

Развитие вычислительного мышления в системе целей общего образования

Е.К.Хеннер

Краевая конференция «Цифровизация экономики и общества:
вызов для системы образования»

Пермь, ПГНИУ, 7 ноября 2018 г.

Вычислительное мышление

«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».

«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. Таким образом, вычислительное мышление пересекается с логическим мышлением и системным мышлением. Оно включает 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. Вычислительное мышление используется в постановке и анализе проблем и их решений, широком толковании».

Jeanette Wing, Корнельский университет, 2006, 2008 гг.

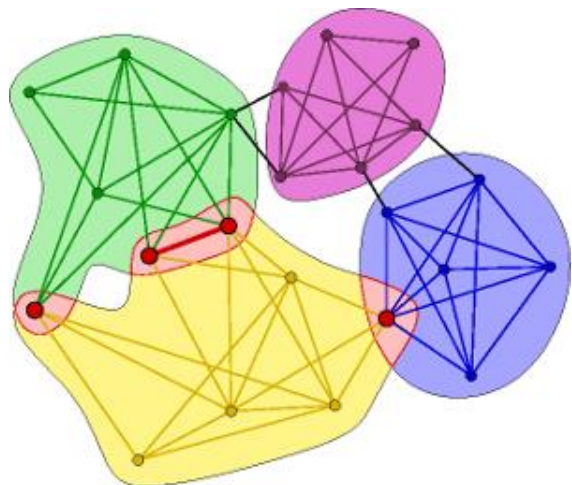
Мышление

Мышление — процесс познавательной деятельности индивида, характеризующийся обобщенным и опосредствованным отражением действительности.

Мышление — переработка информации в процессе течения мыслей, образов и ощущений. Происходить это может в самых разных формах, разном стиле и с разным качеством: мышление может быть разной степени связности, логичности и целесообразности, быть и бредом, и образцом высокой мудрости, мышление может быть эффективным и пустым.



Системное мышление



Системное мышление — это тип мышления, который характеризуется целостным восприятием предметов и явлений, учитывая их связи между собой. Каждый материальный объект, предмет, явление, процесс, научная теория, художественный образ и прочее представляет собой определенную систему. Элементы каждой системы упорядочены и связаны между собой таким образом, чтобы система работала в нужном направлении.

Человек, обладающий развитым СМ, понимает целостность и умеет видеть множественные связи и закономерности.

Он осознает необходимость упрощения и искажения модели мира с целью лучшего ее понимания.

Он может видеть реальность под разными углами, в разных плоскостях и ракурсах, фокусироваться на системе в целом и на ее отдельных элементах.

Он умеет создавать собственные ментальные модели реальности, помогающие ему видеть причинно-следственные связи.

Человек с СМ обладает способностью видеть обратные связи между объектами и явлениями.

Алгоритмическое мышление

Алгоритмическое мышление представляет собой специфический стиль мышления, предполагающий наличие мыслительных схем, которые способствуют видению проблемы в целом, решению задач крупными блоками с последующей детализацией и осознанному закреплению результатов решения. Также алгоритмическое мышление представляет собой набор определенных последовательностей действий, которые, вместе с логическим и образным мышлением, увеличивают интеллектуальные способности человека и его творческий потенциал.

Для чего нужно его развивать алгоритмическое мышление?

Такой тип мышления очень сильно помогает освоению многих знаний и навыков. Способность мыслить точно, формально, если это нужно, становится одним из важных признаков общей культуры человека в современном высокотехнологизированном мире.

Некоторые версии интерпретации понятия «вычислительное мышление»

ВМ тесно связано с процессуальным мышлением, представления о котором были сформулированы Сеймуром Пейпертом ещё в 1981 г. Процессуальное мышление включает в себя разработку, представление, тестирование и отладку процедур, представляющих собой набор пошаговых инструкций, каждая из которых может быть формально интерпретирована и исполнена специальным исполнителем, таким как компьютер или автоматическое оборудование.

ВМ связано с изучением механизмов интеллекта, сопровождаемым практическими приложениями, выражаемыми в усилении человеческого интеллекта путем использования инструментов, помогающих автоматизировать решение сложных задач.

ВМ – способ формулирования точных методов эффективного решения задач, включая тщательный анализ задач и процедур решения.

ВМ – то, что люди делают, воспринимая мир, рассматривая процессы, манипулируя цифровыми представлениями и моделями (и, следовательно, все люди в какой-то мере занимаются вычислительным мышлением уже в повседневной жизни).

Вычислительное мышление: операциональное определение

«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».

(Американская ассоциация учителей информатики)

Формирование вычислительного мышления в процессе образования

Примеры возможностей	Информатика	Математика	Естественные науки	Социальные науки	Гуманитарные науки
Сбор данных	Поиск источника данных для проблемной области	Поиск источника данных для проблемной области (бросание монет или игровой <u>кости</u>)	Сбор экспериментальных данных	Изучение статистических данных	Лингвистический анализ предложений
Анализ данных	Написание программ для основных статистических расчетов на множестве данных	Анализ результатов статистических испытаний (бросание <u>кости</u>)	Анализ экспериментальных данных	Идентификация трендов в статистических данных	Идентификация шаблонов в предложениях
Представление данных	Использование структур данных, таких как массивы, связанные списки, стеки, очереди, графы и др.	Использование гистограмм, круговых диаграмм, списков, графиков и т.д. для представления данных	Итоговое представление экспериментальных данных	Итоговое представление трендов	Представление шаблонов в предложениях
Проблема декомпозиции	Определение объектов, методов и функций	Применение порядка операций в выражениях	Разработка классификаций		Создание схем

Формирование вычислительного мышления в процессе образования

Примеры возможностей	Информатика	Математика	Естественные науки	Социальные науки	Гуманитарные науки
Абстракция	Использование процедур инкапсуляции набора часто повторяющихся команд; использование условий, циклов, рекурсий и т.д.	Использование переменных в алгебре; изучение функций в алгебре и сравнение с функциями в программировании; использование итерации в решении задач	Построение модели физической сущности	Представление фактов, вывод заключений из фактов	Использование сравнений и метафор; написание историй с подразделами
Алгоритмы и процедуры	Изучение классических алгоритмов; использование алгоритмов для решения проблем	Выполнение деления столбиком, разложения на множители; перенос цифр между колонками при сложении и вычитании	Выполнение экспериментальных процедур		Запись инструкций
Автоматизация		Использование таких инструментов как интерактивные графические системы, языков <u>StarLogo</u> , Python	Использование компьютерно-оснащенных лабораторных работ	Использование электронных таблиц	Использование программ проверки орфографии

Эволюция вычислительного мышления в контексте развития вычислительной техники и информационных технологий

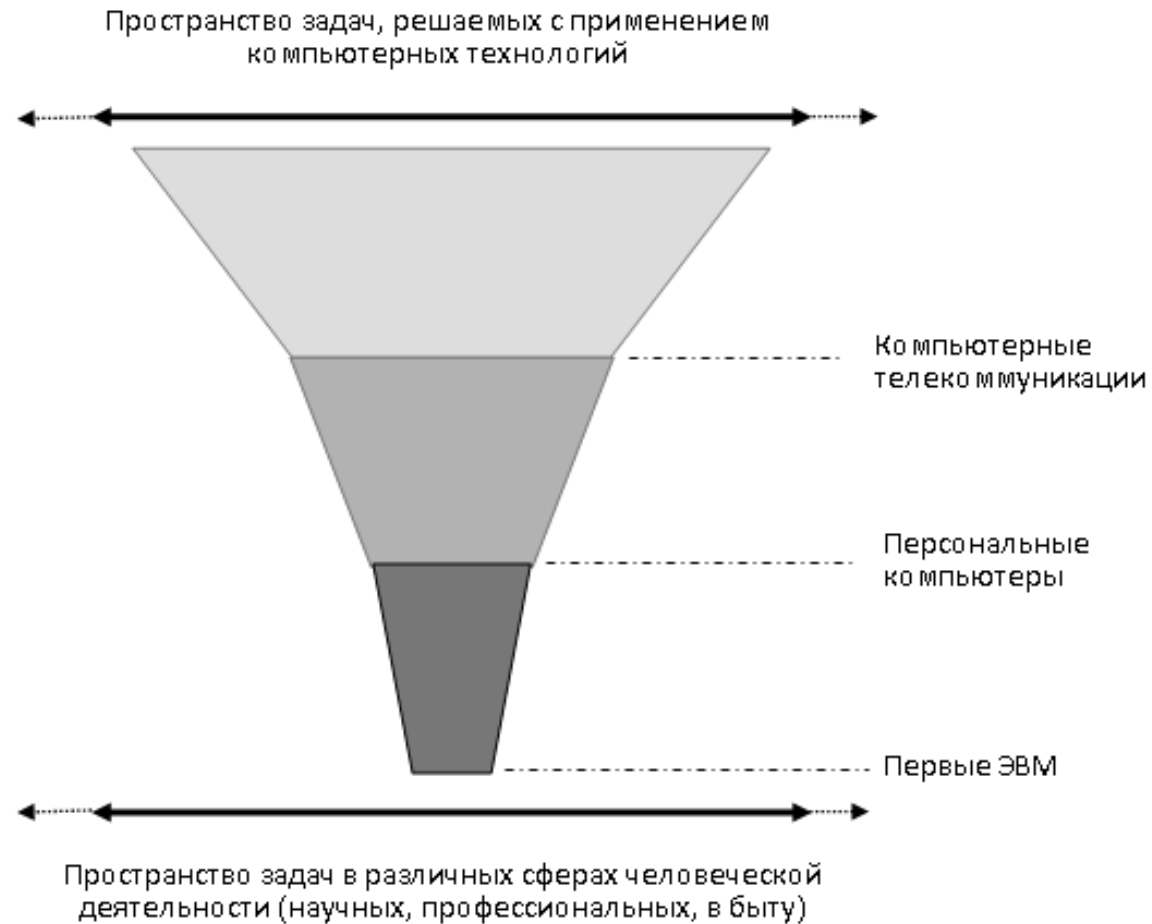


Рис.1. «Чаша задач», решаемых с применением средств информационных компьютерных технологий

Вычислительное мышление в системе обобщенных целей изучения информатики в школе

В России и некоторых других странах в ходе 30-летней эволюции предмета «Информатика» сформировалась триада обобщенных целей

**Компьютерная грамотность –
Информационная культура –
ИКТ-компетентность**

В США и некоторых других странах аналогичную роль выполняет триада

**Цифровая грамотность (Digital Literacy) –
Информационная грамотность (Information Literacy) –
Вычислительное мышление (Computational Thinking)**

Компьютерная грамотность и информационная культура

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 развития предмета понятия «Алгоритмическая грамотность».

«Информационная культура — 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)».
(Пронина Л.А., 2011)

«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».
(Curry A., Moore C., 2003)

ИКТ-компетентность учащихся

«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». (Лапчик М.П. об ИКТ компетентности работника образования).

«специалиста сферы образования» → «учащегося»

«в профессиональной работе» → «в учебной и внеучебной деятельности»

ИКТ-компетентность – состав

ИКТ-компетентность включает деятельностные индивидуальные способности и качества, определяющие возможности и умения:

- самостоятельно искать, собирать, анализировать, представлять, передавать информацию;
- моделировать и проектировать объекты и процессы, в том числе собственную индивидуальную деятельность;
- моделировать и проектировать работу коллектива;
- принимать правильные решения, творчески и эффективно решать задачи, которые возникают в процессе продуктивной деятельности;
- ориентироваться в организационной среде на базе современных ИКТ;
- ответственно реализовывать свои планы, квалифицированно используя современные средства ИКТ;
- использовать в своей практической профессиональной деятельности современные ИКТ.

(Хеннер Е.К., 2008)

Цифровая грамотность

Цифровая грамотность определяется «набором знаний и умений, которые необходимы для безопасного и эффективного использования цифровых технологий и ресурсов Интернета» (Берман Н.Д., 2017).

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 (Spires, H., Bartlett, 2012).

«Цифровая грамотность – это способность использовать информационные и коммуникационные технологии для поиска, оценки, создания и передачи информации, требующей как когнитивных, так и технических навыков» (American Library Association, 2012)

Информационная грамотность

Информационная грамотность – составляющая информационной культуры.

«Информационная грамотность – это набор способностей, требующих от людей распознавать, когда необходима информация, и иметь возможность находить, оценивать и эффективно использовать необходимую информацию». (*American Library Association, 1989*).

Информационно-грамотный человек способен (*Information Literacy Competency Standards for Higher Education, 2017*):

- 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.

Вычислительное мышление как ключевой процесс в компьютеринге

«Вычислительное мышление – это процесс распознавания аспектов вычислений в окружающем нас мире и применение инструментов и методов вычислений для понимания и обоснования как естественных, так и искусственных систем и процессов.

Вычислительное мышление – это то, что делают люди (а не компьютеры); оно включает в себя способность мыслить логически, алгоритмически и (на более высоких уровнях) рекурсивно и абстрактно.

Основной проблемой в вычислительном мышлении является масштаб и сложность систем, которые мы изучаем или создаем. Основным методом, используемым для управления этой сложностью, – это абстракция. Процесс абстракции принимает множество конкретных форм, таких как моделирование, декомпозиция и обобщение».

(Computing: A curriculum for schools. Great Britain, 2011).

«Решение проблем» как ведущий способ формирования вычислительного мышления

«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».

K12 Computer Science Framework, 2017

«Компетентность в области решения проблем это «способность учащегося использовать познавательные умения для разрешения 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»

(The PISA 2003 Assessment Framework)

Примерные этапы использования методологии «Решение проблем»:

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?

Наиболее часто заявляемые цели школьного курса информатики в разных странах (по материалам серии обзоров 2014-2015 гг.)

Цель	Используется в текстах (по странам)
Цифровая грамотность (включая использование инструментов)	FI, USA, BY, KO, RUS, UK, SW, IN, IT, NRW, NZ
Вычислительное мышление (включая алгоритмическое и логическое мышление)	FR, FI, USA, IS, RUS, UK, KO, SW, IN
Решение проблем	NRW, USA, IS, KO, RUS, UK, SW, IN
Понимание базовых концепций информатики и информационных технологий	NZ, BY, IS, KO, SW, IN, FR, IT
Подготовка и выбор карьеры	NRW, SW, BY, IN, FR, IT, KO
Обеспечение осведомленности о социальных, этических, правовых вопросах и вопросах конфиденциальности в связи с информационными технологиями	NRW, KO, FR, RUS, UK, SW, NZ
Общее образование для ответственного участия в жизни общества	NRW, BY, KO, SW, IN, RUS
Подготовка к поступлению в вуз	NRW, KO, SW, IN

FI – Финляндия, BY – Германия/Бавария, IN – Индия, NZ – Новая Зеландия, NRW – Германия/Северный Рейн-Вестфалия, FR – Франция, KO – Корея, SW – Швеция, IS – Израиль, RUS – Россия, USA – США, IT – Италия.

Выводы по итогам анализа двух систем целей изучения информатики

1. Триады целей школьного информатического образования «ИКТ-компетентность – Компьютерная грамотность – Информационная культура», с одной стороны, и «Вычислительное мышление – Цифровая грамотность – Информационная грамотность» 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.

Спасибо за внимание!