

УДК 372.8

DOI: 10.25559/SITITO.14.201802.500-507

## СОПОСТАВИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЦЕЛЕЙ ИЗУЧЕНИЯ ИНФОРМАТИКИ В ОБЩЕМ ОБРАЗОВАНИИ

Е.К. Хеннер

Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Россия

## COMPARATIVE ANALYSIS OF OBJECTIVES OF INFORMATICS' LEARNING IN GENERAL EDUCATION

Evgeniy K. Khenner

Perm State National Research University, Perm, Russia

© Хеннер Е.К., 2018

### Ключевые слова

Информатика; цели изучения информатики; вычислительное мышление; решение проблем.

### Аннотация

Сопоставляются две триады целей общеобразовательного изучения информатики, доминирующих в разных странах: «ИКТ-компетентность – Компьютерная грамотность – Информационная культура» (Россия) и “Computational Thinking – Digital Literacy – Information Literacy” (США, Великобритания и некоторые другие страны). Показано, что по набору компонент эти триады целей в целом соответствуют друг другу, но различаются по акцентированию степени важности отдельных элементов. В частности, это различие проявляется в подчеркиваемой во второй из указанных выше триад ориентированности на «решение проблем» (problem solving), понимаемом как многоэтапная последовательность действий по решению реальных задач из разных областей знаний и повседневной деятельности, завершающаяся использованием компьютерных технологий. Введение термина «вычислительное мышление» в увязке с «решением проблем» в разветвленную сеть понятий, исторически сформировавшуюся в российской научно-педагогической литературе, в том числе посвященную школьной информатике, является целесообразным, поскольку этот термин вносит существенно новый элемент в целеполагание общего образования и, в частности, изучения информатики. Формирование вычислительного мышления и подчеркивание важности «решения проблем», понимаемых в том смысле, который вкладывается в эти термины в англоязычной педагогической литературе, будет способствовать усилению формирования метапредметных результатов образования. Такой подход также может способствовать формированию знаний и навыков в сфере информатики, поскольку использование компьютерных технологий на завершающем этапе процесса решения проблем является в большинстве случаев наилучшим и наиболее актуальным на современном этапе развития образования способом успешного решения многих практически важных задач.

### Keywords

Informatics; objectives of learning informatics; computational thinking; problem solving.

### Abstract

Two triads of the goals of the general educational study of informatics dominate in different countries are compared: “ICT competence - Computer literacy - Information culture” (Russia) and “Computational Thinking - Digital Literacy - Information Literacy” (USA, Great Britain and some other countries). It is shown that for the set of components these goal triads generally correspond to each other, but differ in accentuation of the degree of importance of individual elements. In particular, this difference is manifested in the focus on “problem solving”, emphasized in the second of the above-mentioned triads, understood as a multi-stage sequence of actions to solve real problems from different areas of knowledge and daily activities, which ends with the use of computer technology. The introduction of the term “computational thinking” in conjunction with “solving problems” in an extensive network of concepts historically formed in the Russian scientific and pedagogical literature, including those devoted to school informatics, is appropriate, since this term introduces an essentially new element in the goal-setting of general education and, in particular, the study of informatics. The formation of computational thinking and stressing the importance of “solving problems”, understood in the sense that is put into these terms in the English-language pedagogical literature, will help to strengthen the formation of meta-subject results of education. Such an approach can also contribute to the formation of knowledge and skills in the field of informatics, since the use of computer technologies at the final stage of the problem-solving process is in most cases the best and most relevant at the present stage of education development by successfully solving many practically important tasks.

### Об авторе:

**Хеннер Евгений Карлович**, доктор физико-математических наук, профессор кафедры информационных технологий, член-корреспондент Российской академии образования, Пермский государственный национальный исследовательский университет (614990, Россия, г. Пермь, ул. Букирева, д. 15), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6397-4465>, [ehenner@psu.ru](mailto:ehenner@psu.ru)



## Введение

В данной работе термин «информатика» используется в широком смысле, аналогично термину «компьютинг» (computing) в англоязычной литературе, посвященной проблемам образования [1]. Это замечание, действующее лишь в пределах данной статьи, позволяет избежать борьбы с терминами.

Под общим образованием по информатике мы понимаем ее изучение не только в школе, но и в вузе, за исключением программ подготовки ИТ-специалистов. Подобное объединение, когда речь идет об общих целях изучения предмета, представляется полезным и вполне допустимым.

Цели общего образования задаются на нескольких уровнях. На общепедагогическом уровне это образовательная и развивающая, практическая, воспитательная цели; они применимы ко всем предметам. На уровне, учитывающем специфику предмета «в окружении», такие цели можно разделить на общие, которые в настоящее время в России чаще всего формулируются в компетентностной парадигме в форме задаваемых ФГОС требований к достижению личностных и метапредметных (деятельностных) результатов обучения, и конкретно-предметные, которые в школьном образовании связаны с достижением требований ФГОС к результатам изучения данного предмета. Для программ высшего образования личностные и метапредметные цели задаются ФГОС в форме требований к достижению общих компетенций, а конкретно-предметные требования вузы формулируют самостоятельно в основных образовательных программах. Указанные классы целей образования находятся в тесной связи друг с другом.

Вопрос о целях изучения информатики в рамках общего образования обсуждается во многих странах. В СССР указанное обсуждение началось более 30 лет назад, с момента введения в школу предмета «Основы информатики и вычислительной техники». Эволюция подходов к целям изучения информатики в школах России описана в книге «Методика обучения информатике»<sup>1</sup>. В настоящее время, когда в некоторых странах массовое обучение информатике в школе либо стоит в повестке дня (например, в США в связи с началом в 2016 г. реализации президентской программы “Computer Science for All”), либо в ряде европейских и азиатских стран существенно обновляется [2,3], обсуждение указанного вопроса продолжает быть актуальным. При соотнесении подходов к обучению информатики в школах разных стран анализ на уровне общих целей является первичным и позволяет сделать полезные заключения о состоянии информатического образования [4,5].

В России общее образование по информатике для тех студентов, которые не получают профессиональной подготовки как ИТ-специалисты, продолжается, как правило, в вузе. Причина этого явления состоит в том, что информатика, имеющая дело с такими общенаучными и общезначимыми понятиями, как «информация», «обработка информации», «информационные технологии», имеет основания быть одной из немногих обязательных составляющих любой программы высшего образования – как из сугубо прагматических соображений (подготовка к современным формам и технологиям учебной деятельности и к будущей профессиональной деятельности, которая в наше время почти всегда невозможна без использования информационных технологий), так и в мировоззренческом пла-

не. Соответствующая компонента образования призвана решать задачу формирования необходимого уровня знаний, навыков и компетенций в сфере информатики в объеме, обеспечивающем потребности каждого специалиста с высшим образованием, независимо от конкретного направления подготовки. Отметим, что речь идет лишь о той части подготовки по информатике, которая инвариантна по отношению к конкретным образовательным программам. Эта подготовка, в большинстве случаев, не исчерпывает всех необходимых для специалиста с высшим образованием компетенций в ИТ-сфере, поскольку не включает профильно-специализированной части, которая должна быть частью профессионально-ориентированной, в узком смысле, компоненты образования. Принципы реализации курса общей вузовской подготовки по информатике описаны в работе [6].

Сходная ситуация имеет место и в высшем образовании в других странах. Например, университеты США требуют для получения степени бакалавра изучить, дополнительно к дисциплинам профессиональной подготовки, набор общеобразовательных (general education) дисциплин. Согласно позиции Ассоциации Американских колледжей и университетов AAC&U [7], каждый студент-выпускник должен освоить общеобразовательную часть учебной программы, направленную на фундаментализацию образования, упрощения обмена студентами, воплощение высоких ожиданий и значимой оценки обучения студентов. По данным AAC&U [8], доля колледжей и университетов, включающих навыки информационной грамотности в перечень обязательных результатов образования (learning outcomes) составляет 76% (по данным на 2015 г.). Некоторые университеты предлагают студентам в рамках общего образования также курсы компьютерной грамотности и информационных технологий.

## Цель исследования

В научно-педагогической и методической литературе общие цели изучения информатики в рамках общего образования формулируются в терминах формирования и развития *грамотности, культуры, компетентности, мышления*, определенным образом связанных с предметом. Эти цели выражаются достаточно лаконичным образом и конкретизируются в документах, регламентирующих образование, в виде наборов конкретных требований к результатам обучения.

В российской научно-педагогической литературе, посвященной общему образованию по информатике, в качестве общей цели изучения предмета чаще всего фигурирует исторически сформировавшаяся за 30 лет триада «Компьютерная грамотность» – «Информационная культура» – «ИКТ-компетентность». Во многих других странах, прежде всего англоязычных, на роль ведущей цели общего образования по информатике (компьютингу) в настоящее время претендует понятие «Вычислительное мышление» (Computational Thinking), вышедшее за последнее десятилетие в этом качестве на передний план; вместе с понятиями «Цифровая грамотность» (Digital Literacy) и «Информационная грамотность» (Information Literacy) оно составляет триаду, играющую ту же функциональную роль, что и соответствующая триада целей в российском образовании.

Важно отметить, что качества личности, входящие в оба указанных выше набора, являются надпредметными, при том

1 Методика обучения информатике / Под ред. М.П. Лапчика. СПб.: Издательство Лань, 2016. 392 с.



что информатика, в силу своей специфики, вносит в их формирование основополагающий вклад.

Исследование того, насколько соответствуют друг другу указанные наборы общих целей изучения информатики с учетом их реального содержания и акцентирования важности составляющих компонент, является главной целью данной работы. Ответ на соответствующий вопрос представляет не только теоретический интерес; он может повлиять на выбор дальнейшего пути развития общего образования по информатике, весьма динамичного по своей природе. Отметим, что нас в связи с этим вопросом в первую очередь интересует возможность совершенствования российского общего образования по информатике.

## Анализ и соотнесение понятий

Одна из проблем, связанных с анализом общих целей изучения информатики, обусловлена необходимостью сопоставлять понятия, во-первых, разного смыслового ряда, такие как «грамотность», «культура», «компетентность», «мышление», а во-вторых, многообразием трактовок каждого из них. В связи с этим, разумно ограничиться операциональными определениями и перечнями компонент, составляющих эти понятия, которые используются в литературе применительно именно к образованию.

В триаде «Компьютерная грамотность» – «Информационная культура» – «ИКТ-компетентность» понятие «Компьютерная грамотность» включает знание основ алгоритмизации и программирования, принципа устройства ЭВМ и практические навыки работы с ними; это понятие является развитием появившегося на более раннем этапе понятия «Алгоритмическая грамотность». В разработанной в 2003 г. по заказу Европейской комиссии и Европейской ассоциации университетов компьютерная грамотность отнесена к важнейшим инструментальным компетенциям.

Понятие «Информационная культура» в литературе трактуется весьма неоднозначно. Л.А.Пронина [9] приводит более 10 определений (точнее говоря, трактовок) этого понятия в его культурологических, обществоведческих, лексикографических и иных смыслах. В контексте развития общего образования по информатике информационная культура возникла как дополнение компьютерной грамотности за счет навыков формализации задач, возникающих в практической деятельности, и решения задач с помощью математического моделирования, однако в настоящее время такая трактовка излишне узка. Применительно к общему образованию представляется наиболее значимым понимание информационной культуры как компонента общей культуры личности, общества или определенной его части, проявляющийся во всех возможных видах работы с информацией (получение, накопление, переработка, создание на этой основе качественно новой информации, ее трансляция, практическое использование). Это понимание коррелирует с часто цитируемым в англоязычной литературе определением: информационная культура – это «культура, в которой признается ценность и полезность информации для достижения операционального и стратегического успеха, в которой информация составляет основу при принятии решений, и в которой информационные технологии используются как основа для эффективных информационных систем» [10].

Понятие «ИКТ-компетентность» исторически возникло

позже двух других понятий, обозначенных в указанной триаде. Дать краткое определение ИКТ-компетентности весьма проблематично, поскольку данное понятие несет в себе все смысловые трудности компетентностного подхода к образованию и зависит от категории носителей ИКТ-компетентности. Применительно к работникам образования М.П.Лапчик дал следующее определение [11]: «Под ИКТ-компетентностью мы понимаем не только совокупность знаний, умений, навыков, формируемых в процессе обучения информатике и современным информационным и коммуникационным технологиям, но и личностно-деятельностную характеристику специалиста сферы образования, в высшей степени подготовленного к мотивированному использованию всей совокупности и разнообразия компьютерных средств и технологий в своей профессиональной работе». Если заменить в этой фразе слова «специалиста сферы образования» на «учащегося», а «профессиональной работе» на «учебной и внеучебной деятельности», то она будет, по нашему мнению, соответствовать сути понятия «ИКТ-компетентность учащегося».

Наряду с конкретными элементами знаний и умений, ИКТ-компетентность включает деятельностные индивидуальные способности и качества, определяющие возможности и умения [12]:

1. Самостоятельно искать, собирать, анализировать, представлять, передавать информацию;
2. Моделировать и проектировать объекты и процессы, в том числе собственную индивидуальную деятельность;
3. Моделировать и проектировать работу коллектива;
4. Принимать правильные решения, творчески и эффективно решать задачи, которые возникают в процессе продуктивной деятельности;
5. Ориентироваться в организационной среде на базе современных ИКТ;
6. Ответственно реализовывать свои планы, квалифицированно используя современные средства ИКТ;
7. Использовать в своей практической профессиональной деятельности современные ИКТ.

Понятие «Цифровая грамотность» можно рассматривать как развитие понятия «Компьютерная грамотность». Цифровая грамотность определяется «набором знаний и умений, которые необходимы для безопасного и эффективного использования цифровых технологий и ресурсов Интернета» [13]. В работе [14] интеллектуальные процессы, связанные с цифровой грамотностью, подразделяются на три категории: (а) поиск и потребление цифрового контента, (б) создание цифрового контента и (в) передачу цифрового контента. Увязывание цифровой грамотности к Интернетом происходит не всегда. Так, в англоязычной литературе часто цитируется формулировка, данная Американской библиотечной Ассоциацией: «Цифровая грамотность – это способность использовать информационные и коммуникационные технологии для поиска, оценки, создания и передачи информации, требующей как когнитивных, так и технических навыков» [15]. Отметим, что в США формирование цифровой грамотности является одной из целей не только школьного, но и вузовского образования [16].

Информационная грамотность обычно рассматривается как составляющая (или предтеча) информационной культуры. Согласно [17], информационная грамотность – это «набор способностей, требующих от людей распознавать, когда необходима информация, и иметь возможность находить, оценивать и



эффективно использовать необходимую информацию».

Информационно-грамотный человек способен [18]:

- определять объем необходимой информации;
- находить эффективные способы доступа к необходимой информации;
- критически оценивать информацию и ее источники;
- включить выбранную информацию в свою базу знаний;
- эффективно использовать информацию для достижения определенной цели;
- понимать экономические, правовые и социальные проблемы, связанные с использованием информации, а также получать и использовать информацию с соблюдением этических и правовых норм.

Детальное сопоставление понятий «Информационная грамотность» в англоязычной литературе и «Информационная культура» в отечественной выполнено Н.И.Гендиной [19]. Ей показано, что информационная культура в российской интерпретации – понятие более широкое, включающее, наряду с прагматичным, мировоззренческий блок.

Наиболее сложное и, в то же время, самое популярное в последнее десятилетие в англоязычной научной и педагогической литературе из понятий обсуждаемого ряда – понятие «Вычислительное мышление» (Computational Thinking). Оно почти всегда выступает в связке с понятием «решение проблем» (Problem Solving). (Здесь и далее закавычивание слов «решение проблем» используется чтобы подчеркнуть описанное ниже формализованное понимание этого словосочетания, в отличие от обиходного). Формирование вычислительного мышления заявляется как одна из целей школьного образования в целом (применительно к информатике оно часто заявляется как главная цель), «решение проблем» – как важный инструмент образования. По результатам сопоставительного анализа изучения информатики в школах 11 стран [4]: Финляндии, Германии (Бавария и Северный Рейн-Вестфалия), Индии, Новой Зеландии, Франции, Республики Корея, Швеции, Израиля, Россия, США, Италии), на первом месте стоит цель достижения цифровой грамотности (ставится во всех 11 странах), на втором – формирование вычислительного мышления (в 9 странах из 11) и решение проблем (в 8 странах из 11); далее следуют понимание базовых концепций информатики и информационных технологий, подготовка и выбор карьеры, социальные, этические и правовые вопросы и другие, более локальные, цели.

Сочетание слов «вычислительное мышление» впервые использовал в педагогической литературе Сеймур Пейперт в книге «Переворот в сознании: дети, компьютеры и плодотворные идеи» (переведена и издана на русском языке в 1989 г.). Однако широко известным это сочетание слов, ставшее по существу новым педагогическим термином, оказалось после его повторного и независимого введения в оборот в 2006 г. Жаннетт Уинг (США). С этого момента вычислительное мышление является предметом непрекращающихся дискуссий (впрочем, как и понятие «компетентность» в российской педагогической литературе). Жаннетт Уинг сформулировала следующее определение [20]: «Вычислительное мышление – это мыслительные процессы, участвующие в постановке проблем и их решения таким образом, чтобы решения были представлены в форме, которая может быть эффективно реализована с помощью средств обработки информации... Вычислительное мышление пересекается с логическим мышлением и системным мышлением. Оно включа-

ет в себя алгоритмическое мышление и параллельное мышление, которые, в свою очередь привлекают другие виды мыслительных процессов, таких, как композиционные рассуждения, действия по шаблону, процедурное мышление и рекурсивного мышление». Некоторые другие, в том числе существенно более радикальные, подходы к этому понятию описаны в обзоре [21].

Вопросы, связанные с вычислительным мышлением, широко обсуждаются за рубежом как научном, так и в педагогическом сообществе. На сайте Американской ассоциации учителей информатики (Computer Science Teachers Association, CSTA) есть много материалов, посвященных понятию «вычислительное мышление» и способам его формирования. При этом используется следующее операциональное определение [22]:

«Вычислительное мышление – процесс решения проблем, включающий следующие характеристики (но не ограничивающийся ими):

- формулирование проблем таким образом, чтобы позволить использовать компьютер и другие инструменты для их решения;
- логическую организацию и анализ данных;
- представление данных через абстракции, такие как модели и имитации;
- автоматизацию решения посредством алгоритмического мышления (серии упорядоченных шагов);
- выявление, анализ и реализацию возможных решений с целью достижения наиболее эффективного и эффективного сочетания шагов и ресурсов;
- обобщение и перенос процесса решения данной проблемы на процесс решения широкого круга задач».

Ряд примеров того, как можно развивать вычислительное мышление в процессе общего образования, приведен в переведенной на русский язык книге Керзона и Макоуэна [23], в разделе Computational Thinking сайта Google for Education, сайте CSTA и во многих публикациях в англоязычных педагогических журналах и в Интернете.

В большинстве публикаций, посвященных вычислительному мышлению, подчеркивается его роль как метода решения широкого круга проблем. С этого начинается приведенная выше с сайта CSTA цитата о вычислительном мышлении. Понятие «решение проблем» является в англоязычной литературе установившимся термином, утвердившимся в ней значительно раньше, чем понятие «вычислительное мышление». В цитированной ранее статье Жаннетт Уинг по поводу «решения проблем» говорится: «Моя интерпретация слов «проблема» и «решение» является широкой. Я имею в виду не только математически четко определенные проблемы, решения которых полностью анализируемы, например, доказательство, алгоритм или программа, но и проблемы в реальном мире, решения которых могут иметь вид крупных, сложных программных систем. ... Вычислительное мышление используется в постановке и анализе проблем и их решений, широком толковании». Точно также как вычислительное мышление, решение проблем не является специфическим образовательным приемом (методом обучения) только для информатики, но, как подчеркивают многие авторы, решение проблем, завершающееся применением компьютеров и компьютерных информационных технологий, является органичным для современного образования.

В современной педагогической литературе многие авторы, следуя классической работе Дж. Поля (Pólya, G., 1954. How to solve it, книга «Как решать задачу» была переведена на русский



язык в 1959 г.), в «решении проблем» выделяют от 4 до 7 этапов. Например, в работе [24] это:

1. понимание. В чем причина существования проблемы? Каковы признаки того, что проблема существует?
2. определение различных вариантов решений. Каковы хорошие идеи для решения этой проблемы?
3. оценка вариантов и выбор одного из них. Каков наилучший вариант для решения проблемы? Какой самый простой вариант? Как расставить приоритеты?
4. реализация выбранного пути решения. Есть ли это действительно решение проблемы? Есть ли другой вариант, который нужно попробовать?

Международная программа по оценке образовательных достижений учащихся PISA оперирует термином «компетентность в области решения проблем», понимая под этим «способность учащегося использовать познавательные умения для решения межпредметных реальных проблем, в которых способ решения с первого взгляда явно не определяется. Умения, необходимые для решения проблемы, формируются в разных учебных областях, а не только в рамках одной из них – математической, естественнонаучной или чтения» [25].

Отметим, что понимаемое в указанном смысле «решение проблем» терминологически и отчасти технологически перекликается с хорошо известным в российской и зарубежной педагогике понятием «метод проектов» (“project method”). Однако несмотря на то, что «решение проблемы» можно рассматривать как мини-проект, оно является более общим стратегическим приемом, пригодном при любой форме организации учебного процесса, при том что классический «метод проектов» является, прежде всего, методом организации учебного процесса, часто противопоставляемым классно-урочной системе (особенно в российском образовании).

Вычислительное мышление – понятие надпредметное, а его сформированность можно рассматривать, в современной российской терминологии, как важный метапредметный результат общего образования. В то же время, именно предмету «информатика» в силу его специфики, принадлежит в процессе формирования вычислительного мышления очень важная роль.

Говоря здесь и далее о метапредметности, мы имеем в виду оба смысла, вкладываемые в этот термин. С одной стороны, это понятие употребляется в значении «надпредметности», т.е. выхода за пределы одного школьного предмета, формирование целостной картины мира, видения того, в каких взаимоотношениях находятся разные науки. С другой стороны, ФГОС общего образования интерпретирует метапредметность в духе деятельностного подхода, связывая ее с т.н. универсальными учебными действиями и компетенциями.

В документе, описывающем рамочное видение перспектив развития школьного образования по информатике в США [26], связь вычислительного мышления, решения проблем и роли компьютеров сформулирована явно: «Вычислительное мышление – это, по сути, процесс решения проблем, который включает в себя проектирование решений, которые используют преимущества компьютеров; этот процесс начинается до того, как будет написана хотя бы одна строка кода. Компьютеры обеспечивают преимущества с точки зрения памяти, скорости и точности выполнения. Компьютеры также требуют от людей выражения своего мышления в формальной структуре, такой как язык программирования».

Авторы статьи [3], мотивируя включение информатики в

школьное образование в качестве обязательного предмета, отмечают, что она формирует переносимые навыки (transferable skills), связанные с развитием вычислительного мышления, включая логические рассуждения, решение проблем, алгоритмическое мышление и т. д. Подчеркивается, что многие из этих навыков не охвачены никакими другими предметами в традиционной учебной программе. В работе [27] утверждается, что методы решения проблем и вычислительное мышление должны стать основой школьного образования по информатике в старших классах; авторы предлагают включить «решение проблем» в набор разделов курса информатики, наряду с программированием, анализом данных, робототехникой и иными разделами.

## Результаты сопоставления понятий

Детальный анализ показывает, что каждая из составляющих вычислительного мышления в отдельности обозначена в качестве подцелей российского школьного образования. Однако важно отметить, что хотя между системами подцелей таких интегрированных целей образования, как «ИКТ-компетентность», с одной стороны, и «Вычислительное мышление», с другой существует много пересечений, акценты в соотношениях весов некоторых подцелей в отечественном и зарубежном (США, Великобритания и некоторые другие страны) образовании расставлены по-разному. Один из примеров этого – регулярно подчеркиваемая в зарубежной педагогической литературе ориентация на «решение проблем», понимаемое в описанном выше смысле. Это понятие в современной педагогической литературе перешло из широкого понимания процесса решения четко поставленной «однопредметной» задачи (например, конкретного уравнения, освоения правил правописания определенной группы слов и т.п.), в ранг специального термина, отсылающего к мультитипредметности и ведущего к формированию метапредметных результатов обучения.

В российских Федеральных государственных образовательных стандартах (ФГОС), как школьного, так и профессионального образования, в том числе в разделах, регламентирующих изучение информатики в школе, понятие «вычислительное мышление» в явном виде не используется; оно также почти не встречается в отечественной научно-педагогической и методической литературе. Однако те его составляющие, которые чаще всего отмечаются в англоязычной педагогической литературе, в теории и практике общего образования присутствуют (логическое и алгоритмическое мышление, модели и имитации, использование компьютера для решения проблем и др.). В частности, деятельностная составляющая ИКТ-компетентности включает способность моделировать и проектировать объекты и процессы и решать задачи, возникающие в процессе продуктивной деятельности [10]. Эти требования не артикулированы применительно к российскому школьному образованию, включая изучение информатики, столь явно, сколь «решение проблем» артикулировано в аспекте развития вычислительного мышления. Возможно, именно переосмысление важности педагогического аспекта решения проблем, понимаемого в описанном выше смысле, может быть существенным элементом, привнесенным в российское школьное информатическое образование; это может произойти независимо от того, будет ли при этом заимствован термин «вычислительное мышление» в документах, регламентирующих российское образование (его «неофициаль-



ное» заимствование происходит в настоящее время достаточно быстро).

В отечественной общеобразовательной информатике к формированию вычислительного мышления путем решения проблем ближе всего содержательная линия «компьютерное (информационное) моделирование». Она зафиксирована во ФГОС основного общего и полного среднего образования и отражена в школьных учебниках информатики. Раздел «компьютерное моделирование» присутствует и в вузовских учебниках информатики<sup>2)</sup>. Однако задачи, в процессе решения которых формируются знания и навыки моделирования, не могут, как правило, претендовать на роль заданий по «решению проблем», понимаемому в описанном выше смысле.

## Заключение

Общие выводы, которые можно сделать из проведенного исследования, таковы.

1. Триады целей школьного информатического образования «ИКТ-компетентность – Компьютерная грамотность – Информационная культура», с одной стороны, и «Вычислительное мышление – Цифровая грамотность – Информационная грамотность», с другой, в целом соответствуют друг другу на уровне наборов элементов.
2. Существуют смысловые артикуляции и предпочтения степени важности элементов, составляющих указанные наборы целей. Примером этого может служить «решение проблем».
3. Введение термина «вычислительное мышление» в перечень целей общего образования в привязке к «решению проблем» в разветвленную сеть понятий, исторически сформировавшуюся в российской научно-педагогической литературе, в том числе и той, что посвящена школьной информатике, является целесообразным, поскольку этот термин:
  - в теоретическом плане вносит существенно новый элемент в целеполагание общего образования и, в частности, изучения информатики;
  - в практическом плане нацеливает на обновление содержания и методов обучения, наращиванию усилий по формированию метапредметных результатов образования.

Включение «решения проблем» в инструментарий образования дополнительно обуславливает важность формирования знаний и навыков в сфере информатики, поскольку использование компьютерных технологий на завершающем этапе процесса «решения проблем» является в большинстве случаев наилучшим и наиболее актуальным для современного образования способом.

## Список использованных источников

- [1] Сухомлин В.А. Международные образовательные стандарты в области информационных технологий // Прикладная информатика. 2012. № 1(37). С. 33-54. URL: [http://www.appliedinformatics.ru/general/upload/articles/PI\\_137\\_2012\\_light\\_33-renamed.pdf](http://www.appliedinformatics.ru/general/upload/articles/PI_137_2012_light_33-renamed.pdf) (дата обращения: 20.05.2018).
- [2] Hubwieser P, Armoni M, Giannakos M.N., Mittermeir R.T. Perspectives and Visions of Computer Science Education in Primary and Secondary (K-12) Schools // ACM Transactions on Computing Education. 2014. Vol. 14, no. 2, article 7. Pp. 7.1-7.9. DOI: 10.1145/2602482
- [3] Brown N.C.C., Sentence S., Crick N., Humphreys S. Restart: The Resurgence of Computer Science in UK Schools // ACM Transactions on Computing Education. 2014. Vol. 1, no 1, article 1. 22 p. DOI: 10.1145/0000000.0000000
- [4] A Global Snapshot of Computer Science Education in K-12 Schools / P. Hubwieser [et al.] // Conference Proceedings of the 2015 ITiCSE Working Group Reports (ITiCSE-WGR '15). DOI: 10.1145/2858796.2858799
- [5] Хеннер Е.К. Предмет «Информатика»: межстрановые сопоставления и перспективы развития // Информатика и образование. 2016. № 10(279). С. 18-26.
- [6] Хеннер Е.К., Соловьева Т.Н. Изучение информатики в вузе в условиях цифровой образовательной среды // Преподаватель XXI век. 2016. №4. С. 42-54.
- [7] Association of American Colleges & Universities: General Education [Электронный ресурс]. URL: <https://www.aacu.org/resources/general-education> (дата обращения: 20.05.2018).
- [8] Hart Research Associates. Recent Trends in General Education Design, Learning Outcomes, and Teaching Approaches. January 19, 2016. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.aacu.org/sites/default/files/files/LEAP/2015\\_Survey\\_Report2\\_GEtrends.pdf](http://www.aacu.org/sites/default/files/files/LEAP/2015_Survey_Report2_GEtrends.pdf) (дата обращения: 20.05.2018).
- [9] Ланчик М.П. ИКТ-компетентность педагогических кадров. Омск: Изд-во ОмГПУ, 2007. 144 с.
- [10] Хеннер Е.К. Формирование ИКТ-компетентности учащихся и преподавателей в системе непрерывного образования. Москва: Изд-во БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. 188 с.
- [11] Пронина Л.А. Информационная культура как фактор развития информационного общества // Аналитика культурологии. 2008. № 1(10). С.75-91. URL: [http://analiculturolog.ru/journal/archive/item/531-article\\_13-2.html](http://analiculturolog.ru/journal/archive/item/531-article_13-2.html) (дата обращения: 20.05.2018).
- [12] Curry A., Moore C. Assessing information culture – an exploratory model // International Journal of Information Management: The Journal for Information Professionals. 2003. Vol. 23, issue 2. Pp. 91-110. DOI: 10.1016/S0268-4012(02)00102-0
- [13] Берман Н.Д. К вопросу о цифровой грамотности // Современные исследования социальных проблем. 2017. Том 8, № 6-2. С. 35-38. DOI: 10.12731/2218-7405-2017-6-2-35-38
- [14] Spires H., Bartlett M. Digital literacies and learning: Designing a path forward // Friday Institute White Paper Series. NC State University. 2012. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fi.ncsu.edu/wp-content/uploads/2013/05/digital-literacies-and-learning.pdf> (дата обращения: 20.05.2018).

2 Могилев А.В., Пак Н.И., Хеннер Е.К. Информатика. Издательский центр «Академия», 2016. 336 с.



- [15] American Library Association. Report of the office for Information Technology policy's Digital Literacy Task Force. 2013. 27 p. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.districtdispatch.org/wp-content/uploads/2013/01/2012\\_OITP\\_digilitreport\\_1\\_22\\_13.pdf](http://www.districtdispatch.org/wp-content/uploads/2013/01/2012_OITP_digilitreport_1_22_13.pdf) (дата обращения: 20.05.2018).
- [16] American Library Association. Presidential Committee on Information Literacy. Final Report. 1989. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ala.org/acrl/publications/whitepapers/presidential> (дата обращения: 20.05.2018).
- [17] Association of College and Research Libraries American Library Association. Information Literacy Competency Standards for Higher Education [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ala.org/acrl/standards/informationliteracy-competency> (дата обращения: 20.05.2018).
- [18] Digital Literacy in Higher Education: A Report / R.Hobbs [et al.]. 2017. Providence, RI: Media Education Lab. 38 pages. URL: <https://mediaeducationlab.com/sites/default/files/Digital%20Literacy%20in%20HigherEd%2017%20final.pdf> (дата обращения: 20.05.2018).
- [19] Гендина Н.И. Информационная грамотность и информационная культура личности: международный и российский подходы к решению проблемы // Открытое образование. 2007. № 5. С. 58-69.
- [20] Wing J. Research Notebook: Computational Thinking – What and Why? / The Link. The magazine of the Carnegie Mellon University School of Computer Science. URL: <http://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why> (дата обращения: 20.05.2018).
- [21] Хеннер Е.К. Вычислительное мышление // Образование и наука. 2016. № 2(131). С. 18-33. DOI: 10.17853/1994-5639-2016-1-18-33
- [22] Computational thinking for all. Computational thinking operational definition / Computer Science Teacher Association. URL: <https://www.iste.org/explore/article-Detail?articleid=152&category=Solutions&article=Computational-thinking-for-all> (дата обращения: 20.05.2018).
- [23] Керзон П., Макоуэн П. Вычислительное мышление: Метод решения сложных задач. Изд-во Альпина Паблишер, 2018. 266 с.
- [24] Akcaoglu M. Learning problem-solving through making games at the game design and learning // Educational Technology Research and Development. 2014. Vol. 62, issue 5. Pp. 583-600. DOI 10.1007/s11423-014-9347-4
- [25] The Pisa 2003 Assessment Framework. Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills. OECD, 2003. 200 p. URL: [https://www.oecd-ilibrary.org/education/the-pisa-2003-assessment-framework\\_9789264101739-en](https://www.oecd-ilibrary.org/education/the-pisa-2003-assessment-framework_9789264101739-en) (дата обращения: 20.05.2018).
- [26] K12 Computer Science Framework, 2017 / Computer Science Teachers Association, the Association for Computing Machinery, and Code.org. 307 p. URL: <https://k12cs.org/> (дата обращения: 20.05.2018).
- [27] Margolis J., Jean J. Ryoo J.J., Sandoval C.D.M., Lee C., Goode J., Chapman G. Beyond Access: Broadening Participation in High School Computer Science // ACM Inroads. 2012. Vol. 3, issue 4. Pp. 72-78. DOI: 10.1145/2381083.2381102

Поступила 20.05.2018; принята в печать 10.06.2018;  
опубликована онлайн 30.06.2018.

## References

- [1] Sukhomlin V.A. International educational standards in the field of information technology. *Applied informatics*. 2012; 1(37):33-54. Available at: [http://www.appliedinformatics.ru/general/upload/articles/PI\\_137\\_2012\\_light\\_33-renamed.pdf](http://www.appliedinformatics.ru/general/upload/articles/PI_137_2012_light_33-renamed.pdf) (accessed 20.05.2018). (In Russian)
- [2] Hubwieser P., Armoni M., Giannakos M.N., Mittermeir R.T. Perspectives and Visions of Computer Science Education in Primary and Secondary (K-12) Schools. *ACM Transactions on Computing Education*. 2014; 14(2):7.1-7, article 7. DOI: 10.1145/2602482
- [3] Brown N.C.C., Sentence S., Crick N., Humphreys S. Restart: The Resurgence of Computer Science in UK Schools. *ACM Transactions on Computing Education*. 2014; 1(1), article 1. 22 p. DOI: 10.1145/0000000.0000000
- [4] Hubwieser P. et al. A Global Snapshot of Computer Science Education in K-12 Schools. *Conference Proceedings of the 2015 ITICSE Working Group Reports (ITICSE-WGR '15)*. DOI: 10.1145/2858796.2858799
- [5] Khenner E.K. Subject "Informatics": cross-country comparisons and development prospects. *Informatics and Education*. 2016; 10(279):18-26. (In Russian)
- [6] Khenner E.K., Soloveva T.N. Studying of informatics in higher education institution in the conditions of the digital educational environment. *Prepodavatel XXI vek*. 2016; 4:42-54. (In Russian)
- [7] Association of American Colleges & Universities: General Education]. Available at: <https://www.aacu.org/resources/general-education> (accessed 20.05.2018).
- [8] Hart Research Associates. Recent Trends in General Education Design, Learning Outcomes, and Teaching Approaches. January 19, 2016. Available at: [https://www.aacu.org/sites/default/files/files/LEAP/2015\\_Survey\\_Report2\\_GEtrends.pdf](https://www.aacu.org/sites/default/files/files/LEAP/2015_Survey_Report2_GEtrends.pdf) (accessed 20.05.2018).
- [9] Lapchik M.P. ICT competence of teachers. Omsk: Publishing house OmGPU, 2007. 144 p. (In Russian)
- [10] Khenner E.K. Formation of ICT competence of students and teachers in the system of continuous education. Moscow: BINOM. Lab knowledge, 2008. 188 p. (In Russian)
- [11] Pronina L.A. Information culture as a factor in the development of the information society. *Analitika kul'turologii*. 2008; 1(10):75-91. Available at: [http://analiculturolog.ru/journal/archive/item/531-article\\_13-2.html](http://analiculturolog.ru/journal/archive/item/531-article_13-2.html) (accessed 20.05.2018). (In Russian)
- [12] Curry A., Moore C. Assessing information culture – an exploratory model. *International Journal of Information Management: The Journal for Information Professionals*. 2003; 23(2):91-110. DOI: 10.1016/S0268-4012(02)00102-0
- [13] Berman N.D. To the question of digital literacy. *Russian Journal of Education and Psychology*. 2017; 8(6)-2:35-38. DOI: 10.12731/2218-7405-2017-6-2-35-38 (In Russian)
- [14] Spires H., Bartlett M. Digital literacies and learning: Designing a path forward. Friday Institute White Paper Series. NC State University. 2012. Available at: <https://www.fi.ncsu.edu/wp-content/uploads/2013/05/digital-literacies-and-learning.pdf> (accessed 20.05.2018).
- [15] American Library Association. Report of the office for Information Technology policy's Digital Literacy Task Force. 2013. 27 p. Available at: <http://www.districtdispatch.org/wp-con>



- tent/uploads/2013/01/2012\_OITP\_digilitreport\_1\_22\_13.pdf (accessed 20.05.2018).
- [16] American Library Association. Presidential Committee on Information Literacy. Final Report. 1989. Available at: <http://www.ala.org/acrl/publications/whitepapers/presidential> (accessed 20.05.2018).
- [17] Association of College and Research Libraries American Library Association. Information Literacy Competency Standards for Higher Education. Available at: <http://www.ala.org/acrl/standards/informationliteracycompetency> (accessed 20.05.2018).
- [18] Hobbs R. et al. Digital Literacy in Higher Education: A Report. 2017. Providence, RI: Media Education Lab. 38 pages. Available at: <https://mediaeducationlab.com/sites/default/files/Digital%20Literacy%20in%20HigherEd%202017%20final.pdf> (accessed 20.05.2018).
- [19] Gendina N.I. Information literacy and personal information culture: International and Russian approaches to solving the problem. *Open Education*. 2007; 5:58-69.
- [20] Wing J. Research Notebook: Computational Thinking – What and Why? *The Link. The magazine of the Carnegie Mellon University School of Computer Science*. Available at: <http://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why> (accessed 20.05.2018).
- [21] Khenner E.K. Computational thinking. *The Education and science journal*. 2016; (2):18-33. (In Russian) DOI: 10.17853/1994-5639-2016-2-18-33
- [22] Computational thinking for all. Computational thinking operational definition / Computer Science Teacher Association. Available at: <https://www.iste.org/explore/articleDetail?articleid=152&category=Solutions&article=Computational-thinking-for-all> (accessed 20.05.2018).
- [23] Curzon P, McOwan P.W. The Power of Computational Thinking. Games, Magic and Puzzles to Help You Become a Computational Thinker. World Scientific Publishing Europe Ltd., 2017. 232 p. (Russ. ed.: Kerzon P, Makouehn P. Vychislitel'noe myshlenie: Metod resheniya slozhnyh zadach. Izd-vo Al'pina Pablsher, 2018. 266 p.)
- [24] Akcaoglu M. Learning problem-solving through making games at the game design and learning. *Educational Technology Research and Development*. 2014; 62(5):583-600. DOI: 10.1007/s11423-014-9347-4
- [25] The Pisa 2003 Assessment Framework. Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills. OECD, 2003. 200 p. Available at: [https://www.oecd-ilibrary.org/education/the-pisa-2003-assessment-framework\\_9789264101739-en](https://www.oecd-ilibrary.org/education/the-pisa-2003-assessment-framework_9789264101739-en) (accessed 20.05.2018).
- [26] K12 Computer Science Framework, 2017. Computer Science Teachers Association, the Association for Computing Machinery, and Code.org. 307 p. Available at: <https://k12cs.org/> (accessed 20.05.2018).
- [27] Margolis J., Jean J. Ryoo J.J., Sandoval C.D.M., Lee C., Goode J., Chapman G. Beyond Access: Broadening Participation in High School Computer Science. *ACM Inroads*. 2012; 3(4):72-78. DOI: 10.1145/2381083.2381102
- Submitted 20.05.2018; revised 10.06.2018; published online 30.06.2018.

#### About the author:

**Evgeniy K. Khenner**, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Professor of Department of Information Technologies, Corresponding Member of the Russian Academy of Education, Perm State National Research University (15 Bukireva Str., Perm 614990, Russia), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6397-4465>, [ehenner@psu.ru](mailto:ehenner@psu.ru)



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted reuse, distribution, and reproduction in any medium provided the original work is properly cited.

