

НАВЫКИ XXI ВЕКА И НАУКА XXI ВЕКА – ПРОТИВОРЕЧИЕ ИЛИ СООТВЕТСТВИЕ?

Жилин Д.М.

Политехнический музей, Москва, Россия

Постановка проблемы

Несколько десятилетий вплоть до недавнего времени общей темой в дискуссиях о проблемах образования являлось все увеличивающееся отставание системы образования (в первую очередь, школьного) от современного уровня развития науки (в частности – химии). Даже СМИ представляются в этом плане более продвинутыми, чем система образования: в них употребляется на треть больше химических терминов, чем в школьных учебниках [1]. Однако в последнее время разрыв между уровнем образования и науки перешел в иное качество. Для автора данной статьи этот переход ярко проявился на XLV Всемирном конгрессе ИЮПАК (2015 г.). Это было буйство научной мысли, причем отнюдь не отвлеченной, а вполне практической. Обсуждались материалы для солнечных батарей и аккумуляторов, эффективные катализаторы и быстрые квантовохимические расчёты, органическая электроника и исследования мозга – вопросы, которые имеют шанс через пять-десять лет в очередной раз перевернуть мир. Одна из секций была посвящена химическому образованию, и именно она оставила впечатление замшелости. Одни названия пленарных докладов нагоняют тоску: «Мультидисциплинарное и всестороннее изучение/обучение химии и Естественнонаучно-технологически-инженерно-математическое образование», «Как применить исследования в области химического образования в реальной практике в классе», «Продвижение глобализации химического образования через развитие международных образовательных стандартов». Дидактические идеи доходили до уровня «давайте спросим у школьника, что можно

сделать из одного атома бария и двух атомов натрия, и он ответит BaNaNa». Ни один докладчик на образовательной секции даже не пытался осмыслить происходящее в соседних секциях и как-то соотнести это с системой химического образования.

Удивленный этим фактом, автор данной статьи затеял частную переписку с несколькими зарубежными корреспондентами. Оказалось, что они вообще не воспринимают задачу сокращения разрыва между уровнем развития химии и химическим образованием, как школьным, так и высшим.

Таким образом, качественный скачок в отставании уровня образования от уровня науки заключается в том, что в образовательной среде это отставание перестало восприниматься как проблема. Видимо, возымели эффект длительные кампания в духе, что «наука постоянно меняется, информацию найти легко, поэтому нужно не давать информацию, а учить способам её поиска» (основные аргументы и контраргументы этой дискуссии изложены, в частности, в работе [2]). В последнее десятилетие это направление оформилось в идею, что следует учить неким «навыкам XXI века». То есть, если раньше система образования, потев и с одышкой, хотя бы ставила себе задачу двигаться в том же направлении, что и наука, то сейчас, расписавшись в своём полном бессилии хотя бы разглядеть науку на горизонте, с энтузиазмом двинулась в каком-то ортогональном направлении.

В этой статье мы бы хотели разобраться, в какой мере идея формирования навыков XXI века противоречит или соответствует идее обучения естественным наукам (и, в частности, химии) на высоком научном уровне. Если противоречит, то чему отдать предпочтение, если нет – как их совместить?

Навыки XXI века: обоснование

Формирование навыков XXI века есть реакция на одну глобальную проблему: все меньше и меньше выпускников средней школы удовлетворяет требованиям высшей, и все меньше и меньше

выпускников высшей школы удовлетворяет требованиям работодателей. Эта проблема актуальна как в России [3], так и за рубежом. Исследовавший эту проблему в США Вагнер [4] опросил несколько сотен ведущих работодателей, и на основании этих интервью предложил «семь навыков выживания»:

- критическое мышление и решение задач;
- сотрудничество;
- адаптивность;
- инициатива и предприимчивость;
- получение и анализ информации;
- любопытство и воображение.

Опрос 233 работодателей, проведённый тогда же Советом по промышленности и высшему образованию (Великобритания) [5], также показал, что работодатели заинтересованы в так называемых «мягких» навыках и способностях, то есть навыках, не связанных напрямую с областью их профессиональной деятельности (в России их называют метапредметными). Это коммуникационные навыки (88%), командная работа (85%), честность (81%), интеллектуальные способности (81%), уверенность (80%), хороший характер (75%), навыки планирования и организации (74%), навыки письменной речи (71%), навыки работы с числами (68%), навыки анализа и принятия решений (67%). При этом только 60% сочло важным наличие соответствующего диплома, а 61% – навыков работы с ИТ. Похожие результаты были получены при опросе 29 работодателей Индонезии [6]. Интервью в 11 фокус-группах Малайзии показали, что там работодатели требуют хорошей системы ценностей (честность, уверенность, инновационность, креативность), позитивного отношения (работоспособности, мотивации, любознательности), рабочих навыков (коммуникации, предпринимательства и лидерства) и готовности к работе (профессиональных навыков и успешности в рабочей обстановке) [6].

Предложения Вагнера во многом пересекаются с результатами исследований Российского рынка труда, хотя есть и заметные

расхождения. Так, работодатели Татарстана [7] в первую очередь предъявляют требования к исполнительской дисциплине (92% обязательных требований и 8% желательных). Это качество вовсе не упоминается у Вагнера. На втором месте с сильным отрывом – коммуникативность (65/30) и коллективизм (65/29), что можно объединить под вагнеровским навыком «сотрудничество». Также важны способность к освоению новой техники (58/36) и гибкость (42/55) (вагнеровская «адаптивность»), готовность к передаче опыта (входит в вагнеровское сотрудничество), инициатива в работе (45/49). Однако никаких качеств, которые можно было бы соотнести с вагнеровскими критическим мышлением и любопытством, в этом опросе нет.

Из этого краткого обзора очевидно, что работодателям требуются не столько профессиональные, сколько «мягкие» навыки (сейчас их чаще называют «навыками XXI века»). Из чего следует не менее очевидный вывод, что такие навыки следует формировать в школе.

Далее, однако, возникают три вопроса:

- какие именно навыки формировать?
- ограничиваться ли только «мягкими» навыками и что делать с профессиональными (или предметными) навыками, а также с предметными знаниями?
- как формировать «мягкие» навыки?

Ответим на них по очереди

Навыки XXI века – составляем списки

Составление списка навыков XXI века – нетривиальная задача по двум причинам. Во-первых, как уже видно из краткого обзора, каждый исследователь предлагает свой набор мягких навыков. При этом, если некоторым формулировкам можно найти взаимное соответствие, то другим – нельзя. Во-вторых, часть качеств, которые требуют работодатели, можно отнести не столько к навыкам (которые можно отработать), сколько к личностным чертам (как это, по сути, и сделано в российском ФГОС под названием «личностные

результаты»). Это, например, честность, уверенность, независимость и т. д. Вопрос, можно ли их целенаправленно формировать в школе, остается открытым.

Приложение навыков XXI века к системе образования разрабатывают сразу несколько консорциумов (Табл. 1). Российский Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) также разделяет идеологию навыков XXI века, каковые отражены в личностных и метапредметных результатах освоения программы.

Таблица 1

Консорциумы, разрабатывающие списки навыков XXI века

Название	Страна	Сокращение	Ссылка
Партнерство по обучению в XXI веке	США	P21	http://www.p21.org/
Оценка и обучение навыка XXI века	Междунар.	ATCS	http://www.atc21s.org/
Международные научно-технологические стандарты	США	ISTE	http://www.iste.org/standards/iste-standards/standards-for-students
Европейский союз	Междунар.	EU	http://ec.europa.eu/education/policy/school/competences_en.htm
Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР)	Междунар.	OECD	http://skills.oecd.org/
Министерство образования Сингапура	Сингапур	MOES	https://www.moe.gov.sg/education/education-system/21st-century-competencies
Федеральный государственный образовательный стандарт	Россия	ФГОС	http://минобрнауки.рф/документы/543

Предложения этих консорциумов (Табл. 2) частично пересекаются, частично – дополняют друг друга. Различие в формулировках в большей мере обусловлены вкусом, чем научными обоснованиями. Кроме того, некоторые формулировки (например, «гражданская грамотность») не вполне понятны.

Таблица 2

Сопоставление навыков XXI века по предложениям разных консорциумов (взято из [8] с добавлением данных по Сингапуру и ФГОС)

P21	ATCS	ISTE	EU	OECD	MOES	ФГОС (СОО)
Учебные и инновационные навыки 1. Критическое мышление и решение задач 2. Креативность и инновации 3. Коммуникации и сотрудничество	Способы мышления 1. Креативность и инновации 2. Критическое мышление 3. Нацеленность на обучение, метазнания	Креативность и инновации Креативное мышление, конструирование знаний, разработка продуктов и процессов с использованием технологий Критическое мышление, решение задач и принятие решений	Обучение учебе		Критическое и изобретательное мышление Управление взаимоотношениями	Познавательная рефлексия Принятие решений
	Способы работы 1. Коммуникации 2. Сотрудничество (работа в команде)	Коммуникации и сотрудничество использование цифровых средств и сред для коммуникации и работы в сотрудничестве	Коммуникации 1. Коммуникации на родном языке 2. Коммуникация на иностранных языках	Коммуникации 1. Коммуникации на родном языке 2. Коммуникация на иностранных языках	Взаимодействие в неравномерных группах 1. Хорошее отношение к другим 2. Кооперация, работа в команде 3. Умение управлять и разрешать конфликты	Навыки сотрудничества, коммуникации и работы с информацией 1. Ответственное принятие решений 2. Уверенность в себе

Продолжение Таблицы 2

P21	ATCS	ISTE	EU	OECD	MOES	ФГОС (СОО)
Информационные, медиа и технологические навыки 1. Информационная грамотность 2. Медиа грамотность 3. Технологическая грамотность	Инструменты для работы 1. Информационная грамотность 2. ИКТ-грамотность	Технологические операции и понятия Понимание технологических понятий, систем и операций Беглость в исследованиях и информации Применять цифровые инструменты для сбора, оценки и использования информации.	Цифровая компетентность	Интерактивное использование инструментов: 1. Языка, символов и текста; 2. Знаний и информации; 3. Технологий		1. Самостоятельная инновационно-познавательная деятельность 2. Умение использовать ИКТ
Навыки жизни и карьеры 1. Гибкость и адаптивность 2. Инициатива и саморегуляция 3. Социальные и межкультурные навыки 4. Продуктивность и ответственность 5. Лидерство	Жизнь в мире 1. Гражданство – локальное и глобальное 2. Жизнь и карьера 3. Персональная и социальная ответственность	Цифровое гражданство Понимать гуманитарные, культурные и технологические вопросы	Социальная уверенность и выражение 1. Социальные и гражданские компетенции 2. Чувство инициативы и предпринимательства	Автономное действие 1. Действовать внутри большой картины 2. Строить и претворять жизненные планы и персональные проекты 3. Защищать и обеспечивать права интересы и нужды	Гражданская грамотность, глобальная осведомленность и межкультурные связи 1. Саморегуляция 2. Социальная информированность	1. Гражданская идентичность и позиция 2. Научное и поликультурное мировоззрение 3. Саморазвитие, готовность к образованию 4. Экологическое мышление 5. Определение целей деятельности

Что делать с предметными знаниями и навыками

Возникает резонный вопрос: а где в этом царстве «мягких» навыков находятся предметные навыки и знания? Вагнер ничего про них не пишет, а авторы [5], похоже, про них и не спрашивали. С другой стороны, 83% работодателей Индонезии принимают на работу по результатам тестирования, включающего тест предметных знаний и навыков [6]. Работодатели Малайзии также требуют наличия профессиональных навыков [6]. Из семи консорциумов, разрабатывавших навыки XXI века, пять, наряду с ними обсуждают и предметное содержание.

В России работодатели также требуют профессиональных знаний и навыков. В Татарстане [6] требования к ним являются обязательными в 64% случаев и желательными – в 32%. Беглый анализ 43 вакансий для начала карьеры в области производства и технологий (проведен автором 08.02.2016 на сайте career.ru) показывает, что 60% из них содержит требования к профессиональному образованию, 56% – к навыкам пользователя ПК, 35% – к профессиональным знаниям и навыкам. Из «мягких» навыков на первом месте стоит ответственность, дисциплинированность и исполнительность, но они требуются только в 30% вакансий.

Более того, грамотная работа с технологиями, проникающими в нашу жизнь, требует их понимания, причем даже непрофессионалами. Простейший пример из жизни: в ходе ремонта квартиры автор был потрясен дремучей неграмотностью профессиональных строителей в области свойств материалов. Достаточно сказать, что для отделки ванной комнаты ему предлагали использовать гипсовую штукатурку, хотя известно, что гипс неплохо растворим в воде и автор лично видел последствия использования гипсовых материалов для отделки ванной комнаты. И таких примеров можно привести массу. Пресловутая «глобальная осведомленность» тоже предполагает предметные знания.

Диалектическая взаимосвязь предметных знаний и навыков XXI века

Таким образом, задача формирования предметных знаний не снимается задачей формирования навыков XXI века. Казалось бы, возникает непреодолимая проблема: если раньше система образования формировала только предметное содержание (и времени не хронически хватало), то теперь за то же время она должна ещё и формировать навыки XXI века. Где взять время?

Однако существует условие, при которой эта проблема решается, причем весьма эффективно. Для этого формирование навыков XXI века и предметных знаний следует рассматривать как части единой системы. А именно, а) развитие навыков XXI века возможно только на предметном содержании и б) развитие навыков XXI века облегчает освоение предметного содержания. В результате возникает цикл положительной обратной связи, способствующий как освоению предметного содержания, так и развитию навыков (Рис. 1).

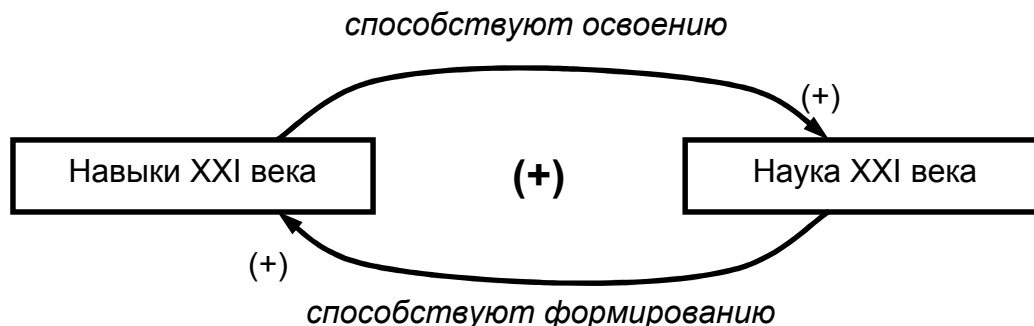


Рис. 1. Цикл положительной обратной связи в системе «навыки XXI века» – «наука XXI века».

Покажем, как это можно сформировать этот цикл. Для этого нам сначала придется разобраться, что значит «предметные знания» и как они связаны с навыками XXI века, а для этого – совершить небольшой экскурс в философию науки. Примем для начала [9], что любая наука решает две задачи: экспертную («что будет, если...») и конструктивную («как сделать так, чтобы...»). Предметом химии является вещество. Следовательно, экспертная задача химии

формулируется «что будет, если поставить то или иное вещество в те или иные условия», а конструктивная – «как получить вещество с заданными свойствами» или «как провести превращение веществ с заданными характеристиками». В этом смысле задача подобрать материал для штукатурки в ванную комнату есть типичная экспертная задача (хотя и абсолютно не творческая, так как сводится к выбору из нескольких). Владение предметной областью «химия» означает умение решать экспертную и конструктивную задачу химии.

Для решения экспертной задачи человек строит познавательную модель, которую подгоняет под реальность. Для решения конструктивной задачи человек строит прагматическую модель, под которую потом подгоняет реальность. Чтобы быть научными, модели должны пройти процедуру фальсификации. При этом познавательная модель проходит простой цикл фальсификации: её сопоставляют с реальностью, и, в случае расхождений, вносят изменения. Познавательная модель проходит два вложенных цикла фальсификации. Сначала к проекту ставят экспертную задачу (что будет, если он будет реализован), строят для неё познавательную модель, фальсифицируют её, сопоставляют её предсказания с задачей и, если соответствия нет – вносят изменения в прагматическую модель. Если же решение экспертной задачи говорит, что реализация проекта совпадает с задачей, то проект реализуют и снова смотрят: совпадает ли реализация с задачей.

Прохождение каждого этапа требует как предметных знаний, так и навыков XXI века. В табл. 3 мы развернули циклы фальсификации познавательной и прагматической модели в последовательность действий и сопоставили каждому действию необходимые предметные знания и навыки XXI века. Мы также учли, что в современном мире любые проекты желательно коммерциализировать и часто на них нужны деньги, и добавили соответствующие этапы в таблицу. Нужно также учитывать, что в случае достаточно сложной задачи её можно решить только командой, то есть требуются навыки работы в команде: организации взаимодействий, понимания своей роли, а для лидера

команды – ещё и организация взаимодействия и мотивирования членов команды. Кроме того, такие качества (их, скорее, следует называть чертами личности, чем навыками), как целеустремленность, настойчивость и самодисциплина оказываются необходимыми на каждом этапе проекта.

Таблица 3

Этапы решения научных задач и необходимые для них предметные знания и навыки XXI века

Этап решения задачи	Предметные знания	Навыки XXI века
Постановка задачи	Знание текущего состояния дел и имеющихся решений, их сильных и слабых сторон	Любознательность, инициативность, критическое мышление, принятие риска
Привлечение ресурсов для решения задачи (опционально)	Знания, какие лица и корпорации потенциально заинтересованы в решении	Коммуникативные навыки: умение внятно и убедительно изложить идею и заинтересовать ей
Поиск информации, необходимой для решения задачи	Знание терминов и закономерностей в исследуемой области; знание источников информации и умения ими пользоваться	Умение искать информацию (как в сети Интернет, так и в других источниках), задавать вопросы и слушать.
Оценка релевантности информации	Знание фактов, теорий и закономерностей в исследуемой области, а также границ применимости теорий; умение ставить эксперименты	Критическое мышление, умение ставить вопросы, способность анализировать и интерпретировать информацию, а также проверять её экспериментально
Построение прагматической модели	Знание фактов, теорий (которые могут на первый взгляд не относиться к задаче) и их взаимосвязей	Творчество и воображение, способность сопоставлять и синтезировать информацию, выявлять интегративные свойства (системное мышление), коммуникативные навыки (навыки формулировок)
Разработка проекта	Знание доступных ресурсов и их свойств	Творчество и воображение, умение отражать и сопоставлять информацию, планировать; коммуникативные навыки (описание проекта); принятие решения

Продолжение Таблицы 3

Этап решения задачи	Предметные знания	Навыки XXI века
Построение познавательной модели, создание сценария	Знание теорий, закономерностей и фактов в соответствующей области	Умение отражать информацию, строить логические цепочки (логическое мышление), ставить вопросы; коммуникативные навыки (описание сценария); системное мышление
Сопоставление сценария с реальностью или поставленными задачами	Знание фактов в соответствующей области; умение ставить эксперименты	Критическое мышление, умение сопоставлять информацию, логическое мышление; принятие решения
Исправление прагматической модели и проекта	Знание фактов, теорий и закономерностей, дающих уверенность в достижимости решения	Адаптивность + всё то, что нужно при создании модели и проекта
Принятие проекта		Принятие решений
Реализация проекта	Соответствующие практические навыки	Планирование, адаптивность, управление
Внедрение и коммерциализация предложенного решения (опционально)	Знание областей возможного применения данного решения	Коммуникативные навыки, экономическая и финансовая грамотность, предпринимательство, ролевой сценарий инноватора, управление сложными системами

Проиллюстрируем эту таблицу уже сформулированной задачей подбора материала для оштукатуривания ванной комнаты (Табл. 4).

Таблица 4

Этапы подбора материала для штукатурки ванной комнаты, необходимые для этого предметные знания и навыки XXI века

Этап решения задачи	Предметные знания	Навыки XXI века
Постановка задачи: подобрать штукатурку для ванной комнаты	Знание того, что стену в ванной комнате нужно выровнять, а для этого используют штукатурку	Инициативность, принятие риска, что не разберёшься до конца

Продолжение Таблицы 4

Поиск информации об имеющихся штукатурках	Знание слова «штукатурка» и факта, что она относится к стройматериалам; знание, что свойства штукатурок приводятся в руководствах (в том числе на мешках)	Умение пользоваться Интернетом для поиска информации о штукатурках
Оценка релевантности информации (не приукрашивают ли производители)	Знание свойств гипса, цемента и других материалов штукатурки; в идеале – умение испытать штукатурку на прочность и водостойкость	Способность сравнить информацию производителей и отзывы покупателей между собой и с реальными свойствами материала
Построение прагматической модели (какой должна быть штукатурка)	Знание условий, в которых штукатурка будет использоваться	Сопоставление свойств штукатурок и условий их применения; принятие решения о наилучшем соответствии
Разработка проекта (выбор штукатурки)	Знание доступных штукатурок и их свойств	Сопоставление свойств штукатурок с условиями, в которых она будет работать; принятие решения о выборе штукатурки
Построение познавательной модели, создание сценария (что будет, если я выберу эту штукатурку)	Знание свойств штукатурки	Построение связей между свойствами штукатурки и её поведением в условиях ванной комнаты
Сопоставление сценария с реальностью или поставленными задачами	Знание сценария, построенного на предыдущем этапе	Сопоставление и принятие решения: устраивает или нет
Реализация проекта (покупка и доставка штукатурки)	Умение таскать мешки со штукатуркой или знание, кто их может таскать	Планирование поездки на строительный рынок с нужной суммой денег

Эти две таблицы а) показывают невозможность изолированного формирования предметных знаний и навыков XXI века и б) задают список навыков XXI века, привязанный к процессу решения химических задач. Именно эти навыки и реально формировать в процессе обучения химии (причем не все одновременно и не сразу на высоком уровне). Если сравнить их с навыками, предложенными

разными консорциумами (Табл. 2), то видно, что они во многом пересекаются. Однако в нашем списке навыков ведущую роль играют навыки обработки информации без специального выделения мультимедиа- и компьютерных инструментов. Что же касается всякого рода «гражданской идентичности» или «мультикультурной грамотности», то эти качества не задействуются в решении естественнонаучных задач, а значит – вряд ли могут быть развиты на соответствующих уроках.

Вопрос о том, как преподавать химию, одновременно формируя предметные знания и навыки XXI века – тема не статьи, а большого учебника. Здесь мы только сформулируем общую идею. Поскольку человека нельзя «с нуля» научить решать задачи химии полностью (это перегрузит его рабочую память [10]), нужно учить решать их отдельными этапами, постепенно увеличивая цепочку. Начиная с построения простейших познавательных моделей на основе наблюдений (с формированием соответствующих навыков). Далее – построение простейших сценариев на основе познавательных моделей (как поведет себя то или иное вещество в определенных условиях). Далее – сопоставление сценариев с реальностью и внесение необходимых изменений в модель («когнитивный конфликт»). Далее – переход к прагматическим моделям. И где-то на завершающих этапах – проектные задачи.

Всё изложенное в предыдущем абзаце – не более чем гипотеза. В настоящий момент мы выстраиваем учебный курс, предполагающий связанное формирование навыков XXI века и предметных знаний по химии в рамках преподавания которого данная гипотеза может быть проверена.

Выводы

Формирование так называемых навыков XXI века (они же «мягкие» навыки, они же метапредметные умения) возможно только на основе предметного содержания и облегчает освоение предметного содержания. Гипотетически преподавание химии в тесной взаимосвязи с формированием навыков XXI века способно повысить

эффективность как развития этих навыков, так и усвоения предметного содержания химии. Однако эта гипотеза нуждается в экспериментальной проверке, для чего разрабатывается соответствующий курс.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лисичкин Г.В., Карпунин А.В. Химические термины и понятия в средствах массовой информации // Химия в школе, 2007, №9, с.30-35.

2. Жилин Д.М. Инструктивизм и конструктивизм – диалектически противоположные стратегии обучения // Педагогика, 2011, №5, с. 26-36.

3. Золин И.Е. Образовательный комплекс и рынок труда: парадоксы взаимодействия // Национальные интересы: приоритеты и безопасность, 2015, № 10 (295), с. 28-39.

4. Wagner T. The Global Achievement Gap: Why Even Our Best Schools Don't Teach the New Survival Skills Our Children Need – And What We Can Do About It. – Basic Books, 2008.

5. Archer W., Davison J. Graduate Employability: What do employers think and want? The Council for Industry and Higher Education, 2008. <http://www.brunel.ac.uk/services/pcc/staff/employability/?a=92718>

6. Graduate employability in Asia. – Bangkok, UNESCO, 2012, <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002157/215706E.pdf>

7. Бобиенко О.М. Статус ключевых компетенций профессионала в квалификационных требованиях современных работодателей // Вестник ТИСБИ, 2013, № 2 (54), с. 32-44.

8. Voogt J., Pareja Roblin N. 21st century skills. – Universitet Twente, 2010. http://archieff.kennisnet.nl/fileadmin/contentelementen/kennisnet/Bestanden_Feddo/21st-Century-Skills.pdf

9. Жилин Д.М. Теория систем. Опыт построения курса. – М.: Ком Книга, 2010.

10 Жилин Д.М. Когнитивная психология: ключ к решению некоторых проблем преподавания химии. // Химия. Первое сентября, 2015, № 10, с. 3 - 8.