

# СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ДИСЦИПЛИНАРНО-БЛОЧНОГО ПРИНЦИПА ОБУЧЕНИЯ

*А. С. Михалев*, доктор технических наук, профессор кафедры философии и методологии университетского образования Республиканского института высшей школы

**Ключевые слова:** дисциплинарно-блочный принцип обучения, дискретные дидактические воздействия, организация учебного процесса, усвоение информации, память.

*Мы все учились понемногу,  
Чему-нибудь и как-нибудь...*

*А. С. Пушкин*

### *Введение в проблему*

Вот уже более полувека мировая образовательная система по всеобщему признанию находится в состоянии глубокого и системного кризиса. Во многих источниках сформулирована причина этого кризиса, которая, по мнению автора, заключается в том, что все возрастающий темп накопления знаний (ТНЗ), обеспечиваемый коллективными усилиями мирового научного сообщества, начал превышать темп усвоения знаний (ТУЗ), принципиально ограниченный индивидуальными познавательными способностями обучающихся. Отвечая на этот вызов времени, богатейшая страна мира США приняла в 1990–1994 гг. ряд крупномасштабных федеральных образовательных программ, создала Национальный комитет по образовательным стандартам и тестированию; страны ЕС объединяют свои усилия в ходе Болонского процесса; всеобщее внимание привлекает проблема создания самых эффективных инновационных образовательных технологий. Одна из таких инноваций – дисциплинарно-блочный принцип обучения (ДБПО) – предложена и теоретически обоснована. Предпринята также попытка дальнейшего осмысления этого принципа с позиций системного анализа и теории человеческой памяти. Однако нам целесообразно прежде оценить остроту тех противоречий группового способа обучения (ГСО), на преодоление которых и направлен ДБПО.

**Противоречия ГСО и их оценки.** Воспользуемся для этого кибернетической моделью (рисунок 1), связывающей в систему две самые крупномасштабные подсистемы современного вуза: «преподавателей» и «студентов». Как видно из этого рисунка, учебный план той или иной специальности реализуется дискретно, во времени, путем замыкания семестровых наборов дисциплин с помощью ключей в «графике учебного процесса». Второй набор ключей в блоке «расписание занятий»

распределяет эти дисциплины и формы учебного процесса во времени. И, наконец, замыкание третьего набора ключей в цепях обратных связей описывает формы контроля знаний обучающихся.

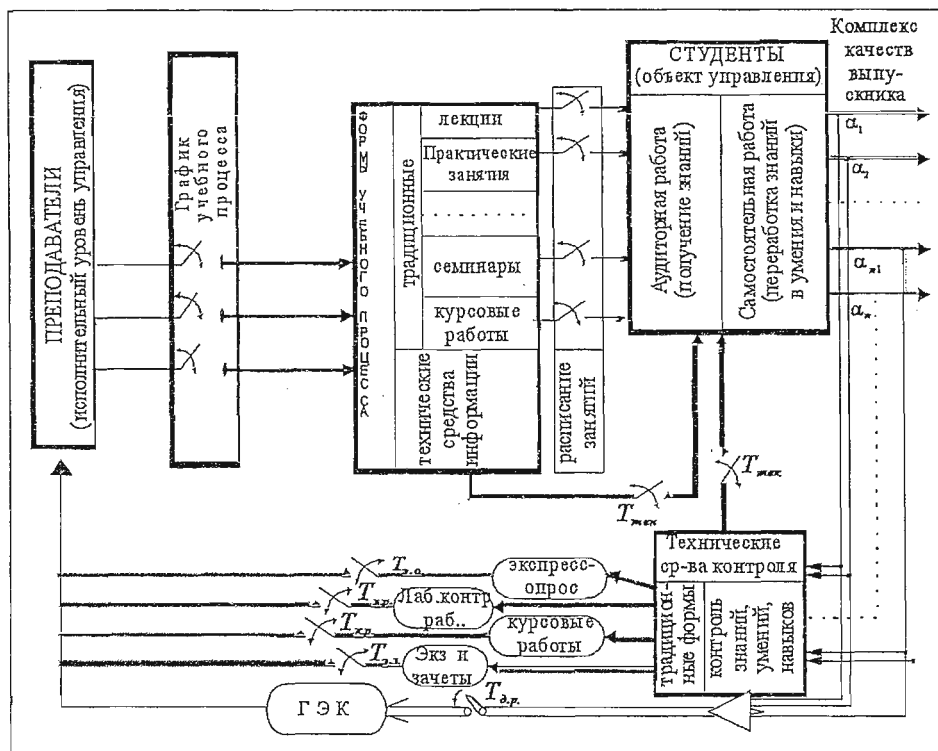


Рисунок 1 – Структурно-логическая схема системы «Преподаватели – Студенты» в современном вузе

Учебный процесс в учреждениях образования традиционно строится так, что множество дисциплин (их семестровые наборы) изучается параллельно с равномерным распределением часов каждой из них по семестру, с последующим контролем знаний в конце семестра в виде экзаменационной сессии. Таким образом, типичный семестровый график учебного процесса имеет вид, представленный на рисунке 2. Анализируя его, а также фазовые и временные соотношения в замыканиях указанных групп ключей на рисунке 1, можно выявить следующие противоречия ГСО:

1. **Противоречие «дискретности»** – между низкой относительной продолжительностью дискретных дидактических воздействий (например, лекций) на сознание обучающихся и механизмами их памяти в соответствии с «теорией затухания следов».

Оценим остроту противоречия дискретности, вычислив относительную длительность лекций продолжительностью  $t_n = 80$  мин. по некоторой дисциплине на периоде между

лекциями, составляющем, например, одну неделю:

$$\tau = \frac{t_n}{T} = \frac{80}{24 * 7 * 60} = 0,0079.$$

Итак, относительная длительность лекций составляет ничтожную величину – 0,79% (!), остальное время, т.е. – 99,2% периода занимает пауза между лекциями, которая по длительности в 124 раза (!) превышает лекцию.

Учебный процесс можно считать успешным лишь в том случае, если приращение объема знаний у студентов на лекциях окажется существенно больше, чем его потери (забывание) на интервалах пауз. Из этого следует, что скорость забывания знаний должна быть в сотни раз (!) меньше скорости их усвоения, а это резко противоречит истине, зафиксированной в многочисленных экспериментах, начатых еще Г. Эббингаузом в 1912 г. Указанные эксперименты, как и ежедневная практика преподавателей, убедительно показывают, что студенты, приходя через неделю на очередную лекцию по некоторой дисциплине,

едва ли могут воспроизвести даже название темы предыдущей лекции.

**2. Противоречие «ассортимента»** – между весьма широким ассортиментом дисциплин, одновременно изучаемых обучающимися, и механизмами их памяти в соответствии с теорией интерференции. Суть этой теории, также подтвержденной многочисленными экспериментами, состоит в том, что процессы забывания знаний тем интенсивнее, чем больше побочных факторов мешает их усвоению и запоминанию.

Тем не менее паузы между лекциями по конкретной дисциплине никогда не являются «пустыми»: они заполнены занятиями по другим дисциплинам, которые и являются весьма существенными побочными факторами (помехами). В нашем примере (рисунок 2) одновременно изучаются 12(!) дисциплин, активно «мешающих» друг другу, поскольку процесс познания не линейен и не подчиняется принципу суперпозиции.

№ п/п	Наименование дисциплин	Число ауд. Часов	Традиционное распределение часов																		τ	Экз. сессия
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
1	История Беларуси	72	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0,0158	Э	
2	Философия	54	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0,012	З	
3	Экономическая теория	90	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	0,02	Э	
4	Социология	36	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0,0079	Э	
5	Основы права	40	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0,0079	З	
6	Белорусский язык	60	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0,0158	З	
7	Иностранный язык	54	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0,012	З	
8	Физкультура	72	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0,0158	З	
9	Высшая математика	108	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	0,0237	Э	
10	Основы информатики и программ.	90	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0,02	Э	
11	Введение в специальность	18	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0,0039	Э	
12	Профил. Слуда и нарк.	10	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0,002	З	

Рисунок 2 – График учебного процесса при традиционной организации обучения

**3. Противоречие «асинхронности»** – между изучением дисциплин в семестрах и контролем знаний в их конце, на сессиях. С позиций системного анализа и кибернетики это противоречие приводит к тому, что основная подсистема вуза «преподаватели – студенты», строго говоря, является на любом интервале времени разомкнутой, так как когда

ключи «расписание занятий» в течение семестра работают, ключи в целях обратных связей «зачеты и экзамены» разомкнуты, и наоборот. Разомкнутые системы, как известно, являются самыми примитивными, они не удовлетворяют современным требованиям точности и быстродействия и их практически не используют. В образовательных учреждениях

недостатки разомкнутого управления сводятся к следующему:

- ошибки преподавателя в семестре выявляются лишь на экзамене и уже не могут быть исправлены в экзаменуемой группе студентов;
- просчеты в организации учебного процесса, выявляемые в ходе работы ГЭК, также не могут быть исправлены в экзаменуемой группе выпускников;
- к началу сессий студенты имеют в памяти лишь весьма разрозненные и поверхностные понятия из множества параллельно прослушанных дисциплин;
- экзамены и зачеты, плотно сгруппированные в виде сессий, являются серьезными психологическими испытаниями, как для студентов, так и для преподавателей;
- уровень усвоения студентами дисциплин в основном во время сессий не очень высок, а знания, «рывком» приобретенные за два-три дня подготовки к экзаменам, не прочны.

Таким образом, мы выявили и количественно оценили три весьма крупных взаимосвязанных противоречия группового способа обучения, который с начала XIX в. доминирует в мировой образовательной системе прежде всего вследствие его высокой производительности и экономической целесообразности. Острота этих противоречий столь значительна и очевидна, что попытки их преодолеть с помощью «косметических» инноваций бесперспективны: следует искать адекватную им радикальную инновацию, способную «расплести» плотный клубок рассмотренных противоречий.

*ДБПО как инновация для преодоления противоречий «дискретности», «ассортимента» и «асинхронности».* Эта инновация предложена и детально описана в литературе, поэтому здесь отметим лишь ее сущность, которая сводится к следующему:

- традиционные наборы семестровых дисциплин учебного плана разбиваются, например, на четыре блока;
- семестр также разбивается на временные интервалы по количеству блоков учебных дисциплин;
- на каждом из этих интервалов поочередно изучается свой блок дисциплин с использованием всех форм учебного процесса (лекций, практических, семинарских занятий);

- в конце каждого интервала осуществляется контроль знаний студентов по соответствующему блоку дисциплин в виде экзаменов и зачетов в соответствии с учебным планом.

При разработке ДБПО целенаправленно использовались теории памяти, идеи теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), функционально-стоимостного анализа (ФСА), дискретного широтно-импульсного управления, хорошо известного в кибернетике. Переход от традиционной организации учебного процесса к ДБПО вполне созвучен с законом «дробления» дидактических систем. Поэтому ограничимся здесь также лишь его формулировкой.

*Дидактические системы, исчерпав возможности развития на макроуровне своей системной организации, переходят на микроуровень путем «дробления» некоторых компонентов и (или) взаимодействия между последними во времени и продолжают свое развитие на этом уровне, пока не будут исчерпаны и его возможности.*

В русле этого закона хорошо «вмещаются» такие современные формы организации учебного процесса, как программированное обучение, обучение в парах сменного состава, модульное обучение, интернет-технологии.

Отличие ДБПО от упомянутых инноваций состоит в том, что «дроблению» подвергаются такие крупные основополагающие объекты традиционных дидактических систем, как «семестровые наборы дисциплин», «семестр» как временной интервал, «экзаменационная сессия». На рисунке 3 представлен график учебного процесса по той же специальности и на тот первый семестр, что и ранее, составленный в соответствии с изложенными идеями ДБПО.

Как видно из этого рисунка, учебный семестр, включая период традиционной экзаменационной сессии, разбит на четыре интервала, на каждом из которых изучается свой блок учебных дисциплин из семестрового набора, составляющего 12 дисциплин. Благодаря этому в каждом блоке изучается не более двух-трех дисциплин, включая «сквозную» физкультуру, а экзамены и зачеты (не более одного-двух) сдаются сразу же после изучения соответствующего блока дисциплин.

№ п/п	Наименование дисциплин	I модуль	Р К	II модуль	Р К	III модуль	Р К	IV модуль	Р К
1	Введение в специальность	18	З	$\tau = 0,05$					
2	Высшая математика	108	Э		Э	$\tau = 0,0455$			
3	Экономическая теория			90	Э	$\tau = 0,083$			
4	Философия			54	З	$\tau = 0,05$			
5	Основы права					50	З	$\tau = 0,05$	
6	Социология					36	Э	$\tau = 0,033$	
7	История Беларуси					72	Э	$\tau = 0,066$	
8	Основы информатики и программир.							90	Э
								$\tau = 0,083$	
9	Белорусский язык							60	З
								$\tau = 0,05$	
10	Иностранный язык							54	З
								$\tau = 0,05$	
11	Профил. Спиды и нарк.	10	З						
12	Физкультура	72							З

Рисунок 3 – График учебного процесса при реализации дисциплинарно-блочного принципа обучения

Оценим далее эффективность ДБПО в сравнении с традиционной формой организации учебного процесса, используя следующую математическую компетентностную модель обучающегося:

$$И = \frac{\sum_{i=1}^n z_i * \sum_{j=1}^m D_j}{\Phi + B} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n z_i * \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m D_j}{\Phi + B} = \frac{z * D}{\Phi + B}, \quad (1)$$

где: И – степень идеальности обучающегося;

$z_i$  – оценка знаниевой компетенции (объема знаний) по  $i$ -й дисциплине в семестровом наборе;

$D_j$  – оценка  $j$ -й деятельностной компетенции;

$i = 1, 2 \dots n$  – набор дисциплин в семестре или блоке;

$j = 1, 2 \dots m$  – набор оцениваемых деятельностных компетенций;

$\Phi$  – финансовые затраты на формирование компетенций;

$B$  – затраты времени обучающегося.

*Степень идеальности обучающегося*

Оценим приращение знаний  $\Delta z_i$  в ходе учебного процесса по  $i$ -й дисциплине как разницу между суммой их приращений на лекциях и потерями (забыванием) их на интервалах пауз:

$$\Delta z_i = \sum_{k=1}^n v_i t_n^k - \sum_{e=1}^m z_i t_n^e, \quad (2)$$

где:  $v$  – скорость усвоения знаний на лекциях;

$z$  – скорость забывания знаний в паузах;

$t_p, t_n$  – длительности лекций и пауз, соответственно;

Для традиционной организации учебного процесса очевидно:

$$\Delta Z_i^T = V_i^T * T_i - Z_i^T * (T_c - T_i), \quad (3)$$

где:  $T_i$  – количество часов на изучение  $i$ -й дисциплины по учебному плану;

$T_c$  – длительность семестра в часах.

При тех же допущениях и реализации ДБПО выражение (2) примет вид:

$$\Delta Z_i^B = V_i^B * T_i - Z_i^B * (T_B - T_i), \quad (4)$$

где:  $T_B$  – продолжительность изучения блока дисциплин.

Сравнивая выражения (3) и (4) отметим следующие обстоятельства:

1. Величина  $T_i$  определяется учебным планом и она, естественно, должна быть одинаковой в обоих выражениях.

2. На величины  $V_i^T$  и  $Z_i^B$  весьма серьезное влияние оказывает интерференция от других параллельно изучаемых дисциплин (в нашем примере на рисунке 2 их 12 (!), тогда как на рисунке 3 в ДБПО их всего две-три), поэтому вполне обоснованно можно считать  $Z_i^T > Z_i^B$ .

3. Поскольку пауза между лекциями в ДБПО многократно уменьшилась, студент даже в ходе очередной лекции легко восстанавливает основное содержание предыдущей (только вчера! прослушанной), чего весьма трудно ожидать при традиционной организации процесса, так что  $V_i^B > V_i^T$ .

4. Величина  $(T_c - T_i)$  в несколько раз больше чем  $(T_B - T_i)$ , так как в нашем примере  $T_c = 4 T_B$ .

Таким образом, можно считать, что  $\Delta Z_i^B$  в (4) в десятки и даже сотни раз по некоторым дисциплинам больше чем  $\Delta Z_i^T$  в традиционном обучении.

Проделав соответствующие выкладки для всех дисциплин семестрового набора и осуществив суммирование в соответствии с выражением (1), в принципе можно вычислить и сравнить степени идеальности обучаемого при традиционной организации процесса и реализации ДБПО. На рисунке 4 представлена графическая интерпретация изложенного в предположении, что скорости усвоения и забывания знаний остаются постоянными на интервалах лекций и пауз, т.е. законы изменения соответствующих объемов знаний линейны. На этом рисунке прямоугольными импульсами показаны лекции при традиционной организации процесса (пунктирные линии) и при реализации (ДБПО) – сплошными линиями.

Итак, степень идеальности обучающегося синергетически, нелинейно и многократно возрастает при переходе от традиционного обучения к дисциплинарно-блочному. Как тут не вспомнить известное изречение о плохих студентах и преподавателях, перефразировав его следующим образом: “Нет плохих студентов и преподавателей – есть плохие дидактические системы!”

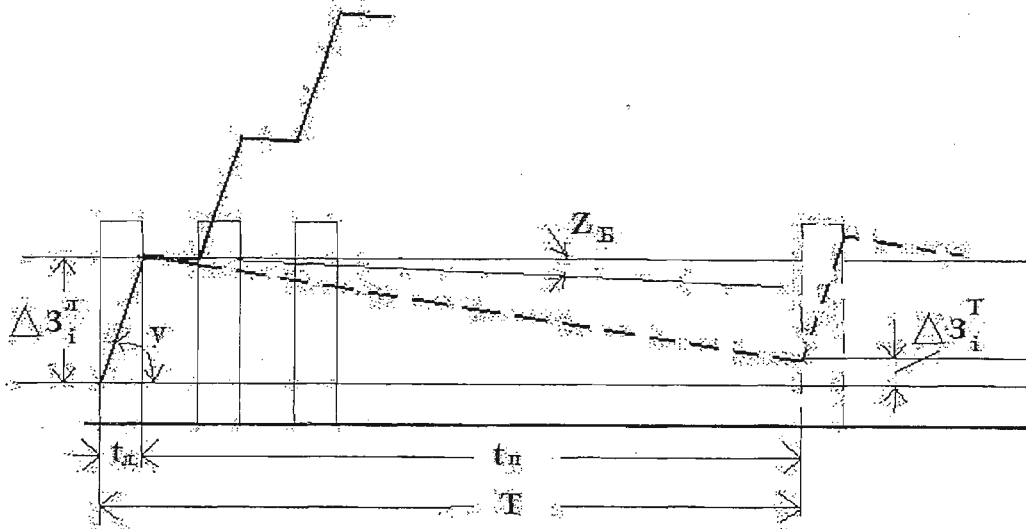


Рисунок 4 – Процессы усвоения и забывания знаний при традиционной организации обучения и реализации ДБПО

*Размерность образовательных систем.*

Реализация ДБПО резко уменьшает размерность системы управления вузом за счет следующих, более или менее очевидных, факторов:

- упрощения составления расписания занятий: ведь в поле зрения руководителей оказывается каждый раз существенно меньшее число дисциплин;

- «исчезновения» экзаменационной сессии как отдельной крупномасштабной формы рубежного контроля, поскольку все предписанные учебным планом экзамены и зачеты оказываются рассредоточенными по «стыкам» между блоками дисциплин;

- сокращения количества одновременно работающих в аудиториях преподавателей предметников и соответствующего сокращения количества рабочих мест при том же штатном составе преподавателей.

*Класс систем управления*

По характеру входных сигналов, организации основных технологических процессов и принципов управления как традиционный подход, так и ДБПО относятся к одному и тому же классу систем программного управления с дискретной во времени организацией технологических процессов. При этом учебный план как управляющая программа задается в виде семестровых наборов или блоков дисциплин, каждая из которых также дискретно излагается в ритме, задаваемом расписанием занятий.

Таким образом, с позиций системного анализа оба подхода реализуются дискретными, многомерными, многоконтурными, иерархическими системами программного управления с переменной структурой и переменными параметрами.

Однако частота смены структур и параметров в ДБПО существенно выше, чем при традиционном подходе и она более гармонизирована со свойствами памяти и познавательными способностями обучающихся. Чтобы проиллюстрировать это, обратимся к хорошо всем известному стробоскопическому эффекту, лежащему в основе формирования изображений в кинематографе и телевидении. Суть этого эффекта состоит в том, что изображение некоторого предмета наблюдается

не непрерывно, а дискретно, периодически в течение отдельных малых интервалов времени — импульсов. Если правильно выбрать частоту (период) наблюдений и длительность импульсов, то дискретные образы наблюдаемого предмета и его движения ощущаются зрителем как непрерывные (слитные, цельные).

Инерционность зрения такова, что образ предмета на сетчатке глаза сохраняется в течение приблизительно 0,1 секунды. Очевидно, что если период наблюдений выбрать меньше указанного времени «угасания» зрительного образа, то отдельные образы будут накладываться друг на друга, сливаться и восприниматься как непрерывные. В кинематографии используется частота смены кадров киноплёнки равная 24 кадрам в секунду, т.е. период  $T = 0,0416$  с, что действительно меньше 0,1 с. Если увеличивать частоту смены кадров сверх указанной, то это приведет к необоснованному дополнительному расходу киноплёнки. Если же ее постепенно уменьшать, то образ предмета и его движения вначале перестают восприниматься как непрерывные, а далее могут вообще осознанно не восприниматься.

Хорошо известны эффекты воздействия 25-го кадра, повторяющегося с периодом  $T = 1$  с, посвященного, например, рекламе какого-либо товара и воспринимаемого человеческой психикой лишь на подсознательном уровне.

Предположим далее ситуацию, когда в течение, например, семестра нам необходимо просмотреть и усвоить 12 фильмов различных по длительности, содержанию и значимости. Порежем пленки каждого из них на фрагменты по количеству лекций и занятий других форм и склеим эти отрезки так, чтобы фрагменты каждого из 12 фильмов оказались равномерно распределенными по длине склеенной ленты (продолжительности семестра). Начнем далее демонстрировать этот гипотетический фильм кусками по числу учебных дней в семестре. Не трудно догадаться, что перед изумленными зрителями на экране в случайном порядке будут мелькать фрагменты всех 12 фильмов, так что в конце семестра в сознании зрителя мало что останется и то в очень «разобранном» виде. Тем не менее в конце семестра появится строгое преподавательское

жюри, каждый из членов которого потребует воспроизвести в целостном виде сюжет, содержание и форму каждого фильма в отдельности каждым зрителем.

Конечно, ни одна киностудия не отважится выпускать такие фильмы и ни один кинотеатр не согласится их демонстрировать. И, наконец, вряд ли найдутся зрители, которые, отнюдь не бесплатно, годами будут смотреть такие фильмы. Однако современная высшая школа работает почти в полной аналогии с описанным кинопрокатом, реализуя традиционный подход к организации группового способа обучения.

Благодаря «дроблению» набора семестровых дисциплин на более компактные блоки, а семестра – на более короткие интервалы ДБПО позволяет ежедневно изучать ту или иную дисциплину внутри блока с контролем знаний сразу после его завершения, что адекватно фундаментальным особенностям памяти обучающихся.

Исследования памяти учеными-психологами показывают, что важнейшими факторами прочности усвоения и сохранения информации являются следующие:

- объем усваиваемой дидактической информации должен быть значительным (повидимому лекция, практическое занятие и другие классические единицы учебного процесса близки к оптимальным по объему информации за одно занятие);

- паузы между занятиями по одной дисциплине не должны заполняться активной и, тем более, познавательной деятельностью по другим дисциплинам;

- повторения усвоенной дидактической информации чрезвычайно полезны, поскольку способствуют переводу информации из оперативной (кратковременной) памяти в долговременную (в ДБПО такие ежедневные повторения предопределены самим ритмом ежедневных занятий по каждой дисциплине в блоке).

Очевидно, что ДБПО вполне отвечает всем трем важнейшим факторам и свойствам человеческой памяти, значение которой в познавательной деятельности подчеркивал еще в пятом веке до н.э. Эсхил: «Память – мать всякой мудрости!».

*Маневренность образовательных систем* – это свойство образовательных учреждений, их отдельных компонентов и систем преодолевать возникающие в форс-мажорных обстоятельствах препятствия – организационные, юридические, кадровые, финансовые и т.п. Маневренность предполагает наличие некоторых степеней «подвижности» в системе, использование которых, а также достигнутого уровня развития человеческого капитала и других ресурсов, позволяет оперативно преодолевать указанные препятствия.

В традиционном подходе к групповому обучению время рассматривается как некое «вместилище» учебных дисциплин, жестко и однозначно распределяемых равномерно по длительности семестра. При реализации ДБПО время становится активно управляемым параметром, т.е. дополнительной степенью подвижности образовательной системы, что позволяет:

- *на уровне образовательной системы страны* – эффективно маневрировать кадровым и научно-методическим потенциалом: ведь опытный профессор или доцент отработав блок дисциплин в столичном вузе, может в полном объеме прочитать его в том же семестре в периферийном вузе, провести мастер-классы среди коллег, плодотворно поработать с аспирантами (конечно, при соответствующей, прежде всего материальной, мотивации). Излишне, видимо, говорить о том, что такое маневрирование позволяет оперативно решать острейшую для высшей школы кадровую проблему, сохранять высококвалифицированных преподавателей в рамках избранной профессии, исключить их вынужденный уход по материальным причинам в другие сферы занятости;

- *на уровне вуза* – творчески формировать количество и состав блоков дисциплин, использовать неравномерность учебной нагрузки преподавателей для решения научных, методических задач, разработки крупномасштабных инновационных проектов;

- *на уровне кафедры и преподавателей* – увеличивать маневренность коллектива за счет планомерной подготовки новых специальностей, учебных дисциплин, форм учебного процесса.



*Мобильность образовательных систем* – это их свойство оперативно и в разных направлениях наращивать знаниевые и деятельностные компетентности, изменять характер деятельности, совершать инновационные «рывки». При реализации ДБПО хорошо известно понятие «вторая половина рабочего

дня преподавателя» перерастает в понятие «вторая половина семестра» – периоды отсутствия аудиторной учебной нагрузки. Это существенно увеличивает профессиональную мобильность каждого преподавателя и образовательной системы в целом.

## РЕЗЮМЕ

В статье рассматриваются традиционный (групповой) метод обучения и новейший – дисциплинарно-блочный принцип обучения (ДПБО). Обосновывается преимущество и эффективность ДПБО по сравнению с традиционными способами обучения.

## SUMMARY

The article discusses the traditional (group-based) teaching method, and the newest - subjects-blocks concept of training (SBCT). The advantage and effectiveness of SBCT compared to traditional methods of training is substantiated.