

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК МЕТАПРЕДМЕТНЫЙ КОМПОНЕНТ ШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Гелясин А. Е.¹, Гелясина Е. В.²

¹ Кандидат физико-математических наук, проректор по учебной работе, учреждение «Витебский областной институт развития образования», г. Витебск, Республика Беларусь

² Кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой педагогики, психологии и частных методик, учреждение «Витебский областной институт развития образования», г. Витебск, Республика Беларусь

E-mail: heljasin@mail.ru

Аннотация: в статье раскрываются возможности использования компьютерного моделирования в образовательном процессе, реализуемом на третьей ступени общего среднего образования при изучении дисциплин естественнонаучного цикла на повышенном уровне. Компьютерное моделирование позиционируется как метапредметный компонент содержания образования.

Мы живём в постоянно и стремительно обновляющемся мире, являясь свидетелями кардинальных изменений в науке, политике, экономике, технике, технологиях, культуре и даже духовных ценностях. Мощным драйвером всех этих изменений является цифровизация. Все это открывает перед человечеством небывалые возможности. Однако, как отмечают многие эксперты, на этом позитивном фоне наблюдается общее снижение качества образования. При этом выявленная тенденция характерна для систем образования различных стран, в том числе традиционно считающихся лидерами в сфере образования. Эксперты единодушно отмечают рост информированности обучающихся на фоне снижения уровня их общего развития и сужения кругозора. Это указывает на то, что система образования оказалась не в достаточной степени готовой дать ответы на вызовы современности. Прежде всего, на вызовы, связанные с постоянным ростом объема информации, быстрым устареванием знаний, непрерывным внедрением новых технологий, необходимостью решать многоаспектные проблемы и действовать в ситуации высокой неопределенности.

Все сказанное указывает на необходимость построения образовательного процесса на основе технологий, интегрирующих педагогический, когнитивный и технологический потенциал. Технологий, ориентированных на подготовку «гуманитарно мыслящих математиков» и «математически мыслящих гуманитариев». Решить поставленную задачу представляется возможность при условии реализации метапредметного подхода к отбору содержания образования и организации процесса его усвоения в условиях цифровизации.

Прежде всего отметим, что метапредметный компонент содержания образования органически связан с предметным (в реальной образовательной практике метапредмет не может существовать автономно и в отрыве от предметного). Метапредметность – это не «довесок», а средство перевода содержания на качественно новый уровень. Механизмом при этом выступает методологизация содержания образования, а результатом – обеспечение его фундаментальности с одной стороны и опережающего характера с другой. Названные свойства являются сущностными характеристиками феномена «качественное современное образование».

Особое место в системе содержания образования, организованного на метапредметной основе, отводится моделированию (в том числе компьютерному и математическому). Общеизвестно, что математическая модель представляет собой приближенное описание какого-либо класса явлений внешнего мира, выраженное с помощью математической символики. Математическая модель является математическим аналогом исследуемого объекта – приближенным описанием какого-нибудь класса явлений, выраженным на языке определенной математической теории (с помощью системы алгебраических уравнений или неравенств, дифференциальных или интегральных уравнений, функций, системы геометрических предложений, векторов и т.п.). Метод математического моделирования зародился в физике и, постепенно, стал использоваться в химии, биологии, географии и гуманитарных науках. В современных усло-

виях математическое моделирование предваряет создание компьютерных моделей. Последние, сегодня широко используются для исследования различных объектов и проведения сложных вычислительных экспериментов. Компьютерное моделирование осуществляют в тех случаях, когда проведение реальных экспериментов невозможно, либо ресурсоемко, либо непредсказуемо по последствиям. В то же время вычислительные эксперименты с моделями объектов позволяют в достаточной полноте и динамике подробно и глубоко изучать их. В этом заключаются эмпирические преимущества компьютерного моделирования. Широкие возможности компьютерного моделирования обусловили расширение сфер его применения – от разработки технических систем и управления ими до анализа сложнейших экономических и социальных процессов. Анализ современных тенденций развития в науке и технике показывает значительный рост роли метода компьютерного математического моделирования и расширение областей его применения. Сегодня математическое компьютерное моделирование претендует на особый методологический, не уступающий по своей эвристической силе ни теории, ни реальному эксперименту.

Математический язык, будучи универсальным, дает возможность описать различные объекты и явления природы и социальной жизни посредством одних и тех же моделей. Это позволяет раскрыть динамику процессов и рассмотреть с единых позиций разные формы движения материи. В последнее время как в научной, так и практической деятельности роль такого рода моделей возрастает. Это связано с увеличением доли междисциплинарных исследований, необходимостью решать комплексные задачи, проводить многомерный анализ сложных систем с позиций синергетики и нелинейной динамики, осуществлять прогнозирование сценариев развития будущего, проектировать объекты с заданными свойствами. Решение такого рода задач требует от человека специальной подготовки, начинать которую следует уже на допрофессиональной ступени образования. Сказанное выше будем рассматривать как аргумент в пользу включения в содержание школьного естественнонаучного образования материала, способствующего формированию у обучающихся опыта использования на практике универсальных компьютерных математических моделей метапредметных по своей сути.

Проиллюстрируем возможности обогащения в обозначенном выше направлении содержания школьного естественнонаучного образования. В качестве конкретного примера рассмотрим колебательные процессы, происходящие в физических, биологических и химических системах. По нашему мнению, эти процессы целесообразно изучать с единых метапредметных позиций, используя в основе математическую модель линейного гармонического осциллятора.

Общеизвестно, что тему «Колебания и волны» школьники изучают в процессе освоения курса физики. Вместе с тем «предметный диапазон» изучения колебательных явлений может быть расширен, поскольку, следуя Ю.И. Неймарку [1], теория колебаний на современном этапе развития науки приобретает статус всеобъемлющей науки. Это обусловлено тем, что теория колебаний раскрывает суть всех без исключения эволюционных процессов вне зависимости от того, где они протекают (в природе, технике, обществе) и предметном рассмотрении какой науки являются (физики, астрономии, химии, биологии, экономики). Теория колебаний работает, по словам Ю.И. Неймарка, «во всем, что нас окружает, и в нас самих» [1]. Из данного утверждения следует, что при помощи одной и той же модели (одного и того же дифференциального уравнения) можно описать движение грузика на пружинке, колебание математического и физического маятников, изменение тока и напряжения в электрическом контуре, а также эволюцию во времени многих систем физической, биологической, химической, экономической и социальной природы. Нами разработана серия факультативных занятий на которых рассматриваются особенности применения модели гармонического осциллятора к биологическим и химическим процессам. Программа факультативных занятий включает инвариантную и вариативную части. Во временном плане они следуют друг за другом. На первых занятиях, включенных в инвариантную часть программы, раскрываются особенности математической модели линейного гармонического осциллятора, ее применение для описания различных физических процессов, вводится понятие фазового пространства и происходит введе-

ние в компьютерное моделирование гармонических колебаний. Последующие занятия посвящены изучению особенностей приложения теории колебаний к биологическим и химическим объектам. Для этого в программу вводятся темы «Колебания в системе «хищник – жертва» – «экологический осциллятор» и «Колебания в ходе химических реакций – «химический осциллятор», которые рассматриваются на основе математической модели Лотки-Вольтерры. Данную модель мы берем в качестве содержательной основы метапредметного подхода к изучению колебательных процессов в школьных курсах химии и биологии. Связано это с тем, что к уравнению линейного гармонического осциллятора можно перейти, упрощая систему уравнений математической модели Лотки-Вольтерры, описывающих циклические биологические, химические и иные процессы.

При компьютерном моделировании названных процессов выбор прикладного математического пакета зависит от цели моделирования и требуемой формы представления конечного результата. На начальных этапах компьютерного моделирования учащиеся используют математические приложения, которые включают готовые инструменты для исследования построенной модели такие как табличные процессоры Microsoft Excel или Apache OpenOffice.org Calc. С их помощью учащиеся могут строить и исследовать различные виды моделей. Такой подход применим к процессу освоения компьютерного моделирования изучаемых периодических процессов на различных ступенях образования: как общего среднего, так и высшего. В условиях обучения в учреждениях высшего образования, а также на третьей ступени общего среднего образования при освоении предметов на повышенном уровне, целесообразно использование математического пакета MathCad и Maple для представления моделей в графическом виде.

Как показывает практика, освоение тем «Колебания в системе «хищник – жертва» – «экологический осциллятор» и «Колебания в ходе химических реакций – «химический осциллятор», включенных в инвариантную часть программу факультативных занятий, создает необходимые и достаточные условия для перехода обучающихся к выполнению вариативной части программы. Следует отметить, что «содержательную траекторию» освоения вариативной части обучающиеся выбирают самостоятельно. Предлагаемая вариативная часть довольно разнообразна и включает темы, раскрывающие возможности использования компьютерных моделей для описания циклических процессов в радиофизике, биологии, экологии, медицине, истории, социальных науках. Например, обучающимся предлагается создать модели: загрязнения окружающей среды, бесклассового общества эпохи охотников-собирателей, классовой борьбы, военных действий, распространения эпидемий, заражения вирусом сети компьютеров и другие. В литературе систематизировано, со ссылками на первоисточники эти модели рассмотрены Д.И. Трубецковым [2]. В практике проведения факультативных занятий нами применяется их педагогически адаптированный вариант.

Подводя итог сказанному, можно сделать вывод о целесообразности включения в содержание образования метода математического компьютерного моделирования, обладающего метапредметным характером. Освоение рассмотренного метапредметного компонента содержания образования позволяет на основе достаточно простых математических моделей изучить особенности протекания различных процессов в физике, химии, биологии, экологии, медицине, истории, социальной жизни и сформировать у обучающихся представления об общности подхода к описанию периодических процессов, протекающих в системах любой природы.

Литература

1. Неймарк Ю.И. Математические модели в естествознании и технике: Учебник / Ю. И. Неймарк. – Н. Новгород: Изд-во Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского, 2004. – 401 с.
2. Трубецков Д. И. Феномен математической модели Лотки-Вольтерры и сходных с ней / Д. И. Трубецков //Известия высших учебных заведений. ПНД. – 2011. - № 2. – С. 69 – 88.