

Михалев А.С., доктор технических наук, профессор кафедры автоматизированных информационных систем Минского института управления

ЗАКОН ОБЪЕДИНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ДИДАКТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

*Мы должны быть рабами закона,
чтобы стать свободными.*

Цицерон М.Т. (106–43 г. до н.э.),
древнеримский оратор и философ

Введение в проблему. Стремление ученых создать некую теорию для эффективного решения творческих задач уходит своими корнями в глубину веков. Заметной вехой на этом долгом пути представляются труды древнегреческого математика Паппа, в которых впервые появилось слово «Эвристика» [<гр. *Heurisko* – нахожу>], которая в древней Греции имела, по меньшей мере, три толкования:

1. Система обучения путем наводящих вопросов;
2. Совокупность логических приемов и методических правил теоретического исследования и отыскания истины;
3. Метод обучения, способствующий развитию находчивости, активности.

Последующие достижения в выделенном нами направлении группировались вокруг идеи упорядочивания перебора вариантов в «методе проб и ошибок» (МПО) и интенсификации последнего при решении творческих задач. Наиболее разработанными и известными из них оказались:

- морфологический метод (от «Арс магна» Раймундо Луллия (род. в 1235 г.) до швейцарского астрофизика Ф. Цвикки в 30-е годы прошлого века);
- мозговой штурм (американца Алекса Осборна, широко распространившийся в 1-й половине XX века);
- синектика (также гражданина США Уильяма Гордона, предложена в 1952 г.).

С развитием научно-технического прогресса (НТП) стремительно усложнялись технические системы и увеличивались размеры проблемно-инновационных полей, на которых приходилось искать новые технические решения по их совершенствованию. Однако к этому времени в середине прошлого века зарождается и качественно новый подход – теория решения изобретательских задач (ТРИЗ). Ее основоположником является Генрих Саулович Альтшуллер, который с

помощью огромного числа единомышленников, учеников и последователей сумел к середине 60-х годов придать построению, изучению и распространению ТРИЗ характер массового всесоюзного движения.

Основной постулат ТРИЗ заключается в том, что все технические системы (ТС) развиваются закономерно и эти закономерности можно выявить, познать и активно использовать как для дальнейшего инновационного совершенствования уже известных систем, так и для разработки качественно новых технических решений, имеющих уровень мировой новизны [1. с.35]. Тщательно проанализировав десятки тысяч изобретений, основоположники ТРИЗ выявили и сформулировали эти закономерности:

- стремление систем к идеальному конечному результату (ИКР);
- их совершенствование через преодоление всевозможных противоречий (технических, физических, технологических, административных и т.п.);
- закон повышения степени динамизации ТС;
- их развитие от «моно-» к «би-» и «поли-системам»;
- закон «дробления» макросистем на микросистемы и целый ряд других законов.

К настоящему времени развитие ТРИЗ достигло этапа зрелости:

- в 1989 г. образована Международная Ассоциация ТРИЗ и за два последующих года продано более 1000 копий компьютерных программ «Изобретающая Машина» минских ТРИЗ-мастеров;
- в 1995–97 гг. «Изобретающую Машину» приобретают фирмы «Форд», «Катерпиллер», «Проктор энд Гэмбел», «ИВМ», «Моторолла» и многие другие;
- в 1999 г. состоялся Первый Европейский ТРИЗ-конгресс, изучение ТРИЗ вводят в вузы Европейских стран, США, Японии, России, курс «Теоретические основы инновационной деятельности» введен в Минском институте управления.

В последние годы из ТРИЗ стали выделяться новые научные направления: «Общая теория сильного мышления», «Развитие творческого воображения», «Жизненная стратегия творческой личности», «Адаптивная ТРИЗ».

Последнее направление, по-видимому, будет особенно плодотворным, т.к. имеет целью адаптацию и развитие идей ТРИЗ применительно к нетехническим областям человеческой деятельности: в науке, искусстве, экономике, архитектуре, рекламе, образовании и т.п. Здесь намечается определенная аналогия с зарождением и развитием идей кибернетики от Н. Винера до ее современного состояния с мощными направлениями в технике, экономике, биологии, медицине, военном деле, педагогике и т.д. Каждое из них базируется уже на десятках «кибернетических» дисциплин.

Ниже предпринята попытка выявить и объяснить с позиций хорошо известного в ТРИЗ закона объединения альтернативных технических систем те процессы, которые развиваются при совершенствовании операторских систем. В этой связи вначале кратко рассмотрим «работу» упомянутого закона при совершенствовании ТС, воспользовавшись двумя примерами из [2. с. 11–26].

Совершенствование техники на основе закона объединения альтернативных систем (АС).

Итак, следуя [2], будем считать, что альтернативные системы выполняют одну и ту же главную функцию и потому неизбежно конкурируют. *Закон объединения АС утверждает, что если у двух технических систем существует хотя бы по одной паре симметрично-противоположных достоинств и недостатков, то такие системы обязательно (закономерно) объединятся в одну «бисистему» («надсистему»).*

При этом симметрично-противоположные достоинства и недостатки имеют место тогда, когда некоторый параметр у одной системы хорош, а у другой плох и, наоборот, другой параметр у первой системы плох, но у альтернативной системы он хорош.

Таким образом, при использовании обсуждаемого закона для целенаправленного совершенствования техники необходимо:

1. Определить исходную техническую систему, которую следует усовершенствовать, сформулировать ее главную функцию и противоречие в виде основного достоинства и главного недостатка.

2. Выделить круг конкурирующих систем, которые выполняют ту же главную функцию и среди них определить ту (альтернативную), которая имеет достоинство и недостаток, симметрично-противоположные таковым у исходной системы.

3. Объединить выделенную пару АС в одну «бисистему» («надсистему»), свободную от недостатков объединяемых систем.

Рассмотрим работу приведенного алгоритма на следующих конкретных примерах.

Пример 1. Инновационное совершенствование классического велосипедного колеса.

Классическое колесо (ТС-1) представляет собой напряженную пространственную конструкцию, показанную в левой части рис. 1, в которой обод работает на сжатие, а спицы, снабженные гайками, на растяжение. Благодаря этому классическое колесо оказывается достаточно **прочным**, и это является его главным **достоинством**. Однако существенным **недостатком** его является очевидная **сложность** (множество спиц, гаек, необходимость специального и сложного технологического оборудования для сборки, трудоемкость последней).

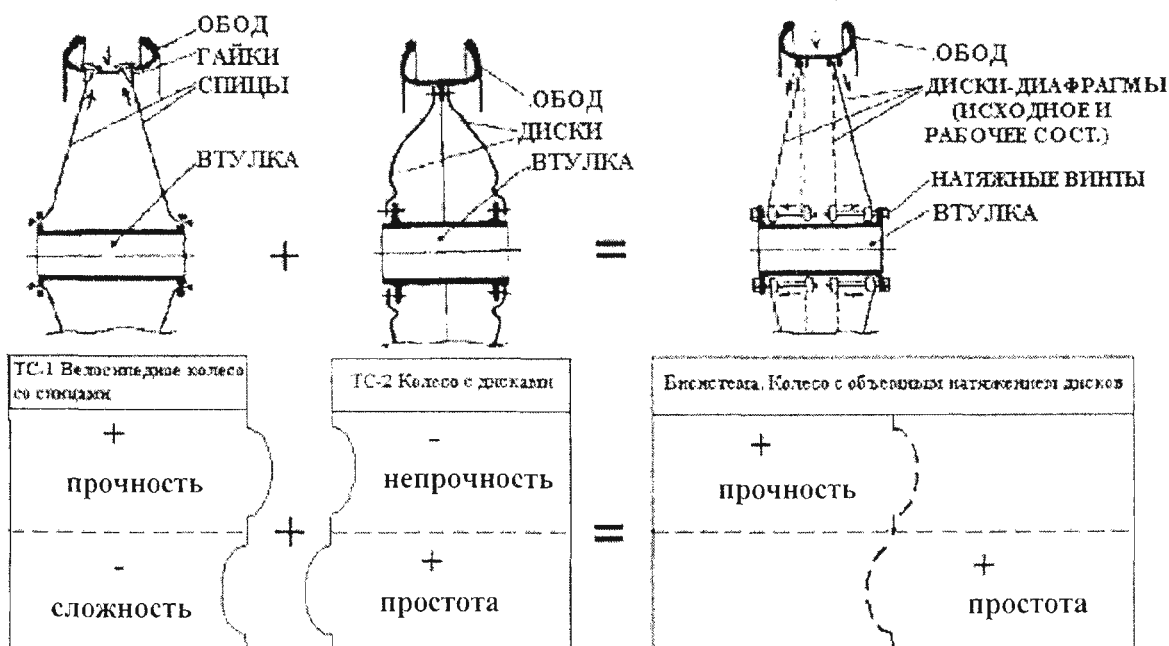


Рис. 1. Объединение систем «Велосипедное колесо со спицами» и «Колесо с дисками» в бисистему в соответствии с законом объединения альтернативных технических систем

Альтернативой классическому колесу является также хорошо известное дисковое колесо (ТС-2), отличающееся, напротив, исключительной технологической **простотой**, что является его несомненным **достоинством**. Вместе с тем в этом колесе и обод, и диски работают на сжатие, они предварительно не напряжены и поэтому все колесо имеет существенный **недостаток** – оно **непрочно** и применяется обычно в детских велосипедах. Таким образом, в указанных системах обнаруживаются пары симметрично противоположных достоинств и недостатков, которые условно обозначены на рис. 1 знаками «+» и «-». Не останавливаясь более

подробно на механизме объединения альтернативных ТС-1 и ТС-2, приведем в правой части рис. 1 конечный результат объединения: бисистему – колесо с объемным натяжением дисков за счет специальных натяжных болтов. В исходном состоянии при сборке диски-диафрагмы на рис. 1 показаны пунктиром, в рабочем (после сборки) их положение обозначено сплошными линиями, т. е. за счет натяжных болтов вся конструкция становится напряженной, как и у классического колеса со спицами. Таким образом, полученная бисистема оказывается одновременно и простой, и прочной, т.е. в ней исключены недостатки объединяемых альтернативных систем.

Пример 2. Инновационное совершенствование подшипника скольжения.

Подшипник скольжения (ТС-2), схема которого приведена на рис. 2, отличается простотой конструкции (это его достоинство),

но вместе с тем смазка между валом и корпусом подшипника выдавливается под тяжестью вала, и это приводит к **трудности трогания** вала из состояния покоя, что является главным **недостатком** ТС-2.

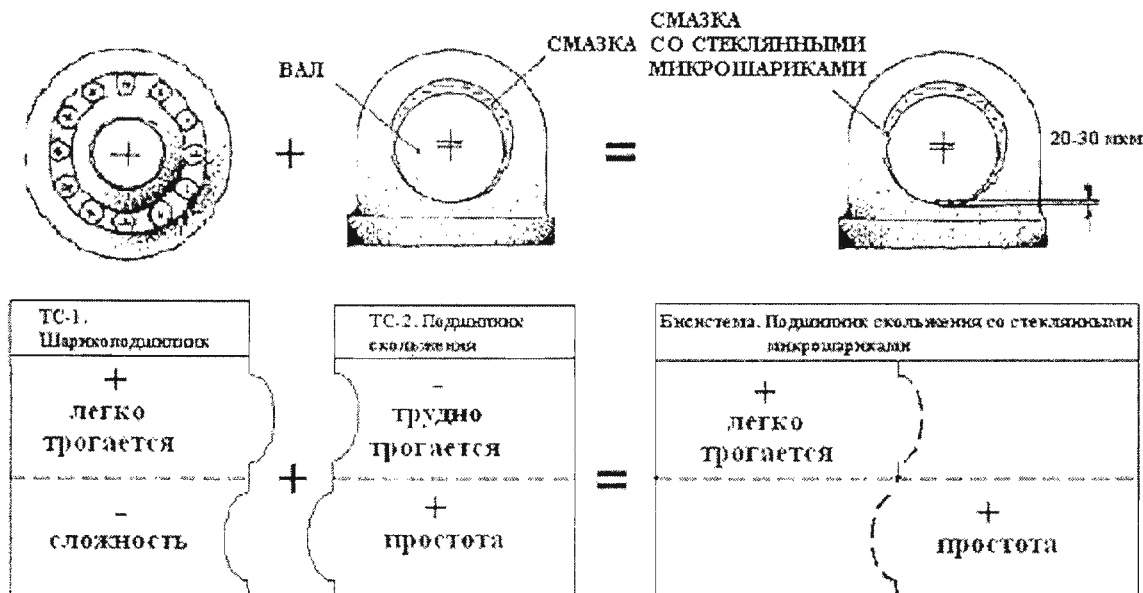


Рис. 2. Объединение систем «Шарикоподшипник» и «Подшипник скольжения» в бисистему в соответствии с законом объединения альтернативных технических систем

Альтернативой подшипнику скольжения является шарикоподшипник (ТС1), который, напротив, благодаря множеству шариков **легко трогается** (это его **достоинство**), но отличается очевидной **сложностью** (это, естественно, его **недостаток**). Таким образом, рассматриваемые подшипники образуют пару АС, имеющих симметрично противоположные достоинства и недостатки. По закону об объединении АС они должны непременно объединиться в бисистему, которая и показана на рис. 2 справа. Такая бисистема образуется, если в смазку подшипника скольжения добавить стеклянные шарики настолько маленьких размеров (20–30 мкм), чтобы они беспрепятственно проходили сквозь масляные фильтры и в то же время облегчали трогание вала, препятствуя полному выдавливанию смазки из-под его шейки.

Используя метод аналогии, покажем далее, как «работает» рассмотренный на этих примерах закон объединения АС при инновационном совершенствовании дидактических систем (ДС).

Объединение альтернативных дидактических систем (АДС).

Дидактика (<гр. didaktikos – поучительный>) представляет собой часть педагогики, разрабатывающую теорию образования и обучения (цели, содержание, законы и принципы обучения). Известные к настоящему времени различные дидактические системы отличаются значительным разнообразием, образуют проблемно-инновационное поле большой размерности и могут существенно отличаться друг от друга. Наиболее значимым параметром всевозможных дидактических систем является число одновременно обучающихся, по которому все ДС делятся на системы с **индивидуальным способом обучения** (ИСО) и **групповым способом обучения** (ГСО).

Сущность ИСО заключается в том, что более опытный (учитель) путем показа или диалога передает свои знания и опыт менее опытному (ученику) в темпе познавательных способностей последнего. Очевидным **недостатком** ИСО является чрезвычайно **низкая**

производительность образовательного процесса, а его главное **достоинство** состоит в **возможности адаптации** процесса к познавательным способностям каждого обучающегося.

Сущность ГСО состоит в том, что «один (учитель) говорит, остальные (ученики) молчат и слушают». Этот способ отличается исключительно **высокой производительностью** (это его **достоинство**), благодаря которому к началу XIX века он стал доминирующим в мировой образовательной системе. Вместе с тем этому способу обучения присущ целый ряд противоречий, выявлению и количественной оценке которых посвящена работа [3, с. 13–29]. Однако из сформулированных в ней восьми противоречий ГСО лишь одно составляет симметрично – противоположную пару с достоинством ИСО – возможностью адаптации учебного процесса к познавательным способностям каждого обучающегося. Это ограничение ГСО в [3] названо противоречием «усвоения – подачи», а в [4, с. 22–29] суть его сформулирована следующим образом: *случайный характер значений скорости V усвоения знаний в группе обучающихся противоречит детерминированному характеру скорости W подачи*

учебной информации преподавателем и поэтому при любом значении последней принципиально нельзя одновременно достичь полного усвоения учебной информации при полном использовании познавательных способностей каждого студента.

Итак, в ГСО невозможна адаптация к каждому обучающемуся, и это является одним из его **недостатков**. Таким образом обе системы ИСО и ГСО, имея одну и ту же функцию (обучение) и обладая указанными симметрично-противоположными достоинствами и недостатками, образуют пару альтернативных дидактических систем (АДС). По аналогии с законом объединения АС в технике можно сформулировать следующий закон: *Две альтернативные дидактические системы, обладающие симметрично-противоположными достоинствами и недостатками, неизбежно (закономерно) объединятся в одну дидактическую «бисистему».*

На рис. 3 изображено указанное объединение исходных ДС-1 (ИСО) и ДС-2 (ГСО) в одну из двух возможных и известных бисистем:

1. «Обучение в парах сменного состава» (ОПСС);
2. «Программированное обучение».

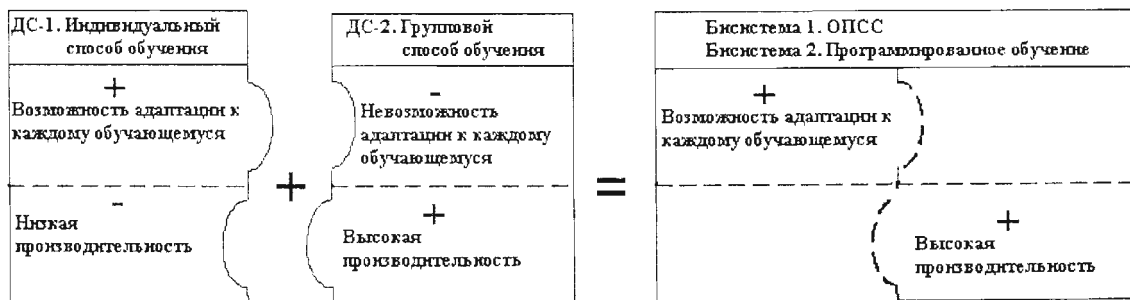


Рис. 3. Объединение «Индивидуального» и «Группового» способов обучения в бисистемы в соответствии с законом объединения альтернативных дидактических систем

Сущность обучения в парах сменного состава, впервые предложенного русским педагогом А.Г. Ривиным (1878–1944), состоит в том, что:

- группа из N обучающихся делится произвольно на $N/2$ пары;
- каждая из пар получает предварительно подготовленный фрагмент учебного материала и приступает к его усвоению;
- после усвоения указанных фрагментов состав каждой пары меняется и каждой новой паре выдается новое задание.

Нетрудно увидеть, что в дидактической бисистеме «ОПСС» сохраняется высокая производительность ГСО (одновременно обучаются все N студентов) и вместе с тем каждая пара работает в темпе своих познавательных способностей, т.е. сохраняется возможность адаптации к каждому обучающемуся (достоинство ИСО).

Суть появившегося позднее программированного обучения состоит в том, что:

- с помощью компьютерных программ учебная информация по индивидуальным

запросам, т.е. в соответствии с познавательными способностями каждого студента, выдается последним в виде небольших фрагментов;

– после изучения указанного фрагмента происходит компьютерный контроль его усвоения и лишь после успешного тестирования студент может перейти к изучению следующего фрагмента.

Очевидно, что программированное обучение также сохраняет и высокую производительность ГСО, и возможность адаптации процесса к индивидуальным познавательным способностям каждого студента, т.е. достоинство ИСО. С полным основанием можно считать, что программированное обучение является еще одним вариантом объединения ДС-1 и ДС-2, т.е. бисистемой 2 на рис. 3.

В работе [2] подчеркивается, что развитие техники путем объединения АС не является одноразовым событием – это постоянная закономерность, так что бисистемы, в свою очередь, могут образовывать альтернативные пары, вновь объединяться и т.д.

С этой точки зрения весьма интересно изучить более внимательно дидактические бисистемы «ОПСС» и «программированное

обучение» – не образуют ли они альтернативную дидактическую пару систем, и нет ли перспектив их объединения в еще более эффективную дидактическую «полисистему»?

В работе [3] уже сформулировано существенное ограничение (недостаток) программированного обучения, суть которого состоит в том, что оно не позволяет обеспечить ни единства мысле-речевой деятельности, ни полиморфизма общения обучающихся, т.е. оно не развивает их коммуникативные способности. В ОПСС, напротив, обеспечиваются максимальные объемы мысле-речевой деятельности и полиморфизма общения, что интенсифицирует учебный процесс, развивает коммуникативные способности обучающихся и является несомненным достоинством этого способа.

С другой стороны, программированное обучение отличается высоким уровнем автоматизации учебного процесса (это его достоинство), тогда как ОПСС имеет весьма низкий уровень автоматизации педагогического труда (и это его недостаток). Таким образом, бисистемы ДС-1 и ДС-2, в свою очередь, оказались альтернативными и по закону объединения дидактических систем должны непременно объединиться, что и показано на рис. 4.

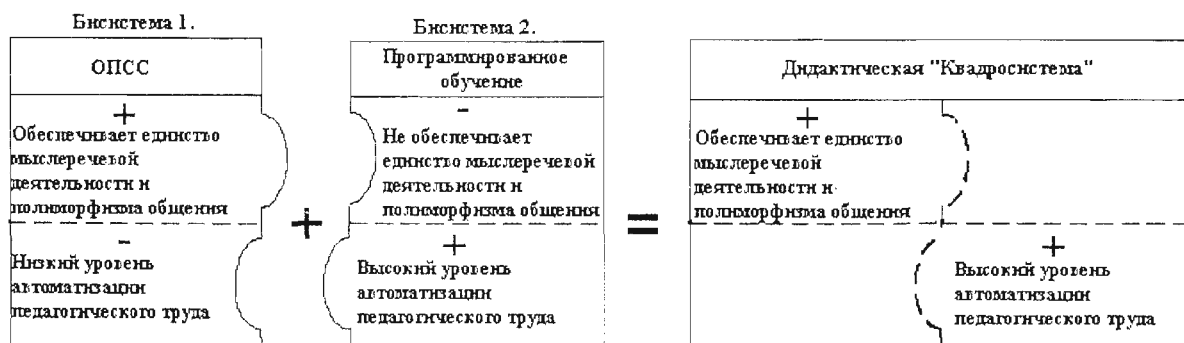


Рис. 4. Объединение бисистем «ОПСС» и «Программированного обучения» в дидактическую квадросистему

Такие дидактические полисистемы (точнее, квадросистемы) пока неизвестны, но их общие черты уже понятны исходя из признаков объединяемых бисистем и сводятся к следующему:

- группа из N студентов делится произвольно на N/2 пары;
- каждая из пар работает со своим компьютером, получает фрагмент учебного материала и приступает к его изучению (при этом

в каждой паре поощряются обсуждения и дискуссии, что обеспечивает единство мыслеречевой деятельности);

- после выработки консолидированного мнения пара тестируется и, в случае успеха, распадается;

- из распавшихся пар формируются новые (это обеспечивает полиморфизм общения), которые получают очередной фрагмент учебной информации и т.д.

Нетрудно видеть, что синтезированная дидактическая полисистема объединяет достоинства ГСО (высокую производительность), ИСО (возможность адаптации), ОПСС (единство мысле-речевой деятельности и полиморфизм общения) и, наконец, программированного обучения (высокую

степень автоматизации педагогического труда). Возьмем, далее, на себя смелость предложить следующий вариант названия для такой системы: «Программированное обучение в парах сменного состава» и представим рассмотренные проявления закона объединения АДС, как это сделано на рис.5.

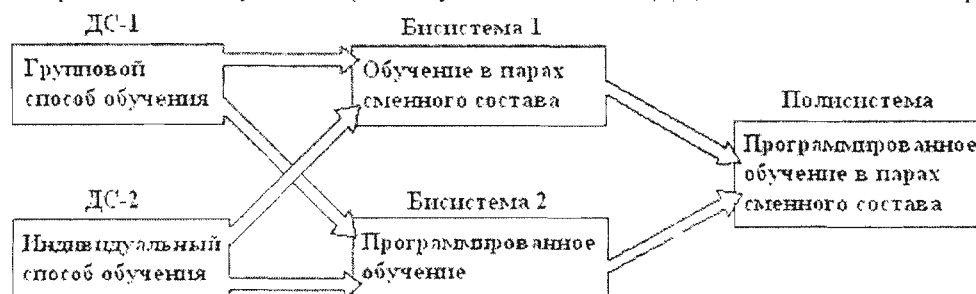


Рис. 5. Двухступенчатое проявление закона объединения альтернативных дидактических систем

Итак, мы сформулировали закон объединения альтернативных дидактических систем и показали, что появление бисистем обучения в парах сменного состава и программированного обучения хорошо согласуется с сущностью и действием этого закона. Более того,

осознанное применение этого закона к указанным бисистемам позволяет с большей степенью вероятности прогнозировать появление новой дидактической полисистемы программированного обучения в парах сменного состава.

ЛИТЕРАТУРА

1. Альтшуллер Г.С. Найти идею: введение в теорию решения изобретательских задач. Новосибирск: Наука, 1991. С. 221.
2. Герасимов В.М., Литвин С.С. Зачем технике плюрализм // «Триз». 1990. № 1'90.
3. Михалев А.С. Обучение в парах сменного состава: теория и эксперимент // Инновационные образовательные технологии. 2006. №2.
4. Михалев А.С. Противоречия группового способа обучения и инновации для их преодоления // Инновационные образовательные технологии. 2007. №1.

РЕЗЮМЕ

Сформулирован закон объединения альтернативных дидактических систем, аналогичный известному в теории решения изобретательских задач закону объединения альтернативных технических систем. Показано, что в результате действия этого закона групповой и индивидуальный способы обучения, объединившись, «породили» такие дидактические «бисистемы», как обучение в парах сменного состава и программированное обучение. Сделан прогноз о дальнейшем объединении указанных альтернативных дидактических бисистем в дидактическую полисистему, которая названа программированным обучением в парах сменного состава.

SUMMARY

The law of uniting alternative didactic systems, similar to the law of uniting alternative technical systems which is well known in the theory of solving inventive tasks is formulated in the article. It is shown that as a result of the operation of this law a group method and an individual method of teaching integrate and «create» such didactic «bisystems» as teaching in interchangeable pairs and programmed teaching. A forecast is made about a further integration of the indicated alternative didactic bisystems into a didactic polysystem which is called programmed teaching in interchangeable pairs.