

Проектирование системы заданий для диагностики умений применять методы научного познания

Е.А. Бершадская

При разработке содержания системы диагностических заданий мы исходили из следующих когнитивных теорий и концепций, описывающих познавательную деятельность человека:

- структуры когнитивного опыта в интерпретации М.А. Холодной;
- учения П.Я. Гальперина об ориентировочной основе деятельности;
- когнитивной схемы как психической операционной основы деятельности (У. Найссер);
- продукции как психического механизма, обеспечивающего применение процедурной информации (Дж. Андерсона).

М.А. Холодная описывает структуру когнитивного опыта следующим образом: «К ментальным структурам, образующим состав когнитивного опыта, можно отнести способы кодирования информации, когнитивные схемы, семантические структуры и, наконец, понятийные структуры как результат интеграции вышеуказанных базовых механизмов переработки информации»¹. Центральным элементом в этой структуре является понятие когнитивной схемы, введённое У. Найссером в шестидесятых годах прошлого века: «В каждом воспринимающем организме должны существовать определённого рода структуры, позволяющие ему замечать одни аспекты среды больше, чем другие, или вообще ничего не замечать»².

¹ Холодная М.А. Психология интеллекта: парадоксы исследования. Томск: Изд-во Том. ун-та; М.: Барс, 1997. С. 174.

² Найссер У. Познание и реальность. Смысл и принципы когнитивной психологии. Благовещенск: БГК им. И.А. Бодуэна де Куртенэ, 1998. С. 31.

В современном значении под когнитивной схемой понимается «обобщённая и стереотипизованная форма хранения прошлого опыта относительно строго определённой предметной области (знакомых объектов, известных ситуаций, привычной последовательности событий и т. д.). Когнитивные схемы, таким образом, отвечают за приём, сбор и преобразование информации в соответствии с требованием воспроизведения устойчивых, нормальных, типичных характеристик происходящего»³.

Если в сознании студента отсутствует когнитивная схема, соответствующая какому-либо методу познания, то в окружающей среде он не может самостоятельно обнаружить ситуацию, в которой он должен этот метод применить. Реагирование на данную ситуацию будет спонтанным и не адекватным её требованиям. Таким образом, можно предположить, что в результате специально организованного учебного процесса, направленного на обучение применению методов научного познания, в сознании студентов должно сформироваться множество когнитивных схем, обеспечивающих приём, сбор и преобразование естественно-научной информации в соответствии с общими и частными методами научного познания.

Анализ работ П.Я. Гальперина⁴ и Дж. Андерсона⁵ позволил уточнить содержание когнитивных схем, адекватное методам естественно-научного познания. Оно включает следующие компоненты:

- признаки объектов, для преобразования которых применяются определённые методы научного познания;
- цели преобразования объектов, на основе которых осуществляется выбор определённого метода научного познания;
- условия применимости выбранного метода научного познания;
- операционный состав выбранного метода научного познания.

На основе этой обобщённой схемы было конкретизировано содержание диагностики и выделены следующие составляющие когнитивного опыта студентов, необходимые для понимания ими методов научного познания и самостоятельного их применения в учебном познании:

1. Знания о гипотетико-дедуктивном методе познания (ГДМ):

- 1) определение метода⁶;
- 2) определение метода научного познания;
- 3) определение ГДМ;
- 4) целевое назначение метода;
- 5) условия применимости ГДМ;

³ Холодная М.А. Психология интеллекта: парадоксы исследования. Томск: Изд-во Том. ун-та; М.: Барс, 1997. С. 178.

⁴ Гальперин П.Я. Введение в психологию: Учеб. пособие для вузов. 3 изд. М.: «Книжный дом «Университет», 2000.

⁵ Андерсен Дж. Когнитивная психология. 5 изд. Спб.: Питер, 2002.

⁶ Родовыми понятиями для гипотетико-дедуктивного метода (ГДМ) являются понятия «метод» и «метод научного познания». Поэтому усвоение понятия ГДМ базируется на знании существенных признаков родового понятия. Исходя из этого, мы сочли необходимым в процессе диагностики контролировать усвоение всех названных понятий.

б) структура метода:

а) знание компонентов структуры;

б) определение понятий, с помощью которых описывается структура:

- наблюдение;
- исследовательский эксперимент;

в) факты;

г) эмпирические закономерности;

д) гипотеза;

е) идеализированный объект;

ж) логико-математическое моделирование;

- следствия гипотезы;
- критериальный эксперимент;
- границы применимости;

з) знание порядка следования компонентов структуры;

и) знание связей между компонентами структуры;

к) умение идентифицировать место конкретного естественно-научного знания в структуре метода;

л) умение идентифицировать связи между конкретными элементами естественно-научного знания как связи между компонентами структуры метода;

м) умение выделять структурные компоненты гипотетико-дедуктивного метода в процессе применения частного естественно-научного метода:

- явления, для описания которых применяется метод;
- признаки, по которым обнаруживаются данные явления;
- границы применимости метода;
- идеализированный объект, с помощью которого осуществляется логико-математическое моделирование явлений;

н) гипотеза, лежащая в основе применения метода;

о) процесс разработки следствий на основе логико-математического моделирования;

п) разработка критериальных экспериментов по проверке следствий;

р) анализ данных критериальных экспериментов;

с) выводы о подтверждении или опровержении гипотезы.

Процесс применения гипотетико-дедуктивного метода в естественно-научном познании неразрывно связан с экспериментальными и теоретическими методами познания, обеспечивающими непрерывный переход от реальности к её модельному описанию и предсказанию новой реальности:

Реальность → Модель → Реальность

Поэтому следующей областью диагностики является усвоение теоретических и экспериментальных естественно-научных методов познания.

2. Знания о теоретических естественно-научных методах познания:

- 1) целевое назначение метода;
- 2) объекты применимости метода;
- 3) условия применимости метода;
- 4) структура метода:
 - а) знание действий и операций;
 - б) знание последовательности выполнения действий и операций;
 - с) знание способов выполнения действий и операций;
 - д) умение выполнять специфические для данного метода действия и операции;
 - е) умение выполнять математические действия и операции;

5) перекодирование информации⁷;

6) применение метода:

а) умение применять метод с помощью инструкции (ориентировочной основы второго типа) на уровне репродуктивной деятельности;

б) умение применять метод на уровне реконструктивной деятельности;

в) умение применять метод на уровне вариативной деятельности.

3. Знания об экспериментальных естественно-научных методах познания:

1) целевое назначение метода;

2) объекты применимости метода;

3) условия применимости метода;

4) структура метода:

а) знание действий и операций;

б) знание последовательности выполнения действий и операций;

в) знание способов выполнения действий и операций;

г) умение выполнять экспериментальные действия и операции;

д) умение выполнять действия и операции по обработке данных;

5) перекодирование информации;

6) применение метода:

а) умение применять метод с помощью инструкции (ориентировочной основы второго типа) на уровне репродуктивной деятельности;

б) умение применять метод на уровне реконструктивной деятельности;

в) умение применять метод на уровне вариативной деятельности.

Усвоение студентами теоретических и экспериментальных методов познания создаёт основу для формирования умений самостоятельно применять гипотетико-дедуктивный метод в учебной деятельности. Эти умения составляют четвёртый компонент содержания диагностики.

4. Умение применять гипотетико-дедуктивный метод в процессе самостоятельного естественно-научного эксперимента:

1) выдвижение гипотезы, лежащей в основе разработки эксперимента, цель которого задана преподавателем;

2) определение условий, при которых заданные реальные объекты могут быть наделены свойствами идеальных моделей;

3) логико-математическое моделирование на основе выбранной гипотезы по выводу следствия, которое может быть проверено экспериментально;

4) планирование эксперимента;

5) подбор оборудования, позволяющего контролировать условия проведения опыта и уменьшить погрешности измерения;

6) сборка экспериментальной установки;

7) проведение измерений;

8) обработка данных эксперимента с учётом погрешностей;

9) анализ данных;

⁷ Перекодирование информации осуществляется с помощью определённых действий и операций, поэтому этот компонент можно было бы отнести к предыдущему пункту. Однако действия по перекодированию информации не принадлежат структуре конкретного метода, а являются общими интеллектуальными орудиями, с помощью которых осуществляется преобразование информации, поэтому мы сочли необходимым выделить их как отдельный компонент содержания диагностики.

10) измерение искомой величины или наблюдение прогнозируемого явления независимым способом;

11) вывод о подтверждении или опровержении гипотезы.

Приведённая выше структурная схема охватывает как понятийные сети, необходимые для описания гипотетико-дедуктивного и частных естественно-научных методов познания, так и множество умений, необходимых для самостоятельного их применения в учебной деятельности. С учётом того, что цель формирования умений предполагает трёхуровневую градацию степени самостоятельности в применении методов (репродуктивный, реконструктивный и вариативный уровни) можно говорить о содержательной полноте диагностики овладения студентами гипотетико-дедуктивным и частными естественно-научными методами познания.

При отборе средств диагностики, применяемых для исследования формирования приведённых выше знаний и умений, использовались критерии, сформулированные А.Н. Майоровым⁸ применительно к информации обратной связи, получаемой об учебном процессе, на основе которой можно управлять ходом научения:

- объективность — интерпретация полученных результатов не зависит от личности преподавателя;

- оперативность — преподаватель должен успеть обработать данные и тут же принять обоснованное решение о коррекции;

- достаточность — объём информации должен соответствовать потребностям преподавателя и быть до-

статочным для принятия того или иного решения;

- валидность — соответствие предъявляемых диагностических заданий тому, что намечено проверить;

- доступность — адекватная интерпретация преподавателем полученных диагностических данных;

- систематизированность — множество данных, полученных в ходе диагностики, должно позволять сделать вывод о всех характеристиках состояния обучаемых, с помощью которых задана цель обучения.

С точки зрения А.Н. Майорова⁹, этим критериям удовлетворяют задания:

- на дополнение текста (ответа);
- на вставку пропущенного ключевого слова;

- с множественным выбором;
- на восстановление соответствия;
- аналогии;

- на восстановление последовательности;

- на исключение лишнего.

Кроме того, что перечисленные виды заданий удовлетворяют критериям, предъявляемым к информации обратной связи, они позволяют объективировать не только усвоение предметных понятий, но и ход формирования связей между понятиями, описывающими процесс научного познания, что необходимо для управления процессом формирования соответствующих когнитивных схем. Приведём примеры заданий указанных видов.

Задания на дополнение ответа являются хорошим средством для диагностики понимания текста. Приведём фрагмент такого текста.

⁸ Майоров А.Н. Мониторинг в образовании. Спб.: Образование — Культура, 1998. С. 81.

⁹ Там же. С. 235–239.

Поскольку наш запас органического топлива, к сожалению,, мы должны найти источники энергии.

- а) накопился ... накопленные
- б) возмещён ... важные
- в) истощился ... неэффективные
- г) уменьшился ... доступные
- д) исчерпан ... альтернативные

В заданиях данного вида испытуемые могут подобрать необходимые слова самостоятельно или выбирать их из предложенного списка.

Ещё две модификации задания на дополнение ответа применяются для диагностики усвоения операционного состава изучаемого метода научного познания. Первая из них применяется для диагностики усвоения обобщённой структуры метода. В задании приведён неполный список названий действий и операций, испытуемый должен дополнить его, указав недостающие элементы. Вторая модификация применяется для диагностики умений самостоятельно выполнять действия и операции. Задание представляет собой образец применения изучаемого метода научного познания, в котором выполнены некоторые действия и операции, а не только приведены их названия как в предыдущей модификации, но некоторые действия и операции отсутствуют. Испытуемый должен не только обнаружить отсутствующие элементы, но и самостоятельно выполнить необходимые действия и операции.

Задания на вставку пропущенного ключевого слова чаще всего применяются для диагностики усвое-

ния определения понятий. Ниже дан фрагмент задания для проверки усвоения одного из основных понятий по теме «Электролиз».

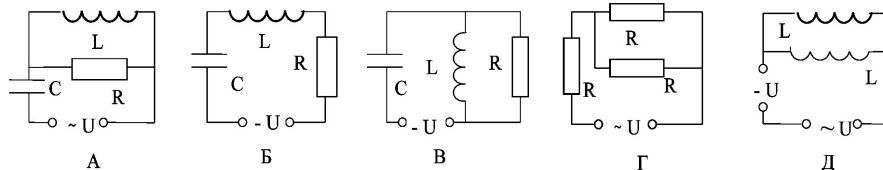
....., совокупность электрохимических окислительно-восстановительных процессов, происходящих при прохождении электрического тока через электролит с погружёнными в него электродами.

Задания с множественным выбором состоят из двух частей — формулировки заданий и четырёх-пяти вариантов ответов, из которых только один правильный. Задания данного типа можно использовать не только для диагностики усвоения предметной информации (такие задания сейчас общеизвестны и широко применяются в средней и высшей школах), но и для получения информации об усвоении методологической информации. Приведём несколько примеров таких заданий, требующих дополнительных умений перекодировать информацию, заданную в различных формах.

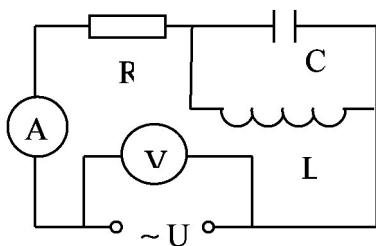
Какое из перечисленных ниже понятий описывает идеализированный объект метода векторных диаграмм?

А. Вынужденные гармонические колебания. Б. Фазор. В. Свободные затухающие механические колебания. Г. Амплитуда колебаний любой физической величины, совершающей вынужденные колебания. Д. Резонанс.

Для расчёта какой из электрических цепей, схемы которых изображены на рисунках, следует применить метод векторных диаграмм?



Какое следствие, разработанное на основе метода векторных диаграмм, можно проверить с помощью цепи, изображённой на рисунке? Активное сопротивление R , ёмкость конденсатора C и индуктивность катушки L известны. Цепь питается от бытовой сети переменного напряжения.



А. Рассчитать и измерить сдвиг фаз между колебаниями силы тока и напряжения.

Б. Рассчитать и измерить мгновенные значения силы тока и напряжения.

В. Проверить выполнение закона Ома для действующих значений силы тока и напряжения.

Г. Рассчитать и измерить резонансную частоту.

Д. Рассчитать и измерить силу тока, протекающего через каждый из реактивных элементов.

В заданиях на установление соответствия необходимо указать соответствие между элементами двух списков. Этот вид заданий имеет достаточно много модификаций. Чаще всего преподаватели применяют вариант с использованием стрелочек, которые рисуются от элементов первого списка ко второму, соединяя понятия в соответствии с указанным в задании правилом. Задания данного вида могут применяться для диагностики усвоения как предметной, так и методологической информации. Приведём примеры заданий данного вида.

Формула	Физическая величина
$\frac{A}{q}$	Потенциал электрического поля
$\frac{q}{t}$	Напряжённость
$\frac{q}{U}$	Работа электрического поля
$\frac{F}{q}$	Напряжение
$\frac{W}{q}$	Ёмкость конденсатора
$U \cdot I \cdot t$	Энергия конденсатора
$\frac{c \cdot U^2}{2}$	Сила постоянного тока

Второй пример задаёт соответствие между методологическими компонентами гипотетико-дедуктивного метода и конкретными содержательными элементами естественно-научного знания.

Структурный элемент гипотетико-дедуктивного метода	Содержательный элемент естественно-научного знания
Гипотеза	Растворение
Идеализированный объект	Масса вещества, выделяющегося на электродах в процессе электролиза, пропорциональна заряду, протекающему через электролит
Эмпирический закон	Опыт Девиссона-Джермера
Явление	Молекулы идеального газа представляют собой материальные точки, взаимодействующие между собой только при столкновении по законам Ньютона
Критериальный эксперимент	Изменение направления распространения света на границе раздела двух сред
Модель	Существование инерциальных систем отсчёта
Принцип	Абсолютно твёрдое тело
Факт	Гармоническое колебание

Задания-анalogии являются одним из основных инструментов исследования понятийных сетей. Они применяются для диагностики умений самостоятельно обнаруживать вид связей между заданными понятиями и применять его для связи понятий, данных в задании. Задание-аналогия имеет следующий вид:

Понятие А : Понятие В = Понятие С : ?

- а) Понятие D
- б) Понятие E
- в) Понятие F
- г) Понятие G
- д) Понятие H

Вместо знака вопроса испытуемый должен вставить одно из понятий D-H, которое находится в таком же отношении к понятию С, как понятие В к понятию А.

Приведём несколько примеров заданий данного вида.

H_2SO_4 : Кислота = Диффузия : ?

- а) Принцип
- б) Величина
- в) Гипотеза

- г) Явление
- д) Свойство

В данном примере первая пара понятий задаёт видо-родовое отношение «серная кислота — кислота», поэтому правильным ответом будет понятие «Явление», так как диффузия относится к физическим явлениям.

Материальная точка : Механика = Несжимаемая жидкость : ?

- а) Гидростатическое давление
- б) Ламинарное течение
- в) Закон Паскаля
- г) Гидродинамика
- д) Вязкость

Материальная точка является одним из идеализированных объектов механики (отношение «идеализированный объект — теория»), поэтому несжимаемой жидкости нужно поставить в соответствие гидродинамику. Во избежание ошибок, связанных с обнаружением случайных или несущественных отношений между понятиями (в приведённом выше примере испытуемые могут обратить внимание на то, что слова в первой паре по-

нений начинаются с одной буквы, или посчитать важным тот факт, что первое понятие в исходной паре задано двумя словами, а второе — одним), целесообразно дополнить задание требованием указать отношение, на основе которого выполняется задание.

Методика «Исключение лишнего» применяется для диагностики умений классифицировать понятия, поэтому она является одним из основных инструментов для исследования понятийных сетей. Существуют две модификации методики. В первой из них, которая применяется наиболее часто, испытуемому предъявляются пять понятий, одно из которых «лишнее», так как не принадлежит к тому же классу, что и другие четыре понятия. Например, среди понятий «испарение, ток, преломление, температура, колебание» лишнее понятие температуры, так оно относится к классу физических величин, а остальные понятия обозначают явления. Для того чтобы избежать ошибок, связанных с возможной классификацией по другим признакам (количество букв, род, падеж, количество слов, обозначающих понятие и т. д.), целесообразно дополнительно попросить испытуемого указывать основание для исключения понятия. Во второй модификации исключению подлежат не сами понятия, а их существенные признаки. Приведём пример разработанного нами теста, который использовался для диагностики знания существенных признаков методологических понятий.

Инструкция

Ниже приведён список некоторых методологических понятий, опи-

сывающих процесс научного познания. В скобках для каждого понятия дан перечень признаков, среди которых есть его существенные и несущественные признаки, а также признаки, не относящиеся к данному понятию. Подчеркните существенные признаки каждого понятия.

Пример.

Сравнение (описание, мыслительная операция, оценка, определение, сопоставление объектов, наблюдение, тождество, выявление сходства и различия, отношение объектов, правило, измерение).

В данном примере подчеркнуты существенные признаки данного понятия, так как по определению сравнение — это мыслительная операция, состоящая в сопоставлении объектов с целью выделения сходства и различия по какому-либо основанию, нахождения отношений между ними.

Задания

1. Метод научного познания

(способ достижения цели, операция, упорядоченная деятельность, действие, средство познания, система приёмов, алгоритм, способ получения новых знаний, погрешность, отражение объективных законов действительности, связь с теорией, отношение).

2. Гипотеза (умозаключение, основанное на фактах, аналогия, наблюдение, предположение о существовании чего-либо, оправдание, необходимость проверки, сравнение, объяснение известных фактов, отрицание, вывод следствий, парадокс).

3. Гипотетико-дедуктивный метод (способ анализа экспериментальных фактов; метод научного по-

знания; подтверждение гипотезы; вычисление; система методологических приёмов; принцип; анализ фактов; физический метод; выдвигание гипотез; концепция; вывод следствий из гипотез; философское обобщение; проверка следствий; творческое озарение; опровержение гипотезы).

4. Закон (право; внутренняя существенная и устойчивая связь явлений; сила; положение, выражающее всеобщий ход вещей в какой-либо области; переход количественных изменений в качественные; высказывание относительно того, каким образом что-либо является необходимым или происходит с необходимостью; процесс; взаимообусловленные изменения явлений; государство, однозначное или вероятностное предсказание изменения состояния объектов; количественные или качественные связи явлений; характеристика процессов и явлений).

5. Наблюдение (слежка; целенаправленное восприятие; опыт; организованное восприятие; изучение объектов путём воздействия на них; тщательность; способ получения первичного материала для научного исследования, измерение; отсутствие воздействия на объект; анкетирование; возможность использования приборов и инструментов; осторожность).

6. Индукция (электростатическая индукция; метод исследования; критерий истинности знаний; один из типов умозаключения; логический вывод на основе общих положений; переход от единичных фактов к общим положениям, идеализированный объект; вывод от части элементов данного класса ко всему классу; ве-

роятностное умозаключение; экспериментальное основание теории).

7. Измерение (линейка; эксперимент; сравнение с эталоном; определение характеристик объектов с помощью измерительных приборов, наблюдение; количественное описание свойств тел; исследование закономерной связи явлений; познавательная процедура; погрешность измерения; воздействие на измеряемый объект; параллакс).

Задания на восстановление последовательности применяются в основном для диагностики усвоения операционной структуры метода. Существуют две модификации заданий. Первая из них применяется для диагностики усвоения обобщённой структуры. В данном задании приводятся названия всех действий и операций, но в произвольном порядке. Испытуемый должен восстановить правильный порядок. Вторая модификация применяется для диагностики умений выполнять действия и операции в необходимом порядке. Задание представляет собой образец применения изучаемого метода научного познания, в котором выполнены все действия и операции, но в произвольном порядке. Испытуемый должен восстановить необходимую последовательность действий и операций.

Восстановить правильный порядок действий при применении динамического метода к расчету равновесия твердого тела:

1) *изобразить условие задачи схематически, отображая существенные признаки объектов;*

2) *составить систему скалярных уравнений;*

3) *выбрать метод преобразования;*

- 4) решить систему уравнений относительно выбранных величин;
- 5) выделить объекты;
- 6) записать уравнение в векторной форме, используемое выбранным методом;
- 7) проанализировать достоверность значений полученных величин;
- 8) спроецировать векторы на выбранные оси;
- 9) определить цели преобразования объектов;
- 10) определить условия применимости метода;
- 11) произвести проверку наименований величин;
- 12) сделать вывод;
- 13) показать на схематической модели задачи направление осей для проецирования векторов;
- 14) произвести расчёты полученных величин в основных системных единицах.

Описанные выше семь видов заданий применяются для диагностики усвоения понятий, с помощью которых описываются гипотетико-дедуктивный и частные естественно-научные методы познания, а также полноты и структурированности соответствующих понятийных сетей.

Рассмотрим задания, применяемые для диагностики умений применять указанные выше методы познания в учебной деятельности. Эти умения рассматриваются нами как цель и результат овладения определённым видом познавательной деятельности. В соответствии с классификацией Л.С. Выготского¹⁰ различают три типа учебной деятельности, которую мы

рассматриваем как частный случай познавательной деятельности: репродуктивная, реконструктивная, вариативная. В.В. Гузев интерпретирует их следующим образом: при репродуктивном типе обучаемый воспроизводит изученные факты, причём под словом «факт» понимается не только понятие, но и способ или алгоритм действий.

Реконструктивная деятельность состоит в воспроизведении способов получения фактов. При её осуществлении необходимо не только помнить факты, но и уметь выполнять действия и операции, приводящие к формированию этих фактов. Вариативная деятельность состоит в воспроизведении способов применения мыслительных операций (анализ, синтез, сравнение, обобщение, классификация), что позволяет обучаемому порождать способы получения фактов¹¹.

Любой метод можно рассматривать как способ получения фактов. Это позволяет нам применить типологию Л.С. Выготского в интерпретации В.В. Гузеева для построения диагностики процесса и результата усвоения научных методов познания, связав задания для студентов и курсантов с типом учебной деятельности, необходимой для их выполнения. Таким образом, мы получаем три типа заданий:

- репродуктивные задания;
- реконструктивные задания;
- вариативные задания.

При выполнении репродуктивных заданий диагностике подлежит усвоение понятийного аппарата, описывающего

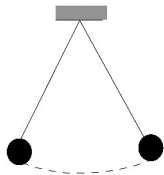
¹⁰ Выготский Л.С. Воображение и творчество в детском возрасте. 3 изд. М.: Просвещение, 1991.

¹¹ Гальперин П.Я. Введение в психологию: Учеб. пособие для вузов. 3 изд. М.: «Книжный дом «Университет», 2000. С. 48.

вающего гипотетико-дедуктивный и частные методы познания. Содержание заданий определяется компонентами когнитивных схем, адекватных методам естественно-научного познания, приведёнными в начале статьи. Диагностика понятий и их сетей проводится с помощью описанных выше семи видов заданий.

Приведём пример репродуктивного задания, с помощью которого диагностируется умение применять гипотетико-дедуктивный и частные методы познания в ситуации первичного усвоения.

Маленький металлический шарик, подвешенный к неподвижной опоре на длинной упругой нити, совершает колебательные движения. Определить период колебаний шарика, если длина нити равна 120 см.



При выполнении реконструктивных заданий обучаемые воспроизводят процесс применения изучаемого метода. Поисковый эксперимент показал, что целесообразно выделить два типа диагностических заданий, отражающих различное качество овладения реконструктивной деятельностью по применению методов научного познания. На более низком уровне овладения реконструктивной деятельностью в диагностическом задании объекты применения метода, условия его применимости и операционный состав тождественны ситуации первичного усвоения, которая была

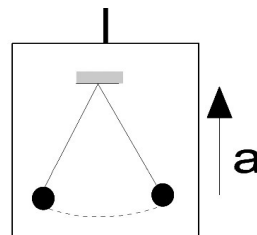
создана в ходе лекции при построении ориентировочной основы метода.

Изменения могут касаться только конкретных целей применения метода, которые являются частными вариациями общей цели, сформулированной на лекции. На более высоком уровне овладения реконструктивной деятельностью изменения могут затрагивать любой из четырёх перечисленных выше элементов когнитивной схемы, соответствующей изучаемому методу, однако множество объектов в диагностических заданиях принадлежит одному классу, изучаемому в определённой предметной области.

Примеры реконструктивных заданий.

1-й уровень овладения — объекты применения метода, условия его применимости и операционный состав тождественны ситуации первичного усвоения, изменения касаются только конкретных целей применения метода.

Каким станет период колебаний шарика, подвешенного к неподвижной опоре на длинной упругой нити, если длину нити уменьшить в два раза?



2-й уровень овладения — изменения могут затрагивать любой из четырёх перечисленных выше элементов когнитивной схемы, соответствующей изучаемому методу.

Каким станет период колебаний шарика, подвешенного к неподвижной опоре на длинной упругой нити, если его поместить в лифт, движущийся вертикально вверх с ускорением a ?

В вариативной деятельности целесообразно также выделить два качественных уровня. Первый связан с переносом известных обучаемым методов на другие предметные области или с их применением для достижения иных целей, чем те, которые достигались при изучении метода. Второй — с самостоятельным созданием субъективно или объективно новых методов. С учётом ограниченного времени, выделяемого программой на изучение содержания естественно-научных дисциплин, достижение обучаемыми второго уровня вариативной деятельности мы не рассматриваем как планируемый результат обучения, поэтому его диагностика

не проводилась. Задания предусматривали диагностику умений применять известные методы в других предметных областях или для достижения новых целей.

Пример вариативного задания первого уровня овладения.

Как изменится частота колебаний шарика, подвешенного к неподвижной опоре на длинной упругой нити, если ему сообщить заряд $+Q$ и поместить в однородное электрическое поле с напряжённостью E , созданное заряженными пластинами, расстояние между которыми d ?

