

*Син Елисей Елисеевич  
доктор педагогических наук, профессор  
Центр дошкольного и школьного образования  
Кыргызская академия образования*

**ПОСТРОЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В ВУЗЕ  
С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИРОВАНИЯ**

*Син Елисей Елисеевич  
Кыргыз билим берүү академиясы  
Мектепке чейинки жана мектептеги билим  
берүү борбору  
педагогика илиминин доктору, профессор*

**ЖОЖдордо ОКУУ ПРОЦЕССИН ТҮЗҮҮДӨГҮ  
МОДЕЛДЕШТИРҮҮ ЫКМАСЫ**

*Sin Elisei Eliseevich  
Doctor of Education, professor  
Center pre-school and school education  
Kyrgyz Academy of Education*

**THE CONSTRUCTION OF EDUCATIONAL PROCESS IN  
HIGH SCHOOL WITH HELP OF MODELING**

*Аннотация:* В статье рассматриваются вопросы, связанные с возможностью оптимизации учебной деятельности в высшем профессиональном образовании. Целью работы является поиск модели способной оптимизировать учебный процесс на основе ведущих образовательных параметров. Для этого в качестве основных объектов исследования взяты такие параметры как «учебная дисциплина», «раздел», «тема» и весовые компоненты как знание, компетенция и навык. В задачу исследования входило использование междисциплинарных, предметных, тематических приоритетов и образовательных компонентов при формировании вузовского образовательного процесса. Методологической основой исследования служит теория управляемости образовательным

процессом. Методика исследования строится на ранжировании приоритетов по основным учебным единицам и компонентам вузовской подготовки специалистов, которые обладают свойствами рефлексивности, транзитивности, антисимметричности и т.д.

Результат исследования заключается в том, что вузовские дисциплины и курсы (независимо от их количества) переведены на язык алгебраической символики. А широко используемые в педагогической науке и в практике основные параметры (знания, компетенция, умения, навыки и др.) выступают в роли аргументов сложной функциональной зависимости. Это позволило максимально упростить не только саму математическую модель, но и сделать её более удобной для

статистического анализа. Используемое в статье понятие «вес» может и спорно, так как надо было ввести «единицы измерения», но оно удобно для моделирования в рамках конкретного учебного плана и имеет прямое отношение к качественным показателям обучения. Научная новизна исследования заключена в создании практически удобной математической модели алгоритмического построения содержания учебного материала и на её основе можно разработать логическую последовательность изучения вузовских дисциплин, основных разделов и тем, а также составить различные варианты (нелинейных) учебных планов индивидуального характера.

**Аннотация:** Макалада кесиптик жогорку билим берүүдө окуу жөндөмдүүлүктөрүн оптималдаштыруу жөнүндө сөз болот. Иштин максаты бул - билим берүүнүн жетектөөчү параметрлеринин негизинде окуу процессин оптималдаштыруу моделин издөө. Ал үчүн негизги изилдөө объектиси катары «окуу дисциплинасы», «бөлүм», «тема» параметрлери жана билим, компетенция жана көндүм сыяктуу компоненттер алынган. Изилдөө максатына ЖОЖдо окуу процессин түзүүдөгү колдонулган дисциплина аралык, предметтик, тематикалык артыкчылыктар жана билим берүү компоненттери кирет.

Изилдөөнүн методологиялык негизи катары окуу процессинин башкарылгандык теориясы кызмат кылат. Изилдөөнүн методикасы рефлектордук, транзиттик, антисимметриялык ж.б. касиеттерге ээ болгон негизги окуу бирдигине жана ЖОЖдо адистерди даярдоо компоненттерине карата артыкчылыктарды бөлүштүрүүнүн негизинде түзүлөт.

Изилдөөнүн жыйынтыгында ЖОЖ дисциплиналары жана курстар (алардын санынан көз карандысыз) алгебралык символика

тилинде которулду. Педагогика илиминде жана практикада кенири колдонулган негизги параметрлер (билим, компетенттүүлүк, билгичтик, көндүм ж.б.) татаал функционалдык көз карандылыктын аргументтеринин ролунда болот. Бул математикалык моделдин өзүн гана максималдуу жөнөкөйлөштүрбөстөн, аны статистикалык анализге да ыңгайлуу кылып койду. Макалада колдонулган «салмак» деген түшүнүк талаш туудурушу мүмкүн. Себеби «өлчөм бирдиктерин» киргизүү керек эле. Бирок ал окуу планын моделдөөдө жана сапаттык билим көрсөткүчүнө да түздөн-түз тиешеси бар.

Изилдөөнүн илимий жанылыгы - окуу материалынын мазмунун алгоритмдик түзүүнүн практикалык ыңгайлуу математикалык моделин түзүү менен анын негизинде ЖОЖдордун дисциплиналарынын, негизги бөлүмдөрүн жана темаларын окутуунун логикалык иреттүүлүгүн иштеп чыгууда, ошондой эле, жеке мүнөздөгү окуу планынын ар түрдүү варианттарын түзүүдө турат.

**Annotation:** The article deals with issues related to the ability to optimize the educational activity in higher professional education. The aim is to search for a model capable to optimize the educational process on the basis of the leading educational settings. To do this, as the main objects of study are taken such parameters as the "subject matter", "profile", "topic" and weight components such as knowledge, competence and skill. The objective was to study - the use of interdisciplinary, subject, topical priorities and educational components in the formation of university-way masticatory process. The methodological basis of the research is the theory of control of the educational process. Research Methodology is based on the ranking of priorities in core academic units and components of high school preparation of experts, which have properties reflectivity, transitive, antisymmetric, etc.

*The result of the study is that the university disciplines and courses (independent of their number) are translated into the language of algebraic symbols. And widely used in pedagogical science and practice of the basic parameters (knowledge, competencies, skills, etc.) Act as the arguments of complex functional dependence. This has allowed to simplify not only the mathematical model, but also to make it more convenient for statistical analysis. Used in the article the term "weight" is controversial, since it was necessary to introduce a "unit", but it is convenient for modeling within the framework of a specific curriculum and is directly related to the quality indicators of learning. The scientific novelty of the research lies in the creation of almost a convenient mathematical model of the algorithmic construction of the content of the educational material and on its basis to develop a logical sequence of study of university disciplines, key sections and topics, as well as the preparation of the various options (non-linear) curricula of individual character.*

**Ключевые слова:** оптимизация, учебный процесс, учебные дисциплины, весовые коэффициенты, компетенция, планирование.

**Түйүндүү түшүнүктөр:** оптимизация, окутуу процесси, окутуу дисциплинасы, салмак коэффициенти салмагы, компетенция, пландаштыруу.

**Key words:** optimization of the teaching process, educational disciplines, weights, competence planning.

Как известно одним из ключевых компонентов вузовского качества образования является уровень организации учебного процесса. Её организация и управление требует наличие большого количества информации, в том числе: опыт предыдущего уровня подготовки специалистов, современные (а точнее сказать реальные) функциональные требования к специалисту, которые всегда на-

ходятся в динамике изменений. Поэтому очень важно своевременное определение структуры управления, компоновка и установление перечней дисциплин, основных видов учебной работы, продолжительность изучения дисциплин и их объёмы. При этом выявление логической последовательности изучения дисциплин, определение приоритетностей элементов и его математическое моделирование может служить объектом дополнительного исследования.

По мнению исследователей П.С. Панкова и Г.М. Кененбаевой составление математических моделей является важным элементом математизации знаний. Математическая модель составляется на базе наших представлений о явлениях, полученных из наблюдений, или же специально поставленных экспериментов, теоретических обобщений. В тоже время, по мнению авторов, имеет место и обратное воздействие математической модели на постановку экспериментальных исследований, т.е. зависимости от самой модели [7;8].

При разработке учебных планов чаще всего приоритетным становится перечень учебных дисциплин, объём, затем уже их последовательность. Однако практика работы вузов говорит о том, что взаимосвязаны между собой не только дисциплины учебного плана, но и разделы, темы, основные понятия, умения и т.д. Последнее в основном соблюдается внутри блоков: общеобразовательные, общепрофессиональные, специальные и дополнительные. В тоже время внутри самих блоков мы часто наблюдаем противоречия и нарушения, как в логике, так и в последовательности изучения дисциплин, тем и ключевых понятий. Составители учебных планов стараются минимизировать эти недостатки, но без моделирования этого процесса невозможно оптимально решить данную проблему [9;10].

## 1. Постановка проблемы математического моделирования

Таким образом, перед нами стоит проблема: определить в учебном плане приоритетность дисциплин и его логическую последовательность изучения. И попутно выяснить возможную последовательность изучения основных разделов, тем и наиболее ключевых предметных понятий. Для этого удобно ввести символы на некоторые исследуемые понятия, понятия как «дисциплина», «раздел дисциплины», «тема раздела» и другие.

По существу, теория бифуркаций изучает вопрос о том, каким образом новые решение уравнение или системы уравнений «ответвляются» от некоторого известного решение при изменении параметра. Важный класс бифуркационных задач возникает при поиске стационарных значений функций. По этой причине предполагалось, что между такими задачами и элементарной теорией управление учебным процессом существует тесная связь.

Существует множество подходов по составлению учебных планов и его оптимиза-

$$D = \{D_i\}, \text{ где } i = 1, n. \quad (1)$$

Каждая отдельно взятая вузовская дисциплина из учебного плана делится в свою очередь на разделы и подразделы. Обоз-

$$P_i = \{P_{ij}\}, \text{ где } i = 1, n; j = 1, n. \quad (2)$$

где  $i$  – номер предмета,  $j$  – номер раздела.

В свою очередь каждый раздел из множества  $P_i$  делится на темы. Пусть  $n_{ij}$  – количество тем в  $j$ -ом разделе  $i$ -ой дисциплины.

$$T_{ij} = \{T_{ijk}\}, \text{ где } i = 1, n; j = 1, n_i; k=1, n_{ij} \quad (3)$$

где  $i$  - номер дисциплины,  $j$  - номер раздела внутри дисциплины,  $k$  - номер темы внутри раздела данной дисциплины.

## 2. Возможный вариант решения проблемы

При этом в его основе могут быть положены запросы общества, достижения педагогической науки, потребности личности, производства и многое другое. Возникает вопрос: Возможно ли некоторая допустимая абстракция в построение математической модели и последовательности изучения учебных вузовских дисциплин? Если возможно, то с помощью каких характеристик это лучше сделать? И на этой основе разработать логическую модель построения учебного плана. Использование логического подхода позволило достаточно лаконично определить процесс трансформации модели, представить процесс в виде сети объектных модулей, а также создать механизм уточнения и совершенствование процедуры трансформации, которые базируется не на вмешательстве в ее алгоритм, а на включение в процесс новых правил и изменение приоритетов старых [2, с. 212].

Предположим, что по учебному плану имеются некоторое множество дисциплин. Обозначим их число буквой  $n$ . Тогда множество дисциплин имеют следующий вид:

начим через  $n_i$  - количество разделов  $i$ -ой дисциплины. Этот раздел обозначим через:

Тогда множество всех тем предмета можно изобразить следующим образом:

Будем условно считать, что тема это минимальная и неделимая часть учебного материала из определенного раздела учебного предмета, изучаемого в единицу времени (академический час или учебная пара), в те-

чение которого обучающийся получает определенную порцию знаний, умений и навыков. Полагая, что знание определяется содержанием одной или нескольких понятий, терминов, определений, аксиом, законов, правил, фактов, явлений и т.п., обозначим через

$nijk$  - количество первичных понятий в заданной теме. Тогда можно ввести множество понятий по теме, которые характеризовали бы определенный уровень знаний студентов и выражались бы формулой (4):

$$Z_{ijk} = \{Z_{ijk_r}\}, \quad (4)$$

где  $i = 1, n; j = 1, n_i; k = 1, n_{ij}; r = 1, n_{ijk}$ .

Индексы в формуле (4) означают:  $i$ -номер дисциплины,  $j$ -номер раздела внутри дисциплины,  $k$ -номер темы внутри раздела,  $r$ -номер определения или нового понятия внутри раздела.

Придадим каждому понятию (определению, факту, закону, формуле и т.п.) свой вес, который заключен во множественном интервале (5):

$$V_{*ijk_r} \in [0, 1] \quad (5)$$

Из формулы (5) легко можно сделать вывод: чем выше вес (значимость) термина (понятия), тем большее значение он несет в себе (тем ценнее полученное знание). Но знание само по себе не образует требуемую систему. Для этого в дидактике и в методике преподавания дисциплин по каждой теме дол-

жны задаваться, и определяться определенным уровнем фактического усвоения заранее определенных умений и навыков. Учитывая, что формулой (5) мы задаем знания, аналогично введем множество компетенции, которые приобретает обучающийся при изучении темы:

$$K_{ijk} = \{K_{ijk_r}\}, \quad \text{где } i = 1, n; j = 1, n_i \quad (6)$$

Учитывая, что каждая компетенция имеет вес, то согласно формулы (6) имеем:

$$V_{**ijk_r} \in [0, 1] \quad (7)$$

Чем выше вес компетенции  $V_{**ijk_r}$ , тем большее значение он имеет при изучении материала изложенного в теме.

Принимая во внимание, что множество знаний и компетенции имеют разную степень важности, введем коэффициенты их приоритетности:

$K_z$  - весовой коэффициент знаний;  
 $K_k$  - весовой коэффициент компетенции;  
 $K_n$  - весовой коэффициент навыков и другие индикаторы.

Тогда вес темы в разделе выразится формулой (8):

$$V_{ijk} = K_z \quad (8)$$

а вес раздела в дисциплине определяется (9):

$$V_{ij} = \dots + \dots ) (9)$$

Через вес темы и веса раздела этой темы по формулам (8) и (9) определяются вес рассматриваемой конкретной дисциплины:

$$V_i = \dots, (10)$$

Которую можно расписать в более удобной для вычисления форме (11):

$$V_i = \dots (11)$$

Ценность формулы (11) в том, что с её помощью довольно легко определяется общий вес всех дисциплин учебного плана  $V$ :

$$V = \dots V_i (12)$$

Таким образом, с помощью уровня знаний, навыков и умений приобретаемых обучающимися в процессе изучения дисциплины, веса темы, раздела дисциплины и коэффициентов важности можно построить математическую модель и гистограмму значимости (важности) по следующим параметрам:

- важности содержащих в теме знаний;
- важности умений приобретенных в ходе обучения;
- важности темы в разделе учебной дисциплины;
- важности раздела в дисциплине;
- важности предмета в учебном плане и др.

### 3. Использование модели на практике

Модель построение учебного процесса в новых условиях – это совокупность компонентов, описывающиеся уровни дисциплин, их взаимосвязи, цели, методы, и средства и формы организации обучения [1, с. 361].

Для внедрения разработанной модели в практику работы вузов введем нижеследующие обозначения: на  $J$  - плоскости состоящая из множества дисциплин учебного плана ( $D_i$ ), обозначим через  $P_{ij}$  - раздел  $i$ -ой дис-

циплины и  $T_{ijk}$  – выбранная тема занятий  $i$ -ой дисциплины  $j$ -го раздела.

Сразу скажем, что  $J$  - это общее множество всех тем, по всем разделам и всех дисциплин из учебного плана.

Теперь не трудно перейти к определению иерархии тем в учебных дисциплинах.

Введем отношение:  $J_j * St * J_i$ , где  $St$  – значение материала темы  $T$ . Отношение  $J_j * St * J_i$  означает, что для знания материала темы  $J_i$  обязательно необходимо знание материала  $J_j$ .

Отношение  $St$  обладает следующими свойствами:

1. Рефлексивностью - для знания  $J_i$  необходимо  $J_j$
2. Транзитивностью  $J_i * St * J_j \ \& \ J_j * St * J_k \Rightarrow J_i * St * J_k$
3. Антисимметричностью  $J_i * St * J_j \ \& \ J_j * St * J_i \Rightarrow J_i = J_j$

Учитывая вышеперечисленные свойства отношения  $St$  не трудно определить частичный порядок и последовательность изучения вузовских дисциплин, разделов и тем, а также содержащих в них единиц знаний, умений и компетенции. При полноценном переходе вузов Кыргызстана на Болонскую

систему подготовки специалистов каждый студент может обучаться по индивидуальной программе подготовки. В этом процессе большую помощь может оказать разработанная нами модель, ибо у каждого студента будет своя траектория обучения и следовательно меняются общие приоритеты с уклоном в ту или иную сторону (даже в рамках

одной специальности). Число таких вариаций для предметов равно  $n!$  (эн факториалу). Среди множества вариантов комбинации необходимо для каждого случая отобрать наиболее оптимальные. Отдельные варианты построения таких программ и последовательность изучения дисциплин можно изобразить с помощью граф порядка (Рис. 1):

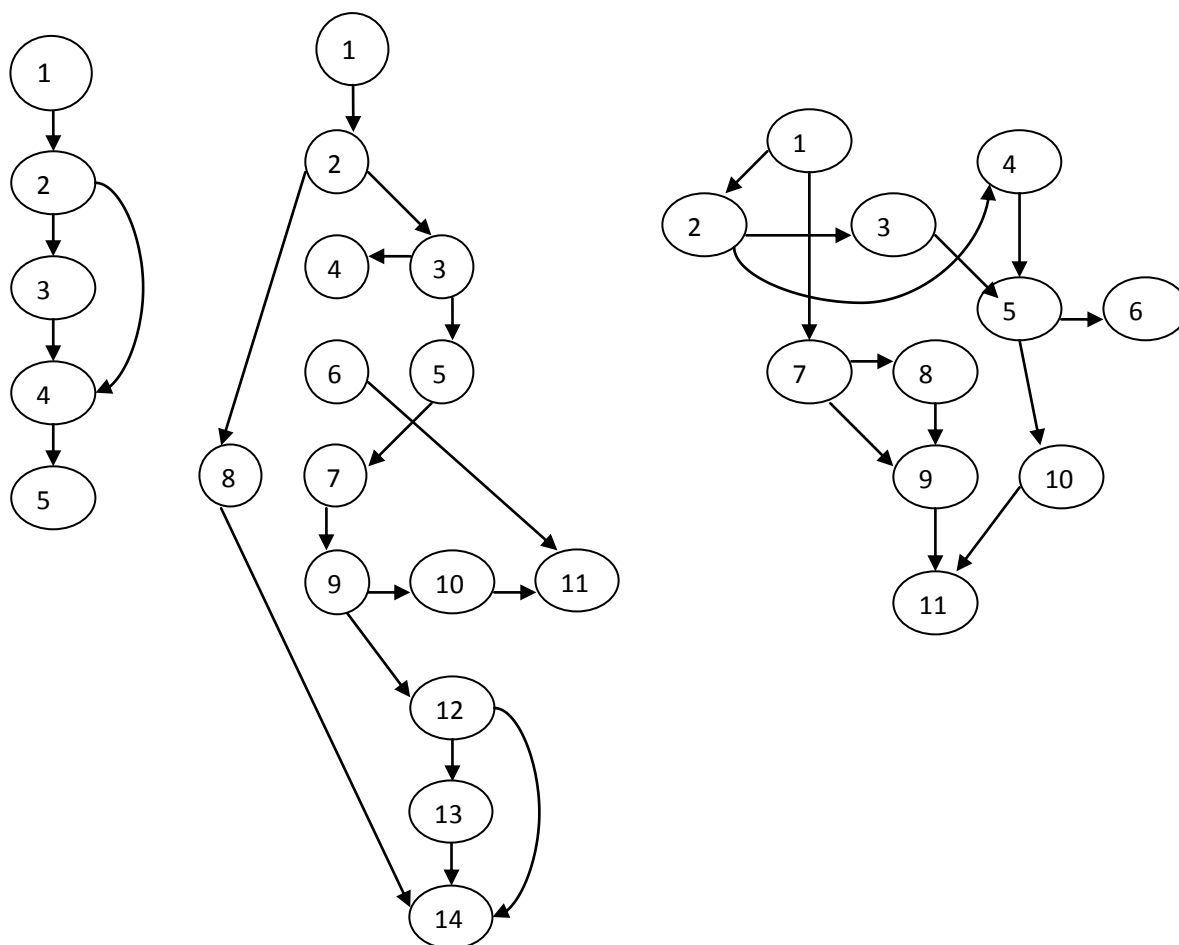


Рис. 1. Варианты построения учебного плана с помощью граф

Изложенные выше модели и графы построения последовательности тем могут быть значительно дополнены весьма интересными результатами, которые получаются при использовании корреляционной матрицы Кайзера. К сожалению, ограниченные рамки статьи не позволяют привести эти материалы, равно как и расчеты индивидуальных оценок для каждого студента.

Особенно большую ценность представляет использование математической модели

построения дисциплины при переходе на нелинейные программы обучения, при котором необходимо учитывать первичную базу обучающихся, его индивидуальные, интеллектуальные, психологические, временные особенности и т. д.

При этом следует признать, что важной, но пока еще не решенной до конца проблемой остается как психолого-педагогическая, а возможно и социологическая интерпретация предлагаемой модели. Но это уже вопрос

более высокого уровня и для решения других образовательных задач [11, с. 214].

**Вывод.** Разработанная нами математическая модель построения учебного плана по конкретной специальности с помощью ввода коэффициента «важность» (значимости) каждой дисциплины, каждого раздела дисциплины, подразделов, темы и т. д. удобна для вариативного (не линейного) обучения студентов. Давая этим элементам «вес» мы можем строить различные варианты, которые оптимизируются автоматически с учетом заданных и конечных (ожидаемых) параметров выпускника.

**Заключение.** Если в нашей модели предположить, что образовательная деятельность – это непрерывный процесс, который сохраняется. Тогда в каждый момент времени мы можем рассматривать некоторый успех или не успех, которую можно считать «мгновенными реакциями» или на языке математики – «малая величина», то с математической точки зрения такая дихотомическая модель означает, что можно рассматривать некоторую случайную величину образовательного процесса непрерывным во времени и в пространстве. Это позволит для исследования учебного процесса ввести некоторую функцию  $y = X(t,w)$  и рассматривать его дисперсию и математическое ожидание по всем вопросам построения учебного процесса на основе весовых характеристик.

#### Литература:

1. Байсалбаева К.Н., Калимолдаев М.Н. Модель методики обучения студентов компьютерной графике в условиях кредитной технологии // Известия КГТУ им. И.Раззакова. – 2011. - №24. –С.360 – 364.
2. Воровьев О.П. Парамонов В.В., Черкашин Е.А. Применение методики МДА для разработки информационных систем поддержки научных исследований // Известие КГТУ им. И.Раззакова. -2011. -№24. –С.209 – 212.
3. Воробьев Г.Г. Кибернетика стучится в школу. –М.: «Молодая гвардия»,1986. 206 с.
4. Ивахненко А.Г. Кибернетические системы с комбинированным управлением. -Киев, 1996. – 93 с.
5. Монахов В.М. Технологические основы проектирования и конструирования учебного процесса. - Волгоград, 1995. – 203 с.
6. Мотова Г.Н., Наводнов В.Г. Модели оценивания деятельности образовательных организаций. – Йошкар - Ола, 1997. – 48 с.
7. Панков П.С., Кененбаева Г.М. Применение метода малого параметра для выявления особых случаев в плоских и пространственных механизмах// Исследования по интегро-дифференциальным уравнениям. Вып. 40. – Бишкек: Илим, 2009. – С.19-24.
8. Панков П.С., Кененбаева Г.М. Необходимые условия возникновения существенных особенностей решений сингулярно-возмущенных обыкновенных дифференциальных уравнений // Исследование по интегро-дифференциальным уравнениям. Вып. 35. – Бишкек: Илим, 2007.
9. Син Е.Е. Математическая модель и оценка результатов обучения // Вестник ОшГУ. – 2002. -№2. –С.125-128.
- 10.13. Син Е.Е. О возможностях использования математической модели в учебной деятельности в вузе // Известия КАО – 2011. -№3. – С.48-55.
11. Син Е.Е. Роль математических моделей и их влияние на результат обучения / Материалы международной научно-технической конференции // Известие ОшГУ. – 2008. - № 1. – С. 211 – 215.
12. Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний. – М.: МГУ, 1984. - 344 с.