



ISSN 2072-8468

ИННОВАЦИОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

<http://elibrary.miu.by/journals!/item.iot.html>

Асанович, В.Я. Математический метод оптимального управления экспортом образовательных услуг / В.Я. Асанович, С.Я. Жукович // Инновационные образовательные технологии. – 2014. – № 2 (38). – С. 45–51.

УДК 37+(51:339.5)

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭКСПОРТОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ

Асанович В.Я.^a, Жукович С.Я.^b

Аннотация

В статье предложена математическая модель обучения на основе теории управления. Приведены аналитические формулы для оптимального программного управления и оптимального управления с обратной связью. Предложен метод расчета затрат этапов экспортного сетевого курса. Разработан математический метод оптимального управления процессом обучения на экспортном сетевом курсе, позволяющий повысить прибыльность вуза.

Ключевые слова: математическая модель обучения, оптимальное управление, экспортный сетевой курс.

Веб: <http://elibrary.miu.by/journals!/item.iot/issue.38/article.8.html>

Поступила в редакцию: 09.04.2014.

MATHEMATICAL METHOD OF OPTIMUM MANAGEMENT OF EDUCATIONAL SERVICES EXPORT

Asanovich V.Ya.^a, Zhukovich S.Ya.^b

Abstract

The article presents a mathematical learning model based on the management theory. The analytic formulae are given for the optimum program control and optimum feedback control. Moreover, the article suggests a method of cost estimation of the stages of export network course. The author develops a mathematical method of optimum control of educational process within the export network course enabling the increase the university profitability.

Keywords: mathematical model of learning, optimum management, export network course.

Web: <http://elibrary.miu.by/journals!/item.iot/issue.38/article.8.html>

Received: 09.04.2014.

Введение

Согласно докладу ООН за 2013 год, Республика Беларусь заняла 50-е место по уровню индекса человеческого развития (0,793), попав в группу стран с высоким уровнем ИЧР наряду с такими странами как Великобритания,

Франция, Австрия, Израиль и обгоняя страны бывшего СССР, кроме стран Балтии. По индексу уровня образования стран мира Республика Беларусь заняла 52-е место, а по уровню расходов на образование — 83-е место, тратя на образовательную сферу всего 4,5 % ВВП.

^a Асанович Валерий Яковлевич,
доктор химических наук,
профессор кафедры прикладной
математики и экономической
кибернетики Белорусского
государственного экономического
университета
Asanovich Valery Yakovlevich,
Doctor of Chemistry, Professor of the
Department of Applied Mathematics
and Economic Cybernetics, Belarus
State Economic University
asan41@gmail.com

^b Жукович Сергей Яковлевич,
ассистент кафедры
информационных технологий
Белорусского государственного
экономического университета
Zhukovich Siarhey Yakovlevich,
Assistant of the Department of
Information Technologies, Belarus
State Economic University,
s.zhuk@tut.by

Эти данные говорят о высокой эффективности системы образования Беларуси. Однако внутренний рынок Республики Беларусь в сфере образования уже насыщен, существуют различные виды образовательных услуг. В последние годы государство столкнулось с демографическим спадом. Все это говорит о том, что в настоящее время актуальна проблема роста экспорта образовательной услуги. К 2015 году планируется увеличить экспорт образовательных услуг в 3 раза — за счет вступления Беларуси в Болонский процесс и «сегментации рынка» на три части: 1) рынок Китая, Туркменистана, России; 2) рынок Ближнего Востока и Юго-Восточной Азии и 3) рынок Африки и Латинской Америки.

Грамотное решение вопроса об экспорте образования может дать стране не только очень серьезный источник доходов в валюте, но и возможность привлечь в образование, науку и экономику интеллектуалов со всего мира. В глобальном масштабе экспорт образовательных услуг может рассматриваться и как способ «мягкого» влияния на зарубежные государства. Например, за счет распространения русского языка, достижений отечественной науки и культуры, а также белорусских ценностей. Такое влияние успешно использовалось в Советском Союзе, славившемся масштабами подготовки иностранных специалистов в учебных заведениях на своей территории.

Кроме традиционного вида образовательной услуги, когда студенты приезжают учиться на дневном отделении вуза, существуют различные формы дистанционного обучения: онлайн и офлайн.

Однако в таких формах обучения преподаватель находится удаленно и не имеет полной обратной связи с обучаемым, что может негативно отразиться на качестве образовательной услуги.

Таким образом, возникает необходимость применения экономико-математических методов для оптимального управления дистанционным обучением.

1. Математическая модель обучения на основе теории управления

Под управлением будем понимать процесс организации такого целенаправленного воздействия на объект, в результате которого этот объект переводится в требуемое состояние. Задача обучения может быть сформулирована как задача управления. В этом случае обучаемый выступает в качестве объекта управления, а обучающий или обучающая система — в качестве источника управления.

В [1] предлагается математическая модель обучения на основе теории управле-

ния. Процесс обучения можно описать линейным дифференциальным уравнением:

$$\frac{dZ}{dt} = -kZ + \sum_{i=0}^3 k_i u_i(t) \cos(au_i(t)), \quad (1.1)$$

где $Z = Z(t)$ — уровень (объем) текущих знаний (в академических часах),

k — коэффициент забывания, который показывает, какую часть от текущих знаний Z обучаемый забывает в среднем за сутки;

u_0 — программное управление, задаваемое в виде заранее запланированной нагрузки, осуществляемой преподавателем;

k_0 — коэффициент усвоения новых знаний при обучении с помощью преподавателя; u_1 — управление процессом повторения посредством контрольных и самостоятельных работ после обучения преподавателем;

u_1 является управлением с обратной связью;

k_1 — коэффициент усвоения для управления u_1 ;

u_2 — программное управление для самообучения;

k_2 — коэффициент усвоения для управления u_2 ;

u_3 — управление с обратной связью при повторении материала, изученного самостоятельно;

k_3 — коэффициент усвоения для управления u_3 ;

$$a = \frac{\pi}{2Z_{\max}},$$

где Z_{\max} — максимальный объем знаний (объем курса в академических часах):

$$Z_{\max} = \sum_{i=1}^N X_i,$$

где N — число запланированных занятий,

X_i — объем знаний, который дает преподаватель на i -м занятии (или при самообучении).

Функция $\cos(au_i(t))$ в формуле (1.1) выполняет роль фильтра, не допускающего усвоения слишком большого однократно-го объема нагрузок ($0 \leq \cos(au_i(t)) \leq 1$).

Все коэффициенты изменяются в пределах от нуля до единицы ($0 \leq k, k_i \leq 1, i = 0, 1, 2, 3$).

Решение уравнения (1.1) представляется функцией:

$$Z = Z_0 e^{-kt} + e^{-kt} \int \sum_{i=0}^3 k_i u_i(t) \cos(au_i(t)) e^{kt} dt, \quad (1.2)$$

где Z_0 — начальный объем знаний при $t = t_0$.

Если за какой-то промежуток времени обучаемый не получал знаний по определенному предмету, то происходит забывание ранее усвоенных знаний. Математически это выражается в виде однородного дифференциального уравнения, соответствующего исходному уравнению:

$$\frac{dZ}{dt} + kZ = 0. \quad (1.3)$$

Решение уравнения (1.3)

$$Z = Z_0 e^{-kt}, \quad (1.4)$$

то есть происходит экспоненциальное забывание ранее усвоенного объема знаний Z_0 .

В данной модели коэффициент забывания k при повторении уменьшается по некоторому закону:

$$k_{(n)} = \frac{k}{f(n)}, \quad (1.5)$$

где $k_{(n)}$ — коэффициент забывания для определенного объема материала, повторенного n раз.

В первом приближении будем считать справедливой зависимость:

$$k_{(n)} = \frac{k}{2^n}. \quad (1.6)$$

Опишем теперь, как вычисляются коэффициенты усвоения и забывания. Коэффициент усвоения новых знаний при обучении с помощью преподавателя k_0 определяется как отношение объема знаний, усвоенного обучаемым Z_{yII} , к объему знаний Z_{II} , который был дан преподавателем:

$$k_0 = \frac{Z_{yII}}{Z_{II}}. \quad (1.7)$$

На практике сразу после лекции (семинара) обучаемый должен пройти специально разработанный тест, по результатам которого определяется усвоенный объем Z_{yII} для каждого обучаемого.

Коэффициент усвоения при повторении объема, данного ранее преподавателем, k_1 можно определить аналогичным образом, однако является целесообразным приравнять его к k_0

$$k_1 = k_0. \quad (1.8)$$

Коэффициент усвоения новых знаний при самостоятельном обучении k_2 рассчитывается как отношение объема знаний, усвоенного обучаемым Z_{yC} , к объему знаний Z_C , который был изучен самостоятельно:

$$k_2 = \frac{Z_{yC}}{Z_C}. \quad (1.9)$$

Z_{yC} определяется с помощью тех же тестов сразу после самостоятельного изучения обучаемым объема Z_C . При этом целесообразно полагать, что:

$$k_3 = k_2. \quad (1.10)$$

Коэффициент забывания k рассчитывается из формулы (1.4) и равен:

$$k = -\frac{1}{t} \ln \frac{Z}{Z_0}, \quad (1.11)$$

где Z_0 определяется как усвоенный объем сразу после обучения,

Z измеряется как остаточный объем знаний по прошествии времени t (в сутках).

2. Метод оптимального программного управления процессом обучения

Задача оптимального программного управления процессом обучения с применением метода Лагранжа-Понтрягина для непрерывных управляемых процессов решена в [2].

Пусть нужно оптимальным образом попасть из точки $(Z_0, 0)$ в точку (Z_1, T) , где $Z_1 \in [Z_{\min}, Z_{\max}]$. В качестве Z^* принимается в первом приближении прямая, соединяющая начальную и конечную точки:

$$Z^0(t) = Z_0 + \frac{Z(T) - Z_0}{T} t, \quad t \in [0, T]. \quad (2.1)$$

В [2] получены следующие формулы для расчета оптимального программного управления и оптимальной траектории:

$$u_0^*(t) = \frac{Z^0(t)(kp + 1)}{k_0 p + 1}, \quad (2.2)$$

$$Z^*(u_0^*, t) = Z_0 e^{-kt} + e^{-kt} \int k_0 u_0^*(t) e^{kt} dt, \quad (2.3)$$

где дополнительная переменная:

$$p(u_0, t) = \frac{Z_0 - u_0(0)}{k_0 u_0(0) - k Z_0} e^{kt} + \frac{1}{k} (e^{kt} - 1). \quad (2.4)$$

Аналогичным образом рассчитывается оптимальное программное управление

при самообучении u_2^* и оптимальная траектория $Z^*(u_2^*, t)$:

$$u_2^*(t) = \frac{Z^0(t)(kp+1)}{k_2p+1}, \quad (2.5)$$

$$Z^*(u_2^*, t) = Z_0 e^{-kt} + e^{-kt} \int k_2 u_2^*(t) e^{kt} dt, \quad (2.6)$$

где дополнительная переменная:

$$p(u_2, t) = \frac{Z_0 - u_2(0)}{k_2 u_2(0) - k Z_0} e^{kt} - \frac{1}{k} + \frac{1}{k} e^{kt}. \quad (2.7)$$

3. Метод оптимального управления с обратной связью

При реальном учебном процессе программное управление u_0 заранее задано и является дискретным. Поэтому задача оптимального управления сводится к нахождению оптимального управления с обратной связью $u_1^* = u_1^*(t, Z(t))$.

Если нужно оптимальным образом попасть из точки $(Z_0, 0)$ в точку (Z_1, T) , то в качестве функции φ удобно взять опорную траекторию (2.1), соединяющую начальную и конечную точки. Задача оптимального управления с обратной связью решена в [2]. Получено оптимальное управление с обратной связью:

$$u_1^*(t_j) = \begin{cases} 0 & , Z(t_{j-1}) > Z^0(t_{j-1}) \\ Y_i(t_j) & , Z(t_{j-1}) \leq Z^0(t_{j-1}) \end{cases}, \quad (3.1)$$

$$j = 1, 2 \dots T$$

где Y_i — объем знаний, повторяемый в момент времени t_j . Общий объем повторенного материала:

$$Y = \sum_{i=1}^M Y_i, \quad Y \in X,$$

где M — число контрольных и самостоятельных работ на повторение пройденного материала. Оптимальная траектория рассчитывается по формуле:

$$Z^*(u_1^*, t) = Z_0 e^{-kt} + e^{-kt} \int (k_0 u_0(t) + k_1 u_1^*(t)) e^{kt} dt, \quad (3.2)$$

Аналогичным образом рассчитывается оптимальное программное управление при самообучении u_3^* :

$$u_3^*(t_j) = \begin{cases} 0 & , Z(t_{j-1}) > Z^0(t_{j-1}) \\ Y_i(t_j) & , Z(t_{j-1}) \leq Z^0(t_{j-1}) \end{cases}, \quad (3.3)$$

$$j = 1, 2 \dots T$$

где Y_i — объем самостоятельно усвоенных знаний, повторяемый в момент времени t_j . Общий объем повторенного материала:

$$Y = \sum_{i=1}^M Y_i, \quad Y \in X,$$

где M — число контрольных и самостоятельных работ на повторение самостоятельно пройденного материала. Уровень знаний, который будет иметь обучаемый в момент времени (t) при программном управлении $u_2(t)$ и оптимальном управлении с обратной связью $u_3^*(t)$ из (3.3), рассчитывается с помощью формулы:

$$Z^*(u_3^*, t) = Z_0 e^{-kt} + e^{-kt} \int (k_2 u_2(t) + k_3 u_3^*(t)) e^{kt} dt. \quad (3.4)$$

4. Расчет затрат этапов экспортного сетевого курса

Под сетевым курсом будем понимать комплекс информационного, технического, программного и учебно-методического обеспечения в рамках одной дисциплины, доступный при определенных условиях потребителю образовательных услуг и обеспечивающий обучение с различной степенью погружения в сеть [3]. Обучение на сетевом курсе является одним из видов электронного обучения.

Под экспортным сетевым курсом будем понимать сетевой курс (ЭСК), для которого используются математическая модель (1.1) и оптимальные управления и траектории, рассчитанные по формулам (2.1)–(2.7), (3.1)–(3.4).

Экспортный сетевой курс можно рассматривать как инвестиционный проект, имеющий различные этапы жизненного цикла [4]. Соответственно, целесообразным является рассмотрение затрат на отдельных этапах, а именно:

1. Разработка;
2. Подготовка к внедрению;
3. Внедрение и эксплуатация;
4. Совершенствование;
5. Замена.

С целью минимизации затрат, как основного принципа разработки инвестиционного проекта, целесообразно использовать внутренние резервы вуза. Таким образом можно рассмотреть создание ЭСК на базе существующего в вузе программно-аппаратного комплекса (корпоративной сети, технического и программного обеспечения), учитывая в структуре затрат лишь амортизацию на его использование:

$$A_m = (СПК \cdot Нам \cdot t) / 100 \%, \quad (4.1)$$

где A_m — сумма начисленной за период разработки амортизации, млн руб.;

$СПК$ — стоимость используемого аппаратно-технического комплекса, млн руб.;

$Нам$ — норма амортизации, проц.;

t — время разработки ЭСК, год.

Разработка происходит без отрыва от учебного процесса, что способствует сокращению затрат на оплату труда:

$$ПСК = k \cdot OT, \quad (4.2)$$

где $ПСК$ — премия за разработку СК, млн руб.;

k — коэффициент премирования;

OT — заработная плата специалиста-разработчика соответствующей категории, млн руб.

Либо, если над созданием СК работал коллектив авторов, то формула (4.2) примет следующий вид:

$$ПСК = n \cdot OT_{асс} + l \cdot OT_{доц} + m \cdot OT_{проф}, \quad (4.3)$$

где n, l, m — коэффициенты премирования специалиста соответствующей категории;

$OT_{асс}, OT_{доц}, OT_{проф}$ — заработная плата специалиста-разработчика соответствующей категории (ассистент, доцент, профессор).

Итого, при разработке ЭСК специалистами вуза, итоговая сумма затрат на первом этапе жизненного цикла составит:

$$ЗР = A_m + ПСК + НПСК, \quad (4.4)$$

где $ЗР$ — затраты на разработку ЭСК, млн руб.;

A_m — сумма начисленной за период разработки амортизации, млн руб.;

$ПСК$ — премия за разработку СК, млн руб.;

$Нпск$ — отчисления от премии за разработку, млн руб.

На втором этапе разработанная модель проходит подготовку к внедрению, то есть разрабатываются программы обучения МСК, создаются электронные пособия, системы электронной проверки знаний удаленного типа, сайт для удаленных консультаций и получения необходимой информации. Происходит подготовка специализированных консультантов из профессорско-преподавательского состава. Можно выделить основные затраты данного этапа:

1. Амортизация;

$$A_m = (СПК \cdot Нам \cdot t) / 100 \%, \quad (4.5)$$

где A_m — сумма начисленной за период подготовки к внедрению амортизации, млн руб.;

$СПК$ — стоимость используемого аппаратно-технического комплекса, млн руб.;

$Нам$ — норма амортизации, проц.;

t — время подготовки к внедрению МСК, год.

2. Оплата дополнительных часов за создание программы обучения, электронной базы данных и подбор существующих пособий для удаленного обучения:

$$ОДЧ = \alpha \cdot СОО, \quad (4.6)$$

где $ОДЧ$ — оплата дополнительных часов за создание программы обучения, электронной базы данных и подбор существующих пособий для удаленного обучения, млн руб.;

α — количество дополнительных часов;

$СОО$ — почасовая ставка заработной платы специалиста соответствующей категории, млн руб.

3. Оплата дополнительных часов на подготовку специалистов;

4. Премияльная выплата за создание веб сайта;

Общий размер дополнительной заработной платы составляет:

$$ДОТ = ОДЧ + ОПС + ОСС, \quad (4.7)$$

где $ДОТ$ — оплата дополнительных часов работы профессорско-преподавательского состава, млн руб.;

$ОДЧ$ — оплата дополнительных часов за создание программы обучения, электронной базы данных и подбор существующих пособий для удаленного обучения, млн руб.;

$ОПС$ — оплата дополнительных часов на подготовку специалистов, млн руб.;

$ОСС$ — премияльная выплата за создание веб сайта, млн руб.

5. Начисления на заработную плату, определяемые перемножением $ДОТ$ на взимаемую ставку и ФОТ.

Тем самым сумма затрат будет состоять из данных пунктов и будет рассчитываться по следующей формуле:

$$ЗПВ = A_m + ДОТ + НдоТ, \quad (4.8)$$

где $ЗПВ$ — затраты на подготовку к внедрению, млн руб.;

A_m — сумма начисленной за период подготовки к внедрению амортизации, млн руб.;

$ДОТ$ — оплата дополнительных часов работы профессорско-преподавательского состава, млн руб.;

Ндот — отчисления от *ДОТ*, млн руб.

В конце второго этапа создается полностью жизнеспособная система, которая может быть внедрена и протестирована в пределах исследуемого учебного заведения.

Процесс внедрения и эксплуатации характеризуется постоянным набором затрат, представленных согласно инструкции об отраслевых особенностях состава затрат, при формировании стоимости обучения следующими основными статьями:

1. ФОТ за выполнение учебной нагрузки в ходе эксплуатации МСК:

$$ФОТ = \Sigma(COT \cdot H), \quad (4.9)$$

где *ФОТ* — фонд оплаты труда за выполнение учебной нагрузки в ходе эксплуатации МСК, млн руб.;

COT — почасовая ставка заработной платы специалиста соответствующей категории (ассистент, доцент, профессор), млн руб.;

H — почасовая нагрузка специалиста соответствующей категории (ассистент, доцент, профессор), часы.

2. Начисления на ФОТ (соответственно, ФСЗН и Белгосстрах);

3. Амортизация:

$$Ам = (СПК \cdot Нам \cdot t) / 100 \%, \quad (4.10)$$

где *Ам* — сумма начисленной амортизации, млн руб.;

СПК — стоимость используемого аппаратно-технического комплекса, млн руб.;

Нам — норма амортизации, проц.;

t — время эксплуатации МСК, год.

4. Прочие расходы:

$$PP = (PPB / OKC) \cdot KССК, \quad (4.11)$$

где *PP* — сумма прочих расходов при использовании МСК, млн руб.;

PPB — сумма прочих расходов по вузу, млн руб.;

OKC — общее количество студентов, чел.;

KССК — количество студентов, обучаемых на МСК, чел.

5. Накладные расходы.

Тем самым итоговые затраты при эксплуатации МСК составляют:

$$ЗВиЭ = ФОТ + Нфот + Ам + PP + HP, \quad (4.12)$$

где *ЗВиЭ* — затраты на внедрение и эксплуатацию, млн руб.;

ФОТ — фонд оплаты труда за выполнение учебной нагрузки в ходе эксплуатации ЭСК, млн руб.;

Нфот — отчисления о ФОТ, млн руб.;

Ам — сумма начисленной амортизации, млн руб.;

PP — сумма прочих расходов при использовании ЭСК, млн руб.;

HP — сумма накладных расходов при использовании ЭСК, млн руб.

В процессе эксплуатации происходит износ и устаревание отдельных компонентов МСК, тем самым возникает необходимость совершенствования системы и постоянной проверки правильности её функционирования. Отсюда возникают расходы на сопровождение и тестирование системы, выявление и исправление ошибок (накладные расходы) и соответственно, дополнительные расходы на оплату труда и отчисления от них.

Кроме вышеперечисленных затрат один раз должны фигурировать затраты на разработку программного обеспечения для расчета оптимальных управления и траектории для отдельных студентов и групп.

5. Метод оптимального управления процессом обучения на экспортном сетевом курсе

Метод оптимального управления обучением на сетевом курсе включает следующие этапы.

1. Обучаемые проходят специальное тестирование.

2. По результатам тестирования определяется объем начальных (текущих) знаний для каждого обучаемого по данному предмету.

3. Вычисляются индивидуальные параметры каждого студента: коэффициенты усвоения k_0, k_1, k_2, k_3 и коэффициент забывания k по формулам (1.7)–(1.11).

4. Рассчитываются оптимальные программное управление и управление с обратной связью по формулам (2.5), (3.3).

5. Строится оптимальная траектория для отдельного обучаемого или группы учащихся, имеющих сходные коэффициенты усвоения и забывания по формуле (3.4).

Пусть n иностранных студентов изучают дистанционно оффлайн m предметов. Экономический эффект от внедрения экспортного сетевого курса определяется как прибыль Q по формуле:

$$Q = qm - \sum_{j=1}^m ИтЗ_j,$$

где q — оплата, вносимая одним студентом за период обучения,

$ИтЗ_j$ — затраты на ЭСК по предмету j .

Обратим внимание на очень важный момент. Метод, описанный выше, может

обеспечить приток валюты в страну, т.к. иностранные студенты оплачивают обучение в валюте, а затраты на разработку ЭСК исчисляются в белорусских рублях.

Заключение

Математическая модель обучения на основе теории управления может быть полезна, прежде всего, педагогам. На основе коэффициентов усвоения и забывания, определённых с помощью специальных тестов, можно прогнозировать в некотором приближении уровень текущих знаний как отдельного обучаемого, так и группы или потока студентов. Таким образом, процесс обучения может контролироваться более точно по сравнению с традиционным подходом.

Приведены решения для оптимального программного управления и управления с обратной связью. Использование этих ре-

шений на практике позволит повысить качество обучения и сохранять знания выпускников вуза в долговременном плане при минимальной нагрузке профессорско-преподавательского состава.

На основе предложенных математических методов оптимального управления может быть создана автоматизированная система управления, которая позволит оптимально планировать педагогический процесс.

Методы оптимального управления, приведенные в работе, могут быть использованы руководителями разных уровней для решения аналогичных задач управления.

Математический метод оптимального управления процессом обучения на экспортном сетевом курсе позволит повысить прибыльность учреждений образования и обеспечит постоянный приток валюты в страну.

Литература / References

1. Жукович, С.Я. Математический метод повышения качества обучения в вузе / С.Я. Жукович // Вестник БГЭУ. – 2012. – № 5. – С. 36–42.
Zhukovich, S.Ya. Matematicheskiy metod povysheniya kachestva obucheniya v vuze / S.Ya. Zhukovich // Vestnik BGEU. – 2012. – No. 5. – P. 36–42.
2. Седун, А.М. Математические методы оптимального управления обучением. Научные труды БГЭУ. / А.М. Седун, С.Я. Жукович, Минск, 2010. – С. 369–376.
Sedun, A.M. Matematicheskie metody optimalnogo upravleniya obucheniem. Nauchnye trudy BGEU. / A.M. Sedun, S.Ya. Zhukovich, Minsk, 2010. – P. 369–376.
3. Морозевич, А.Н. Вариативное решение сетевого курса / А.Н. Морозевич, А.М. Зеневич, О.В. Котлярова, М.Н. Садовская. // Информатизация образования – 2003. – № 4. – С. 75–81.
Morozevich, A.N. Variativnoe reshenie setevogo kursa / A.N. Morozevich, A.M. Zenevich, O.V. Kotlyarova, M.N. Sadovskaya. // Informatizatsiya obrazovaniya – 2003. – № 4. – P. 75–81.
4. Савицкая, Г.В. Экономический анализ / Г.В. Савицкая – М: Новое знание, 2007. – 367 с.
Savitskaya, G.V. Ekonomicheskiy analiz / G.V. Savitskaya – M: Novoe znanie, 2007. – 367 p.