

Инициативная опора школьников на схемы в самостоятельном решении задач

Чудинова Е.В.

ФГБНУ «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

Представлены материалы исследования проблемы конструирования (реконструирования) модельных опор школьниками в ситуации отсутствия внешних требований к моделированию. Обращается внимание на то, что моделирование считается сегодня ключевым процессом в обучении и учении. Однако процесс перехода от участия в учебном моделировании в совместной деятельности класса к использованию учеником модели в качестве средства собственного действия недостаточно изучен. Процесс исследования был направлен на то, чтобы обнаружить и качественно описать явления конструирования (реконструирования) модельных опор школьниками в ситуации отсутствия внешних требований к моделированию. Описано инициативное использование черновика в решении двух задач из двадцати 508 школьниками 3—10 классов одной школы и шестиклассниками из трех школ, обучающимися по разным программам. Анализ содержания детских черновиков позволил автору высказать гипотезу о том, что эффективное построение опор для решения задачи основывается на преобразовании и индивидуализации знаково-символической формы усвоенной ранее модели. Утверждается, что инициативность в использовании черновика для построения опор в решении задачи в значительной степени определяется характером обучения.

Ключевые слова: учебная задача, моделирование, черновик, учебная проба.

Благодарности. Автор благодарит за помощь в сборе данных для исследования В.Е. Адашева, Т.Н. Виноградову, М.Ю. Евтихову, В.Е. Зайцеву, Д.В. Кохановича, Д.И. Минкина, Т.В. Рубченко, А.Д. Фишер.

Для цитаты: Чудинова Е.В. Инициативная опора школьников на схемы в самостоятельном решении задач // Психологическая наука и образование. 2021. Том 26. № 2. С. 66—77. DOI: <https://doi.org/10.17759/pse.2021260206>

How Students Construct Scaffolds by Using Drafts for Solving Tasks

Elena V. Chudinova

Psychological Institute of the Russian Academy of Education,
Moscow, Russia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3923-781X>, e-mail: chudinova_e@mail.ru

Modeling is considered a key process in teaching and learning today. However, the transition from collective educational modeling to the use of the model as an individual tool is not investigated enough yet. The purpose of this study is to discover and qualitatively describe the phenomena of construction (reconstruction) of own instruments by schoolchildren in a situation where there are no external requirements for modeling. The article describes the proactive use of a draft in solving two math problems by 508 schoolchildren from twenty 3—10 grades of one school and 160 schoolchildren from three other schools using different programs. Analysis of the content of children's drafts shows that the effective solving a problem is possible if students use the model they previously have studied and also transform and individualize the sign-symbolic form of this model (thus "translating" the model to "their own language"). The initiative in using a draft is largely determined by the way of previous learning.

Keywords: learning task, modeling, draft, trial action.

Acknowledgements. The author is grateful for assistance in data collection V. Adashev, T. Vinogradova, M. Yevtichova, V. Zaytseva, D. Kokhanovich, D. Minkin, T. Rubchenko, A. Fischer.

For citation: Chudinova E.V. How Students Construct Scaffolds by Using Drafts for Solving Tasks. *Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie = Psychological Science and Education*, 2021. Vol. 26, no. 2, pp. 66—77. DOI: <https://doi.org/10.17759/pse.2021260206> (In Russ.).

Введение

Вопросы моделирования в практике и теории обучения были подняты немногим более полувека назад в трудах отечественных психологов образования, а затем и в мировом психолого-педагогическом сообществе, и сегодня моделирование считается ключевым процессом в учении и обучении [2; 3; 8; 13; 16]. В настоящее время еще продолжает существовать точка зрения на учебное моделирование лишь как на действие учителя, позволяющее представить изучаемое содержание для учеников так, чтобы они не искали способ решения задачи путем проб и ошибок [20; 21]. Но все больше практиков и исследователей говорят о том, что эффективность обучения растет, если детям предоставляется

возможность моделировать самостоятельно [1; 4; 7; 15; 16; 18; 19; 22].

Современные зарубежные исследователи и практики видят смысл учебного моделирования в начальной и основной школе преимущественно в приобщении детей к практике научного моделирования и тем самым развитию у них понятийного мышления. Обсуждается проблема соответствия научных и детских моделей, вопросы взаимодействия учителя с детьми для преобразования детских моделей и организации детского сообщества, занимающегося совместным исследованием [16; 19; 22].

В концепции учебной деятельности Д.Б. Эльконина и В.В. Давыдова действие моделирования является центральным. Благодаря моделированию становится возможным

выделение существенных отношений изучаемой школьниками предметной области [3; 4]. При этом многолетние исследования проблемы учебного моделирования в рамках этой концепции свидетельствуют о том, что учебная модель не является копией или упрощенным вариантом исследовательской модели, существующей в некоторой предметной области науки: она специально создается коллективом разработчиков для решения задач обучения и развития детей. С другой стороны, учебная модель не является индивидуально-неповторимым порождением детского ума [5] — она является, по замыслу разработчиков, некоторым культурным средством, которое должно быть в конечном счете присвоено ребенком [3; 4].

Прослеживая «жизнь» учебной модели, можно выделить первый этап — этап ее разработки, или логико-предметный анализ: поиски ключевого отношения данной предметности и той знаковой (модельной) формы, в которой оно может быть фиксировано, сопровождающиеся пробами преобразования и испытания пригодности знаковой формы для ее функционирования в качестве учебной модели (логико-психологический анализ) [3; 10 и др.]. Особо следует отметить чрезвычайную важность характера знаково-символического представления и его своеобразия для каждой конкретной предметной области.

Вторая жизнь учебной модели начинается, когда она заново рождается группой (классом) совместно решающих учебные задачи учеников. Постановка учебной задачи и организация ее решения классом является задачей учителя, мастерство которого состоит в том, чтобы, зная все итоговые необходимости, дать ученикам возможность выстроить модель максимально самостоятельно. Учебная модель на этом этапе выступает для класса/группы учеников предметом построения, преобразования, испытания. Благодаря моделированию удерживаются и становятся предметом обсуждения важнейшие отношения предметной области, в модели фиксируется способ действия большого класса задач, модель обеспечивает понимание учениками учебных и других текстов в данной предметной области. Эти процессы довольно подро-

но рассмотрены и изучены в ряде работ [1; 3; 4; 7; 12; 14 и др.].

Значительно менее изученным является следующий этап «жизни» учебной модели. Переходя к другой предметной линии, ученики занимаются строительством иных моделей. Наступает время, когда прежняя, выстроенная классом для решения некоторых задач модель редко используется в учебной деятельности класса, но продолжает существовать в каком-то виде «в головах» учеников. Последователями Д.Б. Эльконина и В.В. Давыдова высказываются предположения о том, что для ученика переход от участия в построении, преобразовании и применении модели в совместной деятельности класса к ее использованию в качестве средства **собственного** действия не прост. Он связан с перефункционализацией модели (Б.Д. Эльконин), обнаружением ее в качестве ресурса своего действия в учебных пробах (Е.В. Чудинова), построением функционального поля (П.Г. Нежнов) [6; 11; 14; 15].

Описанное ниже исследование было предпринято для того, чтобы обнаружить следы существования учебной модели в «головах» учеников и оценить, насколько ученики склонны прибегать к моделированию в ситуации решения задачи, когда, с одной стороны, отсутствует внешнее требование действовать некоторым определенным образом, но с другой — сама задача «требует» моделирования. При подборе задач важно было, чтобы они не могли быть отнесены учениками к какому-либо типу, чтобы исключить формальный перенос знакомой схемы решения. Таким образом предполагалось достичь цели данного исследования: обнаружить и качественно описать явления самостоятельного и инициативного конструирования (реконструирования) модельных опор школьниками в ситуации отсутствия внешних требований к моделированию. Описание динамики инициативности и самостоятельности школьников в решении задач, на которых «не написан» способ их решения, важен не только с точки зрения развития теории учебной деятельности, но и в аспекте достижения практической цели современного образования — повышения уровня функциональной грамотности школьников.

Особенности формирования выборки и метод

В предварительном исследовании приняли участие 160 шестиклассников из трех московских школ, обучавшихся по разным программам (традиционное обучение; гимназические классы с учениками, поступившими в 5 класс по конкурсу из разных школ; система Д.Б. Эльконина—В.В. Давыдова). Однако это не позволило увидеть картину возрастной динамики. Поэтому в основной части исследования приняли участие 508 учеников из 20 классов одной из московских школ (с 3 по 10 классы). Ученики третьих и четвертых классов этой школы обучались по системе Д.Б. Эльконина—В.В. Давыдова. Ученики 5—10 классов поступали в 5-ые классы из разных московских школ, то есть обучались до этого по разным программам.

Поскольку начиная с пятого класса в школе формировались разноуровневые классы, то обследование проводилось в двух разных по уровню классах параллели, чтобы увидеть весь диапазон возможных детских решений. Это обстоятельство, как и «добор» в пятые классы учеников из других школ, препятствовало проведению строгого количественного анализа данных, однако не мешало описанию предварительных наблюдений и проведению их качественного анализа.

Ученикам предлагалось решить по две задачи в текстовом формате (в двух вариантах)¹ в ходе урока не по предмету «математика». Обе задачи могли быть решены с использованием одной из первых и наиболее простых моделей, возникающих в учении, — модели числовой оси/числового луча, которая строит-

ся и начинает использоваться в первом классе. В ходе обучения по системе Д.Б. Эльконина—В.В. Давыдова модель числовой прямой последовательно строится классом под руководством учителя. Числовая прямая олицетворяет процесс измерения, фиксируя бесконечное «укладывание» мерки. В большинстве других программ начальной школы вводится близкое понятие числового луча.

На решение двух задач ученикам всех классов отводилось 10 минут. Это время вполне достаточно и зачастую избыточно для детей, многие из которых не склонны к тщательной работе и довольствуются первой мыслью, пришедшей в голову. Под текстом каждой задачи была заготовка для ответа, а рядом с ней свободное поле, на котором было написано «Место для черновика». Именно характер инициативного использования места для черновика в соотношении с правильностью решения задачи был предметом рассмотрения и анализа.

Проводящему работу была дана инструкция не произносить никаких дополнительных пояснений или указаний. В случае возникновения у ребенка вопроса о том, зачем на листе есть «Место для черновика», требовалось максимально нейтрально ответить: «Если тебе для решения нужно что-то нарисовать или написать, то это можно сделать здесь».

Эти задачи в определенных отношениях сходны. Обе характеризуются тем, что требуют для своего решения ясного представления ситуации, которое не складывается без моделирования во внешнем или во внутреннем плане. Обе задачи могут быть решены с опорой на модель числовой оси (числового

Задача № 1² (про лифт)

Место для черновика

Вы находитесь на первом этаже дома с лифтом без лестницы. В лифте только две кнопки.

Нажав на первую, можно проехать три этажа вверх. Нажав на вторую, спуститься вниз на четыре этажа. Как подняться на второй этаж?

Ответ:

нажать _____ раз на _____

нажать _____ раз на _____

¹ В предварительном исследовании ученики решали одну задачу.

² Идея задачи предложена Н.Л. Табачниковой.

Задача № 2 (про шкалы)

Место для черновика

Измеряя температуру, мы пользуемся шкалой Цельсия, где 0 градусов — это температура таяния льда, а 100 градусов — температура кипения воды. На шкале Реомюра 0 градусов — это температура таяния льда, а температура кипения воды — 80 градусов.

Самая высокая температура воздуха на Земле зафиксирована в Северной Америке в Долине Смерти. Она составила 56 градусов Цельсия. Что показал бы термометр со шкалой Реомюра? Запишите с точностью до десятка.

Ответ: выше _____, но ниже _____ градусов.

луча), хотя этот способ решения не является единственным.

Анализ детских работ предполагал ответы на следующие вопросы:

- Используют ли ученики черновик для построения опор собственного действия?
- Какими знаково-символическими формами они пользуются?
- Какие попытки использования черновика можно квалифицировать как «самостоятельное построение модели»?
- Как соотносится использование черновика в целях решения задачи и успешность в ее решении?

Результаты

Предложенные задачи различаются, во-первых, тем, что задача про лифт выглядит проще и провоцирует более бытовое, житейское отношение к рассматриваемой ситуации, а задача про шкалы кажется более серьезной, научной. Может быть, именно это определяет среднюю решаемость задач: 31% правильных решений для первой и 40% для второй³, — хотя объективно задача про шкалы труднее, так как обе мерки в первой задаче даны, а во второй их можно только построить или вычислить.

Рассмотрим способы решения учениками разных классов задачи № 1 (про лифт).

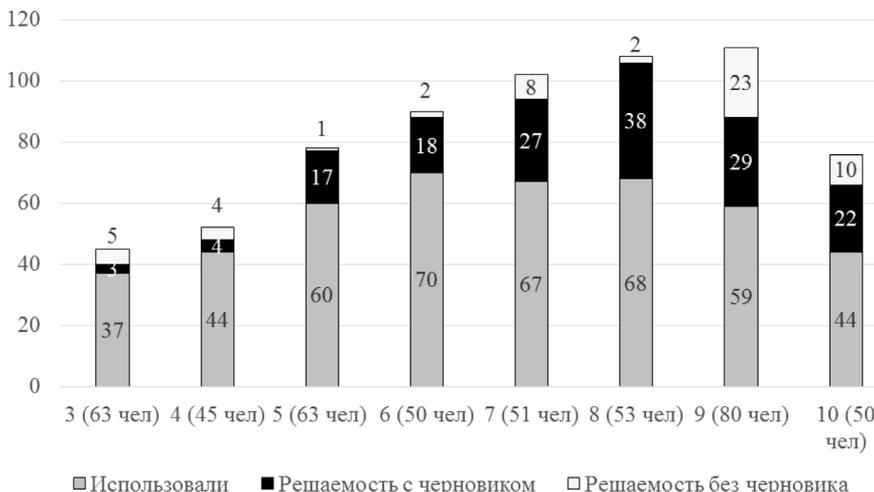


Рис. 1. Решение задачи № 1 (про лифт) учениками разных классов. По вертикальной оси — процент учеников, использовавших место для черновика; процент учеников, верно решивших задачу с использованием места для черновика; процент учеников, верно решивших задачу без использования места для черновика

³ Среднее по всем 508 ученикам.

По диаграмме видно, что количество учеников, пытающихся построить для себя какую-то опору и использовать ее для решения, возрастает от начальной к основной школе, но, начиная с пятого класса и до девятого, остается на уровне 60—70%. В девятом и особенно в десятом классе это количество уменьшается до 44%. По некоторым работам видно, что многие ученики старших классов считают использование черновика для решения такой простой задачи ниже своего достоинства: они стараются сделать минимальные записи и размещают их на полях работы, а не на специально выделенном месте, либо рисуют на месте для черновика не имеющее отношения к задаче изображение (см., например, рис. 2 и 3).

Использование черновика помогает найти верный ответ каждому десятому ученику начальной школы, примерно третьей части шестиклассников, более чем половине восьмиклассников. Таким образом, эффективность использования собственных построений существенно возрастает с годами. В 9—10 классах некоторые ученики начинают выполнять эти действия во внутреннем плане,

прибегая иногда к проговариванию шепотом или жестикуляции, что отмечали наблюдатели, проводящие работу. Не прибегли к построению внешних опор 23% успешно решивших задачу девятиклассников против 1—8% учеников младших классов.

Вспомогательные «черновые» действия зачастую неэффективны в случаях, когда выбираются неадекватные средства схематизации, например, место для черновика служит для записи последовательных рассуждений в «полутекстовой» форме (рис. 4) или в форме математических вычислений (рис. 5).

Такая схематизация на самом деле просто отображает и фиксирует результат действий, которые совершаются «в уме». И это не позволяет ученикам заметить, что первый этап в данном случае — это начало отсчета, ноль, а не единица на числовой оси. Иногда та же ошибка совершается в условиях, казалось бы, адекватной схематизации (см. рис. 6). Но изображенные стрелками «шаги» — этапы движения лифта — на самом деле оказываются разными, то есть мерка получается «резиновой»: первый подъем на 2 этажа, второй

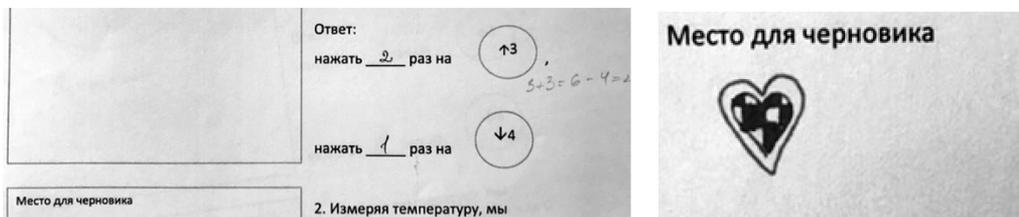


Рис. 2 и 3. Многие ученики старших классов стараются сделать минимальные записи и размещают их на полях работы, а не на специально выделенном месте, либо рисуют на месте для черновика не имеющее отношения к задаче изображение

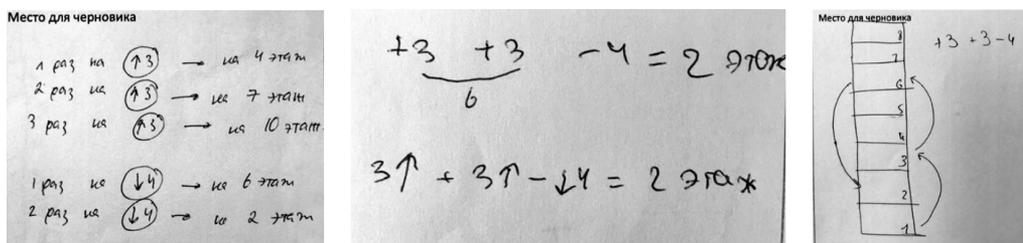


Рис. 4, 5, 6. Примеры неэффективной схематизации

подъем на 3 этажа. Это говорит о том, что решение задачи уже случилось «в уме» и на рисунке просто отображается то, что ребенку было очевидно до рисования. Иными словами, построение схемы не является в данном случае построением реальной опоры.

Умелость и тщательность рисования в данном случае не сказываются на эффективности построенной схемы. Вид «числовых прямых/лучей», построенных учениками, чрезвычайно разнообразен и никак не связан с годом обучения (см., например, рис. 7—10). Это говорит о том, что инициативное использование модели в качестве ресурса/средства

собственного действия предполагает ее глубокую переработку, индивидуализацию и интеграцию в какие-то собственные знаково-символические структуры.

В предварительном исследовании были задействованы шестые классы трех школ, что позволило увидеть качественные различия в работе учеников, обучающихся по разным программам (по два шестых класса из каждой школы, соответственно 56, 58 и 46 чел.). Эти различия видны совершенно явно (рис. 11), но для получения строгих статистически достоверных результатов следует провести повторное исследование на более обширной выборке.



Рис. 7, 8, 9, 10. Разнообразие схем, построенных учениками в качестве опоры

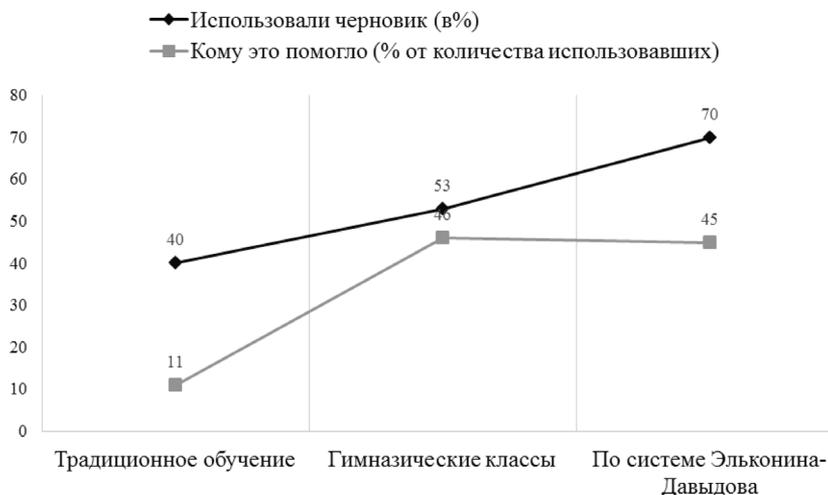


Рис. 11. Различия в работе учеников шестых классов, обучавшихся в разных школах:

школа 1 — традиционное обучение; школа 2 — гимназические классы с учениками, поступившими в 5 класс по конкурсу из разных школ; школа 3 — обучение по системе Д.Б. Эльконина—В.В. Давыдова

70% учеников шестых классов, обучающихся по системе Д.Б. Эльконина—В.В. Давыдова, пытаются рисовать схемы на месте для черновика, тогда как в традиционной школе таких попыток только 40%. Почти половине (45%) учеников, обучающихся по системе Д.Б. Эльконина—В.В. Давыдова, это помогает решить задачу верно, тогда как использование черновика учениками классов, работающих по другой программе, помогает примерно десятой части детей. Отобранные ученики-гимназисты занимают промежуточное положение по количеству использовавших черновик и делают это они столь же эффективно, как ученики классов по системе Эльконина—Давыдова (46%). Таким образом, инициативность в использовании черновика для построения опор в решении задачи почти в два раза выше, а эффективность его использования примерно в четыре-пять раз выше у учеников шестых классов, обучавшихся до этого времени по системе Д.Б. Эльконина—В.В. Давыдова. Они используют черновик столь же эффективно, как ученики, прошедшие по высокому конкурсу в гимназические классы.

Обратимся к анализу второй задачи (про шкалы). Она может быть решена наиболее простым способом через построение расположенных рядом двух числовых прямых/

лучей/отрезков с помощью разных мерок и непосредственное их соотнесение (см. пример такого решения на рис. 12). Единственная трудность такого решения — нужно быть аккуратным при разбиении одинаковых по величине отрезков на разное количество мерок. Важное условие решения — понимание самого способа деления отрезка на некоторое количество (4 или 5 примерно равных по длине частей). Ученики третьего и четвертого класса могут решить задачу именно так.

Для учеников пятых и более старших классов становятся доступны и другие способы решения: например, составлением уравнения, пропорции (см. рис. 13), которыми они начинают пользоваться. Эти способы постепенно к десятому классу полностью вытесняют «рисуночные» решения (рис. 14, 15). Лишь иногда можно наблюдать попытки рисования температурных шкал, предпринятые в основном для лучшего уяснения ситуации задачи, но сама задача решается при этом не более простым, рисуночным способом, а вычислительно-математическим.

Со сменой способов решения, evidentemente, связано повышение решаемости задачи. Характерный быстрый рост случаев эффективного использования черновика можно наблюдать от пятого к седьмому классу, далее оно остается в пределах 60—75%.

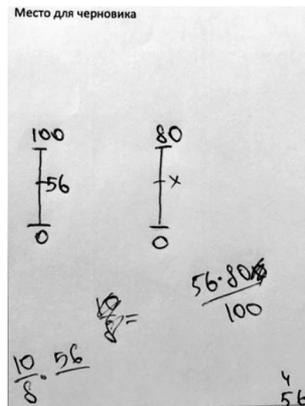
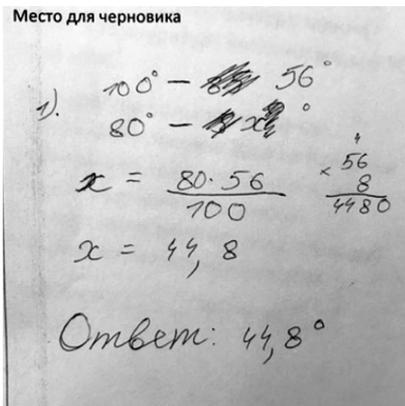
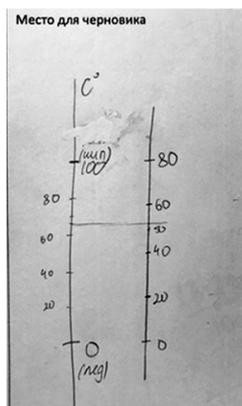


Рис. 12. Решение задачи про шкалы путем построения двух числовых прямых

Рис. 13. Решение задачи про шкалы составлением пропорции

Рис. 14. Изображение шкал выполняется для лучшего уяснения ситуации задачи, а решение достигается вычислением

Интересный эффект увеличения решаемости без черновика в размере 10—15% можно наблюдать примерно через год-два после освоения способа — от третьего-четвертого к пятому классу и от шестого к восьмому-девятому. Возможно, это свидетельствует о том, что освоение средства у некоторой части учеников завершается способностью использовать его, решая задачу во внутреннем плане. Очевидно, что для такого присвоения средства требуется продолжительное время.

Относительно высокий процент использования места для черновика и соответствующая более высокая решаемость задачи с использованием черновика у третьеклассников по сравнению с учениками четвертых классов может объясняться тем, что изучение темы «Измерение температуры» в курсе «Окружающий мир» происходило в конце второго года обучения, и этот материал был более «свежим» для третьеклассников.



Рис. 15. Соотношение разных типов решений в разных классах

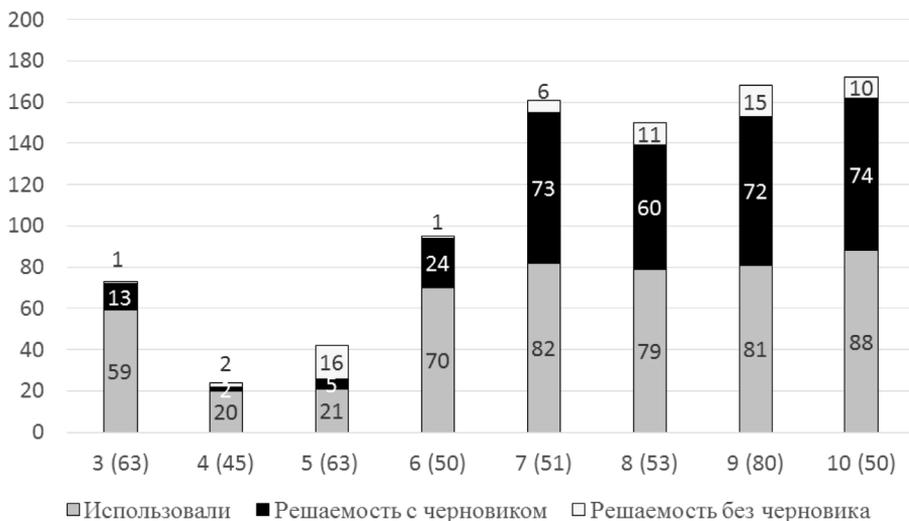


Рис. 16. Решение задачи № 2 (про шкалы) учениками разных классов.

По вертикальной оси — процент учеников, использовавших место для черновика; процент учеников, верно решивших задачу с использованием места для черновика; процент учеников, верно решивших задачу без использования места для черновика

Обсуждение

В практике современного образования вопрос о переносе приобретенного в школе знания в новые контексты является очень актуальным, особенно после обескураживающих результатов российских школьников в международном обследовании PISA. Доказано, что если задача квалифицируется учеником как относящаяся к какому-то «типу», то она значимо чаще решается «типичным, культурно-формальным» способом, однако если задача воспринимается как не относящаяся к какому-то типу, она значимо чаще решается способом подбора [9].

Проведенное исследование обнаруживает, что оказавшись один на один с новой задачей, не обусловленной прямым или контекстным указанием на способ ее решения, ученик не может решить ее с помощью формального переноса усвоенного средства/способа, но должен отыскать в себе то, что может послужить опорой, сконструировать (реконструировать/преобразовать) собственное средство и использовать выстроенные опоры для решения задачи. Повидимому, именно эти действия заменяют собой окончательное присвоение учебной модели.

Результаты исследования показывают, что только часть учеников в начальной школе начинает инициативно использовать место для черновика, пытаясь выстроить опоры для решения задачи, однако их число возрастает в 5—7 классах. Первоначально эти попытки недостаточно эффективны, но постепенно к 7—9 классу эффективность использования черновика повышается. Повидимому, склонность прибегать к черновику для построения модельных опор собственного действия во многом определяется характером школьного обучения, объемом и характером учебного моделирования, разворачиваемого на уроках.

Эффективное самостоятельное использование черновика предполагает конструирование/реконструирование некоторой знаково-символической формы (чертежа, схемы, формулы и т.п.), которую ученик строит, опираясь на модели, выстроенные в совместном учении. Важно, что это реконструирование носит глубоко индивидуализированный характер, что свидетельствует о переосмыслении и преобразовании модели, переработке ее знаково-символической формы, «переводе» ее на свой язык.

Не все попытки инициативного использования учеником черновика можно квалифицировать как самостоятельное построение модели. Незначительная часть учеников использует черновик для посторонних целей, некоторые школьники, пытаясь выстроить опоры для решения, находят неадекватные средства, другие пользуются предоставленным местом для того, чтобы яснее представить условия задачи, но решение осуществляют «в уме». Часть учеников так и не начинает пользоваться черновиком, а к десятому классу некоторые ученики начинают «стыдиться» своего обращения к черновику. При этом очевидно, что использование черновика для построения опор в решении задачи существенно повышает вероятность верного решения.

Задачей исследователей и педагогов-практиков становится отыскание условий и организационных форм, в которых инициативное использование учениками черновика для конструирования (реконструкции) модельных опор собственного действия происходит не случайно, а систематически.

Основные итоги исследования

Можно зафиксировать следующие выявленные тенденции в качестве обоснованных гипотез:

1. После перехода из начальной в основную школу (к 6—7 классу) существенно возрастает количество инициативных обращений учеников к черновику для построения собственных опор в ходе решения задачи.

2. Примерно к этому же времени резко возрастает эффективность этих действий: попытки конструирования (реконструирования) схем, чертежей, формул, используемых в качестве моделей, чаще заканчиваются успешным решением задачи, чем оказываются безрезультатными.

3. Инициативность в использовании черновика для построения опор в решении задачи существенно зависит от характера обучения.

4. Характер использования черновика позволяет в большинстве случаев реконструировать способ действий ученика при решении задачи. Верное решение в большинстве случаев основывается на успешной реконструкции знаково-символической формы: чертежа, формулы.

5. Реконструированные учениками средства-опоры чрезвычайно индивидуализиро-

ваны, они не являются кальками тех схем, которые строились в классе. То есть, решая задачу, которую ученики не могут отнести к какому-либо классу, они строят собственные опоры, в чертах которых угадываются построенные ранее в классе модели. Видимо,

инициативное использование модели в качестве ресурса/средства собственного действия предполагает действительное включение ее в глубоко индивидуализированные пласты жизненного опыта и преобразование, иногда почти до неузнаваемости.

Литература

1. Айдарова Л.И. Маленькие школьники и родной язык. М.: Знание, 1983. 95 с.
2. Гальперин П.Я. О формировании умственных действий и понятий // Культурно-историческая психология. 2010. Том 6. № 3. С. 111—114.
3. Давыдов В.В. Теория развивающего обучения. М.: ИНТОР, 1996. 544 с.
4. Давыдов В.В., Варданян А.У. Учебная деятельность и моделирование. Ереван: Луйс, 1981. 220 с.
5. Курганов С.Ю. Ребенок и взрослый в учебном диалоге. Книга для учителя. М.: Образовательные проекты, 2019. 250 с.
6. Нежнов П.Г. Опосредствование и спонтанность в модели «культурного развития» // Вестник Моск. Ун-та. Серия 14, Психология. 2007. № 1. С. 133—146.
7. Рубцов В.В., Львовский В.А., Улановская И.М. Психологические особенности использования моделей при решении школьниками учебных задач // Новые исследования в психологии и возрастной физиологии. № 2. 1989. С. 36—42.
8. Салмина Н.Г. Знак и символ в обучении. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. 288 с.
9. Тюменева Ю.А. и др. Что в заданиях PISA-математика мешает российским школьникам их выполнять [Электронный ресурс]. URL: <https://fioco.ru/Media/Default/Presentations/ТюменеваЮ.А..pdf> (дата обращения: 26.11.2020).
10. Чудинова Е.В. «Кухня» разработчика учебных курсов. Поиски модельной формы [Электронный ресурс]. URL: https://n-bio.ru/content/kuhnya_razrabotchika_uchebnyh_kursov_poiski_modelnoy_formy (дата обращения: 24.11.2020).
11. Чудинова Е.В. Учебная проба как проект и реальность в учебной деятельности подростков // Культурно-историческая психология. 2017. Том 13. № 2. С. 24—30. DOI:10.17759/chp.2017130203
12. Чудинова Е.В., Зайцева В.Е. Учебная модель как единица обучения и «зерно» развития // Культурно-историческая психология. 2009. Том 5. № 4. С. 83—93.
13. Эльконин Д.Б. Избранные психологические труды. М.: Педагогика, 1989. 560 с.
14. Эльконин Б.Д. Опосредствование. Действие. Развитие. Ижевск: ERGO, 2010. 280 с.
15. Эльконин Б.Д. Продуктивное Действие // Культурно-историческая психология. 2019. Том 15. № 1. С. 116—122. DOI:10.17759/chp.2019150112
16. Acher A. et al. Modeling as a Teaching Learning Process for Understanding Materials: A Case Study in Primary Education [Электронный ресурс]. URL: https://gent.uab.cat/neussanmarti/sites/gent.uab.cat/neussanmarti/files/20196_ftp.pdf (дата обращения: 12.11.2020).
17. Constantinou C.P. et al. Framework for Modeling-Based Learning, Teaching, and Assessment [Электронный ресурс]. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-30255-9_3 (дата обращения: 10.11.2020).
18. Effective Modelling — Chaucer School [Электронный ресурс]. URL: <http://www.chaucer.sheffield.sch.uk/images/schoolimprovement/tla/modelling.pdf> (дата обращения: 12.11.2020).
19. Lehrer R. et al. Towards a Competence-Based View on Models and Modeling in Science Education [Электронный ресурс]. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-30255-9_13 (дата обращения: 10.11.2020).
20. Palincsar A.S., Brown A.I. Reciprocal Teaching of Comprehension — Fostering and Comprehension — Monitoring Activities [Электронный ресурс]. URL: https://people.ucsc.edu/~gwells/Files/Courses_Folder/ED%20261%20Papers/Palincsar%20Reciprocal%20Teaching.pdf (дата обращения: 25.11.2020).
21. Salisu A., Ransom E. The role of modeling towards impacting quality education // International Letters of Social and Human Sciences. 2014. Vol. 32. P. 54—61. DOI:10.18052/ILSHS.32.54
22. Wouter R. et al. Drawing-Based Modeling in Teaching Elementary Biology as a Diagnostic Tool [Электронный ресурс]. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-30255-9_8 (дата обращения: 10.11.2020).

References

1. Aidarova L.I. Malen'kie shkol'niki i rodnoi yazyk [Little Schoolchildren and Native Language]. Moscow: Publ. Znanie, 1983. 95 p. (In Russ.).
2. Gal'perin P.Ya. O formirovanií umstvennykh deistvii i ponyatii [On the Formation of Mental Actions and Concepts]. *Kul'turno-istoricheskaya psikhologiya = Cultural-Historical Psychology*, 2010. Vol. 6, no 3, pp. 111—114. (In Russ.).
3. Davydov V.V. Teoriya razvivayushchego obucheniya [The Theory of Developmental Education]. Moscow: Publ. INTOR, 1996. 544 p. (In Russ.).

4. Davydov V.V., Vardanyan A.U. Uchebnaya deyatel'nost' i modelirovanie [Learning Activity and Modeling]. Erevan: Publ. Luis, 1981. 220 p. (In Russ.).
5. Kurganov S.Yu. Rebenok i vzroslyi v uchebnom dialoge. Kniga dlya uchitelya [Child and Adult in Educational Dialogue. Teacher's book]. Moscow: Publ. Obrazovatel'nye proekty, 2019. 250 p. (In Russ.).
6. Nezhnov P.G. Oposredstvovanie i spontannost' v modeli «kul'turnogo razvitiya» [Mediation and Spontaneity in the Model of "Cultural Development"]. *Vestnik Mosk. Un-ta. Psichologia = The Bulletin of the Moscow State University. Psychology*, 2007. Vol. 14, no. 1, pp.133—146. (In Russ.).
7. Rubtsov V.V., L'vovskii V.A., Ulanovskaya I.M. Psikhologicheskie osobennosti ispol'zovaniya modelei pri reshenii shkol'nikami uchebnykh zadach [Psychological Features of Use of Models in Solving Students Learning Tasks]. *Novye issledovaniya v psikhologii = New research in psychology and developmental physiology*, 1989, no. 1, pp. 36—42. (In Russ.).
8. Salmina N.G. Znak i simvol v obuchenii [Sign and Symbol in Education]. Moscow: Publ. Mosk. un-ta, 1988. 288 p. (In Russ.).
9. Tyumeneva Yu.A. i dr. Chto v zadaniyakh PISA-matematika meshaet rossiiskim shkol'nikam ikh vypolnyat' [What are the Difficulties of Russian Schoolchildren in Solving PISA Mathematics Tasks]. Available at: <https://fioco.ru/Media/Default/Presentations/TyumenevaYu.A..pdf> (Accessed 26.11.2020). (In Russ.).
10. Chudinova E.V. «Kukhnya» razrabotchika uchebnykh kursov. Poiski model'noi formy ["Kitchen" of Training Courses Developer. Search of Model Form]. Available at: https://n-bio.ru/content/kuhnya_razrabotchika_uchebnykh_kursov_poiski_modelnoy_formy (Accessed 24.11.2020). (In Russ.).
11. Chudinova E.V. Uchebnaya proba kak proekt i real'nost' v uchebnoy deyatel'nosti podrostkov. [Learning Try-Out as a Project and Reality in Learning Activity of Teenager]. *Kul'turno-istoricheskaya psikhologiya = Cultural-Historical Psychology*, 2017. Vol. 13, no. 2, pp. 24—30. DOI:10.17759/chp.2017130203 (In Russ.).
12. Chudinova E.V., Zaitseva V.E. Uchebnaya model' kak edinitsa obucheniya i «zerno» razvitiya. [The Training Model as a Unit of Learning and a "Grain" of Development]. *Kul'turno-istoricheskaya psikhologiya = Cultural-Historical Psychology*, 2009. Vol. 5, no. 4, pp. 83—93. (In Russ.).
13. El'konin D.B. Izbrannye psikhologicheskie trudy [Selected Psychological Works]. Moscow: Publ. Pedagogika, 1989. 560 p. (In Russ.).
14. El'konin B.D. Oposredstvovanie. Deistvie. Razvitie [Mediation. Act. Development]. Izhevsk: Publ.ERGO, 2010. 280 p. (In Russ.).
15. El'konin B.D. Produktivnoe Deistvie [Productive Action]. *Kul'turno-istoricheskaya psikhologiya = Cultural-Historical Psychology*, 2019. Vol. 15, no. 1, pp. 116—122. DOI:10.17759/chp.2019150112 (In Russ.).
16. Acher A. et al. Modeling as a Teaching Learning Process for Understanding Materials: A Case Study in Primary Education [Elektronnyi resurs]. Available at: https://gent.uab.cat/neussanmarti/sites/gent.uab.cat/neussanmarti/files/20196_ftp.pdf (Accessed 12.11.2020).
17. Constantinou C.P. et al. Framework for Modeling-Based Learning, Teaching, and Assessment. Available at: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-30255-9_3 (Accessed 12.11.2020).
18. Effective Modelling — Chaucer School. Available at: <http://www.chaucer.sheffield.sch.uk/images/schoolimprovement/tla/modelling.pdf> (Accessed 12.11.2020).
19. Lehrer R. et al. Towards a Competence-Based View on Models and Modeling in Science Education. Available at: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-30255-9_13 (Accessed 10.11.2020).
20. Palincsar A.S., Brown A.I. Reciprocal Teaching of Comprehension- Fostering and Comprehension-Monitoring Activities. Available at: https://people.ucsc.edu/~gwells/Files/Courses_Folder/ED%20261%20Papers/Palincsar%20Reciprocal%20Teaching.pdf (Accessed 25.11.2020).
21. Salisu A., Ransom E. The role of modeling towards impacting quality education. *International Letters of Social and Human Sciences*, 2014. Vol. 32, pp. 54—61. DOI:10.18052/ILSHS.32.54
22. Wouter R. et al. Drawing-Based Modeling in Teaching Elementary Biology as a Diagnostic Tool [Elektronnyi resurs]. Available at: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-30255-9_8 (Accessed 10.11.2020).

Информация об авторах

Чудинова Елена Васильевна, кандидат психологических наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «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

Information about the authors

Elena V. Chudinova, PhD in Psychology, Leading Researcher, Psychological Institute of the Russian Academy of Education, Moscow, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3923-781X>, e-mail: chudinova_e@mail.ru

Получена 26.01.2021

Принята в печать 22.04.2021

Received 26.01.2021

Accepted 22.04.2021