

ОПТИМИЗАЦИОННАЯ ЗАДАЧА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

А.Н. Лаврёнов¹⁾

1) к.ф.-м..н., доцент Белорусского государственного педагогического университета имени Максима Танка, г. Минск, РБ, lanin0777@bk.ru

Аннотация: в данной статье рассматривались формулировка и анализ особенностей оптимизационной задачи образовательного процесса в линейной информационной модели обучения.

Ключевые слова: линейной информационной модель обучения, оптимизационная задача, образовательный процесс.

OPTIMIZATION PROBLEM OF THE EDUCATIONAL PROCESS

Alexandre N. Lavrenov¹⁾

1) Ph. D., associate Professor, Belarusian state pedagogical university named after Maxim Tank, city of Minsk, Belarus, lanin0777@bk.ru

Abstract: This article explores the formulation and analysis of the features for the optimization task of the educational process in the linear informational learning model.

Key words: optimization problem, educational process, linear information learning model.

Инновационная экономика требует определенный уровень квалифицированных кадров, который достигается посредством постоянного обучения или практической деятельностью. Чтобы получить его в образовании, надо иметь обратную связь о текущих положительных или негативных тенденциях для последующей корректировки образовательного процесса. Тема достаточно актуальна, что находит свое отражение в генерации различных новых методик обучения. Однако, их подавляющая часть выполнена на эмпирическом базисе, построенном на личном опыте практической деятельности педагога. Поэтому особо ценятся работы, предлагающие теоретическое обоснование отдельных моментов или полностью всей методики в рамках определенной модели обучения.

Данная статья посвящена формулировке и анализу особенностей оптимизационной задачи образовательного процесса в линейной

информационной модели обучения [1,2], которая может в определенном своем варианте реализовать обычно применяемые нелинейные модели [3-5]. В этом случае формулировка экономико-математической задачи линейного программирования на максимизацию величины знаний студента на экзамене $Q_{ex} = Q(t = t_{ex})$ при проведении одного контрольного мероприятия на m -занятии выглядит следующим образом:

$$Q_{ex} \rightarrow \max, \quad (1)$$

где

$$Q(t > t_{2N}) = \sum_{k=1}^{k=m-1} \theta(\alpha_k * v_{in} * (t_{2k} - t_{2k-1}) - \beta_k * v_{out} * (t - t_{2m})) + \sum_{k=m+1}^{k=N} \theta(v_{in} * (t_{2k} - t_{2k-1}) - v_{out} * (t - t_{2k})).$$

Наглядно и доходчиво анализировать саму формулу и получаемые результаты можно графически. С этой целью вначале на рисунке 1 мы воспроизвели некоторые существенные графики, отражающие визуально основные постулаты линейной информационной модели обучения.

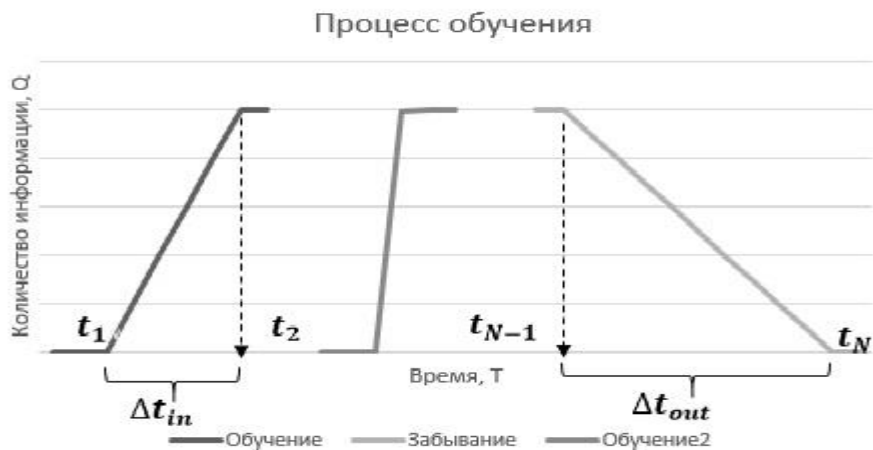


Рисунок 1 – Временная диаграмма процесса обучения

Ось X - временная ось, а по оси Y нами показывается количество информации, имеющегося у обучаемого в каких-то условных единицах Q . Вначале подчеркнем, что представленные фактически куски прямых есть отражение линейной зависимости от времени процессов усвоения и забывания информации обучающимся. Первый график (Обучение) показывает, что в определенный момент времени t_1 обучающийся начал получать и усваивать информацию. Этот процесс закончился в момент t_2 , т.е. через некоторый интервал времени $\Delta t_{in} = t_2 - t_1$, который показан фигурной скобкой снизу. Аналогичным образом, третий график

(Забывание) показывает, что в другой определенный момент времени t_{N-1} обучающий начинает забывать ранее усвоенную информацию. Данный процесс закончится через некоторый интервал времени $\Delta t_{out} = t_N - t_{N-1}$, который показан также фигурной скобкой снизу. Здесь неотрицательность количества информации, которую обеспечивает функция Хевисайда $\theta(x)$, является существенным ограничивающим условием и определяет время в момент t_N .

В реалиях высшего учебного заведения учебный год делится на семестры продолжительностью около 3600 часов. Если учесть, что обычную продолжительность студенческой лекции определяют в 2 часа по учебному плану, то понятным становится второй график (Обучение2), показывающий ступенчатый характер получения информации студентом на лекции во временном масштабе семестра. Допустим, что обучаемый имеет начальное знание (информацию) $Q_0 = 0$ и за семестр должен получить Q условных единиц информации. Пусть он их получает сразу за один присест согласно модели с постоянной скоростью усваивания v_{in} , начиная с момента $t_1 = 0$. Это позволяет ввести характерную временную точку $t_2 = \frac{Q-Q_0}{v_{in}}$ или предварительный минимальный интервал обучения $\Delta t_{in} = t_2 - t_1 = \frac{Q-Q_0}{v_{in}}$. Это отражает тот факт, что с точки здравого смысла нельзя устраивать экзамен по дисциплине, на котором производится контроль уровня знаний у обучаемого, пока не вычитан весь учебный материал. Также нетрудно заметить, что для процесса усвоения все временные точки обучения равноправны, а более реалистичный вариант равномерной и распределенной во времени подачи информации только удлиняет Δt_{in} за счёт нерабочего времени, не меняя ничего по сути.

Процесс забывания имеет и дает существенно другую качественную картину. Вначале подчеркнем, что данный процесс начинается сразу с момента окончания предыдущего процесса усвоения. Беря вначале простейший случай однолекционного курса обучения, обозначим вышеуказанный момент как t_{N-1} и скорость забывания как v_{out} . Неотрицательность величины Q позволяет ввести еще одну характерную временную точку t_N или предварительный максимальный интервал обучения $\Delta t_{out} = t_N - t_{N-1} = \left| \frac{0-Q}{v_{out}} \right|$. При превышении данного значения интервала с момента окончания обучения t_{N-1} согласно нашей модели к экзамену обучаемый уже забудет все – нуль в числителе дроби это и отражает. Разбиение периода обучения на N лекций вышеприведенный вывод не меняет, но специально обратим внимание на слова - с момента окончания обучения или в данном случае после последней лекции t_{N-1} .

Здесь новая качественная ситуация проявляется в неравноправности моментов времени обучения - чем ближе к экзамену проводятся лекции, тем меньше забывает обучаемый.

Следующим усложнением модели обучения будет учет изменения скорости забывания и уровня знаний при повторении учебного материала [3-4]. Выберем опять простую линейную зависимость – с каждым повторением скорость забывания падает с коэффициентом β_k от текущего значения, т.е. $v'_{out} = \beta_k * v_{out}$, и обучаемый имеет уровень знаний с линейным коэффициентом α_k от первоначального, т.е. $Q_k' = \alpha_k * Q_k$. Обычно считается, что добросовестный студент повторяет учебный материал много раз, до полного усвоения материала. Но этот момент в нашей модели и в реальной жизни достаточно таинственен из-за незнания расписания дополнительной проработки учебного материала индивидуальным студентом. Однако мы можем распланировать для учебной группы согласно программе дисциплины контрольные мероприятия в определенные моменты времени, заставляющие студентов в подготовке к ним повторять необходимый учебный материал. Поэтому, для простоты и обзримости в формуле (1) дана задача об оптимальном времени проведения только одного контрольного мероприятия на m -занятии для максимально возможного значения знаний у обучаемого на экзамене.

С учетом сказанного ранее графически результат каждой лекции и последующий процесс забывания информации как уменьшение знаний будет представлять собой прямоугольный треугольник высотой Q_k , а результат или временная диаграмма всего учебного семестра – как совокупность соответствующего числа таких треугольников. Теоретически возможны два качественных варианта (см. рисунок 2).

Один из них (см. рисунок 2a) показывает ситуацию не взаимодействующих или непересекающихся треугольников, что означает малореалистичный вариант – все прочитанное на одной лекции полностью забывается ко времени проведения следующей. Второй вариант отвечает ситуации перекрывающихся треугольников (см. рисунок 2b), показанный в разных, но эквивалентных видах – с разделением на составные лекции (треугольники разной интенсивности серого цвета) и суммарный их результат (почти черного цвета, где есть полностью перекрывание светло-серым треугольником ее левой начальной области). Обратим особое внимание на черные стрелки на графике – они показывают точки перегиба полученной ломанной. Нетрудно заметить их связь с правой вершиной соответствующего треугольника, что отражает простой факт – знание соответствующей лекции забыто и её соответствующий вклад в совокупное знание стал нулевым.

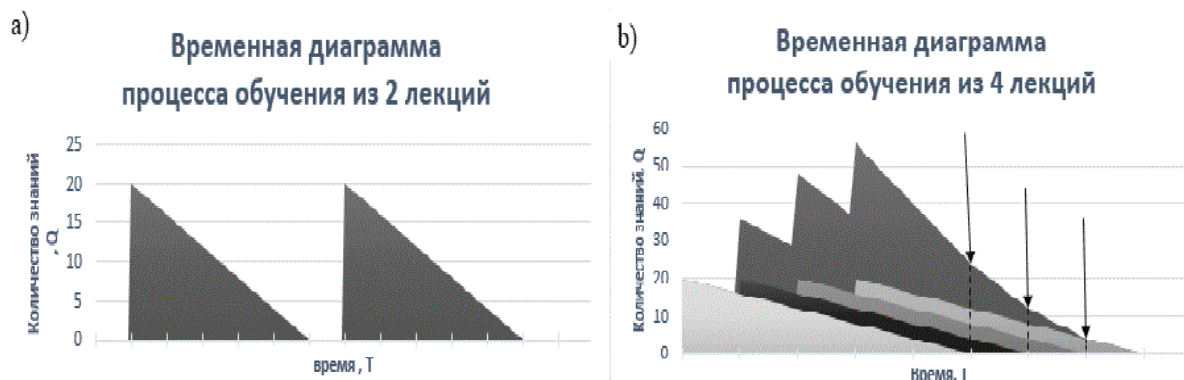


Рисунок 2 – Временная диаграмма процесса обучения

Однако, с другой стороны данная ломанная уже становится малоотличимой визуально от графика соответствующей экспоненте $Q = 56 * e^{-0,041*t}$ (см. рисунок 3). Всплесками показаны точки перегиба совокупной ломанной. Это ведет к одному важному замечанию – рассмотрение нелинейных зависимостей в моделях обучения может являться избыточным, а их появление в более адекватном описании процессов забывания может быть просто отражением коллективного эффекта соответствующих базовых (линейных) зависимостей.



Рисунок 3 – Аппроксимация совокупной ломанной экспонентой

Таким образом, с одной стороны, качественный анализ особенностей оптимизационной задачи образовательного процесса в линейной информационной модели обучения позволяет поставить задачу оптимального распределения контрольных мероприятий в течении семестра для максимизации знаний студентов на экзамене. С другой стороны, в общем виде конечный график усвоенной информации студентом может представлять собой ряд прямоугольных треугольников и/или пилообразной фигуры с ниспадающей ломанной, имеющий ряд точек перегиба. Последний случай наглядно показывает возможную избыточность в рассмотрении нелинейных моделей обучения. Отметим, что пересечение совокупной ломанной с вертикальной прямой даст на

графике необходимую точку Q с координатами x - момент времени экзамена и y – количество знаний у студента на экзамене.

Список использованных источников:

1. Лаврёнов А.Н. Линейная информационная модель обучения // Интерактивные технологии обучения в подготовке педагога в вузе и в системе дополнительного профессионального образования: проблемы и пути решения: Материалы международной научно-практической интернет-конференции, Москва – Минск, 16–17 февраля 2017 г. [Электрон. ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://bspu.by/moodle3/mod/resource/view.php?id=423> – Дата доступа: 30.10.2020.

2. Горовенко Л.А., Ключко В.И. Модели оптимального принятия решений при управлении процессом обучения в автоматизированной обучающей системе с элементами искусственного интеллекта // Современные инновационные технологии как одно из условий совершенствования науки, производства и образования. Материалы межвузовской научно-практической конференции АЦВО КубГТУ (22-24 марта 2001 г.). В 2-х частях. Ч. 2. – Армавир: АФЭИ, 2001. – С 14-19.

3. Майер Р.В. Компьютерные модели понимания и усвоения учебного материала // Дистанционное и виртуальное обучение. 2016. – № 8. – С. 32-38.

4. Майер Р.В. Компьютерная модель обучения с изменяющимся коэффициентом забывания // International journal of open information technologies. 2014. – Vol. 2. – № 1. – P. 12-16.

5. Титов Б.А., Рябинова Е.Н. Математическая модель усвоения учебной информации в образовательном процессе // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. 2011. – № 3(27). – С. 334-340.