

ОЦЕНКА УЧЕНИКА: НА ПУТИ к цифровому образованию

Концептуально-математическая модель¹

Сергей Юрьевич Степанов,

профессор Института педагогики и психологии образования Московского городского педагогического университета, доктор психологических наук,
e-mail: parusnik1@ya.ru

Павел Александрович Оржековский,

профессор Института биологии и химии Московского государственного педагогического университета, доктор педагогических наук,
e-mail: p.a.orzhkovskiy@gmail.com

Дмитрий Викторович Ушаков,

директор Института психологии РАН, профессор, член-корреспондент РАН, доктор психологических наук, e-mail: dv.usakov@gmail.com

На пути формирования цифрового образования могут и скорее всего будут возникать сопутствующие риски и проблемы, причём не только психолого-педагогического, но и политэкономического, социально-антропологического, морально-этического и гуманитарно-культурологического характера. Чтобы их предупредить, необходимо перенаправить вектор развития цифрового образования не столько по технотронному руслу, когда приоритеты связаны исключительно с материально-техническим наращиванием объёма роботизированных и информационно-цифровых ресурсов с искусственным интеллектом, сколько в направлении всемерного развития потенциала самого человека, его способности не только выдерживать конкуренцию с технотронными системами, но и всегда оставаться избыточным и опережающим в управленческих и креативных возможностях по отношению к ним. Именно в этом направлении необходим максимум усилий, чтобы сконцентрировать основные материально-технические, организационно-управленческие, финансово-экономические и иные ресурсы, обеспечивая приоритетное развитие прежде всего высших способностей человека: к творчеству и созиданию, к любви и сопереживанию, к познанию и самосовершенствованию, к духовности и красоте, к гармонии с природой, обеспечивая тем самым высшие его устремления и предназначения.

• цифровая психология • цифровое образование • количественная оценка • логические и креативные действия • скорость • дивергентность и конвергентность мышления

Одно из важнейших условий реализации такого гуманистического проекта цифрового образования — опора на научные и практические ресурсы психологии, которая также может освоить методы и технологии цифровизации

психических процессов, но не для того, чтобы потом эти знания и компетенции

¹ Статья подготовлена при поддержке РФФИ (грант № 18-013-00915).

передать машинам, а для того, чтобы сделать доступным для каждого человека возможности интенсивного развития и самосовершенствования, для повышения продуктивности его рефлексии, для наращивания интеллектуальных ресурсов в решении не поддававшихся ранее ему задач и проблем.

Одним из направлений освоения и применения цифровых технологий и ресурсов в современной психологии авторы статьи считают применение средств концептуально-математического моделирования и измерения динамики развития творческого потенциала человека, а также его способности воспроизводить уже усвоенные знания и компетенции в результате образовательной деятельности. Именно эти два аспекта образования обеспечивают существование человека с точки зрения не только освоения им уже накопленного опыта человечества, но и созидательного, креативного его наращивания. Совершенно замечательно об этих двух ипостасях человека сказал наш отечественный психолог Л.С. Выготский: «Если мы взглянем на поведение человека, на всю его деятельность, мы легко увидим, что в этой деятельности можно различить два основных вида поступков. Один вид деятельности можно назвать воспроизводящим, или репродуктивным; он бывает связан теснейшим образом с нашей памятью; его сущность заключается в том, что человек воспроизводит или повторяет уже раньше создавшиеся и выработанные приёмы поведения или воскрешает следы от прежних впечатлений. ...Кроме воспроизводящей деятельности легко в поведении человека заметить и другой род этой деятельности, именно деятельность комбинирующую или творческую... Именно творческая деятельность человека делает его существом, обращённым к будущему, созидующим его и видоизменяющим своё настоящее»².

В качестве предмета для концептуально-математического моделирования возьмём именно эти два фундаментальных психических качества человека. Чтобы сделать решение этой задачи более предметной и конкретной, обратимся к процессу обучения ребёнка в школе.

² Выготский Л.С. Воображение и творчество в детском возрасте: Психологический очерк: Кн. для учителя. — 3-е изд. — М.: Просвещение, 1991.

Способности и компетентности наиболее отчётливо проявляются в самостоятельных усилиях ученика при выполнении им различных заданий и в первую очередь при решении задач, причём как репродуктивного, так и креативного характера.

Здесь мы намеренно оставляем вопрос о том, как ученик понял объясняемый ранее материал и как у него под руководством учителя формировались те или иные умения и компетентности. Этому посвящено уже немало работ и исследований. Нас интересует этап, результирующий эти усилия, — этап, когда уже можно объективно оценить приобретённые знания и креативные компетентности, когда ученики испытывают их на деле, т.е. когда они уже выполняют задания самостоятельно и реализуют способности независимо от влияния учителя. Именно здесь можно исключить субъективный фактор из процедуры оценивания достижений каждого ученика и приблизиться к решению одной из насущных проблем современного образования — его действительной цифровизации. Причём сделать это не формально за счёт наращивания компьютеров и других гаджетов в учебном процессе с соответствующим информационно-программным обеспечением, а содержательно — построением концептуально-математических моделей развития учащихся, которые позволят аккумулировать и рефлексивно анализировать большие массивы данных о динамике их успехов в школе и в вузе, а также уверенно прогнозировать треки их личностной и профессиональной самореализации в будущем.

В соответствии с предлагаемой концептуально-математической моделью уровень развития способностей определяется тем, как ученик справляется с логическими и воспроизводящими действиями при решении типовых задач, а также с выполнением креативных действий при решении творческих задач за определённое время. Чтобы приблизиться к возможности цифровизовать процедуру оценивания

развития способностей к репродуктивному и творческому мышлению учеников, прибежем к некоторым физико-математическим аналогам. Так, наращивание способности решать те или иные задачи мы связываем с показателями скорости и объёма осуществляемых учеником мыслительных операций. Соответственно формула их вычисления может быть следующая: $V_r = N_r/t$, где N_r — число воспроизводящих (репродуктивных) логических действий ученика; t — время, за которое эти действия совершены. Назовём получившуюся величину «логочасом» (л/ч).

Обобщённо способность ученика к воспроизводству освоенных знаний и умений в решении типовых задач можно оценивать как среднюю величину скорости его репродуктивной работы по следующей формуле:

$$\tilde{V}_r = \frac{\sum_1^n V_{r(n)}}{n}$$

Результат развития способности к репродуктивному мышлению ученика на конкретном уроке целесообразно рассматривать как разность между скоростью, которую ученик продемонстрировал на данном уроке, и средней скоростью его репродуктивного мышления, сформированной при решении типовых задач на предыдущих уроках:

$$\Delta V_{(n+1)} = V_{(n+1)} - \frac{\sum_1^n V_{r(n)}}{n}$$

Очевидно, что время, затраченное на воспроизведение логических действий в процессе самостоятельного выполнения задания, в определённой мере зависит от мотивации ученика, от его интеллекта и от темпа его мышления. В связи с этим способность к репродуктивной деятельности — $\Delta V_{r(n+1)}$ для каждого ученика будет индивидуальна и может иметь как положительную, так и отрицательную динамику развития. А это значит, что эти величины могут быть предметом сравнения эффективности обучения каждого ученика отно-

сительного его самого, что позволит прогнозировать его возможные успехи в обучении воспроизводящего характера мышления в дальнейшем.

Рассмотрим, например, способности ученика к обучению на материале такой школьной естественно-научной дисциплины, как химия. Возьмём для моделирования процесс изучения примерным учеником восьмого класса средней школы темы «Классы неорганических веществ».

Урок 1. «Кислотные оксиды»

За 30 минут урока, для закрепления знаний и умений, ученик выполнил репродуктивные задания к параграфу: 1, 2, 4, 5³. Рассмотрим количество логических (репродуктивных) действий, совершенных учеником при выполнении каждого задания (см. табл. 1).

Из нее видно, что за 30 минут (0,5 часа) ученик совершил: $6 + 10 + 6 + 9 = 31$ логическое мышледействие репродуктивного характера. Скорость самостоятельного совершения им репродуктивных мыслительных действий будет равна $V_r = 31 / 0,5 = 62$ л/ч («логочаса»). Среднюю скорость репродуктивного мышления за предыдущий период условно примем за 33 л/г. Расчёты логических действий, выполненных учеником самостоятельно на всех уроках темы, позволяют составить таблицу 2 и соответствующий ей график (рис. 1).

Из графика видно, что значения репродуктивного мышления ученика (ΔV_r) зависят от этапа изучения рассматриваемой темы. На первых трёх уроках наблюдается значительный рост. С третьего по седьмой уроки значение ΔV_r стабилизируется и даже чуть снижается. Но в конце изучения темы происходит подготовка к контрольной работе. Ученикам

³ Оржековский П.А., Меццержакова Л.М., Шалашова М.М. Химия: 8-й класс: учебник для общеобразовательных учреждений. — М.: АСТ : Астрель, 2013. — 270 с.

Таблица 1

№ задания и формулировка	Логические действия	Количество мыследствий
1. Среди перечня оксидов выберите кислотные: N_2O_5 , FeO , CuO , P_2O_5 , SO_2 , Al_2O_3	Проанализировал состав каждого оксида и сделал умозаключение об отнесении оксида к кислотным	6
2. Составьте уравнение реакции в соответствии с цепочкой превращений: $P \rightarrow P_2O_5 \rightarrow H_3PO_4$ На основании записей прокомментируйте из чего образован кислотный оксид и что ему соответствует	Два уравнения реакций в каждом нужно: Определить реагирующее вещество, записать его формулу и расставить коэффициенты. Определено из чего образован оксид и что ему соответствует	$4 \times 2 = 8$ 2 В сумме 10
4. Какие кислоты соответствуют кислотным оксидам, формулы которых а) As_2O_5 ; б) SeO_5 ? Запишите формулы этих кислот	В каждом случае: определение названия кислоты, определение формулы кислоты	1 2 В сумме 6
5. Для обработки зернохранилищ против насекомых и клещей сжигают серу, исходя из нормы 100 г серы на 1 м ³ помещения. Определите массу (в кг) оксида SO_2 , необходимую для обработки помещения объёмом в 100 м ³	1. Определение массы серы, исходя из нормы сжигания и объёма помещения. 2. Составление уравнения реакции горения серы 3. Определение молярной массы оксида серы, расчёт массы оксида по уравнению реакции (г). 4. Определение массы оксида в кг	1 4 3 1 В сумме 9

Таблица 2

**Динамика репродуктивного мышления ученика при изучении темы
«Классы химических веществ»**

n	№ урока	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N_r	Кол-во репродукт. мыследствий	31	32	36	34	37	40	41	52	61	69
t	Время (в часах)	0,50	0,45	0,35	0,29	0,30	0,31	0,28	0,30	0,31	0,33
$V_r = N_r / t$	Скорость репродуктивного мышления (в логочасах)	62,0	71,1	102,9	117,2	123,3	129,0	146,4	173,3	196,8	209,1
$\tilde{V}_r = \frac{\sum_{i=1}^n V_{r(i)}}{n}$	Уровень репродуктивного мышления (УРМ – в л/г)	33,0	62,0	75,6	86,0	93,5	99,4	106,1	114,5	123,7	132,2
$\Delta V_{(n+1)} = V_{(n+1)} - \frac{\sum_{i=1}^n V_{r(i)}}{n}$	Приращение (развитие) на каждом уроке УРМ (в л/г)	0,0	38,1	40,9	41,6	37,3	35,5	47,0	67,2	82,2	85,4

приходится выполнять много заданий, поэтому значение ΔV_r снова заметно возрастает. В целом тренд его также имеет возрастающий характер (см. пунктирный график на рис. 1).

Теперь попробуем применить эту же стратегию цифровизации для количественной оценки развития креативного мышления ученика. Для этого предлагается



Рис. 1. Поурочная динамика способности ученика репродуктивно решать типовые задачи

использовать аналогичные формулы: $V_k = N_k/t$, где V_k — скорость креативных мыслительных действий, N_k — количественная оценка креативных действий, а t — время, затраченное на эти усилия.

Здесь следует специально отметить, что мыслительный процесс при решении типовой задачи и творческой существенно отличается и зависит от специфических особенностей последней. Творчество задачи определяется её особенностями, в сравнении с типовыми задачами, психодиагностическими параметрами. **Первый параметр творческой задачи** связан с особенностью формулировки её условий, которая позволяет в процессе решения по-разному их интерпретировать. Это задачи с *открытым характером условий, имеющих повышенную степень неопределённости*, требующие от ученика выдвижение гипотез и предположений по уточнению и домысливанию исходных условий, а значит, позволяет в ходе их проработки и реализации получать несколько разных вариантов решений, одно из которых и оказывается наилучшим и верным. Таким образом при их решении ученик вынужден мыслить **дивергентно**, что, в отличие от обычных школьных ре-

продуктивных заданий, свойственно реальным жизненным ситуациям.

Второй параметр творческих задач связан с необходимостью в процессе их решения выявить и переосмыслить интеллектуальные стереотипы. Такие задачи оказываются проблемно-конфликтными для ученика. Они содержат скрытые противоречия, в столкновении с которыми, собственно, ученик и должен переосмыслить сформировавшиеся у него ранее стереотипы и прийти к новым идеям решения.

Третий параметр связан с латентностью и эвентуальностью (скрытостью и неочевидностью) некоторых свойств предметного содержания задачи (а иногда даже и самой её проблемы), что обнаруживается учеником только в ходе её решения. Необходимость проявить последовательность, упорство и волю в решении задач, обладающих латентными и эвентуальными свойствами, характеризует такую особенность мыслительной деятельности ученика, как **конвергентность**. Таким образом, основываясь на триедином комплексе параметров творческих задач, можно сказать, что для их решения нужны не только способности,

связанные с дивергентным (по Дж. Гилфорду) или латеральным (по Э. Де Боно) мышлением, но также с конвергентным и рефлексивным мышлением⁴. **Дивергентность** мыслительных действий определяется числом рассматриваемых учеником вариантов поиска решения, **конвергентность** — оценивается по глубине проработки каждого варианта решения, **оригинальность** — по степени новизны предложенных решений по отношению к преодолеваемым учеником стереотипам.

В таблице 3 представлен вариант количественной оценки креативных действий ученика при решении творческой задачи, сделанный на основе содержательно-нормативной типологии решений, предложенной И.Н. Семёновым⁵. Согласно этой типологии, «поверхностное решение» — это первая пришедшая в голову ученика идея решения задачи как типовая. Оно может быть оценено в 1 балл. Тип «тривиального решения» характеризуется воспроизведением таких идей решения, которые уже не лежат на поверхности, но и не отличаются какой-либо оригинальностью. Мыслительные действия такого уровня можно оценить в 2 балла. «Выгодное решение» связано с актуализацией в мыслительном поиске уже оригинальных идей, но которые скорее уводят от существа проблемы и подменяют её удобным для ученика вариантом ответа. Оно достойно 3 баллов. «Близкое

решение» возникает, когда в процессе работы над задачей появилась действительно перспективная и продуктивная идея, которая ещё логически не обоснована и вследствие недостаточной проработанности осталась нереализованной и экспериментально не верифицированной. Этому решению можно присвоить 4 балла. Проработка же продуктивно-оригинальной идеи до логического завершения с понятным обоснованием несостоятельности других возможных вариантов идей позволяет говорить о получении учеником «полного творческого решения», которое оценивается в 5 баллов. Поскольку, в отличие от задач на сообразительность (так называемых, малых творческих задач), которые обычно применялись в психологии для исследования закономерностей креативного мышления, реальные химические задачи с творческим компонентом требуют не только умозрительного решения, но и ещё практической экспериментальной проверки правильности решения, постольку эта завершающая фаза мыслительно-практических усилий ученика также требует отдельной количественной оценки в 6 баллов.

Таблица 3

Пример количественной оценки креативных действий

Конвергентность	Дивергентность			
	1-й вариант решения	2-й вариант решения	3-й вариант решения	4-й вариант решения
Поверхностное решение	1	1	1	1
Тривиальное решение		2	2	2
Выгодное решение			3	3
Близкое решение				4
Полное творческое решение				5
Экспериментальная проверка решения				6

⁴ Пономарёв Я.А., Семёнов И.Н., Степанов С.Ю. и др. Психология творчества: общая, дифференциальная и прикладная. — М.: Наука. — 1990. — 250 с.

⁵ Исследование проблем психологии творчества: колл. монография // Под ред. Пономарева Я.А. / Я.А. Пономарёв, И.Н. Семёнов, С.Ю. Степанов и др. — М.: Наука. — 1983. — 336 с.

Из таблицы следует, что в процессе решения творческой задачи ученик рассматривал четыре идеи решения. Работа над первыми тремя вариантами не привела ученика дальше тривиального и выгодного решения. Четвёртый вариант оказался более перспективным и был доведен до полного творческого решения. В итоге весь объём совершенных в креативном процессе действий можно оценить 31 баллом.

Если творческую задачу ученик решал 40 минут, тогда скорость выполнения творческой работы равна $V_k = 31/0,6 = 51,7$. Назовём эту величину «кречасом» (кр/ч).

Применяя эту формулу, важно учитывать, что в зависимости от конкретного содержания задачи оценка креативных действий может уточняться. Например, если успешность решения задачи зависит от точности понимания её условий и глубины проработки их подтекста, то предложенная учеником формулировка продуктивного понимания условий задачи оценивается отдельно в 2 балла.

Предложение пооперационного плана экспериментальной проверки той или иной идеи (за исключением проверки варианта полного творческого решения, который оценивается в 6 баллов — см. табл. 2) может быть оценено в 3 балла. Если же в ходе мыслительного поиска состоялось такое переосмысление интеллектуального стереотипа, которое привело ученика к действительно оригинальному решению, которое было неизвестно даже учителю, то такой креативный результат может быть оценён сразу в 10 баллов.

В соответствии с этими критериями количественной оценки творческие способности рассматриваются нами как средняя величина креативной работы, которую ученик выполнил на предшествующих занятиях. Средний результат отражает историю работы ученика и характеризует его творческий потенциал, с которым он выходит на решение каждой следующей нестандартной задачи. Если он работал неровно («то густо, то пусто»), то средний результат будет сглаживать экстремальные значения.

Развитие (приращение) творческой способности решать нетиповые задачи, которую ученик проявил на том или ином занятии (ΔV_r), вычисляется как разнице между скоростью креативной работы на этом занятии и уровнем (средней скоростью) творческого мышления, проявленного ранее:

$$\Delta V_{k(n+1)} = V_{k(n+1)} - \frac{\sum_1^n V_{k(n)}}{n}$$

Приведём конкретный пример оценивания процесса креативного мышления у примерного ученика при выполнении им различных творческих заданий по химии. Предположим, что этот ученик раз в неделю посещает занятия химического кружка, на которых решает экспериментальные творческие задачи⁶. Кроме того, раз в неделю учитель задаёт ему домашнее задание, требующее поиска дополнительной информации, выходящей за рамки школьного курса химии⁷. И в том и в другом случае ученик совершает креативные действия, которые можно оценить по предложенной методике.

Рассмотрим конкретные примеры творческих заданий, который ученик может выполнить при изучении темы «Классы неорганических соединений». После первого урока ученик получил задание 4 к §28⁸, в котором от него требуется работать с дополнительными источниками информации: «Подготовьте краткое сообщение «Причины выпадения кислотных дождей». Ученик дома совершил за 30 минут следующие действия.

⁶ Оржековский П.А., Давыдов В.Н., Титов Н.А. Экспериментальные творческие задачи по неорганической химии. (Книга для учащихся). — М.: Аркти, 1998 г., — 45 с.

⁷ Оржековский П.А., Мещерякова Л.М., Шалашова М.М. Химия: 8-й класс : учебник для общеобразовательных учреждений. — М.: АСТ: Астрель, 2013. — 270 с.

⁸ Там же.

Действия	N _к
Пытался найти ответ в учебнике	1
Обратился к поисковику в интернете	1
Рассмотрел множество сайтов	1
Составил план доклада	2
Описал несколько причин и привел примеры	2
Сделал сообщение на уроке	1
	Итого: 8

Таким образом, скорость креативной работы будет равна $V_k = 8/0,5 = 16$ кр/ч.

После второго урока рассматриваемой темы «Классы неорганических веществ» на занятии кружка за 30 минут ученик решил следующую задачу: «К празднику «Последний звонок» выпускники решили наполнить воздушный шарик лёгким газом. На торжественной линейке привязать к шарiku письмо с дружеским напутствием тому, кто его найдёт, и отпустить шарик в небо — пусть летит куда захочет. Заполнить шарик лёгким газом оказалось делом сложным. Помогите выпускникам справиться с этой проблемой»⁹.

Креативные действия	N _к
Попытался использовать аппарат Киппа (тривиальное решение)	2
Предложил три варианта решения и выбрал наиболее целесообразный	3
Провел эксперимент и убедился в продуктивности идеи.	5
	Итого: 10

$V_k = 10/0,5 = 20$ кр/ч.

Приведём пример творческой задачи из того же сборника, при решении которой ученику необходимо выявить и переосмыслить интеллектуальный стереотип.

⁹ Оржековский П.А., Давыдов В.Н., Титов Н.А. Экспериментальные творческие задачи по неорганической химии. (Книга для учащихся) М.: Аркти, 1998 г., — 45 с.

«Задача 15. В редакцию научно-популярного журнала пришло письмо от юного химика. В нём утверждалось, что протекание реакции нейтрализации в некоторых случаях зависит от последовательности сливания растворов кислоты и щелочи. В качестве доказательства своей точки зрения автор письма привёл следующие наблюдения:

- а) если в раствор щелочи с фенолфталеином приливать раствор борной кислоты, то изменение цвета индикатора не происходит;
- б) если поменять порядок приливания растворов, то есть к раствору борной кислоты с фенолфталеином приливать раствор щелочи, то индикатор меняет свой цвет.

Повторите опыт юного химика и объясните наблюдаемое явление».

(Для решения этой химической задачи ученикам предоставляется раствор гидроксида натрия, раствор борной кислоты и раствор фенолфталеина, а также химические стаканы на 100 мл.)

Проведение подобного опыта приводит обычно учеников в изумление, т.к. наблюдаемое явление противоречит ранее полученным знаниям о том, что реакция нейтрализации — это реакция обмена.

При попытке дать объяснение увиденному ученики решают выяснить свойства борной кислоты. Они обращаются к учебникам. Через некоторое время обращают внимание на малую растворимость борной кислоты. Ученики привыкли к тому, что растворы, с которыми они проводят опыты, имеют приблизительно одинаковую концентрацию. Сложился стереотип. Его переосмысление приводит к идее разбавить раствор щелочи и снова провести опыт, в котором всё становится на свои места.

В этой задаче проведение опытов не составляет большого труда, поэтому

Таблица 4

Динамика креативных усилий и творческого потенциала

n	№ занятия	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N_k	Кол-во креативных мыслейдействий	8	10	9	16	13	17	12	18	11	18
t	Время (в часах)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4
$V_k = N_k / t$	Скорость креативного мышления в креачасах (кр/ч)	16,0	20,0	18,0	32,0	32,5	34,0	30,0	36,0	27,5	45,0
$\frac{\sum_1^n V_{k(n)}}{n}$	Уровень креативного мышления (УКМ в кр/ч)	15,0	17,5	17,7	21,3	23,5	25,3	25,9	27,2	27,2	29,0
$\Delta V_{k(n+1)} = V_{k(n+1)} - \frac{\sum_1^n V_{k(n)}}{n}$	Приращение (развитие) на каждом уроке УКМ (в кр/ч)	0,0	5,0	0,5	14,3	11,3	10,5	4,8	10,1	0,3	17,8

в обоих случаях эти действия можно оценить по одному баллу. Идею изучить свойства борной кислоты можно рассматривать как близкое решение и оценить её в 4 балла. Переосмысление стереотипа протекает трудно. Этот процесс стоит оценить в 10 баллов. В результате креативные действия при решении этой задачи оцени-

ваются в 16 баллов. Если ученик решал её 30 минут, то его продуктивность будет равна 32 кр/ч.

В таблице 4 представлены данные о результатах творческой работы абстрактного ученика на протяжении 10 уроков рассматриваемой темы.

Динамика креативного мышления учащегося при освоении темы по химии на 10 занятиях

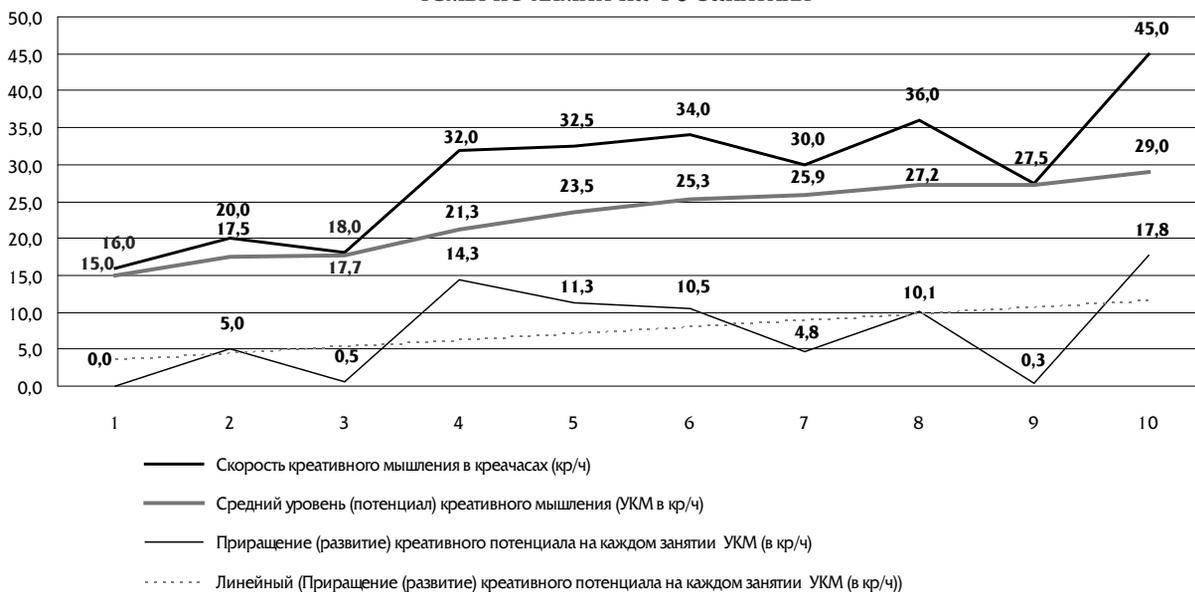


Рис. 2. Динамика креативного мышления учащегося

Как видно из графика (рис. 2), построенного на основании данных таблицы 4, величина творческой продуктивности существенно зависит от содержания задания, которое выполняет ученик. Задачи, решаемые на занятиях кружка, требуют от ученика больше креативных действий, чем задания, которые ученик выполняет дома. В целом же наблюдается тренд роста творческой продуктивности и креативного потенциала ученика (см. пунктирный график на рис. 2). Если сравнить рисунки 1 и 2, то становится заметно, что динамика развития креативной способности решать творческие задачи имеет более неровный и менее выраженный характер, чем процесс наращивания воспроизводящего мышления при решении типовых задач.

Подводя итог, можно сказать, что благодаря предложенным концептуально-математическим

моделям можно реально приблизиться к решению практической проблемы цифровизации по крайней мере в области естественно-научного образования, и в первую очередь в той его наиболее трудоёмкой части, которая связана с объективным оцениванием динамики развития предметных (репродуктивных) компетенций, регулятивных метакомпетенностей и креативных личностных результатов учащихся. Наиболее перспективной задачей дальнейших разработок и практик цифровизации является измерение и определение оптимального баланса трендов развития репродуктивной и креативной составляющих мыслительных способностей для разных учащихся. **НО**

Student Assessment: Towards Digital Education A Conceptual Mathematical Model

Sergey Y. Stepanov, Professor, Institute of Pedagogy and Psychology of Education, Moscow City Pedagogical University, Doctor of Psychology, e-mail: parusnik1@ya.ru

Pavel A. Orzhekovsky, Professor, Institute of Biology and Chemistry, Moscow State Pedagogical University, Doctor of Pedagogical Sciences, e-mail: p.a.orzhekovskiy@gmail.com

Dmitry V. Ushakov, Director of the Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Psychology, e-mail: dv.usakov@gmail.com

Abstract. Background of digital education. The original method of conceptual and mathematical modeling and quantitative assessment of the reproductive and creative competence of the student for a reflexive analysis of the dynamics of its development in the learning process. Testing methods applied to chemistry.

Keywords: digital psychology, digital education, quantification, logical and creative actions, speed, divergence and convergence of thinking.

Literatura:

1. *Vygotskij L.S.* Vobrazhenie i tvorchestvo v detskom vozraste: Psihologicheskij ocherk: Kn. dlya uchitelya. — 3-e izd. — M.: Prosveshchenie, 1991.
2. *Orzhekovskij P.A., Meshcheryakova L.M., Shalashova M.M.* Himiya: 8-j klass : uchebnik dlya obshcheobrazovatel'nyh uchrezhdenij. — M.: AST : Astrel', 2013. — 270 s.
3. *Ponomaryov Ya.A., Semyonov I.N., Stepanov i dr.* Psihologiya tvorchestva: obshchaya, differencial'naya i prikladnaya. — M.: Nauka. — 1990. — 250 s.
4. Issledovanie problem psihologii tvorchestva: koll. monografiya // Pod red. Ponomareva Ya.A. / Ya.A. Ponomarev, I.N. Semenov, S.Yu. Stepanov i dr. — M.: Nauka. — 1983. — 336 s.
5. *Orzhekovskij P.A., Davydov V.N., Titov N.A.* Ehksperimental'nye tvorcheskie zadachi po neorganicheskoj himii. (Kniga dlya uchashchihhsya) M.: Arkti, 1998 g., — 45 s.