

# ДИАГНОСТИКА ОВЛАДЕНИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫМИ ПОНЯТИЯМИ: первый опыт

**Марина Юрьевна Демидова,**

*руководитель экспертно-аналитического отдела*

*Московского центра качества образования, кандидат педагогических наук*

**Елена Лазаревна Рутковская,**

*старший научный сотрудник Института содержания*

*и методов обучения РАО, кандидат педагогических наук*

**В стандарте второго поколения наряду с привычными предметными результатами обучения зафиксированы и группы метапредметных результатов. При этом именно метапредметные результаты определены как приоритетные, а эффективность обучения оценивается не столько полнотой и систематичностью знаний, сколько способностью учащихся оперировать запасом знаний в новых ситуациях, в том числе и при решении комплексных проблем, возникающих в действительности.**

- универсальные учебные действия • метапредметные результаты
- внутрицикловые и межцикловые связи • инструментарий

## Метапредметные результаты

Во ФГОС к этим результатам на ступени основного общего образования относят «освоенные учащимися межпредметные понятия и универсальные учебные действия (регулятивные, познавательные, коммуникативные), способность их использовать в учебной, познавательной и социальной практике, самостоятельность планирования и осуществления учебной деятельности и организации учебного сотрудничества с педагогами и сверстниками, построение индивидуальной образовательной траектории»<sup>1</sup>. При разработке различных диагностических

процедур основной упор делается на оценку универсальных учебных действий. Мы в этой статье хотим поделиться первым опытом диагностики овладения межпредметными понятиями, которая в этом году проводилась Московским центром качества образования в рамках апробации инструментария сопровождения ФГОС.

## Межпредметные понятия

Это словосочетание новое и введено лишь в рамках стандартов второго поколения, при этом его определение в ФГОС отсутствует. Исходя из существующего понимания межпредметных связей, словосочетание «межпредметные понятия» можно рассматривать как аспект содержательных межпредметных

<sup>1</sup> Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования / М-во образования и науки РФ. М.: Просвещение, 2011. (стандарты второго поколения).

связей. Вместе с тем понятие «межпредметность» по своему содержанию близко к понятию «междисциплинарность». Исследование междисциплинарных понятий — одно из направлений исследований современной философии. Междисциплинарными называют понятия современной науки, способные к продуктивному употреблению в самых различных областях знания. Междисциплинарные понятия фиксируют в содержании наиболее общие связи и отношения, позволяющие им выполнять интегрирующую функцию. Очевидно, что междисциплинарные понятия, существующие в рамках взаимодействия различных научных дисциплин, можно рассматривать как межпредметные понятия в рамках взаимодействия учебных предметов.

Под межпредметными будем понимать понятия, находящиеся на стыке различных учебных предметов, выполняющие функцию формирования системы данной области знаний. В этом случае формирование межпредметных понятий и изучение общих для одного цикла предметов закономерностей — одно из условий интеграции предметных знаний в общем образовании. Так, например, освоение естественно-научных межпредметных понятий и закономерностей направлено на понимание учащимися единства материи, форм её движения, а также общих законов развития материального мира, и, следовательно, является фундаментом для развития системного естественно-научного мышления и диалектического мировоззрения.

### Задания TIMSS и PISA

В отечественной практике до сих пор не ставилась проблема диагностики овладения межпредметными понятиями, однако можно опираться на данные сравнительного исследования качества естественно-научного и математического образования TIMSS, проводимого Международной ассоциацией по оценке учебных достижений IEA. Здесь в качестве объектов оценивания выделены

два закона сохранения: закон сохранения массы (проверяется на материале физики и химии), и закон сохранения энергии (на материале физики, химии и биологии проверяется понимание преобразования энергии из одного вида в другой).

В этом исследовании задания, проверяющие процессы преобразования энергии на материале физики, имеют результаты существенно выше, чем те, которые сконструированы на материале химии и биологии. А для закона сохранения массы лучшие результаты прослеживаются для заданий на материале химии.

В качестве ещё одного примера можно привести результаты выполнения одного из заданий международного исследования PISA.

#### Пример 1

*Увеличение концентрации углекислого газа в атмосфере частично вызвано использованием определённых источников энергии. Ниже перечислено несколько источников энергии. Укажите, приводит или нет использование каждого из них к образованию углекислого газа. Обведите «Да» или «Нет» в каждой строке.*

Источник энергии	Приводит ли к образованию углекислого газа?
Ядерная энергия	Да / Нет 18%
Энергия угля	Да / Нет 31%
Энергия сырой нефти	Да / Нет 19%
Геотермальная энергия (например, гейзеров)	Да / Нет 20%

Задание построено на изученном материале, но проблема в том, что источники энергии, описанные в разных строках таблицы, изучаются у нас на уроках физики, химии и географии. Процент правильных ответов для каждой строки приведён выше, а средний процент выполнения этого задания российскими школьниками

составляет 19% при среднем международном результате 33%.

Эти примеры дают основание предполагать, что в реальном учебном процессе недостаточно реализуются межпредметные связи, касающиеся формирования межпредметных понятий.

### **Внутрицикловые и межцикловые связи**

До введения в практику российских школ вариативности выбора учебно-методических комплектов единая программа по каждому предмету включала специальный раздел «Межпредметные связи», в котором перечислялись содержательные элементы, изучаемые в разных курсах. Этот раздел служил основанием для учёта содержательных межпредметных связей при тематическом планировании курса. С введением вариативности учебно-методических комплектов из программных и методических материалов практически исчезли ссылки на межпредметные связи. При всех положительных аспектах применения вариативных учебно-методических комплектов выбор учебников без согласования позиций между учителями разных предметов приводит к разрозненности в преподавании одних и тех же содержательных элементов. В разных дисциплинах одни и те же понятия изучаются по-разному — в сложившейся логике, специфическом контексте и в разное время; в результате у школьников не формируются умения переноса знаний из одной предметной области в другую. При этом взаимодействие между содержанием и подходами к изучению тех или иных дидактических единиц возложено на методические объединения учителей.

В рамках разработки модели диагностики овладения межпредметными понятиями рассматривались внутрицикловые связи для предметов социально-гуманитарного цикла и межцикловые связи для предметов естественно-научного цикла и математики. Измерительные материалы для диагностики овладения межпредметными понятиями апробировались как часть общего инструментария по оценке метапредметных результатов обучения ФГОС. При этом для апробации материалов естественно-научного цикла был выбран восьмой класс, а для предметов

## ТЕХНОЛОГИЯ И ПРАКТИКА ОБУЧЕНИЯ

социально-гуманитарного цикла — десятый. В диагностике овладения принимали участие 14 627 учащихся восьмых классов и 10 570 учащихся десятых классов. Для разных групп предметов использовались различные подходы к конструированию измерительных материалов. Остановимся на особенностях создания инструментария и основных результатах двух диагностик овладения межпредметными понятиями.

### **Специфика учебных дисциплин**

Конкретный вклад каждого из социально-гуманитарных предметов в формирование подобных понятий связан с его спецификой.

История при описании жизни отдельных стран и народов в определённые исторические периоды, фактов, реальных событий, жизни и деятельности исторических личностей даёт учащимся конкретное представление о социальных проявлениях, предъясняет конкретный смысл целого ряда общих для социально-гуманитарных дисциплин понятий.

Литература с помощью присущих ей специфических образных средств наглядно, эмоционально, ярко представляет существенные социальные процессы и явления, отражаемые ведущими для социально-гуманитарного образования понятиями. Используя и конкретизируя понятия, она наполняет их образным содержанием, акцентируя, представления о предметах, явлениях, социальных процессах. Носителями этих представлений становятся литературные герои, типичные для соответствующей исторической эпохи.

Обществознание формирует обобщённое, достаточно абстрактное представление о жизненных процессах и явлениях, отражающееся в понятиях и нуждающееся в конкретизации. Исторический и литературный материал в этой

связи выступает как иллюстративное основание для анализа социальных процессов и явлений, изучаемых обществознанием. Общественно-научные знания стремятся преодолеть устойчивые житейские представления о социальных объектах, нередко противоречащие положениям науки, и обеспечивать формирование рассматриваемых понятий на основаниях, выработанных комплексом наук. Кроме того, общественно-научный курс вводит понятия как логические категории, призванные помочь школьникам осуществлять логические операции.

Предметом диагностики в рамках этого цикла становятся понятия высокого уровня обобщения, требующие конкретизации (например, «прогресс», «свобода», «общество», «личность», «просвещение», «государство», «власть», «право», «деятельность», «традиции» и т.п.); многосмысловые понятия, требующие различения их значений в употребляемых контекстах (к примеру, государство — это и система органов власти, и страна как политико-географическое образование; право — это и неотъемлемая возможность человека что-то делать, осуществлять, и совокупность юридических норм; закон — и объективно существующая связь предметов и явлений, и постановление высших органов государственной власти); а также те понятия, вклад в формирование которых вносит каждый из гуманитарных предметов (например, понятие «культура» конкретизируется и литературными произведениями народной культуры, и историческими описаниями уровня развития культуры разных стран и цивилизаций).

Для диагностики были разработаны варианты проверочной работы, базирующиеся на литературном, историческом и общественно-научном материале. В каждом варианте внимание было сфокусировано на одном основном понятии: *свобода человека, традиции, просвещение, личность*.

Задания варианта предполагали работу с основным понятием на основе средств и способов, специфичных для каждого из лежащих

в основе работы предметов социально-гуманитарного цикла. Общим при этом было обращение к текстам как носителям информации. В каждый вариант были включены фрагменты художественных (прозаических или поэтических) и научных или научно-популярных текстов. Среди художественных текстов фрагменты из произведений А.С. Пушкина, И.С. Тургенева, М.Ю. Лермонтова, а в состав научных и научно-популярных текстов вошли фрагменты из научного исторического труда, исторического справочника, книги российского философа и т.п.

Опора на фрагменты текстов дала возможность минимизировать обращение к памяти учащихся и акцентировать внимание на проверке понимания содержания рассматриваемых понятий и их адекватном применении. Все задания можно разделить на три основные группы:

**1.** Работа с понятиями (распознавание признаков понятий и отражающих их социальных объектов, иллюстрация (конкретизация) примерами признаков понятия, распознавание понятий, близких по смыслу, применение понятия при анализе жизненных реалий, оценивание приведённых суждений, касающихся рассматриваемого понятия).

**2.** Работа с предъявленным текстом, отражающим понятия и их признаки (проявления), анализ представленной информации, касающейся понятия или отражаемой им социальной реалии, раскрытие смысла авторского высказывания, касающегося понятия, с опорой на знания, социальные факты и жизненный опыт).

**3.** Конструирование собственного текста, отражающего понятия и их признаки (раскрытие смысла понятий в предлагаемом контексте, выстраивание развёрнутого высказывания относительно признаков (проявлений) понятия, формулирование и аргументация самостоятельных оценочных суждений, объяснений, выводов на основе информации, касающейся понятия и его признаков).

В целом с заданиями, относящимися к первым двум группам, учащиеся справились вполне успешно, средний процент их выполнения оказался около 70%. А вот конструирование собственных текстов нашим десятиклассникам удаётся существенно хуже, с этим видом деятельности по отношению к тем же понятиям справились лишь около 40% школьников.

Интересны результаты, полученные для учащихся с разным уровнем подготовки. Так, для группы учащихся, продемонстрировавших по результатам диагностики низкий уровень подготовки, не отмечается достижения уровня усвоения ни по одному из проверяемых умений. Можно отметить успешность выполнения лишь отдельных заданий, построенных, как правило, на привычном учебном контексте и требующих найти информацию, представленную в явном виде в предъявленных фрагментах текстов. Сравнительно лучше других выполнены этой группой задания на иллюстрацию (конкретизацию) примерами признаков рассматриваемых понятий и распознавание понятий, близких по смыслу.

Для группы учащихся, достигших по результатам диагностики среднего уровня, наиболее освоенными оказались умения распознавать понятия, близкие по смыслу, и определять более частные понятия, входящие в состав рассматриваемого. В числе освоенных оказались также умения применять понятия при анализе жизненных реалий, распознавать признаки понятий и отражающих их социальных объектов, находить информацию, отражающую понятие или его признаки, интерпретировать информацию, раскрывающую содержание понятия.

Школьники повышенного уровня подготовки владеют умениями сравнивать признаки (проявления) понятий и отражающих их социальных объектов, раскрывать смысл авторского высказывания, оценивать приведённые суждения, касающиеся рассматриваемого понятия. Важные учебные достижения учащихся этой группы — умения раскрывать содержание изученных понятий, формулировать и аргументировать самостоятельные оценочные суждения, касающиеся понятия и его признаков, выстраивать развёрнутое высказывание относительно признаков (проявлений) понятия. Основными дефицитами учащихся этой группы

оказались умения раскрывать смысл понятий в предлагаемом контексте и выражать собственную точку зрения по отношению к социальным реалиям, конкретизирующим понятие.

Учащиеся, достигшие высокого уровня, продемонстрировали усвоение всех проверяемых в данной диагностике межпредметных понятий не только на базовом и повышенном, но и на высоком уровне сложности. Эта группа учащихся успешно оперирует межпредметными понятиями в контексте различных предметов социально-гуманитарного цикла, показывает способность к интеграции и переносу знаний из одной предметной области в другую, демонстрирует необходимую для данного этапа обучения системность социально-гуманитарных представлений.

#### **Естественно-научный цикл и математика**

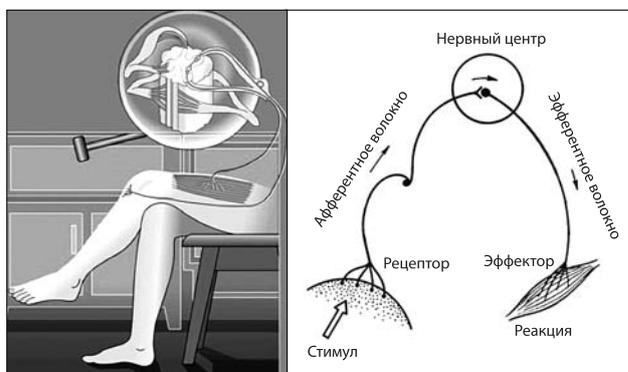
Для диагностики на базе предметов этого цикла и математики в восьмых классах были выделены четыре группы понятий, связанных с понятиями энергии, массы, вещества, а также с использованием математического аппарата в ситуациях естественно-научного характера. Предлагалось четыре варианта тестов, разработанных по единому плану. Каждый вариант включал задания, базирующиеся на изученных содержательных элементах предметов «Биология», «Физика» и «Химия» и содержащих задания, проверяющие все выбранные для диагностики межпредметные понятия. При этом задания, стоящие в разных вариантах на одних и тех же местах, проверяли одно и то же понятие и требовали использования одинаковых умений, но были сконструированы на материале различных предметов.

Ниже приведены два примера заданий, иллюстрирующих такой подход. Здесь применяется одна и та же модель

задания, но в первом случае использовано содержание биологии, а во втором — химии.

### Пример 2

На рисунке изображена схема рефлекторной дуги организма человека. Молоточком ударяют по сухожилию под коленной чашечкой; возникший в результате нервный импульс заставляет мышцы ноги «дёргаться». Какое из приведённых ниже описаний превращений энергии наиболее точно отражает передачу сигнала и выполнение команды?



- 1) механическая → электрическая → механическая;
- 2) химическая → тепловая → электрическая;
- 3) электрическая → механическая → механическая;
- 4) механическая → тепловая → химическая.

Ответ: 1.

### Пример 3

«Светящаяся палочка» — это наполненный жидкостью цилиндрический пластиковый контейнер, внутри которого находится стеклянная капсула с реактивом. Для активации достаточно перегнуть палочку в любом месте или ударить ею по твёрдой поверхности. В результате у вас в руках источник света, обеспечивающий непрерывное свечение в течение 4–12 часов. Какое из перечисленных превращений

энергии происходит в процессе «активации» палочки?

- 1) механическая → электрическая → световая;
- 2) химическая → электрическая → световая;
- 3) электрическая → механическая → световая;
- 4) механическая → химическая → световая.

Ответ: 4

В блоке заданий, связанных с понятием энергии, ученики основной школы лучше всего справились с заданиями на узнавание видов энергии. При этом восьмиклассники различают механическую, тепловую и световую энергии, но путают кинетическую и потенциальную, хотя правильно относят эти виды к механической энергии.

На примере заданий, проверяющих источники энергии, хорошо видно как влияет интегрированный контекст на результаты выполнения. Если задание сконструировано на материале одного предмета, с ним успешно справляется большинство учащихся. А вот задание из примера 4 выполнили лишь 33%.

### Пример 4

Какой из перечисленных процессов сопровождается поглощением энергии?

- 1) испарение воды;
- 2) горение свечи;
- 3) образование кристаллов соли из расплава;
- 4) гниение органических веществ в почве.

Это задание сконструировано на материале сразу нескольких предметов. То, что для испарения воды необходим приток энергии, изучается на уроках физики, горение свечи и образование кристаллов обсуждается на уроках химии, а процесс образования плодородного слоя почвы —

биологии. Соединить в единую картину известные из разных предметов факты нашим учащимся, к сожалению, не удаётся.

Крайне сложным оказалось для наших школьников перенести понятие коэффициента полезного действия из физики на биологические и химические процессы: описать процесс преобразования энергии в мышцах с использованием понятия КПД полностью смогли лишь 5% восьмиклассников.

*Пример 5*

*В справочнике по физиологии человека Мария прочитала, что в мышечных клетках человека происходит окисление углеводов. При этом «коэффициент полезного действия» мышц составляет только 30%. Объясните, что это означает с точки зрения преобразования энергии, происходящем в мышцах.*

Что касается закона сохранения массы, то здесь лишь половина учащихся указывают на неизменность массы в различных процессах. Но гораздо более удивительным оказался тот факт, что менее половины из них могут «представить в числах» массу и объём обычных окружающих нас тел. Так, выбрали верные значения массы и объёма для стакана томатного сока около половины учащихся (см. пример 6).

*Пример 6*

*Представьте, что перед вами стоит обычный стакан с томатным соком. Выберите среди перечисленных значений те, которые примерно соответствуют массе и объёму томатного сока в стакане. Обведите порядковый номер каждого выбранного значения.*

- |              |                         |
|--------------|-------------------------|
| <i>Масса</i> | <i>Объём</i>            |
| 1) 5200 г;   | 1) 2 см <sup>3</sup> ;  |
| 2) 28 г;     | 2) 1,5 л;               |
| 3) 0,27 кг;  | 3) 250 мл;              |
| 4) 1,5 кг.   | 4) 0,5 м <sup>3</sup> . |

*Запишите в таблицу обведённые номера*

Масса сока в стакане	Объём сока в стакане

В блоке заданий, проверяющих понятие «вещество» и «строение вещества», в целом успешно выполнены задания (средний процент выполнения 65%), проверяющие понимание неделимости атомов и молекул при деформации тел. Анализ показывает, что практически все учащиеся понимают, что в таких процессах молекулы и атомы не исчезают и не превращаются в частицы других веществ. Однако часть школьников указывает на то, что «молекулы сплющиваются» или «распадаются на протоны, нейтроны и электроны».

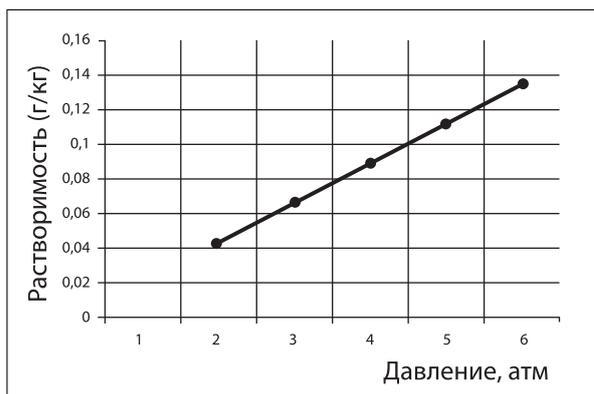
Не вызывает трудностей у восьмиклассников чтение различных графиков: они успешно определяют различные величины из данных графика вне зависимости от его контекста, находят верное объяснение общего вида графических зависимостей. Однако задания базового уровня на определение коэффициента пропорциональности линейной функции, сконструированные на материале физики и химии, оказались посильными лишь половине восьмиклассников. Наиболее сложными стали для наших учащихся задания с развёрнутым ответом на применение графической информации при объяснении различных процессов. Например, справились с объяснением причины выделения пузырьков углекислого газа при открывании газированного напитка (см. пример 7) 14% школьников.

*Пример 7*

*На графике приведена зависимость растворимости углекислого газа в воде от величины атмосферного давления над поверхностью воды при постоянной температуре. Эту зависимость используют для приготовления*

газированных напитков: углекислый газ растворяют в жидкости при давлении 3–4 атм.

Объясните, почему при открывании бутылки с газированным напитком наблюдается бурное выделение пузырьков газа.



Для диагностики усвоения межпредметных понятий естественно-научного цикла также можно выделить группы учащихся с разным уровнем подготовки. Здесь довольно многочисленной оказалась группа с низким уровнем подготовки (15%), для которой не отмечено усвоение ни одного из проверяемых понятий.

Группа учащихся, продемонстрировавших по результатам диагностики средний уровень подготовки, успешно справляется с заданиями на узнавание видов энергии; чтение графиков зависимости величин, характеризующих физические, химические или биологические процессы, определение массы и размеров тел. Сложными для данной группы по сравнению с учащимися с повышенным уровнем подготовки оказались задания на определение существенных свойств веществ, на закон сохранения энергии, интерпретацию коэффициента полезного действия в различных процессах. Кроме того, у групп уча-

щихся с низким и средним уровнями подготовки отмечаются дефициты в формулировке связанных высказываний в заданиях с развёрнутым ответом.

Учащиеся, имеющие повышенный уровень подготовки, демонстрируют понимание процессов преобразования энергии из одного вида в другой, определение массы и размеров тел, описание основных свойств веществ. Однако они плохо справляются с заданиями, сконструированными на материале ситуаций практико-ориентированного характера, затрудняются в применении естественно-научных закономерностей к реальным процессам, в объяснении условий протекания реальных процессов.

Учащиеся, достигшие высокого уровня подготовки, составили всего 7% от числа участников тестирования. Эта группа успешно оперирует межпредметными понятиями в контексте всех естественно-научных предметов, адекватно использует математический аппарат в ситуациях естественно-научного характера, показывает способность к интеграции и переносу знаний из одной предметной области в другую, демонстрирует необходимую для данного этапа обучения системность естественно-научных представлений.

\* \* \*

Мы постарались познакомить вас с первыми шагами в построении инструментария по диагностике овладения межпредметными понятиями. Проведённые апробационные исследования показали, что для реализации требований к метапредметным результатам обучения необходима серьёзная работа как авторских коллективов разработчиков учебно-методических комплектов, так и методических объединений школ. **НО**