razvivayushchego obucheniya [Developmental learning theory]. Moscow: publ. INTOR, 1998. 544 p. (In Russ.).
  3. Zaitseva V.E., Krasnykh O.A., Chudinova E.V. Desyat' utverzhenii (test na biologicheskuyu osvedomlennost') [Ten statements (biological awareness test)]. *Biologiya. 1 sentyabrya = Biology. 1 September*. 2010, no. 21, pp. 18–25. (In Russ.).
  4. Isaev E.I., Margolis A.A., Safronova M.A. Metodika razvitiya iskhodnykh matematicheskikh i estestvenno-nauchnykh predstavlenii obuchayushchikhsya do nauchnykh ponyatii v nachal'noi shkole [Methodology for developing students' basic mathematical and natural science concepts in primary school]. *Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie = Psychological science and education*, 2021, vol. 26, no. 6, pp. 25–45. doi:10.17759/pse.2021260602 (In Russ.; abstr. in Engl.).
  5. Romashchuk A.N. Perekhod ot zhiteiskogo k nauchnomu pri obuchanii: ispol'zovanie kategorii «snyatiya» v podkhode L.S. Vygotskogo [Elektronnyi resurs] [Moving from the mundane to the scientific in learning: using the category of “withdrawal” in L.S. Vygotsky's approach]. Available at: <https://author-club.org/projects/seminar/pages/romashchuk/> (Accessed 30.08.2022). (In Russ.).
  6. Uchebnyi kurs «Novaya biologiya» [Elektronnyi resurs] [Learning course “New Biology”]. Available at: <http://m-bio.club/> (Accessed 30.08.2022) (In Russ.).
  7. Chudinova E.V., Zaitseva V.E. «Trudnoe dykhanie»: k voprosu o preodolenii natural'nogo v kul'turnom [“Hard Breathing”: Towards overcoming the natural in the cultural]. *Kul'turno-istoricheskaya psikhologiya = Cultural-historical psychology*, 2022, vol. 18, no. 1, pp. 60–68. doi:10.17759/chp.2022180106
  8. Chudinova E.V. «Novaya biologiya» i ee obrazovatel'nye rezul'taty [“The New Biology” and its educational outcomes]. *Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie = Psychological science and education*, 2019, vol. 24, no. 3, pp. 63–73. doi:10.17759/pse.2019240306 (In Russ.; abstr. in Engl.).

### **Information about the authors**

*Elena V. Chudinova*, Ph.D. in Psychology, Leading Researcher, PIRAO, Moscow, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3923-781X>, E-mail: [chudinova\\_e@mail.ru](mailto:chudinova_e@mail.ru).