

Диагностика исходного состояния знаний студентов технических вузов о научных методах познания

Е.А. Бершадская

Для построения системы заданий, позволяющей управлять процессом овладения студентами научными методами познания, необходимо получить информацию о различных составляющих их «когнитивного опыта»¹, с помощью которых реализуется эта деятельность. Исследование проводилось в 1997-2002 гг. в ВТУ. В нём приняли участие 596 курсантов и студентов первого года обучения. Не берусь утверждать, что они представляют репрезентативную выборку всех выпускников школ России, однако в эти годы в ВТУ обучались курсанты и студенты из 23 регионов России (в том числе из Сибири и Дальнего Востока), 62% закончили городские школы и 38% — сельские и поселковые, 26% закончили школу без «троек» в аттестатах. Эти цифры позволяют заключить, что данные, полученные для контингента обучае-

мых в ВТУ, в определённой степени отражают общую картину по Российской Федерации.

В ходе констатирующего эксперимента были исследованы следующие составляющие когнитивного опыта студентов, необходимые для понимания и применения методов научного познания:

- знание определений и понимание смысла понятий, применяющихся для описания гипотетико-дедуктивного метода познания;
- умение сравнивать, классифицировать понятия по их роли в процессе научного познания и месту в структуре теории;
- умение устанавливать связи между понятиями, отражающие логику процесса научного познания;
- умение воспринимать и правильно перекодировать чувственно воспринимаемую информацию;
- умение самостоятельно применять гипотетико-дедуктивный метод в процессе решения экспериментальной задачи.

Рассмотрим более подробно процедуры и средства диагностики перечисленных выше знаний и умений и проанализируем полученные результаты.

Диагностика знания определений и понимания смысла понятий, применяющихся для описания гипотетико-дедуктивного метода познания

При исследовании этой составляющей когнитивного опыта были выделены следующие понятия, являю-

¹ Практическая психодиагностика. Методики и тесты: Учебное пособие. Самара: Издательский дом «Бахрах», 1998.

щиеся существенными характеристиками гипотетико-дедуктивной схемы познания: метод, наблюдение, эксперимент, моделирование, гипотеза, закон, принцип, идеализированный объект, индуктивное обобщение, дедуктивный вывод, граница применимости, критериальный эксперимент, подтверждение гипотезы, опровержение гипотезы. При изучении этого аспекта когнитивного опыта студентов использовались две методики.

Для изучения знания студентами вербальных определений и умений их формулировать использовались задания открытого типа с вводом ответа в произвольной форме. Студентам первого курса на одном из первых занятий по физике предлагалось дать определение или описать своими словами в произвольной форме перечисленные выше понятия. Если студенты затруднялись дать вербальное определение, им предлагалось привести примеры понятий, относящихся к определяемому термину. Так как на выполнение задания выделялось 20 мин, у студентов была возможность организовать поиск в долговременной памяти и использовать операции метакогнитивного контроля при формулировании ответов. В этих условиях высока вероятность того, что в ответах проявится механическое запоминание, которое скроет истинные значение и смысл, которые индивид придаёт определяемым понятиям. Поэтому с интервалом в две недели проводилось обследование с помощью методики свободных ассоциаций.

Студентам предлагались те же вопросы, но после предъявления каждо-

го понятия их просили написать, не задумываясь, первые пришедшие им в голову слова. Для исключения произвольного метакогнитивного контроля на написание каждого ответа отводилось не более 15 секунд. Психологи² утверждают, что первые два слова, записанные испытуемым, наиболее полно репрезентируют значение и смысл, которые испытуемый произвольно придаёт услышанному понятию. Таким образом, методика позволяет развести эффекты механического запоминания определения понятий и истинные смысловые связи, которыми понятия соединены между собой в сознании испытуемого.

Данные, полученные по разным годам обучения, статистически не отличаются друг от друга, поэтому они сведены в единую таблицу (таблица 1).

Трудно ожидать, что учащиеся смогут привести определение методологических понятий в соответствии с общепринятыми определениями, данными в энциклопедических и философских словарях, так как большинство из интересующих нас понятий не определяются в явном виде в средней школе. Поэтому нас интересовало наличие в ответе существенных признаков понятий, сформулированных пусть и на житейском языке. В зависимости от содержания ответов мы разбили курсантов и студентов на следующие группы:

1) выделили некоторые существенные признаки и привели правильные примеры;

2) выделили некоторые существенные признаки, но не привели правильные примеры;

² Холодная М.А. Психология интеллекта: парадоксы исследования. Томск: Изд-во Томского ун-та. М.: Барс, 1997.

Таблица 1

Понятие	Число выполнивших задания по группам, %			
	1	2	3	4
1. Метод	12	14	10	64
2. Наблюдение	12	6	47	35
3. Эксперимент	13	12	54	21
4. Критериальный эксперимент	0	2	1	97
5. Моделирование	5	20	14	61
6. Гипотеза	8	39	23	30
7. Закон	27	18	54	1
8. Принцип	2	16	8	74
9. Идеализированный объект	0	3	12	85
10. Индуктивное обобщение	0	13	7	77
11. Дедуктивный вывод	4	18	12	66
12. Граница применимости	6	13	14	67
13. Подтверждение гипотезы	3	8	6	83
14. Опровержение гипотезы	2	9	3	86

3) не смогли выделить существенные признаки, но привели правильные примеры;

4) не смогли выделить существенные признаки и привести правильные примеры.

Из данных, приведённых в таблице 1, видно, что подавляющее число испытуемых не могут выделить существенные признаки понятий, применяющихся для описания научного метода познания. Чуть лучше обстоит дело с приведением правильных примеров понятий. Очень многие курсанты и студенты не смогли ни выделить существенные признаки понятий, ни привести хотя бы один пример кон-

кретного понятия, относящегося к понятию метода. Обращают на себя внимание особенно низкие показатели усвоения понятий, имеющих непосредственное отношение именно к процессуальной составляющей метода научного познания. Причём для основных логических методов развития научного знания — индукции и дедукции — складывается парадоксальная ситуация.

Существенные признаки этих понятий выделяют относительно большое число курсантов и студентов, при этом часто путая вид умозаключений, но ни один из них не смог привести ни одного примера индуктивных умоза-

ключений в физике и никто не догадался интерпретировать объяснение известных явлений на основе теоретических положений как дедуктивное умозаключение. Также никто не связал опровержение и подтверждение гипотезы с процедурой косвенного подтверждения следствий, разработанных на её основе. Аналогичным образом обстоит дело и с усвоением понятия «границы применимости».

В целом большинство курсантов и студентов правильно указали его существенные признаки (знание, метод, приём можно применять для объяснения одних явлений и нельзя для других), но за редким исключением не смогли привести ни одного правильного примера. Понятие гипотезы многие правильно истолковали как предположение, но не указали ни целевое назначение гипотезы, ни требования, которым она должна удовлетворять. Как пример физической гипотезы они смогли привести только гипотезу Максвелла.

С усвоением понятия закона складывается обратная ситуация. Большинство курсантов и студентов привели множество правильных примеров, но не смогли выделить существенные характеристики этого понятия. Понятие принципа усвоено значительно хуже, чем понятие закона. Большинство курсантов и студентов не смогли выделить существенные признаки этого понятия. Ни один из них не привёл в качестве иллюстрации законы Ньютона или принципы термодинамики.

С большим трудом курсанты и студенты выделяют существенные признаки понятий «наблюдение» и «эксперимент». В частности, единицы смогли связать наблюдение с целена-

правленным изучением, сбором информации об изучаемом объекте в соответствии с определённым планом. В качестве примеров первокурсники обычно приводили описания некоторых природных явлений, которые даны в школьных учебниках как примеры физических явлений (появление росы, тумана, молния, движение по инерции и др.), но не связывали наблюдение этих эффектов с их изучением. Аналогичные затруднения испытывали курсанты и студенты при определении понятия «эксперимент». Многие правильно выделяли такие признаки, как исследование, измерение, зависимость между величинами, но лишь единицы указали на контролируемые условия и контролируемое изменение параметров изучаемого процесса. Понятие *критериального эксперимента* вызывало у студентов и курсантов искреннее удивление. Было очевидно, что с этим понятием они сталкиваются впервые. Анализ ответов показал, что некоторые студенты и курсанты интуитивно понимали, что этот вид эксперимента связан с проверкой каких-либо предположений, но никто не смог привести ни одного примера данного понятия.

Понятие метода ассоциируется в сознании курсантов и студентов с понятиями способа, приёма, последовательности действий, что, в целом, действительно составляет существенные его признаки. Однако обследуемые испытывали существенные затруднения при попытке привести примеры физических методов исследования. Ни один из них не назвал гипотетико-дедуктивный метод научного исследования, в единичных случаях назывался эксперимент; не был назван ни один теоретический метод

исследования, в отдельных редких случаях назывались некоторые из частных методов: графический, координатный, метод тонких пленок, стробоскопический метод. Наибольшие трудности вызвало определение понятия «идеализированный объект». Никто не смог выделить существенные признаки этого понятия и привести хотя бы один правильный пример. Совершенно очевидно, что на протяжении всех лет обучения в школе курсанты и студенты не изучали это понятие.

Дополнительную информацию о смысле, который студенты и курсанты придают перечисленным выше понятиям, мы получили с помощью мето-

дики свободных ассоциаций. При оценке выполнения этого задания мы использовали следующие критерии:

- 1) ассоциации соответствуют существенным признакам, выделенным в логическом определении;
- 2) ассоциации не соответствуют существенным признакам, выделенным в логическом определении;
- 3) ассоциации отсутствуют.

Результаты обследования приведены в таблице 2.

Анализируя данные, представленные в таблице 2, можно сделать вывод, что у достаточно большого числа испытуемых смысл понятий, который активируется в подсознании автоматически и руководит восприятием по-

Таблица 2

Понятие	Число выполнивших задание в соответствии с критериями, %		
	1	2	3
1. Метод	16	84	0
2. Наблюдение	17	83	0
3. Эксперимент	24	76	0
4. Критериальный эксперимент	0	89	11
5. Моделирование	23	77	0
6. Гипотеза	26	66	8
7. Закон	63	37	0
8. Принцип	17	80	3
9. Идеализированный объект	0	89	11
10. Индуктивное обобщение	9	85	6
11. Дедуктивный вывод	14	82	4
12. Граница применимости	0	93	7
13. Подтверждение гипотезы	8	84	8
14. Опровержение гипотезы	7	82	11

ступающей информации, не совпадает с объективным содержанием понятий (исключение составляют понятия метода и закона). Это говорит о том, что понятия усвоены формально и не могут адекватно использоваться субъектом в процессе восприятия и переработки естественно-научной информации.

Таким образом, можно сделать вывод, что большинство курсантов и студентов не знают существенных признаков понятий, необходимых для описания научного метода познания, а при их восприятии в сознании учащихся активируются бытовые значения понятий, что препятствует адекватному их применению в познавательной деятельности.

Диагностика умений сравнивать, классифицировать понятия по их роли в процессе научного познания и месту в структуре теории

Сформированность указанных выше умений изучалась на следующих понятиях: метод, величина, идеализированный объект, границы применимости, принцип, модель, критериальный эксперимент, эмпирический закон, дедуктивный вывод, постулат.

При проведении диагностики использовались задания с выбором ответа. Приведём примеры заданий, использовавшихся в процессе обследования.

1) Какое из перечисленных ниже явлений указывает на ограниченность модели идеального газа?

А. Расширение газа при постоянном давлении.

Б. Конденсация газа при охлаждении.

В. Увеличение давления при сжатии газа.

Г. Адиабатическое охлаждение при быстром расширении.

Д. Изотермическое расширение газа.

2) Какой из перечисленных ниже опытов является критериальным экспериментом одной из физических теорий?

А. Опыты Фарадея по исследованию явления электромагнитной индукции.

Б. Опыты Галилея по изучению свободного падения.

В. Опыт Франка и Герца по обнаружению квантования энергии атома.

Г. Опыты Кулона по исследованию взаимодействия электрических зарядов.

Д. Опыты Физо по измерению скорости света.

3) Какое из перечисленных ниже понятий представляет собой физическую величину?

А. Теплообмен.

Б. Диффузия.

В. Амперметр.

Г. Электрический ток.

Д. Напряжение.

4) Какое из перечисленных ниже предложений представляет собой формулировку физического принципа?

А. Определение мгновенной скорости.

Б. Квантование энергии электрона в атоме.

В. Постоянство температуры при агрегатных превращениях вещества.

Г. Зависимость длины тела от скорости его движения.

Д. Невозможность полного превращения теплоты в работу.

5) Какая из перечисленных ниже формул представляет математическую запись эмпирического закона?

А. $I = \frac{U}{R}$

Б. $a = \frac{F}{m}$

В. $A = FS\cos\alpha$

Г. $E = \frac{U}{d}$

Д. $v = \frac{S}{t}$

6) Какое из приведённых ниже утверждений представляет собой гипотезу, которая впоследствии была косвенно подтверждена и легла в основу одной из фундаментальных физических теорий?

А. Расстояние, пройденное телом при свободном падении, пропорционально квадрату времени.

Б. Длина движущегося тела сокращается в направлении движения.

В. Температура есть мера средней кинетической энергии хаотического движения молекул.

Г. Изменяющееся с течением времени электрическое поле порождает в пространстве, его окружающем, магнитное поле.

Д. Сила тока, протекающего по проводнику, прямо пропорциональна напряжению, приложенному к его концам.

7) Какое из перечисленных ниже понятий обозначает идеализированный объект одной из физических теорий?

А. Электрический ток.

Б. Вес.

В. Масса.

Г. Гармоническое колебание.

Д. Термометр.

8) Какое из приведённых ниже утверждений представляет собой постулат одной из физических теорий?

А. Существуют инерциальные системы отсчёта.

Б. Сила взаимодействия двух точечных зарядов прямо пропорциональна произведению величин зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.

В. Полная механическая энергия замкнутой системы тел в отсутствие диссипативных сил есть величина постоянная.

Г. Скорость света одинакова во всех инерциальных системах отсчёта.

Д. Алгебраическая сумма количеств теплоты, которыми обмениваются тела внутри замкнутой теплоизолированной системы, есть величина постоянная.

9) Какой из предложенных ниже законов является следствием, выведенным из основных положений теории?

А. Закон сохранения импульса.

Б. Закон Кулона.

В. Уравнение Менделеева-Клапейрона.

Г. Закон всемирного тяготения.

Д. Первый закон термодинамики.

10) Какое из предложенных ниже понятий описывает модель физического объекта, которая применяется для объяснения дифракции света?

А. Луч.

Б. Фотон.

В. Волновая поверхность.

Г. Электромагнитная волна.

Д. Интерференция света.

11) Какое из приведённых ниже понятий обозначает один из теоретических методов естественных наук?

Таблица 3

Понятие	Количество правильных ответов, %
1. Метод	8
2. Критериальный эксперимент	3
3. Гипотеза	6
4. Физическая величина	57
5. Эмпирический закон	18
6. Дедуктивный вывод	11
7. Постулат	5
8. Принцип	6
9. Модель	7
10. Идеализированный объект	3

- А. Изучение.
- Б. Закон.
- В. Аналогия.
- Г. Исследование.
- Д. Опыт.

Всего студентам и курсантам было предложено 20 заданий. Результаты их выполнения приведены в таблице 3.

Данные, приведённые в таблице 3, свидетельствуют о том, что большинство курсантов и студентов не могут определить методологическую роль конкретного естественно-научного знания в процессе познания и в структуре теории. Исключение составляет понятие физической величины, которое опознаётся более половиной студентов и курсантов. Методологическая информация, содержащаяся в тексте вопроса, студентами и курсантами не опознаётся и, следовательно, не управляет восприятием и обработкой поступающей информации.

Диагностика умений устанавливать связи между понятиями, отражающими логику процесса научного познания

В процессе диагностики применялась разновидность методики, в основе которой лежит известный способ исследования связей между понятиями, применяемый в психологии. В методике в виде образца задаётся пара понятий, связанных между собой определёнными отношениями, и дано третье понятие, с которым нужно сопоставить одно из пяти предложенных понятий в соответствии с обнаруженной в первой паре понятий связью.

В процессе обследования изучалось умение обнаруживать в конкретном естественно-научном материале следующие связи: явление — метод исследования; исследовательский эксперимент — эмпирический закон;

явление — идеализированный объект; явление — гипотеза; гипотеза — вывод; гипотеза — опровергающий эксперимент; вывод — критериальный эксперимент. Часть ответов испытуемые могут привести на основе механического запоминания и простых ассоциативных связей между некоторыми объектами, поэтому перед выбором одного из вариантов ответа курсант или студент должен вписать название предполагаемого им типа связи между понятиями.

Приведём примеры заданий по изучению каждого из указанных выше типов связей.

1) *Механическое движение: координатный метод = интерференция света.*

Связь понятий _____.

- А. Метод разделяющихся пучков.
- Б. Интерферометр.
- В. Графический метод.
- Г. Дисперсия.
- Д. Фотон.

2) *Квантование энергии: метод тормозного потенциала = равноускоренное движение.*

Связь понятий _____.

- А. Законы Ньютона.
- Б. Принцип суперпозиции сил.
- В. Стробоскопический метод.
- Г. Графический метод.
- Д. Эксперимент.

3) *Тепловое расширение газа: идеальный газ = взаимодействие заряженных тел.*

Связь понятий _____.

- А. Конденсатор.
- Б. Напряжение.
- В. Электростатическое поле.
- Г. Напряжённость.
- Д. Электрометр.

4) *Первое начало термодинамики: формула теплоёмкости идеального*

газа = уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.

Связь понятий _____.

- А. опыты Столетова.
- Б. Постоянная Планка.
- В. Частота.
- Г. Квант.
- Д. Красная граница фотоэффекта.

5) *Квантование энергии: опыты Франка и Герца = электромагнитные волны.*

Связь понятий _____.

- А. опыты Столетова.
- Б. опыты Лебедева.
- В. опыты Герца.
- Г. опыты Галилея.
- Д. опыты Фарадея.

6) *Опыты Столетова: законы фотоэффекта = опыты по исследованию взаимодействия электрических зарядов.*

Связь понятий _____.

- А. Закон Ома.
- Б. Закон всемирного тяготения.
- В. Электронная теория электропроводности металлов.
- Г. Закон Кулона.
- Д. Электрический ток.

7) *Относительность скорости света: опыт Майкельсона-Морли = постоянство теплоёмкости газа.*

Связь понятий _____.

- А. Диффузия.
- Б. Основное уравнение МКТ идеального газа.
- В. опыты Перрена.
- Г. опыты по исследованию зависимости теплоёмкости газа от температуры.
- Д. опыты Бойля и Мариотта.

8) *Броуновское движение: все тела состоят из атомов или молекул = электростатика.*

Связь понятий _____.

- А. Закон Кулона.

Таблица 4

Связь понятий	Количество правильных ответов, %
1. Явление — метод исследования	4
2. Явление — идеализированный объект	5
3. Явление — гипотеза	11
4. Исследовательский эксперимент — эмпирический закон	13
5. Гипотеза — вывод	11
6. Вывод — критериальный эксперимент	4
7. Гипотеза — опровергающий эксперимент	3

Б. Электромметр.

В. Крутильные весы.

Г. Электрические заряды взаимодействуют посредством электрического поля.

Д. Взаимодействующие электрические заряды обладают энергией.

Всего студентам и курсантам были предложены 24 задания. Результаты их выполнения приведены в таблице 4.

Экспериментальные данные показывают, что связи между понятиями, отражающими логику процесса научного познания, студенты и курсанты практически не обнаруживают. Большинство значений, приведённых в таблице, столь малы, что близки к погрешности измерения. Их можно рассматривать как результат простого угадывания. Лишь три вида связей опознаются студентами и курсантами с частотой, выходящей за границы статистического шума, но незначительное количество правильных ответов позволяет сделать вывод, что естественно-научные понятия школьники усваивают догматически вне анализа процесса развития научного знания.

Диагностика умений воспринимать и правильно перекодировать чувственно воспринимаемую информацию

До сих пор мы оставляли в стороне вопрос об образном кодировании информации, рассматривая лишь переходы между различными абстрактными видами кодирования, представляющими собой теоретические модели. Однако своё обоснование метод получает только в процессе эмпирической верификации, поэтому важнейшее значение приобретает умение студента переходить от непосредственных чувственных данных к образному кодированию, а от него — к символической репрезентации и построению математических моделей. Ещё большую роль в реализации научных методов играет обратный переход от абстрактных моделей к реальным объектам, с помощью которых можно проверить справедливость теоретически полученных следствий.

Неоднократные беседы с преподавателями физики высшей школы показали, что этому аспекту формирования методологических умений студентов не уделяется должного внимания. Как само собой разумеющееся принимается предположение, что учащиеся, прошедшие конкурсный отбор в технические университеты, обладают необходимыми когнитивными схемами перехода от объективной реальности к её модельному описанию. Однако эти умения не контролируются на вступительных экзаменах ни в одном из известных нам вузов, поэтому данное утверждение, по меньшей мере, нуждается в экспериментальном подтверждении.

Наш опыт общения с первокурсниками показывает, что они весьма поверхностно знакомы с физическим оборудованием, не могут идентифицировать многие физические приборы, не владеют умениями записывать результаты прямых измерений с учётом погрешности отсчёта и инструментальной погрешности, не могут вывести формулу для расчёта погрешности косвенных измерений.

Приведём некоторые количественные данные, характеризующие умение студентов воспринять и перекодировать информацию, заданную в форме реальных физических объектов. Исследование проводилось в 1997–2001 гг. в ВТУ, перед тем как курсанты и студенты должны были приступить к изучению электродинамики. Студентам предлагались некоторые реальные физические устройства, приборы и электрические схемы. Они должны были опознать прибор, назвать его, указать назначение, привести схематическое обозначение, записать показание прибора с

учётом погрешностей измерения, нарисовать принципиальную схему электрической цепи. Разумеется, использовались только те приборы и устройства, которые входят в комплект типового школьного физического оборудования. Некоторые результаты диагностики представлены ниже в таблице 5. Для каждого задания указан процент обучаемых, справившихся с ним.

Из приведённых данных видно, что большинство студентов не обладают когнитивными схемами, необходимыми для восприятия информации, представленной в форме реальных физических приборов и устройств, и извлечения её смысла (определение назначения прибора, схемы соединения элементов, запись показаний приборов), т. е. перекодирования в формы того или иного уровня абстрактности, представляющие собой язык интерпретации физических явлений.

Обращают на себя внимание неожиданно высокие результаты опознания некоторых приборов (осциллограф, трансформатор, амперметр и вольтметр). Однако для двух первых приборов это объясняется отнюдь не тем, что они часто используются в практике школьного обучения. Одновременно с предъявлением задания курсанты и студенты должны были указать источник информации, из которого они получили соответствующие знания. В качестве возможных вариантов предлагались следующие альтернативы:

- демонстрация опытов учителем;
- выполнение лабораторных работ;
- рисунки в учебнике;
- телевидение;

Таблица 5

Прибор	Опозна- ние, %	Назначе- ние, %	Обозначе- ние, %
1. Трансформатор универсальный	47	34	43
2. Катушка индуктивности дроссельная	25	16	6
3. Выпрямитель ВС24М	17	12	3
4. Реостат	26	16	8
5. Аккумулятор	17	12	14
6. Осциллограф электронный	83	22	—
7. Амперметр и вольтметр лабора- торные	93	89	90
8. Батарея конденсаторов	17	8	6
9. Генератор звуковой частоты школьный	12	3	3
Задания	Выполнили верно, %		
1. Запись показаний электроизмери- тельных приборов с учётом погреш- ностей измерения	2		
2. Изображение принципиальной схемы электрической цепи с различ- ными видами соединения элементов	21		

- Интернет;
- другое (выставки, занятия в технических кружках, семья и т. д.).

Оказалось, что наблюдение демонстраций и выполнение работ практикума стали причиной опознания осциллографа лишь в 27% случаев (для трансформатора — в 34%). В остальных случаях студенты получали информацию из других источников. Разумеется, подобные данные являются в значительной степени субъективными и студенты далеко не всегда могут действительно вспомнить истинный источник информации.

Исключение составляют лабора-торные амперметр и вольтметр. С эти-

ми приборами большинство курсантов и студентов познакомились на уроках физики в школе. Однако далеко не всегда с этими приборами выполнялись реальные лабораторные работы с измерением силы тока и напряжения и вычислением его погрешности. Этим, по-видимому, объясняются низкие результаты, показанные курсантами и студентами при записи показаний электроизмерительных приборов.

Таким образом, на основании полученных данных можно сделать вывод, что курсанты и студенты не владеют в нужной степени (достаточной для успешного обучения) языком интерпретации чувственных данных, поступаю-

щих от реальных физических приборов, устройств и установок. Очевидно, что этому аспекту обучения не уделялось должного внимания в школе, поэтому в процессе обучения в техническом вузе нужно специально формировать у курсантов и студентов умения кодировать чувственные данные в абстрактно-символических формах.

Диагностика умений самостоятельно применять гипотетико-дедуктивный метод в процессе решения экспериментальной задачи

При проведении обследования студентам и курсантам предлагалось выполнить одно из следующих трёх экспериментальных заданий (по собственному выбору):

- измерить длину парты, пользуясь шариком, подвешенным на нити, и секундомером;
- определить массу деревянного бруска, плавающего на поверхности воды, пользуясь линейкой;
- измерить коэффициент трения дерева о дерево, пользуясь бруском, трибометром и линейкой.

Работы студентов анализировались в соответствии со следующими критериями:

1) самостоятельное выдвижение гипотезы, лежащей в основе разработки эксперимента (если обследуемый не мог самостоятельно выдвинуть гипотезу, то она ему сообщалась для того, чтобы можно было проанализировать его дальнейшие действия);

2) логико-математическое моделирование на основе выбранной гипотезы по выводу следствия, которое может быть проверено экспериментально с помощью заданных приборов;

3) планирование эксперимента;

4) определение условий, которые позволяют выполнить необходимые измерения и уменьшить погрешности измерения;

5) правильность проведения измерений;

6) обработка данных эксперимента с учётом погрешностей;

7) проверка правильности выполнения задания (независимое измерение или сравнение с табличными данными);

8) вывод о подтверждении или опровержении гипотезы.

Результаты диагностики представлены в таблице 6.

Данные диагностики показывают, что обследуемые испытывают значительные трудности на начальном этапе выполнения экспериментального за-

Таблица 6

	Число правильно выполнивших действие, %							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Задание 1	7	76	76	14	54	0	2	2
Задание 2	9	85	85	34	63	6	5	3
Задание 3	8	63	63	26	37	4	7	3

дания, связанном с генерацией гипотезы, т. е. с поиском метода, позволяющего определить искомую величину. Полностью самостоятельно выполнили задания менее 10% студентов и курсантов. Можно предположить, что в сознании большинства испытуемых отсутствуют ориентировочные схемы действий по анализу признаков, содержащихся в экспериментальных заданиях, на основе которых осуществляется выбор способа решения.

Обращает на себя внимание неумение делать выводы на основе проведенного эксперимента. Подавляющее большинство обследуемых в выводах писали о том, что в результате измерения они получили такое-то значение искомой величины. Крайне мало студентов и курсантов догадались осуществить независимую проверку полученного результата и в выводе написали о подтверждении или опровержении первоначального предположения.

Традиционные для вчерашних школьников сложности возникают при вычислении погрешности косвенного измерения. Мало также испытуемых, которые анализируют условия проведения эксперимента для повышения его надёжности и точности.

Удовлетворительные результаты показаны лишь в области логико-математического моделирования явления на основе уже известной гипотезы, что отражает центриацию школьного естественно-научного образования на этом виде деятельности.

Полученные в обследовании результаты позволяют утверждать, что студенты и курсанты первого курса не владеют умениями, необходимыми для самостоятельного экспериментирования, и не осознают необходимость применять гипотетико-дедуктивную

схему как на этапе планирования опыта, так и при анализе его результатов.

Итак, можно констатировать ограниченность когнитивного опыта студентов и курсантов первого курса в области методов естественно-научного познания. У них практически отсутствуют знания о структуре гипотетико-дедуктивного метода и логике процесса познания. Большинство испытуемых не могут выделить существенные признаки понятий, применяющихся для описания научных методов познания, испытывают серьёзные проблемы при нахождении генетических связей между элементами естественно-научной информации, отражающих логику познавательного процесса.

Знания студентов и курсантов имеют во многом формальный и догматический характер; они не знакомы с методами получения естественно-научной информации и процедурами обоснования её истинности. Проблема усугубляется тем, что обучаемые испытывают трудности в процессе специфического для естественных наук перекодирования чувственно воспринимаемой информации. Восприятие информации, которая имплицитно связана с методами получения естественно-научного знания, порождает случайные ассоциативные связи, основанные на бытовых значениях понятий, что не позволяет адекватно использовать её в самостоятельной познавательной деятельности.

Таким образом, можно констатировать наличие проблем, связанных с проектированием и реализацией учебного процесса, позволяющего формировать у студентов и курсантов технических вузов умения применять методы научного познания при изучении естественно-научных дисциплин.