

УДК 530.1(072)

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИКА ОРГАНИЗАЦИИ  
МЕТОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ СТУДЕНТОВ ВУЗОВ  
НА ОСНОВЕ УЧЕТА ИХ КОГНИТИВНЫХ СТИЛЕЙ**

© 2008 г.

*А.А. Толстенева*

Волжский государственный инженерно-педагогический университет

Tolstenev25@yandex.ru

*Поступила в редакцию 19.05.2008*

Описаны основы методической системы обучения физике студентов вузов на основе учета их когнитивных стилей и предпочтительных способов кодирования информации, приведены результаты педагогического эксперимента по внедрению методической системы в педагогическую практику. Целью внедрения методической системы является формирование у студентов с различными предпочтительными способами кодирования информации навыков перевода физической информации в различные формы представления, что позволяет повысить их стилевую мобильность, расширить познавательные возможности, создать комфортные условия обучения и в итоге повысить эффективность учебного процесса по физике.

*Ключевые слова:* методическая система, обучение физике, когнитивный стиль.

Интеллект – способность осмысленно приобретать, воспроизводить и использовать знания, понимать конкретные и абстрактные идеи, постигать отношения между идеями и образами [1]. Работа интеллекта большинства людей (как детей, так и взрослых) характеризуется преобладанием того или иного когнитивного стиля. Преобладающие когнитивные стили являются достаточно устойчивыми на протяжении жизни обучаемого и с возрастом не изменяются. Проблема учета когнитивных стилей студентов при организации процесса обучения в вузах недостаточно изучена; на наш взгляд, учет индивидуальных когнитивных стилей при подготовке студентов в вузах является резервом повышения эффективности образовательного процесса.

М.А. Холодной введено понятие «индивидуальный познавательный стиль», складывающийся по мере освоения субъектом разных видов стилевого поведения и представляющий собой иерархическую структуру: стили кодирования информации → стили переработки информации (когнитивные стили) → стили постановки и решения проблем → стили познавательного отношения к миру (эпистемологические стили) → персональный познавательный стиль [2].

В нашем исследовании мы ограничиваемся рассмотрением первых двух уровней. Стили кодирования информации – это субъективные средства, с помощью которых в ментальном опыте человека воспроизводится окружающий мир. Стили переработки информации (когнитивные стили) – это индивидуально своеобразные способы восприятия, анализа, структурирования и ка-

тегоризации своего окружения. В психолого-педагогической литературе приводится более десяти стилей переработки информации. Мы рассматриваем когнитивный стиль «ригидность – гибкость когнитивного контроля». Этот когнитивный стиль характеризует степень объективной трудности в смене способов переработки информации. Ригидный контроль свидетельствует о трудностях перехода к различным видам представления информации, тогда как гибкий – об относительной легкости такого перехода.

Нами разработана концепция методической системы обучения физике студентов вузов, базирующаяся на последних достижениях психолого-педагогической науки. Структура концепции включает следующие компоненты:

1. Методолого-теоретические основы концепции (ее составляют следующие подходы к обучению: личностно-ориентированный и дифференцированный, обогащающий, информационный, деятельностный, модельный и др.).

2. Обоснование необходимости создания концепции методической системы обучения физике студентов (заключается в потребности комплексного психолого-педагогического изучения человека с целью поиска новых направлений повышения эффективности учебного процесса по физике).

3. Инновационную авторскую идею, предполагающую повышение эффективности подготовки студентов за счет организации обучения в условиях нежесткой внутренней дифференциации на основе учета индивидуальных когнитивных стилей студентов.

4. Систему принципов обучения. Основными принципами построения методической системы обучения являются общедидактические принципы научности, системности, систематичности и последовательности в обучении, единства и оптимального сочетания коллективных, групповых и индивидуальных форм обучения, оптимального сочетания словесных, наглядных и практических методов, прочности знаний и т.д. Общедидактическую систему мы дополнили рядом авторских принципов и уточнений, среди них следующие принципы:

4.1. *Принцип модельного представления физической информации* предполагает, что содержание курса физики можно представить как совокупность учебных моделей: реальной, графической, аналитической и др., причем различные виды представления информации являются равноправными.

4.2. *Принцип обогащения стилевых характеристик интеллектуального поведения* предполагает обеспечение перевода физической информации, представленной в различных формах, из одной формы в другую, что позволит усваивать информацию, представленную в различных формах. Такой перевод позволит обогащать стилевые характеристики интеллектуального поведения студентов, формировать мобильность стилового поведения.

4.3. *Принцип деятельностного представления физической информации* предполагает, что она может происходить не только из вербальных или графических источников, но и из процесса предметной деятельности. Реализация данного принципа требует в соответствии с общедидактическим принципом предметности разработки совокупности специфических действий с предметами, чтобы, с одной стороны, выявить содержание будущего физического понятия, с другой – изобразить это первичное содержание в виде знаковых моделей.

4.4. *Принцип дифференциации* предполагает организацию внутренней нежесткой дифференциации студентов при обучении физике по признаку преобладающего стиля кодирования информации и обучение выделенных групп по различным траекториям, обеспечивающим оптимальное восприятие учебной информации, с возможностью перехода в другую группу. Такая дифференциация позволяет создать равные комфортные условия обучения для всех студентов.

4.5. *Принцип междисциплинарной интеграции* предполагает реализацию интеграции физики, на основе выделения междисциплинарных понятий с курсами математики, инженерной графики и информатики средствами комплекс-

ных расчетно-графических работ и системы междисциплинарных учебных заданий.

5. Линии реализации концепции, а именно: психологическую, организации физической информации, организации системы занятий, установления межпредметных связей, организационную.

6. Модель исследуемой системы обучения, в которую входят компоненты: целевой, содержательный, процессуальный (методы и формы обучения) и результативный.

Особенности реализации концепции заключаются в том, что она происходит в условиях гуманизации образования, недостаточной изученности проблемы обучения студентов с учетом их когнитивных стилей, недостаточной подготовки студентов в области естественнонаучных дисциплин.

Долгосрочные перспективы развития концепции включают исследование влияния на учебно-познавательный процесс по физике других когнитивных стилей, а также эпистемологических стилей, стилей постановки и решения проблем и в конечном итоге персонального познавательного стиля.

Опираясь на работы Н.В. Кузьминой [2, 3] и А.М. Пышкало [4], мы считаем, что методическая система включает следующие компоненты: цели, содержание, методы и средства обучения, оргформы.

Результатом внедрения методической системы в педагогическую практику стало повышение эффективности учебного процесса. Под эффективностью учебного процесса мы понимаем отношение достигнутого результата к максимально достижимому ранее результату по выделенным критериям.

В целях выявления педагогической эффективности разработанной методической системы обучения физике проведен педагогический эксперимент, включающий констатирующий, формирующий и контрольный этапы. В эксперименте приняли участие студенты Волжского государственного инженерно-педагогического университета (Н. Новгород) и Шуйского государственного педагогического университета – всего 530 человек, из них контрольная группа составляла 250 человек, а экспериментальная 280 человек.

На этапе констатирующего эксперимента у студентов контрольных и экспериментальных групп было осуществлено измерение следующих параметров:

- предпочтительный стиль кодирования информации;
- показатель «ригидность/гибкость когнитивного контроля»;

- уровень освоения студентами приемов перевода информации в различные формы;
- уровень подготовки студентов в области физики;
- уровень мотивации к изучению физики.

Для определения *предпочтительного стиля кодирования информации* студентами был использован тест, разработанный М.А. Холодной [2]. Студентам предлагалось три фрагмента текста, по-разному описывающих один и тот же предмет. Сразу после прочтения тестируемым задавались два вопроса: можете ли вы выделить среди фрагментов текста те, которые вызвали у вас отчетливое чувство субъективного принятия по сравнению с другими фрагментами, и какие именно это фрагменты?

Тестирование дало следующий результат:

- визуальный стиль – 16%;
- предметно-практический стиль – 30%;
- словесно-символический стиль – 54%.

Анализ результатов тестирования позволяет сделать некоторые выводы:

- студенты обладают разными стилями кодирования и переработки учебной информации, причем значительная доля студентов предпочитают визуальный и предметно-практический стили кодирования;
- наиболее успешны в учебной деятельности студенты, предпочитающие словесно-символический стиль кодирования информации (этот вывод сделан на основе анализа успеваемости студентов по различным дисциплинам).

Нами была проведена диагностика параметра «ригидность/гибкость когнитивного контроля» с использованием методики словесно-цветовой интерференции, предложенной Дж.Р. Струпом [2]. Испытуемым последовательно предъявляются три карты. На первой – сто слов, обозначающих названия четырех основных цветов (инструкция: как можно быстрее прочитать слова). На второй – сто разноцветных фигур тех же основных цветов (инструкция: как можно быстрее назвать цвета). На третьей – сто названий цветов, не соответствующих цвету чернил, которыми написано данное слово (инструкция: как можно быстрее назвать цвет, которым написано каждое слово). Показатель «ригидность/гибкость контроля»: разница во времени выполнения третьей (цветные слова) и второй (цвет) карт в виде  $T_3 - T_2$ . Чем больше эта разница, тем больше выражен эффект интерференции и, соответственно, более выражена ригидность (узость, жесткость) познавательного контроля.

Анализ показателя «ригидность/гибкость контроля» ( $T_3 - T_2$ ) производился нами следующим образом: величина  $T_3 - T_2$  колебалась в пределах от 5 до 32 секунд. Данный интервал был разбит на три интервала: от 5 до 13 секунд – низкий; от 14 до 23 – средний; от 24 до 32 – высокий уровни показателя. Полученные данные приводятся в табл. 1.

Таблица 1

Показатель «ригидность/гибкость когнитивного контроля»

Уровень	Высокий	Средний	Низкий
% опрошенных	11	43	46

Анализ полученных данных показал, что большинство студентов (89%) имеют возможность «переключаться» на разные способы восприятия учебной информации, однако студенты не реализуют свои возможности в учебном процессе, что дает основание для проведения педагогического эксперимента.

Для измерения параметра «уровень освоения студентами приемов перевода информации в различные формы» нами были разработаны тесты, направленные на диагностику сформированности навыков использования разных способов кодирования информации и перевода учебной информации в различные формы представления. Тест содержит 12 заданий, разбитых на 3 группы. В каждой группе 4 задания, ориентированных на освоение студентами перечисленных выше способов кодирования информации. Кроме того, для ответа на вопросы теста студентам необходимо осуществить преобразование учебной физической информации в различные формы представления. Выполнение теста оценивалось так же, как и тестов, определяющих уровень подготовки по дисциплинам, т.е. рассчитывался коэффициент освоения (коэффициент выполнения теста) как отношение верных ответов к общему числу заданных вопросов. Применение теста дало результаты, приведенные в табл. 2.

Уровень подготовки по физике оценивался с помощью билетов-тестов, содержащих 9 вопросов. Задания подразделяются на 3 категории сложности:

- задания 1-го уровня сложности проверяют знание конкретных понятий, положений теории, терминов, законов, правил, определений физических величин, единиц их измерения;
- задания 2-го уровня сложности требуют для ответа анализа признаков того или иного понятия, анализа событий на основе известных законов и формул, понима-

Таблица 2

## Уровень освоения студентами приемов перевода информации в различные формы

Предпочтительные стили кодирования информации	Коэффициент освоения приемов перевода информации*					
	В письменную речь (аналитическую)		В графическую форму		В предметно-практическую форму	
	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ
Словесно-символический	–	–	0.36	0.38	0.31	0.35
Визуальный	0.32	0.34	–	–	0.40	0.39
Предметно-практический	0.35	0.39	0.37	0.42	–	–

\* Абсолютная погрешность не превысила 0.02.

ния функциональных зависимостей между величинами, входящими в закон;

- задания 3-го уровня сложности представляют собой физические задачи, при решении которых необходимо уметь использовать законы физики для объяснения различных примеров из техники и жизни.

Результаты тестирования показали распределение знаний студентов по уровням сложности и приведены в табл. 3.

Таблица 3

## Коэффициент усвоения физики по уровням сложности по результатам входного тестирования

Уровни сложности	I	II	III
Коэффициент усвоения	0.46±0.02	0.35±0.02	0.16±0.01

Измерение уровня мотивации к изучению физики осуществлялось путем анкетирования студентов. Первый уровень характеризуется малочисленностью положительных мотивов. Второй уровень – обучаемый осознает важность изучения физики для своей профессии. Третий уровень характеризуется усилением долга, познавательного интереса, мотивов самообразования и труда. Четвертый уровень мотивации отличает глубокое осознание необходимости знаний по физике. Результаты измерения уровня мотивации к изучению физики, полученные при проведении констатирующего и контрольного экспериментов, приведены в таблице 4.

В ходе формирующего эксперимента было осуществлено внедрение авторской методической системы обучения физике студентов вузов в учебный процесс. Внедрение системы осуществлялось в ходе лекционных, практических и лабораторных занятий.

Лекция – коллективная форма обучения, остающаяся ведущей в ходе обучения физике в вузе. Информация в ходе проведения лекционного занятия должна быть представлена всеми возможными способами, и должен быть обеспечен переход от одного вида представления информа-

ции к другому за счет применения различных методов. Перевод информации из вербальной формы в аналитическую осуществляется методом формализации, из аналитической в графическую – применением абстрагирования и моделирования, из графической в аналитическую и вербальную – методом дополнительных графических построений и т.д. Лекционная форма проведения занятий является предпочтительной для студентов с преобладающими визуальным и словесно-символическим стилями кодирования информации.

Для проведения практических занятий нами разработана система физических задач, включающая: тренировочные задачи → базовые задачи → комплексные расчетно-графические задания (последовательность предложена Д.В. Чернилевским [6]).

*Тренировочные задачи первого типа* – это задачи, решение которых предполагает применение закона с переводом информации в различные формы, причем перевод информации имеет общий алгоритм.

*Тренировочные задачи второго типа* – это задачи, также требующие применения законов, но в них следует установить взаимосвязь между элементами физической информации, представленной в различных формах.

Под *базовым уровнем* мы понимаем решение традиционных, применяемых в вузе задач. Составляя план решения задач, преподаватель должен подвести учащегося к алгоритму решения типовых задач. Алгоритм решения задач предполагает, что задача может быть решена как аналитически, так и графически. Приступая к решению задачи, студент должен мысленно составить модель того процесса или явления, которое рассматривается в задаче, представить ее в аналитической и графической формах.

В *качестве комплексных заданий* нами применяется комплексная расчетно-графическая работа (КРГР) – эта форма самостоятельной деятельности студентов при изучении курса физики в вузе представляет собой комплексное

индивидуальное задание, состоит из теоретической, расчетной, графической и аналитической частей. Выполнение КРГР является завершающим этапом деятельности студентов по изучению разделов курса физики.

Проведение *лабораторных занятий* предусматривает вариативность в зависимости от предпочтительного стиля кодирования информации студентов. Полученная в ходе лабораторной работы эмпирическая информация для студентов, овладевших теоретической информацией, является подтверждением теоретических знаний, а для студентов с предметно-практическим стилем кодирования информации – подтверждением выдвинутой гипотезы и базой для изучения теории. Таким образом, одна и та же физическая информация усваивается студентами по различным схемам. Для студентов, обладающих словесно-символическим и визуальными стилями, – по схеме: словесно-символическое представление → графическое представление → предметное представление → словесно-символическое представление. Для студентов с предметно-практическим стилем кодирования информации: предметное представление → графическое представление → словесно-символическое представление.

Содержание курса физики было сформировано в соответствии с общедидактическими принципами фундаментализации, интегративности, вариативности, профессиональной направленности и др. Некоторые принципы нами были уточнены:

– *Принцип многоуровневой организации представления учебного материала* предполагает, что при изучении физики на первом (инвариантном) уровне у студентов формируется банк фундаментальной информации и основа физического мышления, а на втором (вариативном) – способность изучать прикладные разделы курса на основе имеющейся информации и сформированного мышления. Данный принцип был предложен А.А. Черновой [7] и получил дальнейшее развитие и реализацию в разработанной нами методике проектирования спецкурсов.

– *Принцип полисистемности* является уточнением принципа систематичности и указывает на то, что все физические знания, сообщаемые студентам, должны представлять собой систему или группу пересекающихся систем, причем одни и те же знания могут быть систематизированы на основе разных логических осей систематизации, выбранных в соответствии с различными целями изучения курса или различными специальностями студентов.

– *Принцип психологических закономерностей представления изучаемого материала.*

Отобранная для изучения физическая информация должна быть представлена в виде различных моделей, а именно графической, вербальной, аналитической, предметно-практической и т.д., что должно найти свое отражение в системе учебных пособий и методических разработок, обеспечивающих изучение курса физики.

Введение физической информации осуществлялось с использованием авторских методических разработок, включающих: модельное представление информации (учебное пособие «Модели в физике» [8]), двухуровневое введение информации (учебное пособие «Физика и автомобиль» [9]) и др.

Более детально теоретические основы авторской методической системы описаны в монографии «Реализация системы обучения студентов вузов на основе учета их когнитивных стилей» [10].

В ходе контрольного эксперимента проводилось измерение следующих параметров:

- уровень освоения студентами приемов перевода физической информации в различные формы представления;
- уровень подготовки студентов в области физики;
- уровень мотивации к изучению физики.

Параметры «предпочтительный стиль кодирования информации» и «ригидность/гибкость когнитивного контроля» повторно не измерялись, поскольку они не изменяются с течением времени и являются индивидуальной особенностью человека.

Для повторного измерения параметра «уровень освоения студентами приемов перевода информации в различные формы» нами использовались тесты аналогичной структуры. Данные повторного тестирования приведены в табл. 5.

Из результатов тестирования (табл. 2, 5) видно, что коэффициент выполнения теста в экспериментальной группе оказался значительно выше, чем в контрольной, за счет освоения студентами навыков перевода физической информации в различные формы представления.

Повторно был измерен уровень подготовки студентов в области физики. Для измерения были использованы трехуровневые тесты. Полученные результаты приведены в табл. 6.

Результаты эксперимента по измерению коэффициента усвоения физики можно представить в виде процента студентов, достигших соответствующего уровня подготовленности. Данные приведены в табл. 7.

Из данных табл. 7 видно, что 36.2% студентов экспериментальной группы достигли третьего уровня усвоения, в то время как в контрольной группе этот показатель составил 25.2%.

Таблица 4

## Динамика мотивации к изучению физики

Уровни мотивации	% студентов, находящихся на соответствующем уровне			
	Контрольная группа		Экспериментальная группа	
	Исходный	Достигнутый	Исходный	Достигнутый
Четвертый	3	5	3	9
Третий	19	22	20	40
Второй	58	60	58	46
Первый	20	13	19	5

Таблица 5

## Уровень освоения студентами приемов перевода информации в различные формы

Предпочтительные стили кодирования информации	Коэффициент усвоения приемов перевода информации*					
	В письменную речь (аналитическую)		В графическую форму		В предметно-практическую форму	
	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ
Словесно-символический	–	–	0.38	0.72	0.35	0.82
Визуальный	0.36	0.72	–	–	0.45	0.76
Предметно-практический	0.41	0.79	0.39	0.83	–	–

\* Абсолютная погрешность не превысила 0.02.

Таблица 6

## Распределение коэффициента усвоения физики по уровням сложности по результатам итогового тестирования

Уровни сложности	I	II	III
Коэффициент усвоения	0.78±0.02	0.65±0.02	0.45±0.01

Таблица 7

## Процент студентов, достигших соответствующего уровня подготовленности по физике

Уровни подготовленности	% студентов, находящихся на соответствующем уровне			
	Контрольная группа		Экспериментальная группа	
	Исходный	Достигнутый	Исходный	Достигнутый
Третий	19.2	25.2	18.3	36.2
Второй	26.5	31.5	26.6	49.1
Первый	54.3	46.3	55.1	14.7

Второго уровня достигли 49.1% студентов экспериментальной и 31.5% студентов контрольной группы. Таким образом, второго и третьего уровней достигли 85.3% студентов в экспериментальной группе и 56.7% студентов контрольной группы, что свидетельствует о значительном повышении эффективности образовательного процесса по физике.

Результаты измерения уровня мотивации в контрольных и экспериментальных группах приведены в табл. 4.

Повышение уровня мотивации произошло, на наш взгляд, за счет следующих основных факторов:

- повышение внутриучебных мотивов за счет введения рейтинговой оценки знаний студентов;

- повышение интереса к профессии и профессионально-познавательных мотивов за счет двухуровневого введения физической информации.

Таким образом, повышение эффективности учебного процесса по физике осуществлено за счет формирования навыков перевода информации в различные формы представления, что расширило познавательные возможности студентов и способствовало формированию мобильности стилового поведения.

Кроме перечисленных выше тестирований нами был проведен опрос студентов экспериментальной группы, обучающихся на четвертом и пятом курсах. Студентам был задан вопрос: «Помогли ли Вам диагностика Вашего когнитивного стиля при обучении в вузе, а также на-

выки перевода информации в различные формы представления, полученные при изучении физики?». На этот вопрос 53% студентов ответили утвердительно. Таким образом, результаты опытно-экспериментальной работы по внедрению в учебный процесс системы обучения студентов вузов с учетом их когнитивных стилей подтвердили выдвинутую гипотезу о повышении эффективности процесса обучения студентов вузов на основе учета их индивидуальных когнитивных стилей.

#### *Список литературы*

1. Солсо Р.Л. Когнитивная психология: Пер. с англ. М.: Тривола; М.: Либерия, 2002. 600 с.
2. Кузьмина Н.В., Реан А.А. Профессионализм педагогической деятельности. СПб.: ЛГУ, 1993. 54 с.
3. Кузьмина Н.В. Методы системного педагогического исследования. Л.: ЛГУ, 1980. 172 с.
4. Пышкало А.М. Методическая система обучения геометрии в начальной школе: Автореф. дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02. М., 1975.
5. Холодная М.А. Когнитивные стили. О природе индивидуального ума: 2-е изд. СПб.: Питер, 2004. 384 с.: ил. (Серия «Мастера психологии»).
6. Чернилевский Д.В., Филатов О.К. Технология обучения в высшей школе. М.: Экспедитор, 1996. 288 с.
7. Червова А.А. Научно-методические основы обучения физике курсантов высших военных командных училищ. Минск: МВИЗРУ ПВО, 1991. 295 с.
8. Толстенева А.А. Модели в физике: Учебное пособие. Н. Новгород: ВГИПУ, 2007. 130 с.
9. Толстенева А.А. Физика и автомобиль: Учебное пособие. Н. Новгород: ВГИПИ, 2001. 100 с.
10. Толстенева А.А. Реализация системы обучения студентов вузов на основе учета их когнитивных стилей: Монография. Н. Новгород: ВГИПУ, 2007. 236 с.

### **THEORY AND PRACTICE OF ORGANIZING AN INSTRUCTIONAL SYSTEM FOR TEACHING PHYSICS TO UNIVERSITY STUDENTS ON THE BASIS OF THEIR COGNITIVE STYLES**

*A.A. Tolsteneva*

This article presents an overview of the instructional system for teaching physics to university students on the basis of their cognitive styles and preferable ways of coding educational information. It also gives the results of the pedagogical experiment on introducing the instructional system into teaching practice. The aim of introducing the instructional system is to form in the students with various preferable ways of coding educational information the skills of transforming physical information into different forms of presentation. This will contribute to improving students' style mobility and broadening their cognitive abilities, providing more comfortable training conditions and as a result to improving the effectiveness of the educational process in physics.