

Информационное компьютерное моделирование как системообразующее понятие при построении курса информатики на уровне основного общего образования на основе использования свободного программного обеспечения

М. В. Маркушевич^{1*}, А. Ю. Федосов²

¹ ГБОУ «Школа № 1352», г. Москва, Российская Федерация

Адрес: 107207, Российская Федерация, г. Москва, Щёлковское шоссе, д. 77А

² ФГБОУ ВО «Российский государственный социальный университет», г. Москва, Российская Федерация

Адрес: 129226, Российская Федерация, г. Москва, ул. Вильгельма Пика, д. 4, стр. 1

* mihael11@yandex.ru

Аннотация

В настоящей работе авторы поставили цель продемонстрировать возможность и целесообразность разработки методики обучения информатике в основной школе, для которой системообразующим понятием и доминирующим видом деятельности учащихся является компьютерное информационное моделирование, а также изучить вопрос, какой тип программного обеспечения является наиболее оптимальным в качестве базового для реализации данной методики в условиях современной российской общеобразовательной школы. Авторами статьи были проанализированы характерные черты научного метода компьютерного моделирования применительно к учебному процессу основной общеобразовательной школы, а также показана его тесная взаимосвязь со всеми содержательными линиями, присутствующими в школьном курсе информатики. Также выявлена потенциальная возможность формирования большей части метапредметных результатов, вырабатываемых на ступени основного общего образования, в области универсальных учебных познавательных и регулятивных действий с помощью активного применения компьютерного моделирования, реализуемого в процессе создания и изучения информационных моделей, построенных с применением свободных программных сред. Информационные компьютерные модели, создаваемые и исследуемые учащимися основной школы разбиваются на четыре уровня по сложности их внутренней конструкции и сложности функционала используемых для целей моделирования программных сред. В статье обосновывается тезис, о том, что только применение свободного программного обеспечения делает возможным полноценную реализацию методики обучения информатике в основной школе, для которой системообразующим понятием и доминирующим видом деятельности учащихся является компьютерное информационное моделирование. С точки зрения авторов, дальнейшая разработка и совершенствование методики обучения информатике, построенной на основе применения свободного программного обеспечения, в которой системообразующим понятием является информационное компьютерное моделирование, является востребованным в настоящее время в российском образовательном сообществе, так как в этом случае можно ожидать от школьников, изучающих информатику в рамках данной методики, эффективного формирования качеств инженера-исследователя или IT-специалиста-исследователя.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, свободное программное обеспечение, методика обучения информатике

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Маркушевич М. В., Федосов А. Ю. Информационное компьютерное моделирование как системообразующее понятие при построении курса информатики на уровне основного общего образования на основе использования свободного программного обеспечения // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2023. Т. 19, № 1. С. 209-225. doi: <https://doi.org/10.25559/SITITO.019.202301.209-225>

© Маркушевич М. В., Федосов А. Ю., 2023



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.



Information Computer Modeling as a Systemic Concept in Constructing a Course of Computer Science at the Level of Basic General Education Based on the Use of Free Software

M. V. Markushevich^a, A. Yu. Fedosov^b

^a School No. 1352, Moscow, Russian Federation

Address: 77A Shchelkovskoe highway, Moscow 107207, Russian Federation

^b Russian State Social University, Moscow, Russian Federation

Address: 4 Wilhelm Pieck St., build. 1, Moscow 129226, Russian Federation

* mihael11@yandex.ru

Abstract

In this paper, the authors set the goal of demonstrating the feasibility and feasibility of developing a methodology for teaching informatics in primary school, for which computer information modeling is a system-forming concept and the dominant activity of students, and also to study the question of what type of software is the most optimal as a base for the implementation of these methods in the conditions of modern Russian general education school. The authors analyzed the characteristic features of the scientific method of computer modeling in relation to the educational process of the main general education school, and also showed its close relationship with all the content lines present in the school informatics course. Also, the potential possibility of forming most of the meta-subject results developed at the stage of basic general education in the field of universal educational cognitive and regulatory actions through the active use of computer modeling, implemented in the process of creating and studying information models built using free software environments, was revealed. Information computer models created and studied by primary school students are divided into four levels according to the complexity of their internal design and the complexity of the functionality of the software environments used for modeling purposes. The article substantiates the thesis that only the use of free software makes it possible to fully implement the methodology of teaching computer science in primary school, for which computer information modeling is a system-forming concept and the dominant activity of students. From the point of view of the authors, further development and improvement of the methodology for teaching informatics, built on the basis of the use of free software, in which the system-forming concept is information computer modeling, is currently in demand in the Russian educational community, since in this case it can be expected from schoolchildren, studying computer science within the framework of this methodology, the effective formation of the qualities of an engineer-researcher or IT-specialist-researcher.

Keywords: computer modeling, free software, computer science teaching methods

Conflict of interests: The authors declare no conflict of interest.

For citation: Markushevicha M.V., Fedosov A.Yu. Information Computer Modeling as a Systemic Concept in Constructing a Course of Computer Science at the Level of Basic General Education Based on the Use of Free Software. *Modern Information Technologies and IT-Education*. 2023;19(1):209-225. doi: <https://doi.org/10.25559/SITITO.019.202301.209-225>



1. Введение

При построении концепции методики обучения информатике в общеобразовательной школе в числе основных возникает вопрос о том, рационально ли разрабатывать методику, располагая в ее центре некое системообразующее понятие, которое будет являться смысловым каркасом для рассмотрения всех содержательных линий учебного курса, или разумно разрабатывать каждую тему курса вполне независимо от других тем, учитывая только внутрипредметные связи информатики. Авторы различных методик обучения информатике в общеобразовательной школе по-разному смотрят на описанную проблему, уделяя, таким образом, большее или меньшее внимание вопросу обеспечения системности разрабатываемого ими школьного курса информатики.

Одной из наиболее важных характеристик любого школьного учебного курса, в том числе курса информатики, является его системность. Исходя из определения системного подхода, системность учебного курса предполагает отношение к изучаемым объектам и процессам как к целостному комплексу взаимосвязанных элементов¹.

Кроме того, системный курс информатики должен обладать следующими признаками:

1. Целостностью, позволяющей рассматривать одновременно систему как единое целое и, в то же время, как подсистему для вышестоящего уровня, то есть для системы школьного обучения в целом.

2. Иерархичностью строения, то есть наличием множества элементов, расположенных на основе подчинения элементов низшего уровня элементам высшего уровня.

3. Структуризацией, позволяющей анализировать элементы системы и их взаимосвязи в рамках конкретной организационной структуры. Как правило, процесс функционирования системы обусловлен не столько свойствами её отдельных элементов, сколько свойствами самой структуры [1-4].

Под «системностью школьного курса информатики» в нашем случае надо понимать отношение к изучаемым объектам (информации, информационным процессам, информационным моделям) как к системе: целостному комплексу взаимосвязанных элементов. Так, в случае выбора концепции, заключающейся в построении курса информатики вокруг системообразующего понятия «информационное компьютерное моделирование», учебный материал, отобранный для использования в разрабатываемой методике, будет структурирован таким образом, что на первом уровне иерархии будет находиться все, что связано с процессом создания и исследования компьютерных моделей различных типов.

В свою очередь, вопросы, связанные с различными свойствами и видами информации, а также с различными видами инфор-

мационных процессов будут рассматриваться в процессе создания компьютерных моделей, т.е. находится на более низких уровнях иерархии структурированного учебного материала.

2. Цель исследования и обзор литературы

В настоящей работе авторы поставили цель продемонстрировать возможность и целесообразность разработки методики обучения информатике в основной школе, для которой системообразующим понятием и доминирующим видом деятельности учащихся является компьютерное информационное моделирование, а также изучить вопрос, какой тип программного обеспечения является наиболее оптимальным в качестве базового для реализации данной методики в условиях современной российской общеобразовательной школы.

Семакин И.Г. в работе² отмечает, что без наличия системы в содержании курса информатики нельзя говорить о его научности, аналогично, Краевский В.В. в работе³ указывает: «Знание, лишенное системного качества, лишается и свойства научности».

Далее Семакин И.Г. предлагает выстраивать курс информатики вокруг понятия «информация» как системообразующего, обосновывая свою позицию тем, что данное понятие является центральным понятием курса информатики по определению. Автор указывает на то, что любая тема должна выстраиваться таким образом, чтобы было ясно видно, какое отношение она имеет к понятию информации; к представлению информации; к хранению, обработке или передаче информации⁴. В данном случае позиция автора представляется логично обоснованной и возможно будет применить указанный подход в нашем случае как универсальный, но только в качестве системообразующего понятия предлагается использовать понятие «информационное компьютерное моделирование».

В защиту данного утверждения Гейн А.Г. приводит следующие аргументы:

1. В школьный курс информатики необходимо включать информационное моделирование в качестве связующего компонента между теоретическим и практическими аспектами курса;

2. Изучение компьютерного информационного моделирования поддерживает линию алгоритмизации и программирования;

3. Информационное компьютерное моделирование является связующим звеном между информатикой и другими школьными предметами, в основном дисциплинами естественнонаучного цикла, так как учащиеся создают и исследуют модели из предметных областей физики, химии, географии, биологии⁵.

¹ Блауберг И. В., Садовский В. Н., Юдин Э. Г. Системный подход // Новая философская энциклопедия : в 4 т. / Ин-т философии РАН; Нац. обществ.-науч. фонд; Предс. научно-ред. совета В. С. Стёпин, заместители предс.: А. А. Гусейнов, Г. Ю. Семин, уч. секр. А. П. Огурцов. 2-е изд., испр. и допол. Т. 3. М. : Мысль, 2010. С. 559.

² Семакин И. Г. Научно-методические основы построения базового курса информатики : дис. ... д-ра пед. наук. Пермь, 2002. 415 с. EDN: NMEFEV

³ Краевский В. В. Проблемы научного обоснования обучения (Методол. анализ). М. : Педагогика, 1977. С. 106.

⁴ Семакин И. Г. Научно-методические основы построения базового курса информатики : дис. ... д-ра пед. наук. Пермь, 2002. 415 с. EDN: NMEFEV

⁵ Гейн А. Г. Изучение информационного моделирования как средство реализации межпредметных связей информатики с дисциплинами естественнонаучного цикла : дис. ... д-ра пед. наук. М., 2000. 300 с. EDN: NLSAGV



Некоторые зарубежные авторы также отмечают, что процесс моделирования является существенной частью нашей повседневной жизни и охватывает достаточно широкий спектр объектов моделирования [5], является важным и одновременно сложным занятием для студентов и учителей [6], в связи с чем его использование в образовании представляется рациональным и необходимым.

В этом контексте важно выделить работу коллектива авторов из США и Пакистана Temkin A. (Темкин Анатолий) и Niazi M.A. (Муаз А. Ниязи) «Зачем преподавать моделирование и симуляцию в школах?», целиком посвященную рассматриваемым нами вопросам [7]. В данной статье авторами предлагается глобальный взгляд на вопрос преподавания моделирования, симуляции и визуализации (MS&V) в школе. Авторы отмечают, что именно люди, обладающие компетенциями в области моделирования, симуляции и визуализации смогут в ближайшем будущем противостоять многочисленным вызовам и опасностям, стоящим перед человеческой цивилизацией. Однако, в настоящее время изучение MS&V по-прежнему не имеет «официального места» в стандартных школьных программах, что, по мнению авторов, создает серьезную проблему в плане подготовки кадров с необходимой квалификацией. Далее авторы акцентируют внимание на том факте, что активное применение моделирования в образовании научает школьников правильно ставить вопросы, что значительно важнее в современной ситуации, чем формальное усвоение некоторого объема знаний. В этом вопросе мнение Муаз А. Ниязи и Темкина А. полностью совпадает с точкой зрения отечественного исследователя Шаровой А.Н.⁶, о работе которой речь пойдет ниже. Выбор информационного компьютерного моделирования в качестве системообразующего понятия курса информатики в основной школе имеет еще одно преимущество, заключающееся в том, что оно же будет выступать в качестве доминирующего вида деятельности учащихся. Если автор одной из концепций построения школьного курса информатики Шутикова М.И. в качестве доминирующего вида деятельности предлагает рассматривать коммуникативную деятельность⁷, то мы, в свою очередь, в качестве аналогичного параметра, который в максимальной степени позволяют представить данную предметную область, предлагаем использовать информационное компьютерное моделирование.

3. Основная часть

В настоящей работе авторами применялся такой общелогический метод исследования, как анализ. В частности, был проведен анализ сущности метода компьютерного моделирования и его дидактического потенциала в отношении школьного образования в плане выбора информационного компьютерного

моделирования в качестве наиболее адекватного варианта системообразующего понятия для построения методики обучения информатике. Кроме того, авторами ниже были проанализированы работы ведущих педагогов-исследователей в отношении их оценки потенциала применения метода компьютерного моделирования при обучении информатике в общеобразовательной школе.

В основе метода моделирования лежит умозаключение по аналогии. Модель (от лат. *modulus* – мера, мерило, образец, норма) – аналог оригинала как определенного фрагмента реальности. Этот аналог является своеобразным «заместителем» оригинала в познании и практике и служит для расширения знания об оригинале, для конструирования оригинала или для преобразования, или управления им⁸.

Рассмотрим более подробно основные этапы разработки и исследования компьютерной модели:

1. Описательная информационная модель;
2. Формализованная модель;
3. Выбор программной среды моделирования;
4. Создание компьютерной модели в выбранной среде;
5. Исследование компьютерной модели в ходе виртуального эксперимента;
6. Анализ полученных результатов виртуального эксперимента;
7. Доработка и корректировка компьютерной модели⁹.

При чем, некоторые этапы могут объединяться и/или повторяться несколько раз в процессе разработки и исследования модели.

Надо отметить, что абсолютное большинство авторов методик обучения информатике и учебных пособий по информатике для основной и старшей школы уделяют пристальное внимание обучению школьников информационному моделированию (Бешенков С.А., Гейн Г.А., Захарова Т.Б., Кузнецов А.А., Макарова Н.В., Семакин И.Г., Ракитина Е.А., Хеннер Е.К., Шутикова М.И., Роберт И.В.) [8-11].

В частности, Роберт И.В. отмечает, что применение метода информационного моделирования в учебном процессе основной и старшей школы «переводит процесс обучения с уровня «сообщение суммы знаний – усвоение суммы знаний» на уровень «исследовательский подход и прогнозирование результатов экспериментально-исследовательской деятельности», позволяет обучать учащихся самостоятельному «открытию» изучаемой закономерности, вырабатывать обобщенное представление об окружающем реальном мире»¹⁰.

Действительно, широкое применение метода компьютерного моделирования в учебном процессе дает возможность учащимся значительно глубже, всестороннее, чем при традиционном обучении, изучить рассматриваемый ими объект за счет того, что они могут наблюдать его поведение при изменении

⁶ Шарова А. Н. О проблеме формализма в усвоении знаний по информатике в профильной школе // Математика и информатика: наука и образование: Межвузовский сб. науч. тр. Ежегодник. Омск : Изд-во ОмГПУ, 2008. Вып. 7. С. 277-281.

⁷ Шутикова М. И. Построение содержания общеобразовательного курса информатики на основе развития концепции коммуникативной деятельности : дис.... д-ра пед. наук. М., 2009. 274 с. EDN: QEKBAH

⁸ Кузьменко Г. Н. Философия и методология науки : Учебник / Г. Н. Кузьменко, Г. П. Отюцкий. 1-е изд. М. : Изд-во Юрайт, 2014. 450 с. EDN: VTULCB

⁹ Угринович Н. Д. Информатика и ИКТ: учебник для 9 класса. 6-е изд. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 295 с.

¹⁰ Роберт И. В. Современные информационные технологии в образовании: дидактические проблемы; перспективы использования : Издание стереотипное. М. : ИИО РАО, 2010. С. 34. EDN: MWKQHR



различных параметров и самостоятельно делать выводы о свойствах рассматриваемого объекта. По сути это и есть исследовательский подход в обучении, о котором выше говорит Роберт И.В.

О проблеме формализма в образовании, которую может помочь решить широкое внедрение в содержание обучения по информатике в основной школе компьютерного информационного моделирования, пишет также Шарова А.Н.: «Формализм, сводящийся к запоминанию формы, внешней оболочки, минуя суть, в свою очередь, приводит к тому, что не только базовые понятия информатики, но и материал дисциплин предметного блока, которые их используют, остается усвоен формально, что, соответственно, влечет за собой невозможность формирования у учащихся адекватной научной картины мира, а значит, и ведет к неспособности адаптироваться к условиям постоянно меняющегося информационного общества»¹¹.

4. Полученные результаты

В первую очередь, в качестве полученных авторами результатов настоящего исследования можно рассматривать сформулированные ими причины использования информационного компьютерного моделирования в качестве системообразующего понятия при разработке методики обучения информатике в основной школе. При реализации предложенной выше концепции содержательная линия «Формализация и моделирование» курса информатики становится наиболее важной для построения всей рассматриваемой нами методики преподавания информатики в основной школе по следующим причинам:

а) Компьютерное моделирование является общенаучным методом и его использование в ходе проектирования уроков развивает у учащихся такие универсальные логические действия, как анализ объектов с целью выделения признаков (существенных, несущественных); выведение следствий; установление причинно-следственных связей, построение логической цепи рассуждений, доказательство; выдвижение гипотез и их обоснование¹².

б) Различные общеобразовательные школьные предметы дают обширное поле для создания и исследования компьютерных моделей тех объектов, которые изучаются в курсах данных предметов. Например, можно предложить следующую возможную классификацию типов компьютерных моделей, которые можно создавать и изучать в основной школе, основанную на предметной области, к которой относится модель:

а. Физические модели:

- i. Модели различных видов механического движения материальной точки;
- ii. Модели тепловых процессов;
- iii. Модели различных полей (электростатического, гравитационного);
- iv. Модель электрической цепи;

б. Химические модели:

- i. Виртуальные модели молекул;

с. Географические модели:

- i. Модель поездки из географической точки А в точку В;

д. Технологические (инженерные) модели:

- i. 3D-модель какой-либо детали, выполненная в системе компьютерного черчения;

- ii. Модель жилой комнаты или учебного класса;

е. Экономические (финансовые) модели:

- i. Модель для расчета процентов по кредиту;
- ii. Модель для планирования доходов и расходов учащегося за определенный период времени;

ф. Биологические модели:

- i. Модель физиологического состояния человека;
- ii. Модель изменения численности популяции животных «хищник-жертва»;

г. Математические модели:

- i. Модель прямоугольного треугольника;

- ii. Модель произвольного треугольника;

h. Логическая модель:

- i. Модель логического элемента И;

- ii. Модель логического элемента ИЛИ;

- iii. Модель логического элемента НЕ;

с) Создание и исследование компьютерных моделей из других предметных областей дает возможность активизировать межпредметные связи информатики, интенсивный характер которых отмечают большинство авторов, и демонстрирует учащимся серьезный потенциал изучаемой ими науки – информатики. При этом понятийный аппарат и метод компьютерного моделирования используется практически во всех учебных предметах. Межпредметные связи активно содействуют формированию системы научных знаний учащихся, их познавательных интересов и взглядов [12-13].

д) Активизация межпредметных связей дает возможность широко применять потенциал интегрированных уроков, как отмечалось выше, что, в свою очередь, положительно влияет на мотивацию учащихся к изучению как информатики, так и предметов, с которыми проводятся интегрированные уроки.

е) Моделирование может использоваться также и в внутрипредметных связях самого школьного курса информатики следующим образом:

а. При создании учащимися какой-либо информационной модели, например, модели движения тела, брошенного под углом к горизонту, в дальнейшем, при ее изучении они имеют возможность представить отчет о проведении данного исследования в виде сложного текстового документа, содержащего титульный лист, текст, рисунки, таблицы, оглавление, нумерацию страниц и т.д.

Действительно, в ходе изучения подавляющего большинства содержательных линий курса информатики основной школы базовым видом деятельности учащихся является построение информационных компьютерных моделей и последующее изучение их свойств [14]. Рассмотрим данный подход в Таблице 1 более подробно.

¹¹ Шарова А. Н. О проблеме формализма в усвоении знаний по информатике в профильной школе // Математика и информатика: наука и образование: Межвузовский сб. науч. тр. Ежегодник. Омск : Изд-во ОмГПУ, 2008. Вып. 7. С. 278.

¹² Фундаментальное ядро содержания общего образования / под ред. В. В. Козлова, А. М. Кондакова. 4-е изд., дораб. М. : Просвещение, 2011. С. 69.



Таблица 1. Возможные пути реализации информационного моделирования в основных содержательных линиях курса информатики основной школы
Table 1. Possible ways of implementing information modeling in the main content lines of the informatics course of the basic school

№ п/п	Содержательные линии	Действия в рамках информационного моделирования
1.	Информация и информационные процессы	Информационные процессы также представляются в виде информационных моделей, где реальный физический процесс заменяется его упрощенным вариантом. Например, можно предложить создание информационных компьютерных моделей, имитирующих процесс передачи информации по каналу связи, при котором задается либо скорость передачи информации, либо объем переданного файла.
2.	Представление и кодирование информации	В случае изучения, например, кодирования звуковой информации, можно предложить создание информационной компьютерной модели, в которой вычисляется объем звукового файла в зависимости от частоты дискретизации, глубины кодирования звука, количества звуковых каналов, времени звучания звукового файла, коэффициента сжатия информации в звуковом файле.
3.	Устройство компьютера, программное обеспечение	При изучении устройства компьютера часто используют его информационную модель – ЭОР или ЦОР, содержащие интерактивное изображение (структурную схему), на котором указаны и подписаны все компоненты компьютера.
4.	Формализация и моделирование	В данном случае моделирование является самой сутью раздела.
5.	Алгоритмы и исполнители	В случае программирования в какой-либо визуальной блочной среде, например, в Scratch, мы также создаем упрощенную модель живого существа, которое отличается неким характерным поведением в определенных обстоятельствах (например, увеличивается в размерах при встрече с другим существом, надевает другой костюм и т.п.).
6.	Программирование	С одной стороны, программа – это модель какой-либо деятельности человека. Например, программа решения квадратного уравнения – это модель деятельности человека при решении квадратного уравнения. С другой стороны, в качестве программной среды для создания информационных моделей можно рассматривать какой-либо язык программирования, имеющий необходимые для визуализации результатов моделирования графические библиотеки. В качестве примера для языка программирования Python можно привести такие графические библиотеки, как Tkinter и Turtle.
7.	Компьютерные технологии обработки текста и графики	В случае создания и обработки растровых и векторных изображений мы имеем дело с созданием моделей окружающей нас действительности. Например, мы создаем изображение садового домика и окружающих его объектов садового участка в векторном графическом редакторе LibreOffice Draw, которое можно рассматривать как информационную модель фрагмента окружающей нас реальности. Также создаются в графическом редакторе модели жилой комнаты или учебного класса. Данные модели в дальнейшем могут быть использованы для оптимизации планировки садового участка или жилого помещения.
8.	Компьютерные технологии обработки числовых данных в электронных таблицах	Электронные таблицы являются средой для создания различных динамических информационных моделей, например, модели движения тела, брошенного под углом к горизонту. В данном случае в модели будут рассчитываться значения координат тела, а также значения проекций его скорости на оси координат в различные моменты времени, что в свою очередь будет визуализировано в виде графиков зависимости указанных физических величин от времени.
9.	Компьютерные технологии хранения, поиска и сортировки данных (базы данных)	Базу данных можно рассматривать как информационную модель n -го количества однородных объектов, в которой реальный физический объект заменен на его описание, содержащее несколько значимых параметров. Например, база данных библиотечных книг является моделью реальной библиотеки, в которой книга заменена ее описанием, содержащим следующие параметры: – Автор книги; – Название книги; – Год издания книги; – Название издательства; – Количество страниц.



10.	Компьютерные коммуникации	Интернет-сайт является информационной моделью некоторого реального объекта, например, сайт школы – это информационная модель реальной школы. Действительно, различные разделы сайта имитируют соответствующие им подразделения школы (администрацию, бухгалтерию, методическое объединение учителей русского языка и литературы и т.п.
11.	Социальная и правовая информатика	В области социальной информатики интересным примером информационного моделирования являются клеточные автоматы, в основе которых лежат идеи фон Неймана о моделировании самовоспроизводящейся жизни. Высокую актуальность в настоящее время приобретает информационное моделирование распространения эпидемии вирусной инфекции.

Источник: здесь и далее в статье все таблицы составлены авторами.

Source: Hereinafter in this article all tables were drawn up by the authors.

Таким образом, с точки зрения авторов статьи, на основании анализа, приведенного в Таблице 1, можно говорить о том, что курс информатики в основной школе допустимо разрабатывать, используя в качестве центрального системообразующего понятия «информационное компьютерное моделирование» в связи с тем, что каждая тема курса информатики может быть

раскрыта через процесс создания и исследования соответствующих их природе компьютерных моделей.

Далее в Таблице 2 рассмотрим, каким образом моделирование содействует формированию метапредметных результатов основного общего образования в области универсальных учебных познавательных действий [14, 15].

Т а б л и ц а 2. Возможные пути реализации различных метапредметных результатов обучения в области универсальных учебных познавательных действий

Table 2. Possible ways of implementing various meta-subject learning outcomes in the field of universal educational cognitive actions

	Метапредметный результат освоения основной образовательной программы основного общего образования	Реализация метапредметного результата в процессе применения информационного компьютерного моделирования
Базовые логические действия		
1.	Выявлять и характеризовать существенные признаки объектов (явлений)	При формализации модели выявляются существенные для целей моделирования признаки (свойства) объекта
2.	Устанавливать существенный признак классификации, основания для обобщения и сравнения, критерии проводимого анализа	При исследовании некой компьютерной модели необходимо определить зависимость какого параметра от какого мы хотим установить. Например, при моделировании движения тела, брошенного под углом к горизонту, можно определять зависимость максимальной дальности полета от начальной скорости броска (при фиксированном угле броска) или наоборот – в зависимости от угла броска (при фиксированной начальной скорости).
3.	С учетом предложенной задачи выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых фактах, данных и наблюдениях	В случае моделирования какого-либо физического процесса, например движения тела, брошенного под углом к горизонту, можно наблюдать как меняется некий выходной параметр модели (например, максимальная дальность полета тела) в зависимости от изменения некоего входного параметра модели (например, начальной скорости броска)
4.	Предлагать критерии для выявления закономерностей и противоречий	При создании и последующем исследовании модели для решения конкретной задачи моделирования необходимо выделить параметр, который будет рассматриваться в качестве маркера
5.	Выявлять дефициты информации, данных, необходимых для решения поставленной задачи	При создании информационной компьютерной модели существует список ее входных параметров, задание значения каждого из которых однозначно определяет состояние модели в настоящий момент времени. В случае отсутствия значения какого-либо из этих параметров невозможно однозначно определить состояние модели
6.	Выявлять причинно-следственные связи при изучении явлений и процессов	В случае создания и последующего изучения модели какого-либо физического процесса становится очевидным, какой параметр модели является причиной изменения неких других зависящих от него параметров модели (следствиями).



7.	Делать выводы с использованием дедуктивных и индуктивных умозаключений, умозаключений по аналогии, формулировать гипотезы о взаимосвязях	При проведении серии виртуальных экспериментов можно выявить наличие взаимосвязей между входными и выходными параметрами, на основании которых возможно формулирование гипотез
8.	Самостоятельно выбирать способ решения учебной задачи (сравнивать несколько вариантов решения, выбирать наиболее подходящий с учетом самостоятельно выделенных критериев)	При создании модели учащийся в дальнейшем самостоятельно определяет последовательность серии виртуальных экспериментов, проводимых с данной моделью, необходимых и достаточных для достижения целей моделирования
Базовые исследовательские действия		
9.	Использовать вопросы как исследовательский инструмент познания	Перед тем, как приступить к моделированию того или иного процесса, явления или объекта, учащийся формулирует вопросы, ответы на которые он предполагает получить в результате исследования создаваемой им информационной компьютерной модели
10.	Формулировать вопросы, фиксирующие разрыв между реальным и желательным состоянием ситуации, объекта, самостоятельно устанавливать искомое и данное	После создания компьютерной модели учащийся формулирует вопросы, направленные на выявление адекватности созданной модели тем задачам, которые ставились перед началом процесса моделирования
11.	Формировать гипотезу об истинности собственных суждений и суждений других, аргументировать свою позицию, мнение	Процесс создания компьютерной модели и серия виртуальных экспериментов, проводимых с данной моделью, как раз направлены на выявление закономерностей и формулирование гипотез, которые можно подтвердить или опровергнуть проведением следующей серии виртуальных экспериментов
12.	Проводить по самостоятельно составленному плану опыт, несложный эксперимент, небольшое исследование по установлению особенностей объекта изучения, причинно-следственных связей и зависимостей объектов между собой	После создания информационной компьютерной модели учащийся самостоятельно разрабатывает серию виртуальных экспериментов с данной моделью, направленную на выявление зависимости одних параметров модели (выходных) от других (входных) параметров модели
13.	Оценивать на применимость и достоверность информации, полученной в ходе исследования (эксперимента)	В плане компьютерного моделирования необходимо оценивать созданную информационную компьютерную модель на адекватность реальному моделируемому объекту или явлению. В случае серьезных расхождений в поведении модели и реального объекта необходимо корректировать созданную модель для обеспечения требуемой адекватности
14.	Самостоятельно формулировать обобщения и выводы по результатам проведенного наблюдения, опыта, исследования, владеть инструментами оценки достоверности полученных выводов и обобщений	После проведения серии виртуальных экспериментов с компьютерной моделью, учащийся формулирует выводы, а также проводит оценку полученных выводов на достоверность
15.	Прогнозировать возможное дальнейшее развитие процессов, событий и их последствия в аналогичных или сходных ситуациях, выдвигать предположения об их развитии в новых условиях и контекстах	В случае разработки социальных компьютерных моделей, например моделей распространения вирусной инфекции, их в дальнейшем используют для прогноза развития ситуации в плане количества заболевших, выздоровевших и умерших
Работа с информацией		
16.	Применять различные методы, инструменты и запросы при поиске и отборе информации или данных из источников с учетом предложенной учебной задачи и заданных критериев	В случае рассмотрения базы данных как информационной модели в некоторой предметной области (например, база данных книг в библиотеке – это информационная модель самой библиотеки), к ней будут применяться стандартные методы поиска информации в базах данных (запросы).
17.	Выбирать, анализировать, систематизировать и интерпретировать информацию различных видов и форм представления	При создании информационных компьютерных моделей они могут базироваться на информации, представленной в различных формах (текстовая описательная модель; числовая модель, выполненная в электронных таблицах; векторная графическая модель дачного участка и т.п.). Для каждой из создаваемых моделей можно определить оптимальную форму представления информации, на которой будет базироваться данная модель.



18.	Находить сходные аргументы (подтверждающие или опровергающие одну и ту же идею, версию) в различных информационных источниках	В плане компьютерного моделирования можно говорить, что, если две и более различные верифицированные компьютерные модели какого-либо объекта, процесса или явления выдают аналогичный результат при задании одинаковых входных условий, то можно говорить о подтверждении правильности некой версии в различных информационных источниках.
19.	Самостоятельно выбирать оптимальную форму представления информации и иллюстрировать решаемые задачи несложными схемами, диаграммами, иной графикой и их комбинациями	При создании компьютерных моделей в электронных таблицах или средах программирования, имеющих соответствующие графические библиотеки, у исследователя имеется достаточно мощный инструмент для визуализации информации в виде диаграмм, графиков (в том числе трехмерных), создаваемых стандартными средствами используемых программных сред.
20.	Оценивать надежность информации по критериям, предложенным педагогическим работником или сформулированным самостоятельно	Основным критерием надежности информации, получаемой в ходе компьютерного моделирования различных объектов или явления, является ее соответствие с реальным состоянием объекта или явления. Так, например, в случае создания компьютерной модели деревянного бруска в форме прямоугольного параллелепипеда и вычисления его массы критерием проверки правильности полученной информации (надежности модели) будет соответствие вычисленной массы массе реального деревянного бруска таких же размеров, выполненного из дерева той же породы, плотность которого использовалась в компьютерной модели.
21.	Эффективно запоминать и систематизировать информацию	В плане систематизации информации очень эффективно использовать табличные модели. Информация, представленная в табличной форме, является более компактной, системной и лучше усваивается учащимся.

Далее в Таблице 3 подробно рассмотрим, каким образом реализован тот или иной метапредметный результат обучения информатике в основной школе в области универсальных учебных регулятивных действий.

Таблица 3. Возможные пути реализации различных метапредметных результатов обучения в области универсальных учебных регулятивных действий

Table 3. Possible ways of implementing various meta-subject learning outcomes in the field of universal educational regulatory actions

№ п/п	Метапредметный результат освоения основной образовательной программы основного общего образования	Реализация метапредметного результата в процессе применения информационного компьютерного моделирования
Самоорганизация		
1.	Выявлять проблемы для решения в жизненных и учебных ситуациях	При глубоком исследовании ранее созданных моделей учащийся может встретить нетривиальную проблему, для решения которой ему придется доработать имеющуюся компьютерную модель и провести серию экспериментов. В качестве примера можно привести следующий вопрос, порождающий проблему - «Сколько раз могут встретиться в полете два тела, брошенных вертикально вверх с разных высот и с разными начальными скоростями?». Отметим, что ответ на этот вопрос для учащегося неочевиден и требует от него проведения дальнейших исследований.
2.	Ориентироваться в различных подходах принятия решений (индивидуальное, принятие решения в группе, принятие решений группой)	Учебный процесс создания и исследования информационных компьютерных моделей ввиду его высокой требовательности к временным ресурсам целесообразно осуществлять в малых группах (2 - 3 человека).
3.	Самостоятельно составлять алгоритм решения задачи (или его часть), выбирать способ решения учебной задачи с учетом имеющихся ресурсов и собственных возможностей, аргументировать предлагаемые варианты решений	Учащийся, создавший модель какого-либо изучаемого им объекта или явления, вынужден сам планировать алгоритм исследования данной модели с целью определения интересующих его свойств и закономерностей. В процессе проведения эксперимента с моделью учащийся будет отказываться от неэффективных путей исследования и выбирать для себя те, которые действительно приводят к искомому результату.



4.	Составлять план действий (план реализации намеченного алгоритма решения), корректировать предложенный алгоритм с учетом получения новых знаний об изучаемом объекте	В процессе проводимой серии экспериментов над созданной учащимся информационной моделью он может анализировать получаемые результаты и соотносить их той, целью, ради которой проводится серия экспериментов. В том случае, если проводимые учащимся эксперименты не достигают поставленной им изначально цели, то он может скорректировать экспериментальную схему.
5.	Делать выбор и брать ответственность за решение	В случае компьютерного моделирования учащийся должен уметь делать адекватный выбор программной среды для создания модели и понимать, что в дальнейшем ему надо будет работать с моделью в выбранной им ранее среде, при этом учитывать все преимущества и недостатки своего выбора для решения поставленной пред ним задачи
Самоконтроль		
6.	Владеть способами самоконтроля, самомотивации и рефлексии	Сравнение результатов, полученных учащимся в ходе выполнения эксперимента с информационной моделью, с базовой теорией будет обеспечивать возможность осуществления им самоконтроля и самооценки
7.	Давать адекватную оценку ситуации и предлагать план ее изменения	В процессе компьютерного моделирования того или иного процесса достаточно часто возникает ситуация, когда компьютерная модель не полностью соответствует данным параметрам процесса. Например, при создании компьютерной модели математического маятника в электронных таблицах в случае, если используется слишком большой шаг квантования по времени, программная среда не в состоянии адекватно изобразить графики зависимости координат маятника от времени. В таком случае учащийся должен предложить уменьшение шага по времени в компьютерной модели.
8.	Учитывать контекст и предвидеть трудности, которые могут возникнуть при решении учебной задачи, адаптировать решение к меняющимся обстоятельствам	В случае создания компьютерной модели какого-либо процесса ее нужно проектировать так, чтобы существовала возможность ее достаточно простой последующей доработки. В данном случае необходимо установить причину происшедшего, среди которых могут быть следующие: а) Созданная модель не адекватна целям исследования; б) Используемая для моделирования программная среда не позволяет достичь целей исследования; в) Предложенная серия экспериментов была неправильно спроектирована; При этом важно понимать, что даже в случае недостижения поставленных целей исследования какого-либо процесса или явления с помощью применения компьютерного моделирования, исследователь получает бесценный опыт, который он сможет использовать в дальнейшей своей работе.
9.	Объяснять причины достижения (недостижения) результатов деятельности, давать оценку приобретенному опыту, уметь находить позитивное в произошедшей ситуации	В случае создания компьютерной модели какого-либо процесса или явления не исключена ситуация, когда исследователь не достигает поставленной цели исследования. В данном случае необходимо установить причину происшедшего, среди которых могут быть следующие: а) Созданная модель не адекватна целям исследования; б) Используемая для моделирования программная среда не позволяет достичь целей исследования; в) Предложенная серия экспериментов была неправильно спроектирована; При этом важно понимать, что даже в случае недостижения поставленных целей исследования какого-либо процесса или явления с помощью применения компьютерного моделирования, исследователь получает бесценный опыт, который он сможет использовать в дальнейшей своей работе.
10.	Вносить коррективы в деятельность на основе новых обстоятельств, изменившихся ситуаций, установленных ошибок, возникших трудностей	В случае создания компьютерной модели какого-либо процесса или явления достаточно часто возникает ситуация, когда компьютерная модель необходимо доработать для расширения ее функционала. Например, при разработке компьютерной модели тела, брошенного горизонтально, в электронных таблицах, в которой изначально рассчитываются координаты x и y тела, возникает необходимость расчета значений проекций скорости тела на оси координат, а также модуль вектора скорости тела. В нашем случае исследователю несложно внести необходимую коррекцию в уже имеющуюся модель.
11.	Оценивать соответствие результата цели и условиям	В конце процесса компьютерного моделирования и последующего исследования созданной компьютерной модели исследователь соотносит полученные результаты серии виртуальных экспериментов, сделанные на их основании выводы и изначальною цель исследования для определения эффективности своей деятельности.

Таким образом, на основании анализа, приведенного в таблицах 2 и 3, важно отметить, что применение информационного компьютерного моделирования в свою очередь формирует

большинство из приведенных во ФГОС ОО¹³ метапредметных результатов обучения, а именно: 32 результата из возможных 56 (57,1 %). Остальные метапредметные результаты могут

¹³ Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования : приказ Министерства просвещения РФ от 31 мая 2021 г. № 287 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/401333920> (дата обращения: 14.11.2022).



быть эффективно сформированы за счет использования коммунарной идеологии свободного программного обеспечения в учебно-воспитательном процессе основной школы, что будет показано в следующих работах авторов на данную тему. Исходя из предложенного в настоящей статье концептуального подхода к построению курса информатики в основной школе при выборе в качестве системообразующего понятия информационное компьютерное моделирование, с точки зрения автора, необходимо начать преподавание содержательной линии «Моделирование и формализация» с 7-го класса и продолжать его до окончания обучения в основной школе. Такой подход позволит познакомить учащихся, только перешедших в основную школу, с самой философией информационного моделирования, начать формирование у них интереса к исследовательской деятельности.

Преимущества использования свободного программного обеспечения в качестве программных сред для создания и исследования компьютерных информационных моделей.

Как ранее уже отмечалось [16], использование свободного программного обеспечения для поддержки учебно-воспитательного процесса в общеобразовательной школе имеет ряд серьезных преимуществ по сравнению с использованием проприетарного программного обеспечения, к которым можно отнести следующие:

1. Бесплатность лицензий на использование свободного программного обеспечения;
2. Кроссплатформенность большей части свободного программного обеспечения;
3. Эквивалентность школьного и домашнего программного обеспечения учащихся и преподавателей;
4. Относительно низкие системные требования, характерные для большинства программ, относящихся к свободному программному обеспечению;
5. Нечувствительность к экономическим санкциям в отношении России, вводимых со стороны ряда недружественных западных государств, и негативно влияющих также на отечественную образовательную сферу через отказ в предоставлении лицензий на использование проприетарного программного обеспечения иностранной разработки;
6. Коммунарная идеология свободного программного обеспечения;

7. Открытый код свободного программного обеспечения;
8. Формирование правовой культуры учащимися в сфере соблюдения авторских прав.

Если говорить именно о методике обучения информатике, разрабатываемой на основе предлагаемой авторами концепции, базирующейся на системообразующем понятии «компьютерное информационное моделирование», то наиболее важным можно считать возможность обеспечения эквивалентности школьного и домашнего программного обеспечения, задействованного в учебном процессе.

Принимая во внимание сложность, длительность и многоитерационность процесса создания и исследования компьютерных моделей, очевидно, что некоторая его часть будет осуществляться учащимися на домашних компьютерах, для чего на них должен быть установлен минимальный набор необходимых для моделирования программных сред, таких как:

1. электронные таблицы;
2. система компьютерного черчения или твердотельного моделирования;
3. векторный и растровый графический редакторы;
4. среда для реализации процедурного или визуального объектно-ориентированного языков программирования с необходимыми графическими библиотеками.

Обеспечить наличие вышеперечисленного набора программного обеспечения на домашних компьютерах всех учащихся в случае использования проприетарного программного обеспечения практически невозможно в виду весьма высокой их суммарной стоимости, а отказ от домашних практических работ приведет к сильному снижению результативности формирования соответствующих ИТ-компетенций учащихся [17-21].

Таким образом, с точки зрения авторов, именно применение свободного программного обеспечения делает возможным полноценную реализацию методики обучения информатике в основной школе, для которой системообразующим понятием и доминирующим видом деятельности учащихся является компьютерное информационное моделирование.

Описание предлагаемого авторами ряда компьютерных информационных моделей.

Самыми простыми типами моделей (информационные модели 1-го уровня), создание которых можно начать уже в 7-м классе, являются модели, описанные в Таблице 4.

Таблица 4. Информационные компьютерные модели 1-го уровня
Table 4. Level 1 Computer Information Models

№ п/п	Тип информационной модели	Программная среда создания модели
1.	Статические графические образные модели (рисунки, схемы каких-либо объектов, например, план дачного участка или план жилой комнаты, учебного класса)	Свободный векторный графический редактор LibreOffice Draw
2.	Статические вербальные модели (текстовое описание каких-либо объектов, например, описание идеального урока информатики в школе.)	Свободный текстовый редактор LibreOffice Writer
3.	Статические графические модели какого-либо объекта или явления, выполненные в виде интеллект-крат	Бесплатный Интернет-ресурс WiseMapping



Таким образом, при обучении школьников технологии создания и исследования информационных моделей 1-го уровня не требуется знаний из других предметных областей. Учащиеся используют лишь информацию, которую получают из своего повседневного опыта. В процессе создания и исследования моделей 1-го уровня учащиеся постигают сам смысл информационного моделирования и параллельно осваивают простые программные среды, изучение которых планировалось в 7-м

классе общеобразовательной школы, а именно следующие компоненты офисного пакета LibreOffice:

1. Свободный векторный графический редактор LibreOffice Draw;
 2. Свободный текстовый редактор LibreOffice Writer;
- К информационным моделям 2-го уровня будем относить следующие модели, описанные в Таблице 5, которые также могут создаваться и исследоваться учащимися в 7-м классе.

Таблица 5. Информационные компьютерные модели 2-го уровня
Table 5. Level 2 Computer Information Models

№ п/п	Тип информационной модели	Программная среда создания модели
1.	Статические табличные текстовые модели (таблица, содержащая только текст, например, расписание занятий класса)	Свободные текстовый редактор LibreOffice Writer
2.	Статические графические иерархические модели (графы, например, структура управления школой или свое генеалогическое древо)	Свободный векторный графический редактор LibreOffice Draw
3.	Статические графические сетевые модели (схемы, например, структурная схема сети Интернет)	Свободный векторный графический редактор LibreOffice Draw

При обучении технологии создания и исследования информационных моделей 2-го уровня у школьников появляется необходимость в использовании дополнительной информации, которую они могут получить или из курса информатики, или из других предметных областей. В качестве программных сред продолжают использоваться изучаемые в 7-м классе компоненты офисного пакета LibreOffice:

1. Свободный векторный графический редактор LibreOffice Draw;
2. Свободные текстовый редактор LibreOffice Writer;

При переходе к информационным моделям 3-го уровня, изучение которых желательно проводить в 8-м классе, будет активно использовать учебный материал из других предметных областей, поэтому занятия по созданию и исследованию моделей 3-го уровня целесообразно проводить в форме интегрированных уроков. При этом крайне важно, чтобы происходила синхронизация изучения соответствующих интегрируемых тем в обоих предметных курсах, что представляет дополнительную сложность для реализации данного подхода.

Учебный материал из курса физики, необходимый для выполнения работ по созданию и исследованию данной модели изучается в 7-м классе при рассмотрении тем «Плотность ве-

щества» и «Расчет массы и объема тела по его плотности»¹⁴, поэтому ее освоение может быть организовано в курсе информатики 8-го класса, например, сразу после первого знакомства с формулами в электронных таблицах.

Далее рассмотрим готовность учащихся 8-го класса к созданию и исследованию информационной модели поездки из одной географической точки в другую в среде электронных таблиц. Тема «План и карта» изучается в курсе географии 5-го класса¹⁵ и далее в курсе основной школы практически новой информации по данной теме не встречается. Для работы с такой моделью учащиеся должны быть знакомы с темой «Электронные таблицы», «Растровая графика» и «Географические информационные системы (ГИС)». Таким образом, создание модели поездки рационально провести на уроке, на котором будут изучаться ГИС в курсе информатики 8-го класса, так как с остальными необходимыми для создания рассматриваемой модели темами из курса географии и информатики учащиеся на рассматриваемый момент уже знакомы [22, 23].

Аналогичным образом методически выстраиваются уроки, на которых создаются и исследуются различные информационные модели, описанные в Таблицах 6 и 7.

Таблица 6. Информационные компьютерные модели 3-го уровня
Table 6. Level 3 Computer Information Models

№ п/п	Тип информационной модели	Программная среда создания модели
1.	Статические графические модели 3D-объектов (например, объемная модель молекулы воды)	Свободный векторный графический редактор LibreOffice Draw
2.	Простые динамические математические модели различных геометрических фигур (например, модель квадрата, прямоугольника и окружности, в которых происходит расчет площади и периметра фигуры при возможности изменять значение размеров, характеризующих данную фигуру.	Свободные электронные таблицы LibreOffice Calc и свободный векторный графический редактор LibreOffice Draw

¹⁴ Перышкин А. В. Физика. 7 класс : учебник для общеобразовательных учреждений. 15-е изд., стер. М. : Дрофа, 2011. 192 с. EDN: QJXXRL; Перышкин А. В. Физика. 8 класс : учебник для общеобразовательных учреждений. 13-е изд., стер. М. : Дрофа, 2010. EDN: QJWJSP

¹⁵ География. 5-6 классы : учеб. для общеобразоват. учреждений / А.И. Алексеев, Е.К. Липкина, В.В. Николина и др.; под ред. А.И. Алексеева. М. : Просвещение, 2012. 192 с.



3.	Простые имитационные динамические логические модели (например, модель логического элемента И, ИЛИ, НЕ в работе ¹⁶).	Свободные электронные таблицы LibreOffice Calc
4.	Динамическая табличная модель поездки из одной географической точки в другую (например, поездка из школы в некий населенный пункт в Московской области).	Свободные электронные таблицы LibreOffice Calc, ГИС Яндекс-карты, Яндекс-расписание или сайт tutu.ru, растровый графический редактор GIMP
5.	Динамическая имитационная математическая модель тела, в форме прямоугольного параллелепипеда, позволяющая рассчитать его объем и массу в зависимости от материала, из которого оно изготовлено, а также количество теплоты, необходимое для его нагрева на определенное количество градусов.	Свободные электронные таблицы LibreOffice Calc и свободный векторный графический редактор LibreOffice Draw
6.	Динамическая дескриптивная модель остывания нагретого тела во времени [24].	Свободные электронные таблицы LibreOffice Calc
7.	Динамическая имитационная модель бюджета человека на месяц	Свободные электронные таблицы LibreOffice Calc
8.	Динамическая имитационная модель робота.	Среда программирования Кумир

Таким образом, при создании и исследовании информационных моделей третьего уровня учащиеся используют новые программные среды, изучение которых планируется в 8-м классе общеобразовательной школы:

1. Компонент офисного пакета LibreOffice свободные электронные таблицы LibreOffice Calc;
2. Свободная среда программирования Кумир;
3. Активно используют функционал создания 3D-объектов в векторном графическом редакторе LibreOffice Draw.

К информационным моделям 4-го уровня, изучение которых планируется в 9-м классе, будем относить достаточно сложные модели, при создании которых широко применяется учебный материал таких предметных областей, как физика, технология, геометрия, алгебра, биология, экология. Для эффективно-

го проектирования интегрированных уроков также требуется синхронизация изучения материала в курсе информатики и в соответствующей предметной области. Отличительной чертой информационных моделей 4-го уровня является использование при их создании одновременно нескольких программных сред, что в свою очередь активно формирует ИКТ-компетенции учащихся в таких областях, как:

1. Компьютерное черчение, создание 3D-моделей;
2. Электронные таблицы;
3. Векторная и растровая компьютерная графика;
4. Текстовый редактор;
5. Компьютерные коммуникации;
6. Информационная безопасность.

Т а б л и ц а 7. Информационные компьютерные модели 4-го уровня

Table 7. Level 4 Computer Information Models

	Тип информационной модели	Программная среда создания модели
1.	Графические 3D-модели различных объемных фигур (например, модель прямоугольного параллелепипеда с отверстием круглой формы). Потенциал системы компьютерного черчения Компас-3D LT V12 для создания моделей объемных фигур подробно рассмотрен Королевым А.Л. в работе ¹⁷ .	Система компьютерного черчения Компас-3D
2.	Сложные динамические математические модели различных геометрических фигур. Например, модель прямоугольного и произвольного треугольника, в которой возможен расчет неизвестных параметров по заранее заданным, а также расчет площади и периметра рассматриваемой геометрической фигуры.	Свободные электронные таблицы LibreOffice Calc и свободный векторный графический редактор LibreOffice Draw
3.	Динамические имитационные модели различных видов механического движения материальной точки: 1. Прямолинейное равномерное движение; 2. Движение тела, брошенного вертикально вверх; 3. Движение тела, брошенного горизонтально; 4. Движение тела, брошенного под углом к горизонту; 5. Движения тела, соскальзывающего с наклонной плоскости;	Свободные электронные таблицы LibreOffice Calc

¹⁶ Семакин И. Г. Информатика. Углубленный уровень : практикум для 10-11 классов: в 2 ч. Ч. 1 / И. Г. Семакин, Т. Ю. Шеина, Л. В. Шестакова; под ред. И. Г. Семакина. 2-е изд., стереотип. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2018. 168 с.

¹⁷ Королев А. Л. Компьютерное моделирование. Лабораторный практикум. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. 296 с.



4.	Сложные динамические имитационные модели различных видов колебательных процессов: 1. Пружинный маятник; 2. Математический маятник;	Свободные электронные таблицы LibreOffice Calc
5.	Динамическая дескриптивная модель физиологического состояния человека ¹⁸ .	Свободные электронные таблицы LibreOffice Calc
6.	Динамические математические оптимизационные модели (например, модель расчета максимального объема коробки, в форме прямоугольного параллелепипеда, вырезаемой из листа картона фиксированного размера).	Свободные электронные таблицы LibreOffice Calc

5. Заключение

В настоящей работе авторами показана возможность и целесообразность разработки методики обучения информатике в основной школе для которой системообразующим понятием и доминирующим видом деятельности учащихся является компьютерное информационное моделирование. При этом использование информационного компьютерного моделирования в качестве системообразующего понятия является одним из неспецифических методических подходов к разработке методики обучения информатике, как ранее было показано авторами в [25], и находится в тесной связи с преимуществами использования свободного программного обеспечения в учебном процессе и новыми методическими подходами к использованию СПО при обучении информатике. В частности, активное применение компьютерного моделирования позволяет создать открытую коллекцию информационных моделей, которые могут использоваться всем сообществом учащихся в их учебной деятельности, что, в свою очередь, стимулирует учащихся совместной учебной деятельности, проведению взаимных консультаций, содействует повышению коммуникативности учебного процесса.

Авторы исходили из следующих характерных черт компьютерного информационного моделирования как метода научного познания в контексте его изучения в общеобразовательной школе:

1. Компьютерное моделирование можно рассматривать в качестве связующего компонента между теоретическим и практи-

ческими аспектами курса школьной информатики;

2. Информационное компьютерное моделирование является связующим звеном между информатикой и другими школьными предметами, активизирует межпредметные и внутрипредметные связи;

3. Изучение компьютерного информационного моделирования поддерживает линию алгоритмизации и программирования в курсе школьной информатики;

4. Данный научный метод хорошо сочетается с широким применением в учебном процессе в качестве педагогического дискурса проблемного метода;

5. Использование компьютерного моделирования направлено на формирование у учащихся навыков исследовательской деятельности, а также повышению их способности адаптироваться к условиям постоянно меняющегося информационного общества;

6. Применение информационного компьютерного моделирования формирует большинство (57,1 %) из приведенных в ФГОС ООО метапредметных результатов обучения, в особенности в области универсальных учебных познавательных и регулятивных действий.

Кроме того, в работе было обосновано, что только применение свободного программного обеспечения в существенной степени делает возможным полноценную реализацию методики обучения информатике в основной школе, для которой системообразующим понятием и доминирующим видом деятельности учащихся является компьютерное информационное моделирование.

Список использованных источников

- [1] Блауберг И. В., Садовский В. Н., Юдин Б. Г. Философский принцип системности и системный подход // Вопросы философии. 1978. № 8. С. 39-52. EDN: RWIDGD
- [2] Khenner E., Semakin I. School Subject Informatics (Computer Science) in Russia: Educational Relevant Areas // ACM Transactions on Computing Education. 2014. Vol. 14, no. 2. P. 1-10. <https://doi.org/10.1145/2602489>
- [3] Миндзаева Э. В., Бешенков С. А. Современный общеобразовательный курс информатики в школе и вузе: методические подходы к развитию содержания // Открытое образование. 2015. № 3(110). С. 8-18. EDN: UCRFTB
- [4] Бороненко Т. А., Федотова В. С. Школьный курс информатики в эпоху цифровых трансформаций: приоритетное направление – развитие цифровой грамотности // Информатика в школе. 2021. № 4(167). С. 3-15. <https://doi.org/10.32517/2221-1993-2021-20-4-3-15>
- [5] Blum W. Can Modelling Be Taught and Learnt? Some Answers from Empirical Research // Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling. International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling ; ed. by G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, G. Stillman. Vol. 1. Dordrecht : Springer, 2011. P. 15-30. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0910-2_3

¹⁸ Там же.



- [6] Models and Modeling / N. C. Tran, C. T. Chu, K. Holten, H. Bernshausen // Comparison of Mathematics and Physics Education I. MINTUS – Beiträge zur mathematisch-naturwissenschaftlichen Bildung ; ed. by S. Kraus, E. Krause (eds.). Wiesbaden : Springer Spektrum, 2020. P. 257-298. https://doi.org/10.1007/978-3-658-29880-7_12
- [7] Niazi M. A., Temkin A. Why teach modeling & simulation in schools? // Complex Adaptive Systems Modeling. 2017. Vol. 5. Article number: 7. <https://doi.org/10.1186/s40294-017-0046-y>
- [8] Хеннер Е. К. Базовое школьное образование по информатике // Информатика и образование. 2018. № 1(290). С. 34-37. EDN: YRELRZ
- [9] Информационные технологии в современном образовании / Д. В. Кузьмин, О. Б. Капичникова, О. В. Огурцова [и др.] // Качество. Инновации. Образование. 2022. № 3(179). С. 19-22. <https://doi.org/10.31145/1999-513x-2022-3-19-22>
- [10] Роберт И. В. Развитие информатизации образования в условиях цифровой трансформации // Педагогика. 2022. Т. 86, № 1. С. 40-50. EDN: FWHKKG
- [11] Роберт И. В. Стратегические направления развития информатизации отечественного образования в условиях цифровой трансформации // Человеческий капитал. 2021. № S5-3(149). С. 16-40. EDN: JMQBSB
- [12] Tasks in Information Modelling as Development Means of Schoolchildren's Creative Abilities / Yu. Shtepa [и др.] // Procedia – Social and Behavioral Sciences. 2015. Vol. 214. P. 3-9. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.586>
- [13] Штепа Ю. П. Роль обучения решению задач по информационному моделированию для развития ИКТ-компетентности старшеклассников // Вестник Дальневосточной государственной социально-гуманитарной академии. 2009. № 1(2). С. 28-44. EDN: PDVLDDB
- [14] Маркушевич М. В. Влияние содержательной линии «Формализация и моделирование» на методику преподавания информатики в основной школе // Информатика в школе. 2020. № 5(158). С. 5-11. <https://doi.org/10.32517/2221-1993-2020-19-5-5-11>
- [15] Гербеков Х. А., Башкаева О. П. Место математического и компьютерного моделирования в системе современного общего образования // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2017. Т. 14, № 1. С. 17-23. <https://doi.org/10.22363/2312-8631-2017-14-1-17-23>
- [16] Федосов А. Ю., Маркушевич М. В. Методология выбора между системным и общим прикладным проприетарным и свободным программным обеспечением для реализации образовательного процесса в дистанционной форме // Информационное общество: образование, наука, культура и технологии будущего. 2017. № 1. С. 114-130. EDN: YWIOPT
- [17] Сырцова А. О. Использование свободного программного обеспечения в системе общего образования // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. 2015. № 18. С. 440-445. EDN: TQNWAT
- [18] Алексеев Е. Р. Использование свободных программ в научных исследованиях // Прикладная информатика. 2009. № 6(24). С. 61-79. EDN: KZFGSP
- [19] Jacobs S., Kussmaul C., Sabin M. Free and open source software in computing education // Proceedings of the 2011 conference on Information technology education (SIGITE '11). New York, NY, USA : Association for Computing Machinery, 2011. P. 41-42. <https://doi.org/10.1145/2047594.2047606>
- [20] Rustamov Kh. Sh. Methodology for using software in the process of teaching mathematics in general education schools // Academy. 2021. No. 1. P. 83-85. EDN: ONPTZO
- [21] How to Use Open Source Software in Education / J. Bishop [и др.] // Proceedings of the 47th ACM Technical Symposium on Computing Science Education (SIGCSE '16). New York, NY, USA : Association for Computing Machinery, 2016. P. 321-322. <https://doi.org/10.1145/2839509.2844665>
- [22] Nguyen H., Santagata R. Impact of computer modeling on learning and teaching systems thinking // Journal of Research in Science Teaching. 2021. Vol. 58, issue 5. P. 661-688. <https://doi.org/10.1002/tea.21674>
- [23] Methodical Approaches to Teaching of Computer Modeling in Computer Science Course / B. Rakhimzhanova [и др.] // International Education Studies. 2015. Vol. 8, no. 8. P. 166-173. <https://doi.org/10.5539/ies.v8n8p166>
- [24] Королев А. Л. Компьютерное моделирование и программные комплексы поддержки изучения моделирования в школе // Информатика в школе. 2018. № 7(140). С. 58-63. <https://doi.org/10.32517/2221-1993-2018-17-7-58-63>
- [25] Маркушевич М. В., Федосов А. Ю. Основные методические подходы к использованию свободного программного обеспечения в курсе информатики на уровне основного общего образования // Информатика и образование. 2022. № 37(1). С. 37-48. <https://doi.org/10.32517/0234-0453-2022-37-1-37-48>

Поступила 14.11.2022; одобрена после рецензирования 13.02.2023; принята к публикации 27.02.2023.

Об авторах:

Маркушевич Михаил Владимирович, учитель информатики, ГБОУ «Школа № 1352» (107207, Российская Федерация, г. Москва, Щёлковское шоссе, д. 77А), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6912-5835>, amihael11@yandex.ru

Федосов Александр Юрьевич, профессор факультета информационных технологий, ФГБОУ ВО «Российский государственный социальный университет» (129226, Российская Федерация, г. Москва, ул. Вильгельма Пика, д. 4, стр. 1), доктор педагогических наук, доцент, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2621-2218>, alex_fedosov@mail.ru

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.



References

- [1] Blauberg I.V., Sadovsky V.N., Yudin E.G. Philosophic principle of systematicity and systemic approach. *Voprosy Filosofii*. 1978;(8):39-52. (In Russ.) EDN: RWIDGD
- [2] Khenner E., Semakin I. School Subject Informatics (Computer Science) in Russia: Educational Relevant Areas. *ACM Transactions on Computing Education*. 2014;14(2):1-10. <https://doi.org/10.1145/2602489>
- [3] Mindzaeva E.V. A modern comprehensive course at school and university: approaches to the content development. *Open Education*. 2015;(3):8-18. (In Russ., abstract in Eng.) EDN: UCRFTB
- [4] Boronenko T.A., Fedotova V.S. School course of informatics in the era of digital transformations: the priority direction is the development of digital literacy. *Informatics in school*. 2021;(4):3-15. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.32517/2221-1993-2021-20-4-3-15>
- [5] Blum W. Can Modelling Be Taught and Learnt? Some Answers from Empirical Research. In: Kaiser G., Blum W., Borromeo Ferri R., Stillman G. (eds.) Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling. International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling. Vol. 1. Dordrecht: Springer; 2011. p. 15-30. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0910-2_3
- [6] Tran N.C., Chu C.T., Holten K., Bernshausen H. Models and Modeling. In: Kraus S., Krause E. (eds.) Comparison of Mathematics and Physics Education I. MINTUS – Beiträge zur mathematisch-naturwissenschaftlichen Bildung. Wiesbaden: Springer Spektrum; 2020. p. 257-298. https://doi.org/10.1007/978-3-658-29880-7_12
- [7] Niazi M.A., Temkin A. Why teach modeling & simulation in schools? *Complex Adaptive Systems Modeling*. 2017;5:7. <https://doi.org/10.1186/s40294-017-0046-y>
- [8] Khenner E.K. Basic education in informatics at school. *Informatics and education*. 2018;(1):34-37. (In Russ., abstract in Eng.) EDN: YRELZ
- [9] Kuzmin D.V., Kapichnikova O.B., Ogurtsova O.V., Kapichnikov A.I., Kuznetsova A.V. Information technologies in modern education. *Quality. Innovation. Education*. 2022;(3):19-22. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.31145/1999-513x-2022-3-19-22>
- [10] Robert I.V. Development of informatization of education in the context of digital transformation. *Pedagogika*. 2022;86(1):40-50. (In Russ., abstract in Eng.) EDN: FWHKKG
- [11] Robert I.V. Strategic directions for the development of informatization of domestic education in the conditions of digital transformation. *Chelovecheskij kapital = Human capital*. 2021;(S5-3):16-40. (In Russ., abstract in Eng.) EDN: JMQBSB
- [12] Shtepa Yu., Bazhenov R., Smirnova A., Filippova G., Vashakidze N. Tasks in Information Modelling as Development Means of Schoolchildren's Creative Abilities. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2015;214:3-9. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.586>
- [13] Shtepa Yu.P. *Rol' obuchenija resheniju zadach po informacionnomu modelirovaniju dlja razvitija IKT-kompetentnosti starsheklassnikov* [The role of training in solving problems in information modeling for the development of ICT competence of high school students]. *Bulletin of Priamursky state University named after Sholom-Aleichem*. 2009;(1):28-44. (In Russ.) EDN: PDVLDB
- [14] Markushevich M.V. Influence of the content line "Formalization and Modeling" on the methods of teaching informatics in basic school. *Informatics in school*. 2020;(5):5-11. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.32517/2221-1993-2020-19-5-5-11>
- [15] Gerbekov H.A., Bashkayeva O.P. Position of mathematical and computer modelling in the system of modern general education. *RUDN Journal of Informatization in Education*. 2017;14(1):17-23. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.22363/2312-8631-2017-14-1-17-23>
- [16] Fedosov A.Yu., Markushevich M.V. Methodology of choice between system and general applied proprietary and free software for educational process implementation in distance form. *Information Society: Education, Science, Culture and Technology of Future*. 2017;(1):114-130. (In Russ., abstract in Eng.) EDN: YWIOPT
- [17] Syrtsova A.O. *Ispol'zovanie svobodnogo programnogo obespechenie v sisteme obshhego obrazovanija* [Use of free software in the general education system]. *Novye informacionnye tehnologii v avtomatizirovannyh sistemah*. 2015;(18):440-445. (In Russ.) EDN: TQNWAT
- [18] Alyeksyeyev E.R. Using of open programs in scientific researches. *Journal of Applied Informatics*. 2009;(6):61-79. (In Russ., abstract in Eng.) EDN: KZFGSP
- [19] Jacobs S., Kussmaul C., Sabin M. Free and open source software in computing education. In: Proceedings of the 2011 conference on Information technology education (SIGITE '11). New York, NY, USA: Association for Computing Machinery; 2011. p. 41-42. <https://doi.org/10.1145/2047594.2047606>
- [20] Rustamov Kh.Sh. Methodology for using software in the process of teaching mathematics in general education schools. *Academy*. 2021;(1):83-85. EDN: ONPTZO
- [21] Bishop J., Jensen C., Scacchi W., Smith A. How to Use Open Source Software in Education. In: Proceedings of the 47th ACM Technical Symposium on Computing Science Education (SIGCSE '16). New York, NY, USA: Association for Computing Machinery; 2016. p. 321-322. <https://doi.org/10.1145/2839509.2844665>
- [22] Nguyen H., Santagata R. Impact of computer modeling on learning and teaching systems thinking. *Journal of Research in Science Teaching*. 2021;58(5):661-688. <https://doi.org/10.1002/tea.21674>
- [23] Rakhimzhanova B., Issabayeva N., Khakimova T., Bolyskhanova J. Methodical Approaches to Teaching of Computer Modeling in Computer Science Course. *International Education Studies*. 2015;8(8):166-173. <https://doi.org/10.5539/ies.v8n8p166>



- [24] Korolev A.L. Computer modeling and software systems to support the study of modeling at school. *Informatics in school*. 2018;(7):58-63. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.32517/2221-1993-2018-17-7-58-63>
- [25] Markushevich M.V., Fedosov A.Yu. Key methodological approaches to using free software in informatics course at the level of basic general education. *Informatics and education*. 2022;37(1):37-48. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.32517/0234-0453-2022-37-1-37-48>

Submitted 14.11.2022; approved after reviewing 13.02.2023; accepted for publication 27.02.2023.

About the authors:

Michael V. Markushevich, IT-teacher, School No. 1352 (77A Shchelkovskoe highway, Moscow 107207, Russian Federation), **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-6912-5835>, amihael11@yandex.ru

Alexander Yu. Fedosov, Professor of the Faculty of Information Technology, Russian State Social University (4 Wilhelm Pieck St., build. 1, Moscow 129226, Russian Federation), Dr. Sci. (Ped.), Associate Professor, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-2621-2218>, alex_fedosov@mail.ru

All authors have read and approved the final manuscript.

