

О. С. Корнева

Моделирование и прогнозирование в обучении информатике будущих экономистов

В данной статье приводится дидактическая спираль построения содержания учебной программы и организация процесса обучения экономистов для базового школьного учебного элемента «моделирование и формализация». Одним из ключевых моментов предлагаемой методики обучения является поиск оптимальных путей интеграции учебных дисциплин на основе построения спиралей фундирования базовых учебных элементов в единстве математических, информационных и экономических знаний. Приведены примеры решения экономических задач с целью формирования предметных, межпредметных и надпредметных связей как основы информационных и профессиональных компетенций будущих экономистов, а также дается целостное представление о широком взаимодействии математики, информатики и экономических дисциплин при решении комплексных задач. В статье показывается, как через теоретическое обобщение содержания школьного образования и дальнейшего углубления его на основе выявления универсальных связей за счет изучения предметов высшего образования происходит формирование нового качества профессиональной компетентности будущего экономиста.

Ключевые слова: экономико-математическое моделирование, прогнозирование, электронные таблицы, фундирование опыта личности, трансдисциплинарные связи, дидактическая спираль.

O. S. Korneva

Simulation and Forecasting in Teaching Informatics of Future Economists

The didactic spiral of creation of the contents of the training programme and the organization of the educational process of training of economists is given in this article for the basic school educational element "modelling and formalization". One of the key moments of the offered technique of training is search of optimum ways of integration of subject matters on the basis of creation of spirals of funding of basic educational elements in the unity of mathematical, information and economic knowledge. Examples of solution of economic problems with the purpose to form subject, intersubject and oversubject relationship as a basis of information and professional competences of future economists, and also a complete idea is given about broad interaction of Mathematics, Informatics and Economic disciplines at the solution of complex tasks are given. In this article it is shown how through the theoretical synthesis of the content of school education and its further deepening on the basis of identification of universal communications due to studying of subjects of the higher education, there is formation of a new quality of the professional competence of the future economist.

Keywords: economic and mathematical simulation, forecasting, electronic spreadsheets, funding of the individual's experience, transdisciplinary relationship, a didactic spiral.

Один из главных приоритетов в системе подготовки будущих экономистов – это введение новых, качественно усовершенствованных образовательных программ. В основу инновационной образовательной программы на основе концепции фундирования легли преемственность содержания школьного и вузовского образования и становление качеств личности от школьных характеристик до профессиональных компетентностей будущего экономиста. Особенностью данной концепции является выстраивание спиралей фундирования построения учебной программы, в основу которых положено содержание школьного образования и дальнейшее углубления его на основе выявления универсальных связей за счет изучения предметов высшего образования [1].

Построим одну из дидактических спиралей (спираль фундирования) содержания учебной

программы и организации процесса обучения экономистов для базового школьного учебного элемента «моделирование и формализация».

Моделирование является важнейшим элементом экономического мышления. Профессия экономиста связана с планированием, прогнозированием, организацией, учетом и анализом финансово-хозяйственной деятельности предприятия. В сферу компетенций экономиста входит не только мониторинг экономических показателей, таких как налоги, инфляция, процентные ставки, курсы валют, но и их прогнозирование. А для разработки прогнозов в настоящее время широкое распространение получили экономико-математические методы как способы и приемы экономической науки и прикладной математики, применяемые для количественного анализа экономики или ее отдельных частей. Их применение

непосредственно связано с построением и исследованием экономико-математических моделей, отображающих реальные явления и процессы с помощью системы алгебраических уравнений и неравенств в масштабах всего народного хозяйства (макромодели) или его отдельных отраслей, районов, производств (микромодели) [2].

Содержание линии «моделирование и формализация» в школьной информатике определено следующим перечнем понятий: моделирование как метод познания, формализация, материальные и информационные модели, основные типы информационных моделей. Линия моделирования, наряду с линией информации и информационных процессов, является теоретической основой базового курса информатики.

Содержательная линия формализации и моделирования выполняет в базовом курсе школьной информатики важнейшую педагогическую задачу – развитие системного мышления учащихся, так как работа с огромными объемами информации невозможна без навыков ее систематизации. Умение систематизировать данные – главный компонент компьютерной грамотности учащихся. Не случайно в процессе развития школьной информатики следует отметить значительное увеличение веса данной линии в общем содержании курса. Понятие модели – центральное понятие курса информатики, которое как красная нить должно проходить по всему содержанию курса, поскольку формализация и моделирование являются базовыми компонентами при изучении всех разделов информатики в школе [3].

Таким образом, первый этап формирования базового учебного элемента школьной информатики (БУЭШ) «моделирование и формализация» завершен. Можно переходить ко второму этапу. На втором этапе (1–4 семестр) развертывания

дидактической спирали фундирования конструкта «моделирование» происходит дальнейшее развитие и фундаментализация теоретических и практических знаний, полученных в школе. Особенностью этого этапа является важность междисциплинарных связей математики и информатики, охватывающие такой круг вопросов, как экономико-математическое моделирование, линейное программирование, оптимизационные задачи, построение модели с помощью компьютера и проведение компьютерного эксперимента. На следующем, третьем этапе, когда у студентов заложены основы экономической теории, рассмотрены вопросы финансовой математики, изучены теоретико-вероятностные методы и статистика, теория и практика инвестиционного анализа, бухгалтерского учета, целесообразно в полной мере продемонстрировать MS Excel как мощный и универсальный инструмент по решению достаточно серьезных задач, возникающих в сфере экономики и финансов. Это делается в рамках дисциплины «Финансовые информационные технологии» (8–9 семестр), где строятся модели денежных потоков, совершается статистическая обработка данных, анализ и прогнозирование, проводятся финансово-экономические расчеты, решаются уравнения и оптимизационные задачи.

На рисунке 1 приведена дидактическая спираль построения содержания учебной программы базового вузовского учебного элемента (конструкта, дидактической единицы) «моделирование». Из рисунка видно, как, начиная со школьного предмета информатики, через послойное фундирование в разных дисциплинах происходит развертывание знаний, умений и навыков на новом витке и новом уровне [5].

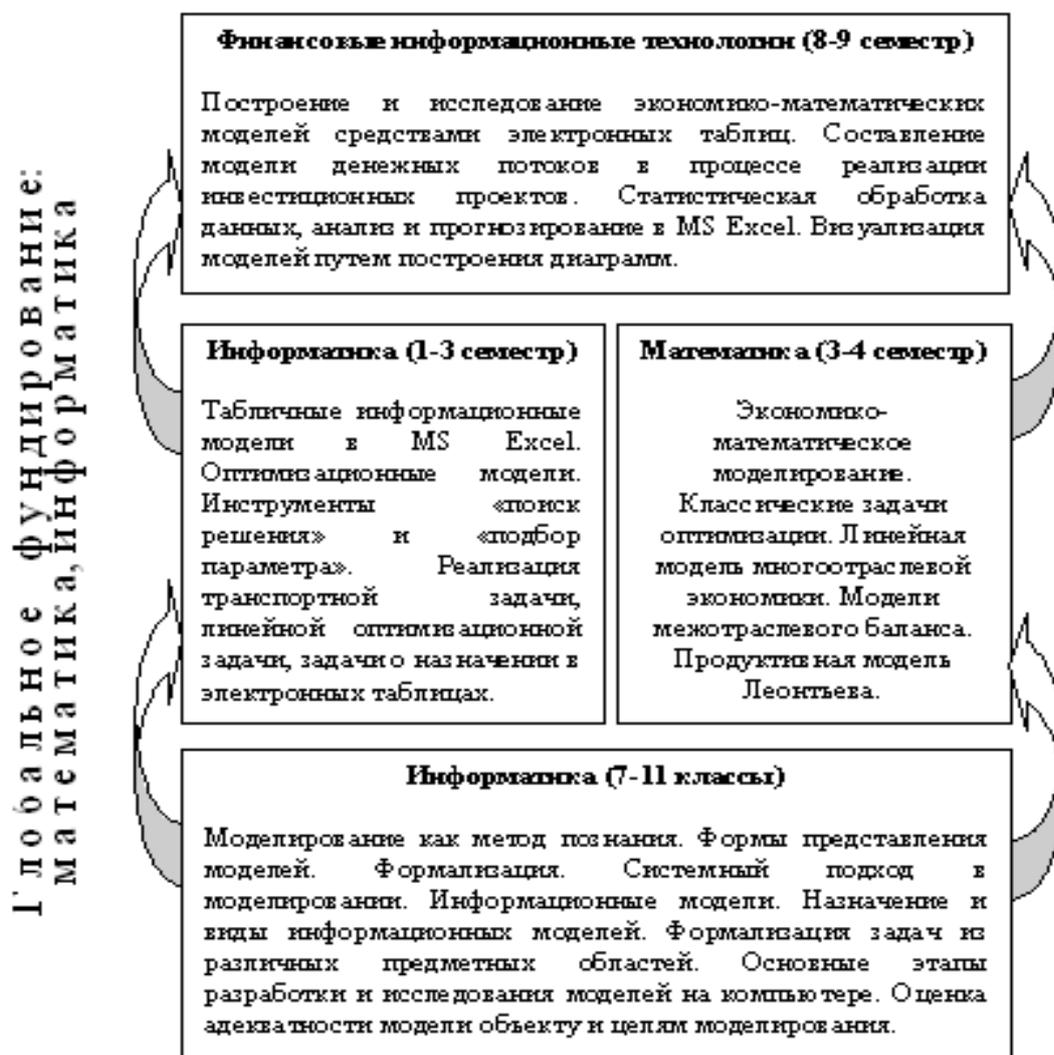


Рисунок 1. Дидактическая спираль конструкта «моделирование»

Одним из наиболее часто используемых типов информационных моделей является прямоугольная таблица. Табличная форма придает лаконичность и наглядность данным, структурирует данные, позволяет увидеть закономерности в характере данных. Умение представлять данные в табличной форме – очень полезный навык для будущего экономиста. Важно не только собирать необходимый статистический материал, но и сводить его в таблицы, группировать, считать и планировать. Практически все учебные предметы используют таблицы, но ни один из них не учит методике построения таблиц. Построить табличную информационную модель с помощью электронных таблиц MS Excel, затем визуализировать ее путем построения диаграмм является полезным навыком структурирования, моделирования и формализации информации. Примерами таких

заданий могут быть задания типа «Расчет валовой прибыли производственного предприятия» (2 семестр): завод изготавливает изделия трех видов: П1, П2, П3. Затраты на изготовление единицы продукции П1, П2, П3 составляют соответственно 70, 150, 100 руб. Прибыль от реализации единицы изделия П1, П2, П3 соответственно равна 200, 160, 250 рублей. План производства изделия П1–20048 шт, П2–4329 шт, П3–14630 шт. В январе было изготовлено П1–1356 шт, П2–407 шт, П3–1456 шт. Требуется при помощи MS Excel рассчитать: а) затраты на изготовление изделий трех видов П1, П2, П3; б) прибыль от реализации каждого вида изделий; в) прибыль, полученную предприятием в январе; г) процент выполнения плана в январе по каждому виду изделия.

Задания на построения информационных табличных моделей позволяют оценить умение

структурировать данные, развить системное мышление, выявляя связи между объектами и их закономерности, сводить содержание к форме, визуализировать полученную модель в виде графика или диаграммы, что является обязательными элементами информационной компетентности будущего экономиста.

Оптимизационные модели – это особый вид экономико-математических моделей, описывающих варианты решения определенной проблемы. Нормативные модели оптимизации включают переменные для выбора варианта решения и его оценки. Модели оптимизации содержат уравнения взаимосвязи переменных и критерий для выбора – функционал или целевую функцию. Целевая функция принимает значения в области, ограниченной условиями задачи. В состав целевой функции входят управляемые переменные, параметры, задается форма функции. Для решения оптимизационных задач применяются методы математического программирования. Например, задачи линейного программирования основаны на следующей модели:

$$\sum_i a_{ij}x_i \rightarrow \text{extr} \quad \sum_j b_{ij}x_i \leq B_j, j = 1, l$$

где i – индекс переменной; a_i – коэффициенты переменных для вычисления целевой функции; b_{ij} – нормативные коэффициенты затрат «ресурса» j -го вида на i -ю переменную; B_j – ограничение на запас j -го «ресурса»; x_i – i -я переменная, на значение которой могут накладываться дополнительные ограничения (неотрицательное, целое число и т. п.). Целевая функция стремится к экстремуму — максимуму или минимуму. Ограничения задаются в виде системы уравнений. Дополнительно накладываются условия целочисленности значений искомым переменных.

Задачи оптимизации очень часто встречаются в управленческой, финансовой и научной деятельности. Они позволяют отыскать наилучшее (оптимальное) решение, например, максимальную прибыль или минимальные затраты. При этом требуется учитывать ряд дополнительных ограничений на значения используемых пара-

$$\begin{cases} X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} \leq 15 \\ X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} \leq 25 \\ X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} + X_{35} \leq 20 \end{cases}$$

Необходимо определить такие неотрицательные значения переменной X_{ij} , которые удовле-

твуют. На компьютере подобные задачи можно решать с помощью инструмента «Поиск решения» табличного процессора MS Excel. Основные виды экономических задач, сводящиеся к отысканию оптимального решения, – это задача о наилучшем использовании ресурсов, задача планирования выпуска продукции с максимизацией прибыли, определение оптимального графика работы сотрудников фирмы, задача о выборе портфеля ценных бумаг, оптимизация плана перевозок (транспортная задача) и т.д.

С целью формирования предметных, межпредметных и надпредметных связей как основы информационных и профессиональных компетенций будущих экономистов, а также целостного представления о широком взаимодействии математики, информатики и экономических дисциплин при решении комплексных задач рассмотрим решение транспортной задачи.

Транспортная задача (3 семестр). Фирме необходимо организовать перевозку продукции с трех складов в пять магазинов. Сведения о наличии продукции на складах, о потребности в этой продукции в магазинах и о стоимости перевозки единицы продукции с каждого склада во все магазины приведены в таблице на Рисунке 2, где под строкой понимается склад, а под столбцом магазин. Составить оптимальный план перевозок по доставке продукции в магазины, минимизирующий суммарные транспортные расходы. Решение данной задачи средствами электронных таблиц включает три этапа: построение математической модели, построение начального плана перевозок, улучшение (оптимизация) плана перевозок.

Математическая модель будет состоять из ряда ограничений. Во-первых, исходя из физического смысла задачи, количество продукции, отправляемое со склада в магазин X_{ij} и стоимость продукции C_{ij} , не может быть отрицательной величиной: $X_{ij} \geq 0$, $C_{ij} \geq 0$. Во-вторых, ограничения по предложению: со складов нельзя вывезти продукции больше, чем там имеется. В-третьих, ограничение по спросу: в магазины следует завезти не меньше продукции, чем им требуется:

$$\begin{cases} X_{11} + X_{21} + X_{31} \geq 20 \\ X_{12} + X_{22} + X_{32} \geq 12 \\ X_{13} + X_{23} + X_{33} \geq 5 \\ X_{14} + X_{24} + X_{34} \geq 8 \\ X_{15} + X_{25} + X_{35} \geq 15 \end{cases}$$

творяют ограничениям и обращают в минимум

общую стоимость перевозок (целевую функцию) Z.

$$Z = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J C_{ij} X_{ij} \rightarrow \min$$

Необходимым и достаточным условием разрешимости транспортной задачи является условие баланса: суммарное количество продукции на складах равно суммарному количеству продукции, требуемой в магазинах.

$$\sum_{i=1}^I S_i = \sum_{j=1}^J M_j = 15 + 25 + 20 = 20 + 12 + 5 + 8 + 15 = 60$$

Реализация транспортной задачи на компьютере начинается с первоначального ввода исходных данных: сведений о наличии продукции на складе, сведений о потребности магазинов в продукции, стоимости перевозки единицы продукции со склада в магазин. Затем строим началь-

ный план перевозок, считаем, что с каждого склада в каждый магазин везут одну единицу товара. Для определения стоимости перевозок в 1-м магазине используем функцию СУММПРОИЗВ(C4:C6;C10:C12), во 2-м СУММПРОИЗВ(D4:D6;D10:D12) и т.д. Просуммируем общую стоимость перевозок, это и будет наша целевая функция. Для начального плана она равна 44 денежных единицы. Осталось запустить процедуру оптимизации плана перевозок, предварительно скопировав левый фрагмент рабочего листа и заполнить диалоговое окно «Поиск решения», как показано на Рисунке 2. В результате мы имеем оптимальный план распределения единиц товара по доставке продукции в магазины при минимальных транспортных расходах равных 121 денежной единице.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1			Магазины								Магазины				
2	Склад	Запас	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й		Склад	Запас	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
3			Стоимость перевозки ед. продукции								Стоимость перевозки ед. продукции				
4	1	15	1	0	3	4	2		1	15	1	0	3	4	2
5	2	25	5	1	2	3	3		2	25	5	1	2	3	3
6	3	20	4	8	1	4	3		3	20	4	8	1	4	3
7	Потребности магазинов		20	12	5	8	15		Потребности магазинов		20	12	5	8	15
8															
9	Склад	Всего	План перевозок (НАЧАЛЬНЫЙ)						Склад	Всего	План перевозок (ОПТИМАЛЬНЫЙ)				
10	1	5	1	1	1	1	1		1	15	15	0	0	0	0
11	2	5	1	1	1	1	1		2	25	0	12	0	8	5
12	3	5	1	1	1	1	1		3	20	5	0	5	0	10
13	Целевая функция	Всего	Завоз в магазины						Целевая функция	Всего	Завоз в магазины				
14			3	3	3	3	3				35	12	5	8	15
15	44	Стоимость перевозок в магазин	10	9	6	11	8		121	Стоимость перевозок в магазин	35	12	5	24	45

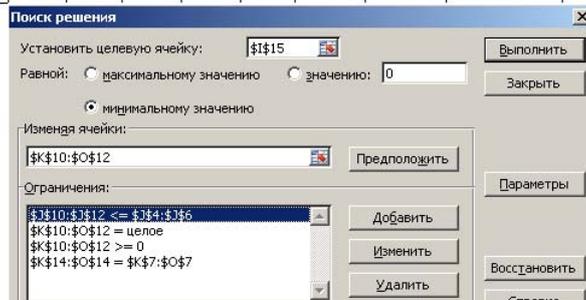


Рисунок 2. Фрагмент окна MS Excel решения транспортной задачи

Для обогащения теоретического и практического опыта, связанного с построением и исследованием экономико-математических моделей с помощью компьютера приведем еще одну серьезную задачу, стоящую перед управляющим или экономистом. Это задача анализа и прогнозирования денежных потоков (8 семестр). Очевидно, что на основе полученных результатов определяются и все остальные параметры производственно-финансовой деятельности фирмы.

Наиболее важным элементом всех прогнозов является прогноз продаж. Достоверность этого показателя особенно важна, так как обоснование проекта основывается именно на этом элементе. На сегодняшний день наука достаточно далеко продвинулась в разработке технологий прогнозирования. Разработано множество соответствующих программных пакетов, но студентам они, к сожалению, не всегда доступны. Однако многие методы прогнозирования можно достаточно успешно решать в широко известном и распро-

страненном пакете прикладных программ MS Excel. Представленная здесь профессионально-ориентированная задача способствует развитию экономического мышления, повышению качества профессиональной подготовки будущих специалистов. В результате студенты овладевают реальным опытом применения статистических расчетных методов, который используют практически все рыночно ориентированные компании.

План продаж – это прогноз поступлений денежных средств компании в оплату товаров, работ, услуг. Качество составления плана продаж очень важно, так как без четкого прогноза доходов компании невозможно определить ключевые финансовые показатели, а следовательно, принять решение о разработке стратегии и тактики на прогнозный период. Покажем, как для прогнозирования плана продаж может быть применен регрессионный анализ, позволяющий строить модели на основе взаимодействия признаков. В качестве наглядного примера приведем зависимость между интенсивностью вложений в рекламную деятельность и объемами продаж одной из фирм. Исходные данные для расчета будущего объема продаж приведены в таблице 1 [4].

Таблица 1. Исходные данные для расчета будущего объема продаж

Период времени t	Объем продаж Q, тыс. руб	Расходы на рекламу X, тыс. руб	X ²	Q*X
1 кв. 2008	120	14	196	1680
2 кв. 2008	180	16	256	2880
3 кв. 2008	250	22	484	5500
4 кв. 2008	290	26	676	7540
1 кв. 2009	350	40	1600	14000
2 кв. 2009	420	44	1936	18480
3 кв. 2009	440	50	2500	22000
Итого	2050	212	7648	72080
Среднее (\bar{Q}, \bar{X})	292,86	30,29		

В простейшем случае регрессия для объема продаж (Q) и одной независимой переменной (X) может быть представлена следующим уравнением:

$$Q = a + bX$$

Использование метода наименьших квадратов позволяет аналитику определить такие величины a и b, чтобы полученные из уравнения регрессии значения показателя Q как можно меньше отличались от наблюдаемых его значений. Однако в практике финансового анализа для нахождения a и b в уравнении линейной регрессии с одной независимой переменной применяют упрощенный подход, в рамках которого рассчитываются искомые коэффициенты по следующим формулам:

$$b = \frac{n \sum_{t=1}^n XQ - (\sum_{t=1}^n X)(\sum_{t=1}^n Q)}{n \sum_{t=1}^n X^2 - (\sum_{t=1}^n X)^2} = \frac{7 \cdot 72080 - 212 \cdot 2050}{7 \cdot 7648 - 212 \cdot 212} = 8,1425$$

$$a = \bar{Q} - b\bar{X} = 292,86 - 8,1425 \cdot 30,29 = 46,22$$

где n – число наблюдений, \bar{Q}, \bar{X} – средние арифметические объема продаж и независимой переменной соответственно.

Иллюстрация решения рассматриваемой задачи с использованием MS Excel приведена на Рисунке 3.

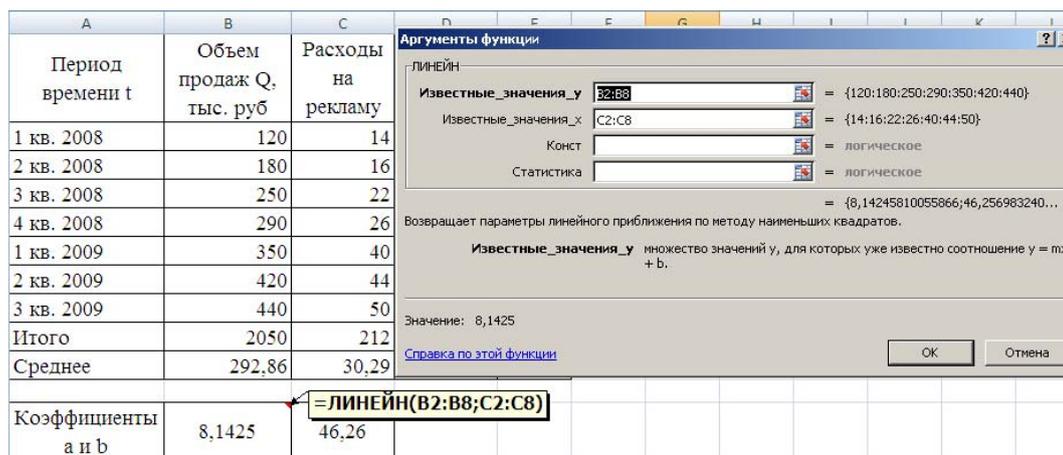


Рисунок 3. Фрагмент окна MS Excel с функцией ЛИНЕЙН

Если финансовые аналитики в следующем квартале планируют произвести затраты на рекламную деятельность на сумму 100 тыс. руб., то прогнозируемый объем продаж составит, тыс. руб.:

$$46,22 + 3,1425 \cdot 100 = 800,47$$

При желании достичь объема продаж в размере 1000 тыс. руб. финансистам следует планировать расходы на рекламную деятельность 117,14 тыс. руб.:

$$k = \frac{1000 - 46,22}{8,1425} = 117,14$$

В данной статье мы показали, как через теоретическое обобщение содержания школьного образования и дальнейшего углубления его на основе выявления универсальных связей за счет изучения предметов высшего образования происходит формирование нового качества профессиональной компетентности будущего экономиста.

Библиографический список

1. Смирнов, Е. И. Фундирование опыта в профессиональной подготовке и инновационной деятельности педагога [Текст] / Е. И. Смирнов: монография. – Ярославль, 2012. – 646 с
2. Райзберг, Б. А. Современный экономический словарь [Текст] / Б. А. Райзберг, Л. Ш. Лозовский, Е. Б. Стародубцева. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2007. – 495 с.
3. Кошечева, Т.И. Изучение темы «Моделирование и формализация» [Электронный ресурс] / Т. И. Кошечева // ИД «Первое сентября». Оргкомитет фестиваля «Открытый урок». – 2014. – Режим доступа: <http://festival.1september.ru/articles/528516/>
4. Киселева, О. В., Инвестиционный анализ [Текст]: учебное пособие / О. В. Киселева, Ф. С. Макеева. – М.: КНОРУС, 2010.-208 с

5. Богун, В. В. , Смирнов, Е. И. , Кузнецов, А. А. Проблемы и перспективы реализации единой среды дистанционного обучения студентов педагогических вузов [Текст] // Информатика и образование. – М.: №7, 2010.- С. 74–82

Bibliograficheskij spisok

1. Smirnov, E. I. Fundirovanie opyta v professional'noj podgotovke i innovatsionnoj deyatel'no-sti pedagoga [Tekst] / E. I. Smirnov: monografiya. – YAroslavl', 2012. 646 s
2. Rajzberg, B. A. Sovremennyy ehkonomicheskij slovar' [Tekst] / B. A. Rajzberg, L. SH. Lozovskij, E. B. Starodubtseva. – 5-e izd., pererab. i dop. – M.: INFRA-M, 2007. – 495 s.
3. Koshheeva, T.I. Izuchenie temy «Modelirovanie i formalizatsiya» [EHlektronnyj resurs] / T. I. Ko-shheeva // ID «Pervoe sentyabrya». Orgkomitet festiva-lya «Otkrytyj urok». – 2014. – Rezhim dostupa: <http://festival.1september.ru/articles/528516/>
4. Kiseleva, O. V. , Investitsionnyj analiz [Tekst]: uchebnoe posobie / O. V. Kiseleva, F. S. Ma-keeva. – M.:KNORUS, 2010.-208 s
5. Bogun, V. V. , Smirnov, E. I. , Kuznetsov, A. A. Problemy i perspektivy realizatsii edinoj sredy distantsionnogo obucheniya studentov pedagogicheskikh vuzov [Tekst] // Informatika i obrazovanie. – M.: №7, 2010.- S. 74–82