

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА УЧЕБНЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ЧЛЕНОВ СТУДЕНЧЕСКОЙ ГРУППЫ С ЦЕЛЬЮ МАКСИМИЗАЦИИ КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ ГРУППЫ В ЦЕЛОМ

Гончар Д.Р.

ФИЦ «Информатика и управление» РАН, Москва, Россия

trpl@ya.ru

Аннотация. Предлагается математическая модель по оценке количества изученного учебного материала с учётом влияния существенного разнообразия познавательных способностей и опыта студентов и состава учебных заданий для разных студентов группы.

Ключевые слова: биологическое разнообразие, разнообразие познавательных способностей, качество обучения, оптимизация состава учебной нагрузки, математическая модель.

Введение

Обучение в средних школах России на сегодня охватывает около 17 млн. учащихся, значительная часть их продолжает позже обучение в средних специальных и высших учебных заведениях. В этой без преувеличения крупномасштабной системе занято также около 5 млн. педагогов и иных сотрудников. Естественно желание повышать качество работы и эффективность расходования больших средств (бюджетных, населения, предприятий и учреждений), которые вовлекаются в деятельность этой системы.

С одной стороны, упомянутая эффективность в нашей стране изучается и проводится ряд мер по её повышению, однако значительная часть этих мер сосредоточена на применении общеэкономических подходов (к примеру, укрупнение учебных заведений, упразднение тех из них, которые сиюминутно представляются экономически убыточными и т.п.), не всегда в должной мере учитывающих особенности целевой деятельности учебных заведений и отдалённые последствия некоторых принимаемых решений.

При этом целый ряд весьма существенно влияющих на качество обучения и интересных в научном плане задач, связанных с учётом существенного разнообразия познавательных способностей и учебного опыта учащихся, собранных в одном учебном классе (группе), по разным причинам практически не рассматриваются.

Одна совокупность этих причин связана с тем, что вплоть до последних десятилетий большинству учебных заведений страны были малодоступны технические средства сбора, хранения и обработки необходимых данных, касающихся обучения, а также соответствующие программные и методические средства, в том числе по обеспечению при этом разумной конфиденциальности указанных данных.

Другая группа причин имеет довольно глубокие исторические корни и связана с тем, что в течение многих десятилетий «советского» периода вплоть до 1991 г., создание математических моделей общественных явлений и учреждений, тем более таких важных как школа, изначально рассматривалась как «критика советского строя» и, соответственно, не приветствовалась. В «советской» школе, на основании известной теории культуросообразного обучения (Л.С. Выготского и Т.Д. Лысенко), с середины 1930-х годов, после разгрома педологии, воцарилась уравниловка в оценке учебных способностей, состава и объёма учебной нагрузки детей. Делалось это в том числе, под предлогом «чтобы не обидеть» детей из социально близких слоёв населения, зачастую испытывавших заметные трудности с учёбой.

Поэтому если в модели упоминалась бы ныне общепризнанная в биологии (принцип биологического разнообразия) существенная разница в природных способностях учащихся, в том числе к обучению, а среди этих более способных, по опыту школ, почему-то нередко оказывались дети священников, профессоров и прочих «социально чуждых» элементов, то уже недалеко было и до получения клейма «контрреволюционера» со всеми вытекающими последствиями.

Однако и в это непростое для генетики и кибернетики время ряд видных российских учёных, особенно математиков, понимали важность изучения данных задач, а с объявлением курса на Перестройку некоторые из них попытались привлечь внимание общественности на наличие данной проблемы, выдвинули соответствующие предложения в центральной печати. Так, всемирно известный, в том числе своими починами по применению математических моделей и методов в новых областях (экономика, экология, охрана окружающей среды, прогнозирование последствий возможных ядерных конфликтов) академик Никита Николаевич Моисеев (1917–2000) выступил в 1985 г. в газете «Известия» с предложением об объединении Академии педагогических наук и большой АН СССР в

одно целое, разумеется, под главенством АН СССР (с тем, чтобы «генетики и кибернетики» из большой академии дали должную научную оценку воцарившейся в АПН лысенковщине). Видный профессор мехмата МГУ М.М. Постников (1927–2004) в марте 1987 года опубликовал в «ЛГ» программную статью «Школа с уклоном в будущее» [1], получившую огромный читательский отклик и поддержку среди рядовых читателей, но, увы, не у руководства школой...

Почины Н.Н. Моисеева не остались незамеченными (так, они откликнулись в искажённом виде в объединении целого ряда российских академий в 2013 г.), но ведомственный интерес «деятели образования» и тогда, в 1990-е, и позже, в 2020-е, устоял, более того, они взяли новое название «Российская академия образования», честно опустив из старого слова «наука» и «педагогика»...

После 1991 г., наконец, появилась возможность высказаться и некоторым российским специалистам по воспитанию и педагогике, среди которых отметим книги проф., д.п.н. В.В. Кумарина (1928–2002), к примеру, его брошюру «Педагогика стандартности или почему детям плохо в школе» (1996) [2], книгу «Педагогика природосообразности и реформа школы» (2004) [3] и др.

Понятно, что после 1991 г. перед Россией встало множество иных острых и злободневных задач, требующих немедленного внимания (и / или более интересных кому-то с точки зрения сроков быстрой отдачи вложенных сил и средств), но на сколько-нибудь заметном горизонте планирования будущего страны когда-то обязательно придётся заняться и вопросами полноценного возвращения научных подходов в устройство всех сторон жизни российской школы, поскольку вопрос касается весьма заметного ущерба моральному, умственному и физическому здоровью миллионов наших сограждан. При этом ущерб этот не является предопределённым (неизбежным) с точки зрения доступных средств подлинно научного обеспечения учёбы, уже затрачиваемого на неё денежного довольствия, культурного уровня населения и т.п.

Если этого не сделать, предупреждал проф. В.В. Кумарин, России вполне определённо угрожает повторение судьбы СССР (его развала на части) [2, 3].

Одна из частных, но важных задач из этой области рассматривается ниже.

1. Предварительные пояснения по постановке задачи

В приведённой ниже простой модели автор хотел отразить следующие обстоятельства

1. Собранные в одну учебную группу студенты имеют существенно разные как природные способности к обучению, так и накопленный учебный и общекультурный опыт учёбы, то есть их учебные возможности существенно различаются.

2. Заметная часть (более способных по данному направлению) студентов склонна ограничиваться (с тем или иным привычным для них качеством) выполнением только плановых учебных заданий и довольно редко «добывает» какие-то дополнительные задания по собственному почину. Иначе говоря, занижение планки учебных требований относительно имеющихся способностей обычно ведёт и к снижению учебных достижений для успевающих студентов.

3. Слабоуспевающие студенты при выдвигании им завышенных (относительно их возможностей) выше какой-то меры требований начинают терять надежды на успешное освоение курса и нередко вовсе перестают учиться, либо оставляют учёбу, либо ищут какие-то обходные пути по сдаче зачётных мероприятий.

При этом в российской средней школе на сегодня вообще на деле запрещено отсеивать учащихся по итогам их учёбы, а в высшей нередко имеются заметные ограничения по доле отчисляемых.

В этих условиях напрашивается предложение разделить учащихся по подгруппам в соответствии с их способностями и интересом к данному курсу (по разным курсам эти разбиения могут быть заметно различны) и предлагать в каждой подгруппе по данному предмету задания соответствующего уровня сложности (не заниженного и не завышенного) с целью максимизации общего учебного продвижения всех членов группы (не только со средними для данного вуза и группы учебными способностями, но и повышенными, и несколько отстающими).

Для части читателей, особенно занимающихся моделированием в технических областях, здесь, видимо, желательно пояснение, почему столь, вроде бы, очевидное предложение нужно моделировать и обосновывать.

Ответ на этот вопрос простой и его можно изложить в трёх укрупнённых пунктах.

А. Постановка подобных задач предполагает признание существенного разнообразия природных способностей и приобретённого опыта учащихся к обучению. Но если для генетиков, молекулярных биологов во всём мире это уже давно доказанная теорема (в том числе посредством расшифровки генома и установления существенного генетического разнообразия внутри человеческой популяции), то для советских, а по наследству, и большинства нынешних российских педагогов главной остаётся

догмат от Лысенко-Выготского в их культуросообразной теории обучения о возможности новообразования способностей (по разнарядке министерства и хотению педагога) в нужном количестве и качестве [2, 3]. А если педагог такой всемогущий (умнее Бога...), то зачем учитывать какие-то мелочи, типа наследственных способностей?

Б. Постсоветское педагогическое лобби понимает, что признание существенного разнообразия природных способностей (учащихся и педагогов) поставит вопрос о необходимости учёта этого разнообразия в обучении и воспитании, а это сопряжено с заметным возрастанием сложности, ответственности для сотрудников школы, а отклик на эти вложения не очевиден, отдалён по времени и вернётся не только в саму школу, а распределиться по всему обществу.

В. За сколько-нибудь отдалённый воспитательный и педагогический брак с руководства и, тем более, рядовых сотрудников школы в России, по сути, перед обществом в целом особо не спрашивают.

Выводы проф. В.В. Кумарина, о том, что такое грубое пренебрежение научными подходами при устройстве школьной жизни существенно отражается на моральном, умственном и физическом здоровье подрастающего поколения, увы, подтверждается и профессиональными социологическими исследованиями [4].

Один из способов борьбы за оздоровление жизни российской школы – предложить соответствующие математические модели с тем, чтобы количественно показать величину потерь, которыми сопровождается подобные упрощённые подходы к обучению.

Отметим, что само направление моделирования разных сторон учебной деятельности не остаётся без внимания отечественных исследователей [5–9], но, в том числе по указанным выше причинам, их труды больше сосредоточились на моделировании высшей школы.

2. Постановка задачи

Примем обозначения:

N – общее число студентов в группе,

M – число категорий (видов) учебных заданий с разным уровнем требований.

$enrg[i]$ – запас сил студента i ($i = 1 \dots N$), доступный для расхода на учебу по данному курсу (в часах);

$spos[i]$ – задаёт природные способности студента i ($i = 1 \dots N$) (скорость освоения единицы учебного материала по данному курсу за единицу времени);

$lmt[j]$ – объём требований (задание) учебной программы j ($j = 1 \dots M$) по курсу для подгруппы студентов категории j .

lmt_avrg – усреднённый (единый) объём требований для всей группы студентов.

Требуется найти общий учебный вклад группы при двух подходах к обучению

А) При определении единой планки требований для всех студентов группы;

Б) При применении M различных категорий требований к студентам, разделённым на учебные подгруппы в соответствии со своими учебными способностями и опытом.

2.1. Расчет учебного вклада при уравнительном подходе

Поскольку имеется внешнее ограничение на долю студентов, не освоивших (точнее, не сдавших) данный курс, единый уровень требований приходится назначать, исходя из возможности их освоения большей частью учащихся. Обозначим этот процент Z_planka . По оценкам автора, обычно он составляет порядка 90 и более %. Примем некоторое упрощение, что эти расчёты производятся каждый год для конкретной группы (на деле при определении уровня требований, конечно, имеет место некий усреднённый расчёт за несколько последних лет или даже десятилетий деятельности конкретного учебного заведения).

Для конкретной группы учащихся подсчёт этой величины можно осуществить по следующему алгоритму.

А. Определяем оценку сверху по уровню единых требований к студентам группы как среднее арифметическое их учебных возможностей.

$$lmt_avr_h = \sum_{i=1}^N enrg[i] \times spos[i]$$

Понятно, что возможен случай, когда в группе оказалось один или несколько очень способных студентов, за счёт чего средняя оценка учебных возможностей группы завышается и общее число студентов, которые смогут освоить такие «средние» требования, может оказаться меньше, чем

величина Z_{planka} от общего числа студентов. Чтобы этого избежать, применим следующую процедуру, взяв lmt_avr_h в качестве начального приближения искомой величины сверху.

```
lmt_avrg = 0;
step_lmt = lmt_avr_h / 100; // Разделение на 100 подинтервалов носит условный характер.
flag = true;
for (k= lmt_avr_h; (k>0 && flag); k -= step_lmt) {
    may_be_succ = 0; // Число студентов, которые состояниии освоить данные требования
    for (i= 1; i <= N; i++)
        if (enrg[i]*spos [i] >= k)
            then
                may_be_succ ++;
    if (may_be_succ >= (N* Z_planka / 100))
        { flag = false;
          lmt_avrg = k; }
}
```

Теперь мы можем рассчитать учебный вклад всех студентов группы при предъявлении к ним единых учебных требований.

$$\Omega = \sum_{i=1}^N \min(lmt_avrg, (enrg[i] \times spos[i])).$$

2.2. Расчет учебного вклада при обеспечении разнообразных учебных требований

Определим, к какой учебной категории относится каждый студент группы.

```
for (i= 1; i <= N; i++)
    cat[i] = 0; // Начальное присваивание всем студентам нулевой категории.

for (i= 1; i <= N; i++) // Круг по студентам
    for (j= 1; j <= M; j++) // Круг по категориям требований
        if (enrg[i]*spos [i] >= lim [j])
            cat[i] = j;
```

В этом случае рассчитать учебный вклад всех студентов группы при предъявлении к ним учебных требований соответствующей категории можно следующим образом.

$$\Omega = \sum_{i=1}^N \min(lmt [cat[i]], (enrg[i] \times spos[i])).$$

3. Заключение

Для более точной оценки целесообразности выбора того или иного способа обучения (с едиными требованиями или с семейством требований, разумно различающихся по сложности, трудоёмкости, м.б. как-то учитывающих различие интересов студентов и т.п.), конечно, желательно оценить и учесть дополнительные расходы сил, времени и средств системы обучения на обеспечение большего разнообразия учебных требований.

Заметим, что возможности вычислительной техники по помощи (автоматизации) в порождении необходимого количества разнообразных вариантов заданий, их хранения, передачи соответствующим преподавателям и студентам, а где-то уже и помощи в проверке поступающих ответов и решений, в том числе с использованием технологий искусственного интеллекта, уже сейчас делает обеспечение разумного разнообразия учебных требований доступным и оправданным экономически.

Литература

1. *Постников М. М.* Школа с уклоном в будущее. Литературная газета, 25 марта 1987 г.
2. *Кумарин В.В.* Педагогика стандартности или почему детям плохо в школе. – М.: Ассоциация независимых педагогов, 1996. – 64 с.
3. *Кумарин В. В.* Педагогика природосообразности и реформа школы. – М.: Народное образование, 2004. – 621 с.; ISBN 5-87953-191-0.
4. *Журавлёва И.В.* Здоровье подростков: социологический анализ. М.: Институт социологии РАН, 2002. 240 с.
5. *Бермант М.А., Семёнов Л.Н., Сулицкий В.Н.* Математические модели и планирование образования. («АН СССР. Центральный экономико-математический институт»). М.: Наука, 1972. 112 с.

6. *Бурков В.Н., Новиков Д.А.* Модели и механизмы теории активных систем в управлении качеством подготовки специалистов. – М.: ИЦ, 1998. – 158 с.
7. *Сыготина М.В.* Моделирование процесса обучения в высшем учебном заведении. Автореферат дисс. ... к.т.н. по спец. 05.13.18. Братск, 2005, 20 с.
8. *Назойкин Е. А.* Мультиагентное имитационное моделирование образовательного процесса накопления знаний. Автореферат дисс. ... к. т. н. по спец. 05.13.18. Москва, 2011, 23 с.
9. *Борисова Е.* Качественное моделирование системы образования // *The scientific heritage*, 2020, № 51. С. 10–16.