



**ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРИ
ПРАВИТЕЛЬСТВЕ РФ**
Барнаулский филиал
Кафедра «Математика и информатика»



**АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**
им. И.И.Ползунова
Кафедра «Прикладная математика»

МАТЕРИАЛЫ

VII межвузовской студенческой
научно-практической конференции

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ЭКОНОМИКЕ

Барнаул - 2016

УДК 519.8

Материалы VII межвузовской научно-практической студенческой конференции «Математические методы и информационные системы в экономике», посвященной 50-летию образования Барнаульского филиала Финансового университета при Правительстве Российской Федерации /Финансовый университет при Правительстве РФ. Барнаульский филиал, 2016. – 93 с.

Редакционная коллегия сборника:

д.т.н., профессор Перепелкин Е.А.

к.т.н., доцент Ильина М.А.

к.ф.-м.н., доцент Копылова Н.Т.

Содержание

1	Дубов В.С., Половникова Е.С. Применение математических методов в оценке недвижимости.....	4
2	Барынмай С.О., Ильина М.А. Дерево принятия решений.....	10
3	Гельфанд Е.М., Гунер М.В., Глебова Н.Д., Жукова К.В., Талюкина В.И. Оптимизация издержек при составлении маршрутов инкассации	18
4	Афони́на М.В., Труби́цина Е.А. Показатели оценки эффективности сайтов образовательных организаций.....	23
5	Копылова Н.Т., Сиворонова Е.Р. Применение теории графов для поиска оптимальных решений.....	30
6	Воробьева И.В., Ильина М.А., Подъезжих Р.В. Экономить или нет? Математический ответ.....	36
7	Ильина М.А., Лобанова Е.С. Биматричные игры.....	49
8	Морковин А.В., Мельников Д.Г. Проект базы данных в системе формирования отчетов федерального статистического наблюдения.....	56
9	Копылова Н.Т., Минеева Е.А. Отдельные модели теории расписаний.....	62
10	Горшенёва В.К., Копылова Н.Т. Оптимальный портфель марковица для инвестирования в нефтяную отрасль.....	71
11	Ильина М.А., Катаева И.Н., Медведева Е.А. Аукционы и теория игр.....	78
12	Белоцерковец С.С., Лопухов В.М. Реализация web-ресурса Администрации Бобровского сельсовета Шипуновского района Алтайского края.....	84
13	Васюнина А.А., Коханенко Д.В. Анализ информационной системы на малом предприятии и повышение её эффективности.....	87

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ОЦЕНКЕ НЕДВИЖИМОСТИ

Дубов В.С., Половникова Е.С.

Алтайский государственный университет, г. Барнаул

Аннотация

В зарубежной и отечественной литературе описывается возможность и польза от применения математики для оценки недвижимости. Математические методы дают возможность использования современных программных компьютерных средств для построения достоверных моделей оценки стоимости, что значительно упрощает выполнение процедуры оценки. В докладе была проведена оценка стоимости земельного участка методом анализа иерархий на основе сравнения исследуемого объекта с объектами-аналогами по наиболее важным признакам.

Неоспоримая эффективность простота применения математических методов в оценке стоимости различных активов доказана и описана во многих источниках литературы. Наравне с этим в настоящее время многие эксперты оценочного сообщества проявляют повышенный интерес к методам индивидуальной оценки, которые дают возможность разрабатывать эффективные инвестиционные и финансовые стратегии [1]. Основная цель оценки заключается в установлении наиболее вероятной цены продажи или покупки актива на основании сравнения уровней спроса и предложения на данный актив на соответствующем сегменте рынка. Для решения такой задачи используются математические методы, которые предполагают следующие возможности их применения: во-первых, в виде описательных математических моделей сравнительного, доходного и затратного подходов оценки, во-вторых, в виде математических моделей результирующего показателя стоимости от совокупности ценообразующих факторов при использовании сравнительного подхода в оценке имущества [2]. В свою очередь, сравнительный подход – это совокупность методов оценки

стоимости, основанных на сравнении объекта оценки с его аналогами, в отношении которых имеется информация о ценах сделок с ними. Его можно применять при следующих условиях:

- Когда объект оценки не является уникальным;
- Если известны условия совершения сделок и данные о финансовых результатах деятельности объектов-аналогов;
- Факторы, оказывающие влияние на стоимость сравниваемых аналогов, сопоставимы друг с другом.

В целом, использование математики при оценке активов позволяет выделить и описать наиболее существенные связи между экономическими переменными, характеризующими процессы или явления, оценить форму и параметры связи между этими переменными, точно и компактно изложить отдельные положения теории оценки, математически описав подходы и методы оценки.

Одним из наиболее подходящих методов оценки является метод анализа иерархий, который является обоснованным путем решения многокритериальных задач с иерархическими структурами и дает возможности сравнивать критерии и варианты решений попарно, что в свою очередь заметно облегчает обоснование полученных выводов [3]. Первый этап анализа проблемы принятия решений в данном методе – построение иерархической структуры, состоящей из цели, критериев, альтернативы и других рассматриваемых факторов, влияющих на выбор. Такая структура отражает понимание проблемы лицом, принимающим решение. Следующим этапом анализа является определение приоритетов, представляющих относительную важность или предпочтительность элементов построенной иерархической структуры, с помощью процедуры парных сравнений. Далее в результате ряда вычислений (нахождение индексов важности, нормирование весов, вычисление индексов согласованности и т.д.) рассчитывается стоимость анализируемого объекта.

Сначала сформируем ряд объектов-аналогов и укажем их характеристики (табл.1).

Таблица 1 – Информация об объектах аналогах и объекте оценки

№ п/п	1	2	3	4	5
Обозначение	A1	A2	A3	A4	A5 (объект оценки)
Местоположение	г. Барнаул	г. Барнаул	г. Новоалтайск	г. Барнаул	г. Новоалтайск
Зона расположения в населенном пункте	Центральная зона	Периферийная зона	Периферийная зона	Центральная зона	Периферийная зона
Категория земель	Земли общественной застройки	Земли промышленного использования	Земли промышленного и коммерческого использования	Земли общественной застройки	Земли общественной застройки
Функциональное использование	Размещение АЗС	Размещение производственной базы	Размещение АЗС	Размещение производственной базы	Размещение производственной базы
Площадь земельного участка, м ²	4200	4295	1032	2567	2567
Инженерное благоустройство	Электроснабжение Водоснабжение канализация телефонизация	Электроснабжение водоснабжение	Те же	Те же + телефонизация канализация теплоснабжение газоснабжение	Те же + телефонизация канализация теплоснабжение газоснабжение
Сервитуты	Отсутствуют	Отсутствуют	Отсутствуют	Сервитут на право прохода и проезда	Сервитут на право прохода и проезда
Стоимость 1 м ² , руб.	61152	100718	17781	51853	-

Следующим этапом является разработка шкалы качественных оценок.

Разумно взять интервал значений от 1 до 9. Предположим, что равенство будет в значениях от 1 до 2 включительно, незначительное преимущество – от 3 до 4 включительно, значительное преимущество – от 5 до 6 включительно, явное преимущество – от 7 до 8 включительно, и абсолютное преимущество – 9. Таким образом, объект O_1 превосходит объект O_j по предпочтительности: «промежуточное значение» - 2, «слабое превосходство» - 3, «промежуточное значение» - 4, «сильное превосходство» - 5,

«промежуточное значение» - 6, «очень сильное превосходство» - 7, «промежуточное значение» - 8, «абсолютное превосходство» - 9. Если объект O_j превосходит объект O_i , то тогда с точки зрения O_i «промежуточное значение» будет $1/2$, «слабое превосходство» - $1/3$, «промежуточное значение» - $1/4$, «сильное превосходство» - $1/5$, «промежуточное значение» - $1/6$, «очень сильное превосходство» - $1/7$, «промежуточное значение» - $1/8$, «абсолютное превосходство» - $1/9$.

На основании вышеуказанных оценок требуется составить матрицы индексов важности. В качестве признаков сравнения будут выступать местоположение, уровень обеспечения инженерными коммуникациями, наличие сервитутов и функциональное назначение. Результаты сравнения местоположений отражены ниже (табл. 2).

Таблица 2 - Местоположение

	A1	A2	A3	A4	A5
A1	1,00	2,00	6,00	0,25	6,00
A2	0,50	1,00	5,00	0,33	5,00
A3	0,17	0,20	1,00	0,147	1,00
A4	4,00	3,00	7,00	1,00	7,00
A5	0,17	0,20	1,00	0,14	1,00

Также зафиксируем итоги сравнения объектов по уровню обеспечения инженерными коммуникациями (табл.3).

Таблица 3 - Уровень обеспеченности инженерными коммуникациями

	A1	A2	A3	A4	A5
A1	1,00	4,00	3,00	0,25	0,50
A2	0,25	1,00	1,00	0,17	0,20
A3	0,33	2,00	1,00	0,17	0,25
A4	4,00	6,00	6,00	1,00	2,00
A5	2,00	5,00	4,00	0,50	1,00

Далее сравним объекты по наличию сервитутов (табл. 4).

Таблица 4 - Наличие сервитутов

	A1	A2	A3	A4	A5
A1	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00
A2	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00
A3	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00
A4	0,33	0,33	0,33	1,00	1,00
A5	0,33	0,33	0,33	1,00	1,00

В заключение сравниваем объекты по их функциональному назначению (табл.5).

Таблица 5 - Функциональное назначение

	A1	A2	A3	A4	A5
A1	1,00	6,00	1,00	3,00	6,00
A2	0,17	1,00	0,17	0,25	1,00
A3	1,00	6,00	1,00	3,00	6,00
A4	0,33	4,00	0,33	1,00	4,00
A5	0,17	1,00	0,17	0,25	1,00

После этого находим веса индексов важности (w_i^k) по формуле:

$$w_i^k = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}^k}, k = [1,m]; i = [1,n],$$

где k – номер фактора; i, j – номера объектов недвижимости; a_{ij}^k – элемент соответствующей матрицы индексов важности; n – количество объектов недвижимости.

Далее требуется пронормировать полученные веса индексов важности путем деления каждого веса индексов важности на сумму весов индексов важности по строке. Полученные данные отобразим в таблице 6.

Таблица 6 – Расчет нормированных весов индексов важности

Элементы сравнения	Веса индексов важности					Сумма весов	Нормирование весов индексов важности				
	w_1^k	w_2^k	w_3^k	w_4^k	w_5^k		$w_{1н}^k$	$w_{2н}^k$	$w_{3н}^k$	$w_{4н}^k$	$w_{5н}^k$
Местоположение	1,78	1,33	0,35	3,58	0,34	7,38	0,24	0,18	0,05	0,49	0,05
Уровень обеспеченности инженерными коммуникациями	1,08	0,38	0,49	3,10	1,82	6,88	0,16	0,06	0,07	0,45	0,27
Наличие сервитутов	1,55	1,55	1,55	0,52	0,52	5,69	0,27	0,27	0,27	0,09	0,09
Функциональное назначение	2,55	0,37	2,55	1,12	0,37	6,96	0,37	0,05	0,37	0,16	0,05
Сумма нормированных весов индексов важности по столбцам	-	-	-	-	-	-	1,04	0,56	0,76	1,19	0,46

Чтобы определить правильности построения матриц индексов важности, необходимо вычислить индекс согласованности. Для этого находим Адамаровы векторы y^k , умножив матрицы индексов важности A^k на соответствующие векторы приоритетов W^k ($k = [1, m]$), где W^k - пятистрочная матрица с одним столбцом, элементами которой являются: в первой строчке - $w^k_{1н}$, во второй - $w^k_{2н}$, в третьей - $w^k_{3н}$, в четвертой - $w^k_{4н}$, в пятой - $w^k_{5н}$. Затем находим вектора согласованности Z_i как отношение Адамарова вектора y^k_i к соответствующему нормированному весу индекса важности $w^k_{ин}$. Также определяется разброс согласованности λ^k ($k = [1, m]$) как отношение суммы векторов согласованности фактора к количеству объектов недвижимости (табл. 7). Далее определяем индекс согласованности (σ^k) каждой матрицы по формуле:

$$\sigma^k = (\lambda^k - n) / (n - 1)$$

Таблица 7 – Расчет индексов согласованности

Элементы сравнения	Адамаровы вектора					Вектора согласованности					λ^k	σ^k
	y^k_1	y^k_2	y^k_3	y^k_4	y^k_5	z^k_1	z^k_2	z^k_3	z^k_4	z^k_5		
Местоположение	1,29	0,93	0,24	2,65	0,24	5,33	5,18	5,17	5,466	5,10	5,25	0,06
Наличие сервитутов	1,37	1,37	1,37	0,46	0,46	5,00	5,00	5,00	4,997	5,00	5,00	0
Функциональное назначение	1,85	0,27	1,85	0,83	0,27	5,05	5,05	5,05	5,148	5,07	5,07	0,02
Уровень обеспеченности инжен.коммуникациями	0,84	0,30	0,38	2,38	1,37	5,33	5,28	5,31	5,266	5,17	5,27	0,07

Следующим этапом является расчет приведенного нормированного отклонения по каждому объекту (V_i). Оно вычисляется как отношение суммы нормированных весов индексов важности каждого столбца к общему числу сравниваемых факторов. В результате получаем следующие данные:

$$V_1 = 0,26; V_2 = 0,14; V_3 = 0,189; V_4 = 0,297; V_5 = 0,114.$$

В конечном итоге стоимость оцениваемого участка (C) определяется по формуле:

$$C = \frac{V_5}{n-1} * \sum_{i=1}^{n-1} \frac{C_i}{V_i},$$

где C_i – стоимость 1 м² i-го объекта аналога.

Подставив в формулу исходные данные, определяем, что стоимость одного квадратного метра оцениваемого участка равна 34 863,56 рублей. Метод анализа иерархий определил точную цену оцениваемого участка на основании его признаков, а также анализа признаков и цен объектов-аналогов.

По итогам вышесказанного, мы определили, что применение метода анализа иерархий при определении стоимости недвижимого объекта является целесообразным, поскольку он имеет простой алгоритм расчета и достаточно точно определяет стоимость. Также его достоинство заключается в том, что он не требует специальных навыков – все расчеты можно сделать в известной программе для работы с электронными таблицами Microsoft Excel.

Список литературы

1. Горпинюк Ю. Н. Целесообразность применения математических методов в стоимостной оценке // Молодой ученый. — 2015. — №14. — С. 243-246.
2. Грибовский, С.В. Математические методы оценки стоимости недвижимого имущества [Электронный ресурс]: — Электрон. дан. — М.: Финансы и статистика, 2008.
3. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993.- 278с.

ДЕРЕВО ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Барынмай С.О., Ильина М.А

Барнаулский филиал Финансового Университета

при Правительстве РФ

В современном бизнесе принятие эффективных управленческих решений может стать важным конкурентным преимуществом. Организация может определить своих конкурентов за счет принятие более удачных решений и более эффективного внедрения принятых решений. Поэтому

своевременная разработка и принятие правильного решения – главные задачи управленческого персонала любой организации. Непродуманные действия могут дорого стоить компании.

В теории игр принятие решений решается такими методами как матричные игры (платежная матрица и графический метод), приведение матричной игры к задаче линейного программирования, метод дерева решений и другие [1, 2]. В рамках этой работы рассмотрим метод дерева принятия решений.

Как любое дерево, дерево принятия решений состоит из «веток» и «листьев» [3]. Конечно, навыки рисования тут не пригодятся, так как дерево решений – это графическое систематизирование процесса принятия тех или иных решений, где отражены альтернативные решения и состояния среды, а также возможные риски и выигрыши для любых комбинаций данных альтернатив.

Анализ задач с помощью дерева решений включает пять этапов:

- 1) формулировка задачи;
- 2) построение или изображение дерева решений;
- 3) оценка вероятностей состояний среды;
- 4) установление выигрышей для каждой возможной комбинации альтернатив и состояний среды;
- 5) решение задачи путем расчета ожидаемой стоимостной оценки для каждой вершины состояния среды.

Построение дерева достаточно простое. Рисуют деревья слева направо. Необходимо начать с отображения структуры проблемы в «стволе» будущего дерева решений (справа). Ветви – это альтернативные решения, которые теоретически могут быть приняты в данной ситуации, а также возможные следствия принятия этих альтернативных решений. Ветви берут свое начало из одной точки (исходных данных), а «разрастаются» до получения конечного результата. Количество ветвей вовсе не свидетельствует о качестве вашего дерева.

Ветви бывают двух видов: возможные решения --- пунктирными линиями; возможные исходы – сплошными линиями.

Места, где принимаются решения, обозначают квадратами (\square), места появления исходов – кругами (\circ).

Помимо этого, на дереве решений необходимо отобразить всю информацию о времени работ, их стоимости, а также вероятности принятия каждого решения, и после того, как все решения и предполагаемые результаты будут указаны на дереве, проводится анализ и выбор наиболее выгодного пути.

При анализе решений «дерево решений» используются как визуальный и аналитический инструмент поддержки принятия решений, где для каждой альтернативы рассчитывается ожидаемая стоимостная оценка (EMV) – максимальная из сумм оценок выигрышей, умноженных на вероятность реализации выигрышей, для всех возможных вариантов [4]:

$$EMV = p_1 * q_1 + p_2 * q_2,$$

где $p_{1,2}$ - вероятность выигрыша; $q_{1,2}$ - сумма выигрыша.

Для того, чтобы лучше понять, как работает этот метод рассмотрим сначала простой пример.

Пример 1.

Студента пригласили на телевизионную игру «Колесо фортуны». Колесо управляется электронным образом с помощью двух кнопок, которые сообщают колесу сильное (В) или слабое (Н) вращение. Само колесо разделено на равные области – белую (Б) и красную (К).

Вам сообщили, что в белой части колесо останавливается с вероятностью 0,3, а в красной – 0,7. Плата, которую вы получаете за игру, равна (в долларах) следующему:

	<i>B</i>	<i>K</i>
<i>B</i>	800	200
<i>H</i>	-2500	1000

Требуется изобразить соответствующее дерево решений.

Решение:

В условии задачи видно, что выигрыш игры зависит от вращения колеса, следовательно, корнем дерева является вращение колеса, обозначим в квадрат под цифрой 1 (см. рис. 1). Колесо может вращаться либо сильно, либо слабо, значит определяем критерий, по которому далее будет происходить распределение – кнопки для сильного или легкого вращения обозначим кругами с буквами А и Б.

Затем идет разветвление дерева на возможные варианты по цвету области на колесе: красный или белый. И начинаем разветвлять наше дерево: под А возможны красный цвет с вероятностью 0,7 и суммой выигрыша 200 долларов, или белый цвет с вероятностью 0,3, с суммой 800 долларов. Аналогично и для Б, но сумма выигрышей меняется. Сумма выигрыша при красном цвете составит 1000 долларов, а сумма выигрыша при белом цвете равна -2500 долларов, т.е. получим убыток. Далее вычисляем ожидаемую стоимостную оценку по формуле:

$$EMV = p_1 * q_1 + p_2 * q_2$$

$$EMV (A) = 0,7 * 1000 + 0,3 * (-2500) = -50$$

$$EMV (B) = 0,7 * 200 + 0,3 * 800 = 380$$

Таким образом, если выбираем слабое вращение, стоимостная оценка выигрыша составит 380 долларов и гарантированно принесет прибыль; для сильного вращения получаем -50 долларов (выбор может привести к затратам).

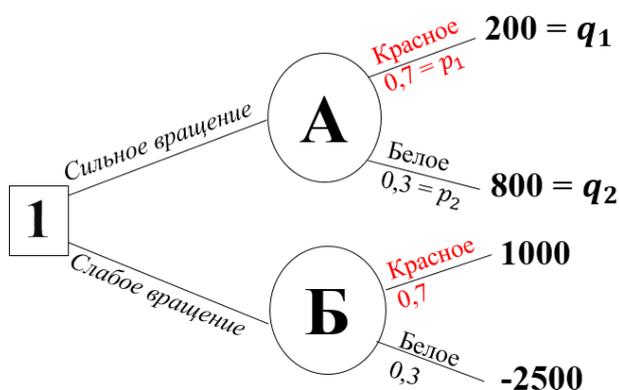


Рис. 1. Дерево решений примера 1.

С помощью рассмотренного метода можно решить более сложные задачи, которые на первый взгляд кажутся запутанными и тяжело воспринимаются. Рассмотрим еще один пример.

Пример 2.

Предприниматель провел анализ, связанный с открытием магазина. Если он откроет большой магазин, то при благоприятном состоянии рынка получит прибыль 60 млн. руб., при неблагоприятном – понесет убытки 40 млн. руб. Маленький магазин принесет ему 30 млн. руб. прибыли при благоприятном состоянии рынка и 10 млн. руб. убытков при неблагоприятном. Возможность благоприятного и неблагоприятного состояния рынка он оценивает одинаково. Исследование рынка, которое может провести специалист, обойдется предпринимателю в 5 млн. руб. Специалист считает, что с вероятностью 0,6 состояние рынка окажется благоприятным. В то же время при положительном заключении состояние рынка окажется благоприятным лишь с вероятностью 0,9. При отрицательном заключении с вероятностью 0,12 состояние рынка может оказаться благоприятным. Используйте дерево решений для того, чтобы помочь предпринимателю принять решение. Следует ли заказать проведение обследования состояния рынка? Следует ли открыть большой магазин? Какова ожидаемая стоимостная оценка наилучшего решения?

Решение:

Корнем нашего дерева является вопрос заказывать исследование рынка или нет (см. рис. 2). Поэтому рисуем две ветки, на которых будут заказывать или не заказывать. При этом исследование рынка нам обойдется в 5 млн. рублей.

Если закажем исследование рынка, то специалист оценивает, что с вероятностью 0,6 состояние рынка окажется благоприятным, и, следовательно, на 0,4, что рынок неблагоприятный. Перед нами стоит второй вопрос какой магазин открывать, большой или маленький. Если закажем исследование рынка, то большой магазин можем открыть при благоприятном состоянии рынка с вероятностью 0,9, при этом получим прибыль 60 млн.

рублей, а вероятность не благоприятного рынка составляет 0,1, при этом понесем убытки в размере -40 млн. руб. Аналогично и для открытия маленького магазина.

Если не будем заказывать исследование, то предприниматель считает, что большой магазин он откроет с вероятностью 0,5, при этом получит также прибыль 60 млн. рублей, и так же при не благоприятном состоянии рынка. Аналогично для маленького магазина. В результате этих решений было построено дерево, представленное на рисунке 2.

Теперь рассчитаем ожидаемую стоимостную оценку для каждого узла, в котором возможные варианты:

$$EMV (B) = 0,9*60 + 0,1*(-40) = 50 \text{ млн. руб.},$$

$$EMV (C) = 0,9*30 + 0,1*(-10) = 28 \text{ млн. руб.},$$

Для других вершин получим: $EMV (D) = -28$ $EMV (E) = -5,2$

$$EMV (F) = 10 \text{ млн. руб.}, \quad EMV (G) = 10 \text{ млн. руб.}$$

В узле 2 мы выбираем между решением открывать большой магазин (оценка этого решения = 50) и решением маленький магазин (оценка этого решения = 28). Ожидаемой оценкой в этом узле является максимальная сумма из рассматриваемых решений, в нашем случае это узел B с оценкой 50 млн. рублей. А узел C, в котором открывать маленький магазин отбрасываем:

$$EMV (2) = \max(20; 28) = 50 \text{ млн. руб.}$$

Аналогично делаем стоимостную оценку узлов 3 и 4:

$$EMV (3) = \max(-28; -5,2) = -5,2 \text{ млн. руб.},$$

$$EMV (4) = \max(10; 10) = 10 \text{ млн. руб.}$$

Теперь ищем ответы на основной вопрос, заказывать ли исследование и какой магазин открыть. Для этого также рассчитаем ожидаемую стоимостную оценку для узла A:

$$EMV (A) = 0,6*50 + 0,4*(-5,2) = 27,92 \text{ млн. руб.}$$

Затем найдем оценку для узла 1 по аналогии как решили в узлах 2,3,4, т.е. выбираем максимальную сумму из решений заказывать исследование рынка или не заказывать:

$$EMV (1) = \max(27,92; 10) = 27,92 \text{ млн. руб.}$$

Таким образом, ожидаемая стоимостная оценка наилучшего решения равна 27,92 млн. рублей, что соответствует решению заказывать исследование рынка и открывать большой магазин.

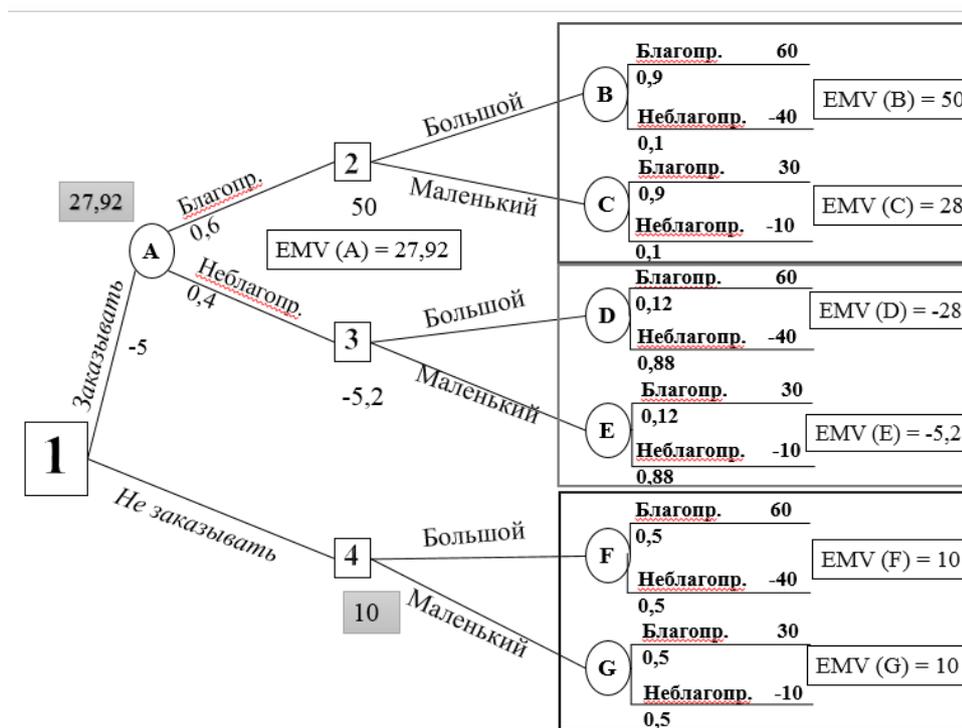


Рис. 2. Дерево решений примера 2.

Деревья решений обладают определенными особенностями. Поэтому выделяются плюсы и минусы этого метода. Преимуществами являются:

- ✓ простота интерпретации и наглядность;
- ✓ возможность работы, как с категориями, так и с количественными значениями;
- ✓ возможность работы с пропусками в данных (пустыми значениями атрибутов). Причем деревья решений можно использовать для заполнения пропусков наиболее вероятным значением;
- ✓ хорошая производительность по уже построенному дереву (так как алгоритм поиска в дереве весьма эффективен даже для больших наборов данных).

Не обошлось и без недостатков. Среди них:

- ✓ нестабильность процесса. Нередко небольшие изменения в наборе данных могут приводить к построению совершенно другого дерева. Это

связано с иерархичностью дерева. Изменения в узле на верхнем уровне ведут к изменениям во всем дереве ниже.

✓ сложность контроля размера дерева. Размер дерева является критическим фактором, определяющим качество решения задачи. При использовании простых критериев остановки дерева часто растут или очень короткими, или очень большими.

✓ неадекватность деления на классы в сложных случаях. В простейших деревьях решений разбиение в узлах происходит по значению одного атрибута, параллельно, так сказать, осям координат. В данном случае каждый атрибут – это ось координат со своими значениями. И дерево «нарезает» все пространство на «параллелепипеды», внутри которых и группируются точки набора данных, соответствующие тому или иному классу. Иногда такое деление не может точно описать сложные области, образуемые точками, принадлежащими определенному классу.

Таким образом, дерево решений позволяет представить проблему схематично и сравнить возможные альтернативы визуально. Этот метод можно использовать в применении к сложным ситуациям, когда результат применяемого решения влияет на последующее.

Качество работы рассмотренного метода зависит как от выбора алгоритма, так и от набора исследуемых данных. Несмотря на все преимущества данного метода, следует помнить, что для того, чтобы построить качественную модель, необходимо понимать природу взаимосвязи между зависимыми и независимыми переменными и подготовить достаточный набор данных [5].

Использование данного метода позволит руководителю зрительно оценить результаты действия различных решений и выбрать наилучший их набор.

Список литературы

1. Методы принятия управленческих решений: учебное пособие / под ред. П.В. Иванова. – Ростов н/Д : Феникс, 2014. – 413 с.

2. Ильина М.А. Методы принятия управленческих решений: учебное пособие / М.А. Ильина, Н.Т. Копылова. – Барнаул: Изд-во ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (АлтГТУ), 2016. – 74 с.
3. Гуринович С.Л. Математика. Задачи с экономическим содержанием: пособие / С.Л. Гуринович. – Минск: Новое знание, 2008. – с. 83 – 87.
4. Ильина М.А. Основы курса "Теория вероятностей и математическая статистика" Лекции в презентациях: учебно-методическое пособие / М.А. Ильина, Н.Т. Копылова. – Барнаул: Изд-во ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (АлтГТУ), 2012. – 132 с.
5. Ильина М.А. Исследование операций: учебно-методическое пособие / М.А. Ильина, Н.Т. Копылова. – Барнаул: Изд-во ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (АлтГТУ), 2014. – 50 с

ОПТИМИЗАЦИЯ ИЗДЕРЖЕК ПРИ СОСТАВЛЕНИИ МАРШРУТОВ ИНКАССАЦИИ

Гельфанд Е.М., Гунер М.В.,

Глебова Н.Д., Жукова К.В., Талюкина В.И.

**Алтайский государственный технический университет
им. И. И. Ползунова, г. Барнаул**

Аннотация

Данное исследование направлено на оптимизацию издержек при составлении маршрутов инкассации. Была собрана статистика распределения 40 объектов на несколько областей обслуживания, внутри каждой области был построен маршрут следования инкассаторской машины и вычислены некоторые статистические параметры, такие как время следования по маршруту, суммарное время опозданий, километраж. В результате анализа

получившегося набора данных было вычислено оптимальное количество объектов на одну машину.

В нашем исследовании была проанализирована работа инкассаторской службы одного из банков города Барнаула, обслуживающей 160 объектов ежедневно в промежуток времени с 16:00 до 20:00 с целью получения прибыли. Наибольшие затраты инкассаторская служба несет на содержание инкассаторских бригад, а также в случае опоздания на объект. Таким образом, цель нашего исследования заключается в поиске оптимального количества машин с условием минимизации опозданий.

Мы выбрали 40 объектов и написали программу, которая формирует маршруты посещения объектов на несколько машин с учетом промежутков времени заезда на объекты, составляющие 15-60 минут. В режиме реального времени рассматривались варианты разбиения одних и тех же объектов на 2, 3, 4 и 5 машин с использованием алгоритма кластеризации (метод k-средних). Для каждого варианта разбиения были построены маршруты с помощью модифицированного алгоритма ближайшего соседа, и вычислены следующие статистические параметры:

- среднее время в пути;
- общий километраж;
- суммарное время опозданий;
- минимум и максимум объектов на машину.

Затем нами была предложена методика оценки прибыли в зависимости от количества используемых машин. Для оценки нами были предложены формулы:

$$P = V - Z, \quad (1)$$

где V – выручка, равная для 1 объекта 750 руб.

P – прибыль в день, руб.;

Z – затраты в день, руб.

$$Z = n * (Z_p + A) + (A_k + B_k) * km + k_o * t, \quad (2)$$

где n – количество машин;

Z_p – затраты на зарплату бригаде (трем инкассаторам) в день, руб.;

A – амортизационные расходы на машину независимо от пройденного пути, руб.;

A_k – амортизационные расходы на 1 км пройденного пути, руб/км.;

B_k – затраты на бензин на 1 км пути, руб/км.;

km – километраж в день, км.;

t – суммарное время опозданий, сек.;

k_o – коэффициент неустойки за опоздания, руб/сек.

Перед нами стояла задача определить оптимальное количество машин, чтобы получить максимальную прибыль для службы инкассации при стандартных затратах, меняющихся в зависимости от количества машин.

Мы выбрали коэффициенты Z_p , A , A_k , B_k , k_o , соответствующие реальным цифрам 2015 года. Получившаяся функция прибыли была отражена на графике, представленном на рисунке 1.



Рисунок 1 – Зависимость прибыли от количества машин для 40 объектов обслуживания

Уже из этого графика нам стало очевидно, что большая прибыль будет при использовании 3 машин для обслуживания выбранных объектов. Чтобы подтвердить данное предположение мы посчитали среднюю прибыль при двух, трех, четырех и пяти машинах. Получилось средняя прибыль при двух

машинах – 6898,54 руб., при трех машинах - 9838,71 руб., при четырех машинах - 8016,2 руб., при пяти машинах - 5891,23 руб.

Получив данный результат, мы захотели проверить его достоверность другими вычислениями. Для начала мы взяли другие 40 объектов и провели аналогичные расчеты. Полученный результат мы отразили на графике, представленном на рисунке 2.

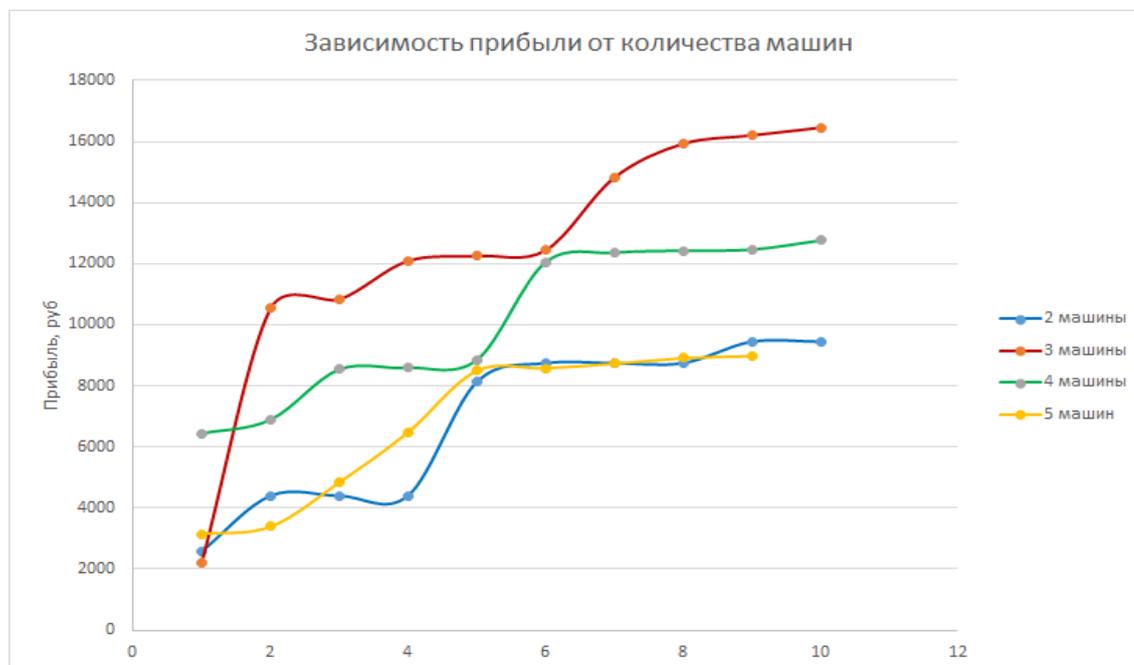


Рисунок 2 – Зависимость прибыли от количества машин для других 40 объектов обслуживания

Таким образом, подтверждается наше предположение о том, что 40 объектов выгоднее всего обслуживать тремя бригадами инкассаторов.

Далее, нам стало интересно изменение зависимости прибыли от количества машин в результате увеличения числа обслуживаемых объектов. Было выбрано 60 объектов, произведены необходимые вычисления, и в результате получен график, представленный на рисунке 3.

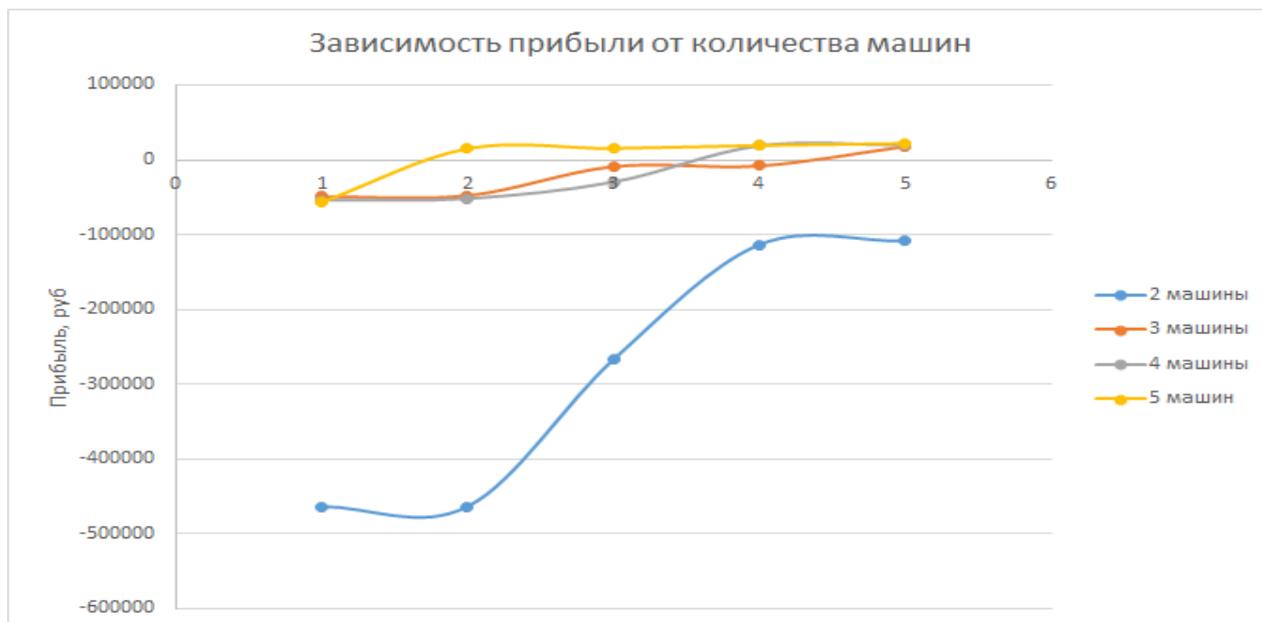


Рисунок 3 – Зависимость прибыли от количества машин для 60 объектов обслуживания

Исходя из полученных результатов, мы сделали вывод, что для обслуживания 60 объектов целесообразно использовать 5 бригад инкассаторов.

Из полученных данных ясно, что оптимальное значение числа объектов на 1 бригаду инкассации составляет 12-13. Данный результат мы сможем использовать в своей основной работе по составлению оптимальных маршрутов при оценке эффективности разбиения объектов на зоны обслуживания, а также, что очень важно, выбирать необходимое количество машин в зависимости от числа обслуживаемых объектов.

Список литературы

1. Меньков А.В., Острейковский В.А. Теоретические основы автоматизированного управления. – М.: Оникс, 2005.
2. Габасов Р., Методы оптимизации. - 2011.
3. Аттетков, А.В. Методы оптимизации. - М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 270 с.

ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ САЙТОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Афолина М.В., Трубицина Е.А.

Алтайский государственный педагогический университет,
г. Барнаул

В современной практике информатизации образования актуальным является вопрос о создании и ведении сайта.

Образовательная организация, которая стремится быть конкурентоспособной, иметь привлекательный имидж и эффективную систему работы с информацией для обеспечения внутренних потребностей, а также оперативного предоставления необходимых сведений вышестоящим организациям и широкой общественности, сталкивается с проблемой повышения эффективности своего школьного сайта.

К системе показателей эффективности сайтов образовательных организаций, отнесем следующие группы показателей:

1. Количественные показатели использования сайта.
2. Показатели соответствия структуры и содержания сайта требованиям нормативных актов РФ.
3. Качественные показатели.

Для продвижения информации об организации, бизнесе, проектах в современном мире применяются маркетинговые ходы, среди которых электронный маркетинг занимает ведущую роль. Для привлечения пользователей сайта изучаются данные статистики, фиксируется активность на сайте.

Количественные показатели эффективности сайта это обязательно измеряемые данные, которые можно выразить числами, которые помогают выявить основные цели и понять, насколько успешно они достигаются. У каждого бизнеса и сайта может быть свой набор показателей. Например, интернет-магазин может измерять объем продаж постоянным (возвращающимся) покупателям, а социальная сеть - количество

зарегистрированных пользователей и количество постоянных пользователей за определенный период. Для образовательной организации количественными показателями эффективности сайта являются:

- Просмотры - количество загрузок страниц сайта.
- Хосты - количество уникальных IP-адресов.
- Сессии - серии просмотров от одного посетителя, если между соседними просмотрами прошло не более 30 минут.
- Перезагрузки - повторные загрузки одной страницы одним и тем же посетителем в течение 1 секунды.

Сегодня в сети можно найти огромное количество школьных сайтов. Не смотря на проверки контролирующими структурами, не все они соответствуют требованиям к разделам, содержанию и информационной открытости образовательной организации.

Рассмотрим показатели соответствия структуры и содержания сайта требованиям нормативных актов РФ, которые прописаны в соответствующих документах:

– Правительство РФ в постановлении N 582 от 10.07.2013 установило правила, определяющие порядок размещения в сети Интернет и обновления информации об образовательном учреждении в целях обеспечения ее открытости и доступности [1].

– В соответствии с главой III статьи 29 закона «Об образовании в Российской Федерации», образовательные организации формируют открытые и общедоступные информационные ресурсы, содержащие информацию об их деятельности и обеспечивают доступ к таким ресурсам посредством размещения их в информационно-телекоммуникационных сетях, в том числе на официальном сайте образовательной организации в сети «Интернет» [2].

– Дополнительно к перечисленным правилам существуют требования, определяющие структуру официального сайта образовательной организации в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», а

также формат предоставления на нем обязательной к размещению информации об образовательной организации [3].

На основе утвержденных требований к структуре и информационной открытости официальных сайтов образовательных организаций, Алтайским краевым информационно-аналитическим центром и центром информатизации главного управления по образованию и молодежной политике Алтайского края, периодически проводится мониторинг сайтов общеобразовательных организаций Алтайского края [4]. Выборка школ формируется случайным образом, например, при проведении мониторинга в феврале 2014 года для проверки утвержденных требований к информационной открытости сайтов образовательных организаций в выборку попали 139 школ Алтайского края. В процессе мониторинга выявляется и проверяется наличие обязательных сведений на сайтах образовательных организаций. Результаты мониторинга за указанный период показывают, что уровень информационной открытости данных сайтов равен 67%. Чаще всего не размещается информация о количестве вакантных мест для приема (перевода), о наличии общежития, и сведения о возможности, порядке и условиях внесения физическими и (или) юридическими лицами добровольных пожертвований и целевых взносов. Только 6% сайтов образовательных организаций размещают данную информацию. Выдерживаются требования по информации о формах обучения, о руководителе образовательной организации, его заместителях, руководителях филиалов образовательной организации (при их наличии), и о персональном составе педагогических работников с указанием уровня образования, квалификации и опыта работы – 93% сайтов содержат такие данные.

При проведении мониторинга в феврале 2014 года для проверки утвержденных требований к структуре сайтов образовательных организаций в выборку попали 312 школ Алтайского края. Были получены следующие результаты (Таблица 1):

Таблица 1 – Результаты мониторинга для проверки утвержденных требований к структуре сайтов образовательных организаций

Название раздела	Кол-во сайтов, удовлетворяющих требованиям по данному разделу
Общие требования к сайту (требуемая структура)	310
Основные сведения об образовательной организации	300
Информация о структуре и органах управления образовательной организацией	202
Документы	227
Образование	205
Образовательные стандарты	256
Руководство. Педагогический состав	199
Материально – техническое обеспечение и оснащённость образовательного процесса	245
Информация по стипендии и иным видам материальной поддержки	207
Платные образовательные услуги	283
Финансово- хозяйственная деятельность	173
Вакантные места для приема (перевода)	241
<i>В среднем</i>	237

Результаты мониторинга показывают, что около трети проверенных сайтов не содержат многих требуемых разделов. По среднему значению нельзя судить о плохом или хорошем их состоянии. Даже если сайт не удовлетворяет нескольким требованиям, это влечет замечания к руководству образовательной организации. Причины того, что большинство школ допускают нарушения, кроются либо в недостаточном серьезном отношении руководителей к требованиям, либо в школе не выполняется внутренний контроль состояния сайта. Кроме того часто в школах нет специалистов, или не хватает «рабочих рук» для разработки и ведения сайта. Сайт заказывают у сторонних организаций или специалистов, и после этого информация на сайте больше не пополняется и не актуализируется.

Как показывают результаты мониторинга в большинстве случаев при создании сайта, большее внимание уделяется размещению общих сведений о данной общеобразовательной организации, информации об образовательных стандартах и платных образовательных услугах. Меньше всего уделяется внимания информации о финансово-хозяйственной деятельности, о руководстве и педагогическом составе образовательной организации, тогда как различным группам пользователей (родители, учащиеся и др.) эти данные необходимы.

В условиях конкуренции, которая является двигателем всех новшеств и идей, работающих на выживаемость и востребованность любой организации, а школы – особенно, сайт должен отвечать, в первую очередь, потребностям основных групп пользователей, а не только требованиям руководящих структур. Основными группами пользователей, кроме контролирующих организаций, являются администрация школы, родители, учителя и учащиеся образовательной организации. Поэтому наряду с первыми двумя группами показателей, оценку сайта необходимо выполнять и по третьей группе, характеризующую удовлетворенность пользователей.

Для изучения мнения пользователей о сайте своей организации в рамках рассматриваемого исследования проведен опрос в виде анкетирования. Использовались четыре критерия оценки:

1. Технологичность сайта.
2. Информативность.
3. Коммуникативность.
4. Мультимедийность.

Анкетирование проводилось для пользователей сайтов трех школ г. Барнаула: МБОУ «Гимназия №131», МБОУ «Гимназия №69», МБОУ «СОШ №103». Проведенное анкетирование показало следующие результаты:

Таблица 2 – Результаты анкетирования основных групп пользователей

Наименование образовательного учреждения	Сайт ОО	Критерии оценивания сайтов ОО	Удовлетворенность сайтом (%)			Средние результаты оценивания всех пользователей (%)	Общее кол-во (%)
			Учителей	Учащихся	Родителей		
МБОУ «Гимназия №69»	http://gymnasium69.edu22.info/	Технологичность	89	85	91	88	71
		Информативность	73	74	86	78	
		Коммуникативность	68	51	78	67	
		Мультимедийность	54	49	53	52	
МБОУ «Гимназия №131»	http://www.sch131.ru/	Технологичность	95	89	92	92	89
		Информативность	91	76	85	84	
		Коммуникативность	91	87	84	87	
		Мультимедийность	99	93	97	96	
МБОУ «Средняя общеобразовательная школа №103»	http://bamschool103.uz.ru/index/0-2	Технологичность	87	76	77	80	79
		Информативность	79	71	82	77	
		Коммуникативность	84	67	78	76	
		Мультимедийность	89	80	85	84	

что больший процент удовлетворенности пользователями получил сайт МБОУ «Гимназии №131», а МБОУ «Средняя общеобразовательная школа №103» и МБОУ «Гимназия №69» набрали одинаковые оценки. Подводя общие итоги анкетирования, делаем следующие выводы:

1. Мнение об удобстве сайта напрямую зависит от частоты посещения сайта пользователем, чем чаще заходит пользователь на сайт, тем привычнее и удобнее он кажется для него.

2. Многие пользователи высказали пожелание более частого обновления информации на сайте, её актуализации.

3. Системой обратной связи и консультационными разделами оснащены только два сайта из трех, что говорит о недостаточной коммуникативности сайта третьей общественной организации.

4. Визуальным оформлением и мультимедийностью сайтов в большинстве случаев основные группы пользователей не довольны.

Сайт способствует мобильности взаимодействия, открытости, доступности и широкому охвату информации, которую размещает школа. Управление образовательной организацией не должно быть делом только её руководителя. Такая сложная система должна функционировать при включении в процессы всего коллектива, включая учеников и родителей. Такое совместное взаимодействие должно принести положительные результаты всем участникам образовательного процесса.

Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 10.07.2013 N 582 (ред. от 20.10.2015) «Об утверждении Правил размещения на официальном сайте образовательной организации в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и обновления информации об образовательной организации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>
2. Российская Федерация. Законы. Об образовании в Российской Федерации : федер. закон : [принят Гос. Думой 21 декабря 2012 г. : одобрен Советом Федерации 26 декабря 2012 г.] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>
3. Приказ Рособрнадзора от 29.05.2014 N 785 (ред. от 02.02.2016) «Об утверждении требований к структуре официального сайта образовательной организации в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и формату представления на нем информации» (Зарегистрировано в Минюсте России 04.08.2014 N 33423) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>
4. КГБУО «Алтайский краевой информационно аналитический центр» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://akiac.ru/mso/regionalnye-monitoringi/monitoring-ofitsialnykh-sajtov-obrazovatelnykh-organizatsij-altajskogo-kрая.html>

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ГРАФОВ ДЛЯ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ

Копылова Н.Т., Сиворонова Е.Р.

**Барнаулский филиал Финансового университета
при Правительстве РФ**

Теория графов - раздел дискретной математики, имеющий разнообразные практические приложения. Многие задачи, возникающие в таких областях, как электротехника, психология, химия, принятие решений в экономических системах, могут быть сформулированы как задачи графов. Кроме приведенных примеров, графы широко используются в строительстве, электротехнике, менеджменте, логистике, географии, машиностроении, социологии, программировании, автоматизации технологических процессов и производств, психологии, рекламе.

В отличие от других разделов математики, для теории графов можно указать «точную дату рождения». В трудах Российской Академии наук в Санкт-Петербурге в 1736г. Была опубликована первая работа по теории графов, написанная математиком Леонардом Эйлером (15 апреля 1707г. - 7 сентября 1783г.). Эйлер – швейцарский, немецкий и российский математик и механик, внёсший фундаментальный вклад в развитие этих наук.

Созданная Эйлером теория графов нашла очень широкое применение: например, её используют при изучении транспортных и коммуникационных систем, в частности, для маршрутизации данных в Интернете.

Любой граф состоит из двух групп элементов: вершин (или точек) и дуг (рёбер), соединяющих некоторые из вершин. Многие задачи планирования и управления в экономических системах могут быть сформулированы как оптимизационные задачи теории графов. Рассмотрим некоторые из них.

Задача о кратчайшем пути — задача поиска самого короткого пути (цепи) между двумя точками (вершинами) на графе, в которой минимизируется сумма весов ребер, составляющих путь.

Задача о кратчайшем пути является одной из важнейших классических задач теории графов. Сегодня известно множество алгоритмов для её решения.

У данной задачи существуют и другие названия: **задача о минимальном пути** или, в устаревшем варианте, **задача о дилижансе**, также – **построение коммуникационной сети минимальной длины**.

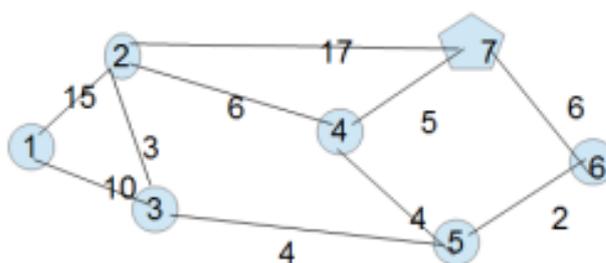
Значимость данной задачи определяется её различными практическими применениями. Например, в GPS-навигаторах, где осуществляется поиск кратчайшего пути между двумя перекрестками. В качестве вершин выступают перекрестки, а дороги являются ребрами, которые лежат между ними. Сумма расстояний всех дорог между перекрестками должна быть минимальной, тогда найден самый короткий путь.

Алгоритм Дейкстры — это алгоритм на графах, изобретённый нидерландским учёным Эдсгером Дейкстрой в 1959 году. Алгоритм находит кратчайшие пути от одной из вершин графа до всех остальных, он широко применяется в программировании и технологиях.

Задача определения кратчайшего пути

Задача состоит в том, чтобы найти кратчайший путь на графе от какой-то выделенной вершины до любой другой вершины.

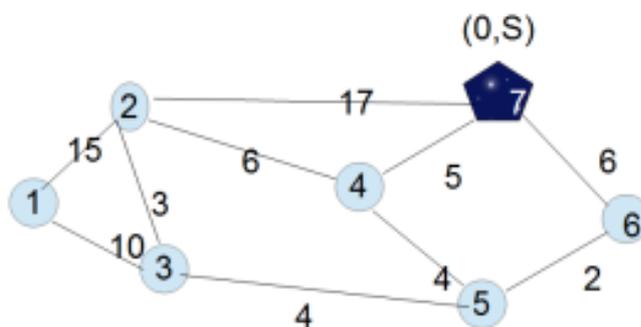
Пусть на схеме узел 7 – склад, остальные узлы – строительные площадки компании. Показатели на дугах – расстояния в километрах между соседними узлами.



Надо найти кратчайшее расстояние от склада до каждой строительной площадки. Какова длина кратчайшего пути от склада до строительной площадки 1? Проходит ли кратчайший путь от склада к строительной площадке 1 через строительную площадку 2?

Решим эту задачу методом присвоения меток. Каждому узлу присваиваем метку из двух чисел. Первое число – это минимальное расстояние от узла 7 до данного узла, второе – номер предыдущего узла на пути от узла 7 к данному узлу. Узел, для которого мы определили путь от узла 7, назовем помеченным. Узел, для которого такой путь еще не определен, назовем непомеченным. Если мы определили кратчайшее расстояние от узла 7 до данного узла, то соответствующую метку назовем постоянной и будем обозначать в круглых скобках. Все остальные метки назовем временными и будем обозначать в квадратных скобках. Узлы с постоянными метками будем закрашивать.

Итак, узлу 7 присваиваем метку $(0, S)$, где 0 – это расстояние от узла 7, S – обозначение стартового узла.

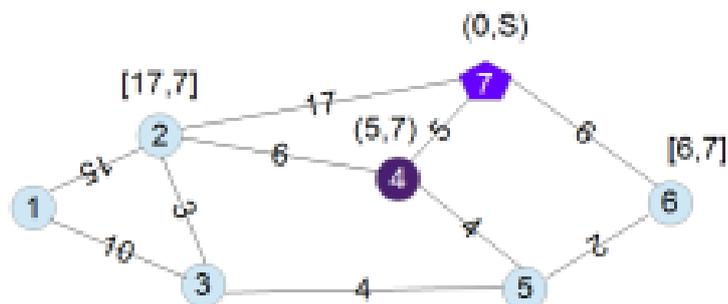


Узел 7 связан с узлами 2,4,6. Длины соответствующих ребер – 17,5,6. Поэтому узлам 2,4,6 присваиваем временные метки – $[17,7]$, $[5,7]$, $[6,7]$ соответственно (первое число – длина пути от узла 7 до данного узла, а второе – это предшествующий узел).

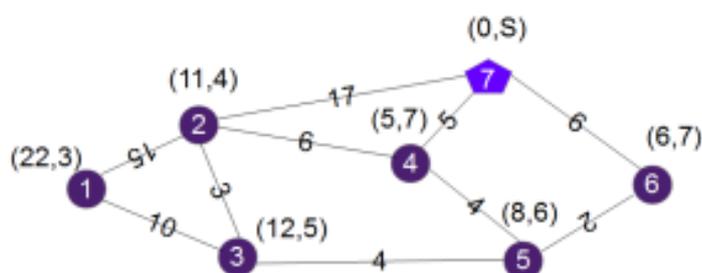
После выполнения этой операции можно сделать два следующих шага:

- 1) найти участок (участки) минимальной длины и соответствующую временную метку (метки) сделать постоянной;
- 2) узел (узлы), которому соответствует появившаяся постоянная метка, становится новым стартом.

После выполнения этой операции временная метка с наименьшим расстоянием до узла 7 становится постоянной. Это метка (5,7) узла 4. Поэтому следующий шаг мы начнем с узла 4.



Таким образом, находим кратчайший путь.

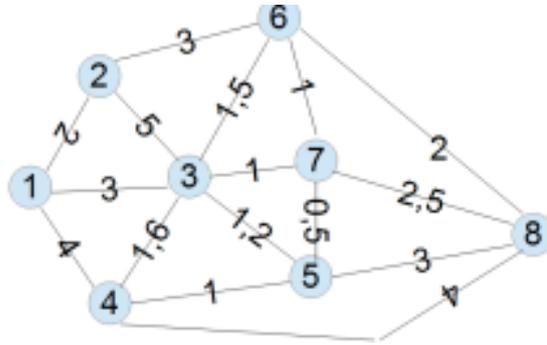


Первое число метки у каждой вершины – это длина кратчайшего пути от узла 7 до данной вершины. Чтобы восстановить кратчайший путь от узла 7 до какой-то вершины, мы должны из этой вершины перейти в соседнюю вершину (её номер – это второе число метки). И т.д. до вершины 7.

Теперь мы можем ответить на вопросы задачи. Метка узла 1 – (22,3) –>длина кратчайшего пути от узла 7 до узла 1 равна 22. Из узла 1 мы идем в узел 3. Метка узла 3 – (12,5)–>идем в узел 5. Метка узла 5 – (8,6)–>идем в узел 6. Метка узла 6 – (6,7)–>идем в узел 7, то есть кратчайший путь 1-3-5-6-7. Он не проходит через узел 2.

Рассмотрим ещё одну задачу – **построение коммуникационной сети минимальной длины.**

Университет устанавливает компьютерную систему электронной почты, которая позволяет передавать сообщение между деканами восьми факультетов. Сеть возможных электронных связей между деканами показана на рисунке:



Протяженность коммуникационной сети в километрах отмечена на дугах. Предложим проект системы связи, которая позволит всем восьми деканам обеспечить доступ к системе электронной почты. Решение должно обеспечить минимальную возможную общую длину коммуникаций.

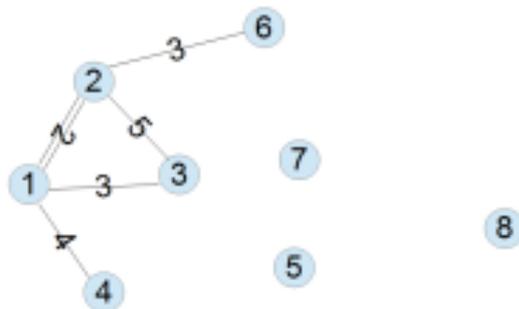
Коммуникационная сеть минимальной длины – это совокупность дуг сети, имеющая минимальную суммарную длину и обеспечивающая достижение всех узлов сети, то есть возможность попасть из любого узла в любой другой узел.

Алгоритм построения сети:

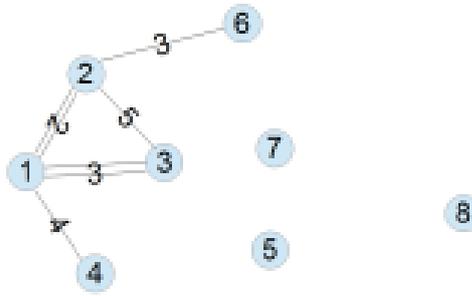
1. Начать с любого узла и соединить его с ближайшим узлом. Считаем, что это связанные узлы, а все другие узлы – несвязанные.

2. Определить несвязанный узел, ближайший к одному из связанных узлов. Если таких «ближайших» узлов несколько, то выбрать любой. Добавить этот узел к связанным. И т.д. до тех пор, пока есть несвязанные узлы.

Начнем с узла 1. Ближайший к нему узел – это узел 2 на расстоянии 2. Считаем, что узлы 1,2 – связанные и отметим это двойной чертой.

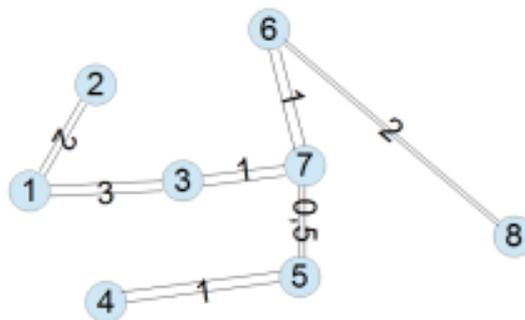


Ближайшие несвязанные узлы к одному из связанных узлов 1 и 2 – это узлы 3 и 6. Выбираем любой из них, например, узел 3. Ребро 1-3 отметим двойной чертой и считаем узлы 1,2,3 связанными.



Далее ищем ближайший несвязанный узел к узлам 1,2,3. И т.д. В результате получим минимальное дерево.

Его длина равна сумме расстояний на дугах:
 $2+3+1+1+0,5+1+2=10,5(\text{км})$.



Итак, на примере рассмотренных задач неопровержимо следует практическая ценность теории графов.

Список литературы

1. Математические методы и модели исследования операций: учебник / под ред. В.А. Колемаева. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2008.
2. Кремер Н.Ш. Математика для экономистов: от Арифметики до Эконометрики: учеб.- справочное. пособие / Н. Ш. Кремер, Б. А. Путко, И. М. Тришин; под ред. Н.Ш. Кремера. - М.: Юрайт, 2012.
3. Ильина М.А. Исследование операций: учебно-методическое пособие / М.А. Ильина, Н.Т. Копылова. – Барнаул: Изд-во ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (АлтГТУ), 2014. – 50 с
4. Ильина М.А. Методы принятия управленческих решений: учебное пособие / М.А. Ильина, Н.Т. Копылова. – Барнаул: Изд-во ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (АлтГТУ), 2016. – 74 с.

ЭКОНОМИТЬ ИЛИ НЕТ? МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ОТВЕТ

Воробьева И.В., Ильина М.А., Подъезжих Р.В.

Барнаулский филиал Финансового Университета

при Правительстве РФ

21 век. Век информации, бурно развивающихся технологий, основанных на математических методах. Эти методы позволяют нам принимать решения в повседневной жизни, аргументировано и взвешено. Математических методов довольно много. Один из вариантов принятия решения основывается на теории игр.

Рассмотрим две ситуационные задачи, которые очень часто встречаются в жизни.

Задача №1 по уплате налогов.

Налогоплательщик сдает в аренду квартиру и имеет доход 120 000 тыс. руб. в год. Стоит ли при заполнении декларации укрывать доход от налогообложения?

Уплачивать налог можно несколькими способами. Мы выбрали основных три: можно действовать как физическое лицо, как индивидуальный предприниматель (ИП), или как ИП с оформлением патента. Чтобы выбрать более подходящее решение нашего вопроса, мы решили сравнить эти методы.

Рассмотрим первый вариант, когда налогоплательщик заполняет налоговую декларацию как физическое лицо.

Расходы для физического лица будут рассчитываться исходя из суммы НДФЛ, которая находится как 13% от суммы дохода. Таким образом, расходы на НДФЛ равны $120\,000 \text{ руб.} \times 0,13 = 15\,600 \text{ руб.}$ Также, учтем налог на имущество физических лиц, который должен уплатить собственник квартиры. Предположим условную сумму 1000 руб. С учетом данного налога чистый доход гражданина составит

$$120000 - 15600 - 1000 = 103\,400 \text{ руб.}$$

Рассмотрим второй вариант, когда физическое лицо регистрируется в качестве индивидуального предпринимателя. ИП может применять несколько систем налогообложения. Мы выберем общую систему.

Расходы индивидуального предпринимателя будут состоять из нескольких статей.

Во-первых, ИП должен заплатить страховые взносы:

- на пенсионное страхование:

$$6204 (1 \text{ МРОТ}) \cdot 12 (\text{месяцев}) \cdot 26 \% = 19\,356 \text{ руб.} 48 \text{ коп.}$$

- на медицинское страхование:

$$6204 \cdot 12 \cdot 5,1 \% = 3\,796 \text{ руб.} 85 \text{ коп.}$$

В итоге сумма платежей в фонды составит

$$19\,356,48 + 3\,796,85 = 23\,153,33 \text{ руб.}$$

Во-вторых, надо заплатить НДФЛ. Эта сумма составит

$$(120\,000 - 23\,153,33 - 1\,000) \text{ руб.} \cdot 0,13 = 12\,460 \text{ руб.}$$

В-третьих, надо учесть налог на имущество физических лиц (условная сумма 1000 руб.)

Таким образом, сумма чистого дохода составит

$$120\,000 - 23\,153,33 - 1\,000 - 12\,460 = 83\,387 \text{ руб.}$$

Теперь, рассмотрим третий вариант, когда ИП оформил патент. В этом случае налогоплательщик приобретает патент на право заниматься определенной деятельностью в течение любого количества месяцев от одного до двенадцати.

Тогда расходы будут состоять из страховых взносов во внебюджетные фонды и стоимости патента. Сумма страховых взносов уже рассчитали, она останется без изменений и будет равна 23 153 руб.

Для расчета стоимости патента необходимо знать размер потенциально возможного годового дохода, установленный законом субъекта РФ. Предположим, что потенциально возможный годовой доход от сдачи квартиры внаем установлен в размере 100 000 руб. Тогда годовая стоимость патента составит $100\,000 \text{ руб.} \cdot 0,06 = 6\,000 \text{ руб.}$

Таким образом, чистый доход от сдачи квартиры внаем составит

120 000 – 23153 – 6000=90847 руб.

Сведем результаты расчетов в таблицу:

Статус	Общий расход, руб	Чистый доход, руб.
Физическое лицо	16 600	103 400
Индивидуальный предприниматель (общая система)	36 613	83 387
Индивидуальный предприниматель с оформлением патента	29 153	90 847

Как видим, самым выгодным вариантом является действовать как физическое лицо, не зарегистрированное в качестве индивидуального предпринимателя и без оформления патента.

Теперь проверим наши результаты на основе теории игр.

В рассматриваемой ситуационной задаче участвуют две заинтересованные стороны: налоговая инспекция и конкретный налогоплательщик [1]. Ситуация является конфликтной, так как обе стороны преследуют противоположные интересы:

- налоговая инспекция стремится максимизировать величину получаемого налога, значит налоговая инспекция – это игрок А;
- налогоплательщик старается минимизировать сумму, уплаченную в качестве налога, следовательно, налогоплательщик – это игрок В.

Игра является антагонистической, так как сумма выигрыша игрока А (сумма полученных налогов) равна проигрышу игрока В (сумме уплаченных налогов) [2].

Для достижения своей цели у налоговой инспекции два возможных способа действия.

Первый способ (A_1) заключается в том, чтобы контролировать доход налогоплательщика. Второй способ действия государственной налоговой инспекции (A_2) заключается в том, чтобы вообще не контролировать доход налогоплательщика, полагаясь на его честность.

Налогоплательщик тоже может использовать несколько стратегий поведения:

V_1 – платить как физическое лицо;

V_2 – оформить индивидуального предпринимателя;

V_3 – оформить патент.

Для построения платежной матрицы рассмотрим все возможные варианты.

Если игрок В придерживается чистой стратегии V_1 – действуя как физическое лицо и честно указывает действительный годовой доход от аренды в 120 тыс. руб., то независимо от того, какую стратегию выберет игрок А, налогоплательщик заплатит 13% с действительного дохода и 1000 р. на налог на имущество. Выигрыш составит:

$$q_{11} = q_{21} = (0,13 * 120\ 000) + 1000 = 16,6 \text{ тыс. руб.}$$

В ситуации (A_1, V_2) игрок А придерживается чистой стратегии A_1 , а игрок V_2 зарегистрировался в качестве индивидуального предпринимателя, выигрыши составят:

$$q_{12} = (120000 - (120000 - (6204 * 0,26 * 12 + 6204 * 0,051 * 12) - 1000) * 0,13) - (6204 * 0,26 * 12 + 6204 * 0,051 * 12) = 36,613$$

Если игрок А придерживается чистой стратегии A_2 , то его выигрыш не изменится, т.е. $q_{22} = q_{12} = 36,613$ тыс. руб.

В ситуациях (A_1, V_3) и (A_2, V_3) , когда игрок В придерживается чистой стратегии V_3 и оформил УСНО на основе патента выигрыши составят:

$$q_{13} = q_{23} = (100000 * 0,06 + 6204 * 0,26 * 12 + 6204 * 0,051 * 12) = 29,153$$

Получили платежную матрицу:

	V_1 – платить как ФЛ	V_2 – оформить ИП	V_3 – оформить ИП и приобрести патент
A_1 - контролировать доход	16 600 руб.	36 613 руб.	29 153 руб.
A_2 - не контролировать доход	16 600 руб.	36 613 руб.	29 153 руб.

Заметим, что вторая строка матрицы дублирует первую, следовательно, можно упростить платежную матрицу, удалив вторую строку [3,4]. Кроме того, очевидно, что первый столбец строго доминирует над вторым и третьим столбцом, следовательно, можно убрать доминируемые столбцы. В матрице останется только один элемент q_{11} , соответствующий стратегиям (A_1, B_1) . Это значит, что налогоплательщику выгоднее платить, выступив как физическое лицо.

Предлагаемую ситуационную задачу мы решили двумя способами. Один опирается на анализ чисел, а другой опирается на математический метод. Ответ получили, конечно же, одинаковый. Возникает вопрос, зачем же тогда нам математика?

Не во всех случаях можно найти ответ с помощью арифметики и рассуждений. Усложним рассматриваемую ситуацию. Пусть налогоплательщик действует как физическое лицо, но у него возникает соблазн скрыть доходы, или заявить в декларации заниженную сумму.

Ответить на этот вопрос без математических методов будет затруднительно, так как сразу ответ не очевиден, а арифметические расчеты не приводят к выбору оптимальной стратегии.

Найдем решение данной задачи с помощью теории игр.

В этой ситуации у налоговой инспекции стратегии останутся теми же, а налогоплательщик рассматривает следующие стратегии:

B_1 - платить честно;

B_2 - скрывать доход полностью;

B_3 - скрывать доход частично.

В ситуации (A_1, B_1) и (A_2, B_1) , когда физическое лицо указывает доходы честно, элементы платежной матрицы вычислены ранее:

$$q_{11} = q_{21} = 16,6 \text{ тыс. руб.}$$

Рассмотрим ситуацию B_2 , когда налогоплательщик утаивает весь доход. Если налоговая инспекция не контролирует заявленные доходы, то налогоплательщику удалось избежать уплаты налога, т.е. $q_{22} = 0$. Но, если

налоговая инспекция проверила правильность заполнения декларации, и обман обнаружился, то налогоплательщик обязан будет заплатить и налог (13% от суммы дохода) и штраф в размере 20% от полной суммы. Таким образом, величина платежа составит

$$q_{12} = 120000 * (0,13 + 0,2) = 39\ 600 \text{ руб.}$$

Теперь рассмотрим стратегию В₃: налогоплательщик укрывает часть дохода, в надежде, что если придется платить штраф, то он будет меньше.

Предположим, налогоплательщик скрыл 50% от реальной суммы дохода и указал в декларации сумму дохода 60000 руб.

Если обман не откроется, то величина налога составит

$$q_{23} = 60000 * 0,13 = 7800 \text{ руб.}$$

Но если обман откроется, то придется кроме налога заплатить и штраф.

Тогда расходы составят

$$q_{13} = 60000 * 0,13 + 60000 * 0,2 = 19\ 800 \text{ руб.}$$

Таким образом, получили платежную матрицу

	В ₁ - платить честно	В ₂ - скрыть весь доход	В ₃ -скрыть половину дохода
А ₁ - контролировать доход	16 600 руб.	39 600 руб.	19 800 руб.
А ₂ - не контролировать доход	16 600 руб.	0 руб.	7 800 руб.

В этой ситуации найти решение с помощью анализа чисел не получится и упростить матрицу до очевидного решения тоже нельзя, так как доминируемых стратегий нет.

Для решения применим математические методы теории игр.

Найдем показатели эффективности a_i стратегий игрока A - это минимальный гарантированный выигрыш при выборе стратегии A_i :

$$a_1 = \min(16\ 600; 39\ 600; 19\ 800) = 16\ 600 - \text{ т.е. выбрав стратегию}$$

A_1 , игрок A имеет полную гарантию, что его выигрыш, независимо от того, какую стратегию выберет игрок B , будет не меньше, чем 16,6 тыс. руб.

$a_2 = \min(16\,600; 0; 7\,800) = 7\,800$ - т.е. выбрав стратегию A_2 , игрок A гарантирует выигрыш не меньше, чем 7,8 тыс. руб., независимо от того, какую стратегию выберет игрок B .

Нижняя цена игры a , или максимальный выигрыш определяется как наибольшее среди всех чисел a_i :

$$a = \max_i a_i = \max_i(16,6; 7,8) = 16,6.$$

Так как показатель эффективности стратегии A_1 совпадает с нижней ценой игры, стратегия A_1 является чистой максиминной стратегией игрока A . Это значит, если игрок A придерживается максиминной стратегии A_1 , то ему при любой игре противника B гарантирован выигрыш в чистых стратегиях, не меньший максимина $a = 16,6$ тыс. руб.

Рассмотрим стратегии B_j игрока B .

Для него элементы матрицы представляют собой величину уплаченного налога, т.е. потери. Показателем неэффективности стратегии B_j является максимальный проигрыш $b_j = \max_i q_{ij}$:

$b_1 = \max(16600; 16600) = 16600$ - т.е. выбрав стратегию B_1 , игрок B может быть уверен, максимальный налог, который ему придется заплатить, не будет больше 16,6 тыс. руб.;

$b_2 = \max(39600; 0) = 39600$ - т.е. выбрав стратегию B_2 , игрок B может быть уверен, максимальный налог, который ему придется заплатить, составит 39,6 тыс. руб.

$b_3 = \max(19800; 7800) = 19800$ - т.е. выбрав стратегию B_2 , игрок B может быть уверен, максимальный налог, который ему придется заплатить, составит 19,8 тыс. руб.

Верхней ценой игры (или минимаксом) называется число b , которое минимизирует максимальные возможные потери игрока B :

$$b = \min_j b_j = \min_j(16,6; 39,6; 19,8) = 16,6.$$

Соответствующая стратегия B_1 является чистой минимаксной стратегией игрока B : если игрок B придерживается минимаксного принципа выбора стратегий, то он при любой игре противника A не может проиграть больше минимакса b .

Так как нижняя и верхняя цена игры совпадают, то цена игры $q=a=b=16,6$ тыс. руб. Стратегии A_1, B_1 являются оптимальными стратегиями, соответственно, игроков A и B , а их совокупность (A_1, B_1) – оптимальным решением или решением игры в чистых стратегиях. В этом случае игрок A получает максимальный гарантированный (не зависящий от поведения игрока B) выигрыш q , а игрок B добивается минимального гарантированного (вне зависимости от поведения игрока A) проигрыша q .

Вывод: налогоплательщику выгоднее использовать стратегию, при которой он платит честно, не утаивая доход от налоговой инспекции. Налоговой инспекции выгоднее контролировать налогоплательщика и проверять его доход.

Теперь рассмотрим другую ситуационную задачу.

Задача №2 (страхование автомобиля).

Одним из самых распространенных и известных видов страхования является страхование автомобилей. В России страхование автомобилей является обязательным, и каждый автолюбитель сталкивается с данной проблемой. Многие автолюбители хотели бы, во-первых максимально снизить свои расходы на страховые взносы, а во-вторых, при наступлении страхового случая получить максимальную выплату. Страховщик при этом, наоборот, хочет получить максимальные премии (страховые взносы) и выплачивать минимальные суммы при наступлении страхового случая.

При заключении договора ОСАГО автомобилист должен указать стоимость транспортного средства. Здесь возникает сразу несколько соблазнов: занижить стоимость автомобиля с целью уменьшить страховой взнос и ездить предельно аккуратно и осторожно, или наоборот, завысить

стоимость транспортного средства, чтобы в случае ДТП получить большую сумму выплат.

Какое же решение принять владельцу транспортного средства?

Рассматриваемая ситуация является конфликтной и отношения, в которые вступают автолюбитель и страховщик можно рассматривать как парную антагонистическую игру [3,4].

В рассматриваемой конфликтной ситуации присутствуют две стороны:

игрок А – автомобилист, целью которого является уменьшение расходов на страхование, а в случае дорожно-транспортного происшествия (ДТП) - получение максимальной выплаты. При заключении договора он страхует автомобиль на полную его стоимость;

игрок В – страховая компания, целью которой является получение максимальной прибыли, складывающейся из максимальных страховых взносов и минимальных выплат при наступлении страховых случаев.

Сделаем некоторые упрощения. Предположим, что при наступлении страхового случая автомобиль не подлежит восстановлению и выплачивается компенсация в размере стоимости автомобиля. За страховой период производится только один взнос и страховой случай может наступить не более одного раза. Страховой взнос составляет 10 % от указанной страховой суммы автомобиля.

Для достижения своей цели (минимизировать сумму страхового взноса и максимизировать страховой взнос) у автомобилиста три возможных способа действия:

A_1 – управлять автомобилем предельно аккуратно и при заключении договора указать настоящую стоимость автомобиля 600 тыс. руб.

A_2 – управлять автомобилем предельно аккуратно и при заключении договора указать заниженную стоимость автомобиля 500 тыс. руб. с целью снижения страховых взносов.

A_3 – не следить за дорогой и при заключении договора указать завышенную стоимость автомобиля 700 тыс. руб.

У страховой компании существуют четыре стратегии:

- V_1 – не проводить оценку стоимости автомобиля и поверить автомобилисту на слово, а также не заниматься расследованием в случае ДТП на предмет установления виновного с целью экономии времени;
- V_2 – проводить расследование при наступлении страхового случая, но не делает оценку стоимости автомобиля;
- V_3 – проверять стоимость автомобиля, но не проводить расследование при ДТП;
- V_4 – проводить расследование при ДТП и проверять, соответствует ли указанная стоимость автомобиля реальности.

В случае обнаружения неверно указанной стоимости автомобиля страховщик взимает штраф со страхователя в размере 15% от реальной стоимости объекта страхования. Если установлено, что ДТП наступило по вине страхователя, то он не получает страховую выплату.

Составим платежную матрицу игры, где выигрыш игрока А (или проигрыша игрока В) складывается из суммы страховых взносов (отрицательная величина), штрафов (также с отрицательным знаком) и возможной страховой выплаты (с положительным знаком).

Рассмотрим каждую из возможных ситуаций.

Если автомобилист выбрал стратегию A_1 : страховой случай не произошел, сумма указана верно, и независимо от поведения страховой компании штрафовать владельца не за что, поэтому значения платежной матрицы в ситуациях (A_1, V_i) для всех $i = 1 \div n$ будут определяться только расходами на страховой взнос:

$$q_{11} = q_{12} = q_{13} = q_{14} = -(0,1 * 600) = -60 \text{ тыс. руб.}$$

В ситуациях (A_2, V_1) и (A_2, V_2) страховой случай так же не произошел, но стоимость автомобиля занижена. Так как при стратегиях V_1 и V_2 оценка не проводится, обман не будет установлен, и значение функции выигрыша будет также определяться только страховым взносом:

$$q_{21} = q_{22} = -(0,1 * 500) = -50 \text{ тыс. руб.}$$

В ситуациях (A_2, B_3) и (A_2, B_4) страховой случай также не произошел и стоимость автомобиля занижена. Страховой взнос сделан. Однако при стратегиях B_3 и B_4 оценка стоимости автомобиля проводится, следовательно, автомобилист будет оштрафован. Значение функции выигрыша определяется так:

$$q_{23} = q_{24} = -(0,1 * 500 + 0,15 * 600) = -140 \text{ тыс. руб.}$$

В ситуации (A_3, B_1) произошла авария и стоимость автомобиля завышена. Страховой взнос сделан и его величина составила $0,1 * 700 = 70$ тыс. руб. Поскольку при стратегии B_1 ни оценка стоимости автомобиля, ни расследование виновности владельца в ДТП не проводятся, страховая компания выплатит компенсацию, равную заявленной стоимости автомобиля, то есть 700 тыс. руб. Значение функции выигрыша составит величину:

$$q_{31} = -0,1 * 700 + 700 = 630 \text{ тыс. руб.}$$

В ситуации (A_3, B_2) страховой случай произошел по вине водителя, но при стратегии B_2 расследование проводится и компенсация не выплачивается. Стоимость автомобиля завышена, но страховая компания оценку не проводит, следовательно, штрафа владелец избежал. В итоге значение функции выигрыша будет определяться величиной страхового взноса:

$$q_{32} = -0,1 * 700 = -70 \text{ тыс. руб.}$$

В ситуации (A_3, B_3) из-за невнимательности водителя авария произошла. При стратегии B_3 расследования для установления виновного не проводится и назначается компенсация в размере реальной стоимости автомобиля. Но, такая стратегия страховой компании предполагает оценку стоимости автомобиля, значит, станет известно, стоимость автомобиля завышена, но страховая компания оценку не проводит, следовательно,

штрафа владелец избежал. В итоге значение функции выигрыша будет определяться величиной страхового взноса, компенсацией и штрафом:

$$q_{33} = -0,1 * 700 + 700 - 0,15 * 600 = 540 \text{ тыс. руб.}$$

В ситуации (A_3, B_4) страховой случай произошел. При стратегии B_4 предполагается проведение расследования для установления виновного и оценка заявленной страховой стоимости автомобиля. Это приведет к тому, что страховая выплата не производится и владелец будет оштрафован. Тогда значение функции выигрыша будет вычисляться по формуле:

$$q_{34} = -0,1 * 700 - 0,15 * 600 = -160 \text{ тыс. руб.}$$

Составим платежную матрицу:

	B_1	B_2	B_3	B_4
A_1	-60	-60	-60	-60
A_2	-50	-50	-140	-140
A_3	630	-70	540	-160

Начнем решение с того, что попытаемся найти седловые точки или установить их отсутствие.

Вычислим показатели эффективности a_i стратегий игрока A :

$$a_1 = -60; \quad a_2 = -140; \quad a_3 = -160.$$

Тогда, нижняя цена игры:

$$a = \max_i a_i = \max_i(-60; -140; -160) = -60.$$

Следовательно, стратегия A_1 является максиминной стратегией для игрока A .

Вычислим показатели эффективности b_j стратегий игрока B :

$$b_1 = 630; \quad b_2 = -50; \quad b_3 = 540; \quad b_4 = -60.$$

Тогда, верхняя цена игры:

$$b = \min_j b_j = \min_j(630; -50; 540; -60) = -60.$$

Следовательно, для игрока B минимаксной стратегией является стратегия B_4 .

Так как нижняя и верхняя цена игры совпадают, игра имеет решение в "чистых" стратегиях, и единственными оптимальными стратегиями игроков А и В являются соответственно стратегии A_1 и B_4 . Цена игры $q = -60$.

Интерпретируя полученное решение, мы видим, что оптимальным действием автомобилиста является честное указание реальной стоимости автомобиля при вычислении страхового взноса, ведь все тайное всегда становится явным. А страховой компании выгодно расследовать ДТП и проверять настоящую цену автомобиля.

Подводя итог, отметим следующий момент. В обеих рассмотренных нами задачах в качестве игроков выступают государственный орган и физическое лицо. Выводы, полученные с применением математических методов относительно стратегии государственного органа, кажутся тривиальными. И без математики понятно, что выгодно контролировать и проверять информацию, поступающую от физических лиц. Что касается выводов о стратегиях поведения физических лиц, то здесь не все так очевидно. Обе ситуационные задачи рекомендуют придерживаться честного поведения, как говорится «заплати налоги и спи спокойно». В действительности же чаще всего граждане выбирают стратегию поведения, полагаясь на жизненный опыт, который противоречит полученным результатам. Все объясняется достаточно просто. Организация тотального контроля требует огромных затрат финансов и многих других ресурсов, поэтому пока не возможно. Но это дело времени. Развитие IT-технологий, установление связи между базами данных всех государственных структур дадут инструменты для всесторонней глобальной проверки информации, поступающей от граждан. И тогда единственно правильной стратегией будет решение, полученное на основе математических методов.

Список литературы

1. Теория игр и исследование операций: И. Д. Протасов — Санкт-Петербург, Гелиос АРВ, 2006 г.- 368 с.

2. Теория игр. Учебник (+ CD-ROM): П. В. Конюховский, А. С. Малова — Санкт-Петербург, Юрайт, 2015 г.- 252 с
3. Ильина М.А. Исследование операций: учебно-методическое пособие / М.А. Ильина, Н.Т. Копылова. – Барнаул: Изд-во ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (АлтГТУ), 2014. – 50 с
4. Ильина М.А. Методы принятия управленческих решений: учебное пособие / М.А. Ильина, Н.Т. Копылова. – Барнаул: Изд-во ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (АлтГТУ), 2016. – 74 с.

БИМАТРИЧНЫЕ ИГРЫ

Ильина М.А., Лобанова Е.С.

**Барнаульский филиал Финансового Университета
при Правительстве РФ**

Теория игр — отдельный раздел математики, берущий начало от классической книги 1944 года Джона фон Неймана и Оскара Моргенштерна «Теория игр и экономического поведения». Под игрой понимается процесс, в котором участвуют две и более стороны, ведущих борьбу за реализацию своих интересов. Каждая из сторон имеет свою цель и использует некоторую стратегию, которая может вести к выигрышу или проигрышу — в зависимости от поведения других игроков. Теория игр помогает принимать управленческие решения путем выбора лучших стратегий с учётом представлений о других участниках, их ресурсах и их возможных поступках.

Многие изучаемые математиками игры, в том числе известный пример «Дилемма заключённого», отличаются от обычных матричных игр с нулевой суммой. В играх с *ненулевой* суммой выигрыш какого-то игрока не обязательно означает проигрыш другого, и наоборот.

Чтобы понять суть биматричной игры, рассмотрим постановку задачи «дилемма заключенного».

Пример 1. Двое преступников (игроки А и В), подозреваемые в совместном совершении преступления, находятся изолированно друг от друга в предварительном заключении. Прямые улики у следствия отсутствуют, поэтому успех обвинения зависит от того, признаются заключенные или будут молчать. У каждого из заключенных есть две стратегии: признаться (стратегии А1 и В1) или молчать (А2 и В2) [1, с.349].

Построим математическую модель этой игры. Если оба преступника будут молчать, то по обвинению в основном преступлении они будут оправданы, но суд все-таки признает их вину в менее значительном преступлении (например, в ношении оружия), в результате чего оба будут приговорены к одному году заключения.

Если оба преступника сознаются, то они будут признаны виновными и приговорены к 3 годам заключения.

Если же признается только один из них, то признавшийся будет освобожден за помощь следствию, а другой преступник приговорен к максимальному сроку заключения, равному 9 годам. Приведенные рассуждения можно оформить таблицей:

		Заключенный 2 (В)	
		Молчать	Сознаться
Заключенный 1 (А)	Молчать	-1	-9; 0
	Сознаться	0; -9	-3

Так как в матрице на месте одного элемента не могут быть два числа, то построим две платежные матрицы игрока для каждого из игроков А и игрока В. [1, с. 349]:

$$\begin{pmatrix} -1 & -9 \\ 0 & -3 \end{pmatrix} \text{ и } \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ -9 & -3 \end{pmatrix}$$

Биматричные игры, как и игры с нулевой суммой находят применение в экономике. Рассмотрим пример «борьба за рынки».

Пример 2.

На рынки США и России с аналогичными товарами (смартфонами) действуют две фирмы: LG и более крупная фирма Samsung. Пусть фирма LG, занимающая меньшую долю продаж на рынках сбыта США и России намерена сбыть дополнительную партию товара на одном из двух рынков, которые контролируются более крупной фирмой Samsung (игрок В). Для этого фирма LG готова развернуть на одном из рынков рекламную кампанию. Фирма Samsung может воспрепятствовать этому, тогда фирма LG потерпит поражение. Не встречая противодействия на рынке, фирма LG может захватить определенную долю рынка.

Победа на российском рынке принесет LG меньший выигрыш. Проникновение фирмы LG на американский рынок более выгодно, но зато поражение при попытке освоиться на рынке США может сократить ее долю продаж.

Пусть игрок А - фирма LG, а игрок В - фирма Samsung.

В нашей ситуации реальные данные объема продаж известными фирмами представляют коммерческую тайну. В таких случаях применяют имитационное моделирование, т.е имитируют изучаемый процесс. Зная доли продаж смартфонов на рынках обеими фирмами, но, не имея данных о том, как фирмы поведут себя на рынке в реальной ситуации, симитируем элементы платежных матриц:

$$A = \begin{pmatrix} -5 & 3 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 3 & -3 \\ -1 & 1 \end{pmatrix}$$

Требуется пояснить, каким образом выбраны элементы платежных матриц. Если объединим две матрицы в одну таблицу, то описание возможных ситуаций будет удобнее и аналогично игре с нулевой суммой.

		Фирма Samsung (B)	
		B1: Рынок США	B2: Рынок России
Фирма LG (A)	A1: Рынок США	-5; 3	3; -3
	A2: Рынок России	1; -1	-1; 1

Ситуация (A_1, B_1) означает, что фирма LG выбрала для сбыта смартфонов и своей рекламной компании рынок США, и фирма Samsung

проводит ответные меры на том же рынке. Тогда фирма LG потеряет 5% своей доли на американском рынке, а Samsung приобретает дополнительно 3% доли рынка.

Ситуация (A_2, B_2) показывает, что обе фирмы выбрали для своих активных действий российский рынок, в таком случае фирма LG потеряла 1%-ю долю рынка, а фирма Samsung приобрела такую же долю.

Ситуация (A_2, B_1) и (A_1, B_2) означают, что фирмы LG и Samsung проводят рекламные компании на рынках разных стран. Как более сильная компания, LG получает или 3% доли американского рынка или 1% российского рынка, а Samsung не противодействует ей и проигрывает соответствующую долю рынка.

Рассмотрим решение биматричной игры в общем виде.

Традиционно рассматриваются два подхода к решению биматричных игр. При первом подходе – поиске равновесных ситуаций – ищутся условия, когда игра находится в некотором равновесии, которое невыгодно нарушать ни одному из игроков в отдельности. При втором – поиске ситуаций, оптимальных по Парето – находятся условия, при которых игроки совместными усилиями не могут увеличить выигрыш одного игрока, не уменьшив при этом выигрыш другого. [2, с.125]

Исследуем данную игру методом равновесных ситуаций. Для этого используем смешанные стратегии, т.е. такой случай, когда игроки чередуют свои чистые стратегии с определенными вероятностями. Пусть игрок А выбирает стратегию A_1 и A_2 с вероятностями p_1 и p_2 соответственно, причем $\sum_{i=1}^2 p_i = 1$. Аналогично, игрок В использует стратегию B_1 с вероятностью q_1 , B_2 – q_2 и $\sum_{j=1}^2 q_j = 1$. Но так как в нашем примере у каждого игрока по две стратегии, то обозначим:

p – вероятность, с которой игрок А выбирает стратегию A_1 , тогда $(1-p)$ – вероятность выбора стратегии A_2 ;

q – вероятность, с которой игрок В выбирает стратегию B_1 , а $(1-q)$ – вероятность выбора стратегии B_2 . [2,с.126].

Введем обозначения элементов платежных матриц:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \begin{matrix} q & 1-q \\ p & 1-p \end{matrix} \quad B = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{pmatrix} \begin{matrix} q & 1-q \\ p & 1-p \end{matrix}$$

В качестве критерия «удачности» игры возьмем математические ожидания выигрыша игроков, которые вычисляются по формулам [2,с.126]:

$$v_A = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 a_{ij} p_i q_j$$

$$v_B = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 b_{ij} p_i q_j$$

Так как выигрыш при оптимальных стратегиях обоих игроков больше либо равен выигрышу, когда только один из игроков применяет оптимальную стратегию, верны следующие выражения:

$$v_A(p, q^*) \leq v_A(p^*, q^*) \quad \text{и} \quad v_B(p^*, q) \leq v_B(p^*, q^*),$$

которые равносильны неравенствам:

$$v_A(1, q) = (a_{11} - a_{12} - a_{21} + a_{22})q + a_{12} - (a_{22} - a_{12})q$$

$$v_A(0, q) = -(a_{21} - a_{22})q + a_{22}$$

Неравенства позволяют произвести поиск равновесной ситуации.

Запишем математические ожидания выигрыша игроков А и В:

$$v_A(p^*, q^*) = (a_{11} - a_{12} - a_{21} + a_{22})p^*q^* + (a_{12} - a_{22})p^* + (a_{21} - a_{22})q^* + a_{22}$$

$$v_B(p, q) = (b_{11} - b_{12} - b_{21} + b_{22})pq + (b_{21} - b_{22})p + (b_{21} - b_{22})q + b_{22}$$

При $p = 1$, получим $v_A(1, q) = (a_{11} - a_{12} - a_{21} + a_{22})q + a_{12} - (a_{22} - a_{12})q$

При $p = 0$, $v_A(0, q) = -(a_{21} - a_{22})q + a_{22}$

Если p и q определяют равновесные ситуации, то:

$$\begin{aligned} v_A(p, q) - v_A(1, q) &\geq 0 \\ v_A(p, q) - v_A(0, q) &\geq 0 \end{aligned} \quad \text{или}$$

$$(a_{11} - a_{12} - a_{21} + a_{22})pq + (a_{12} - a_{22})p - (a_{11} - a_{12} - a_{21} + a_{22})q + a_{22} - a_{12} \geq 0$$

$$(a_{11} - a_{12} - a_{21} + a_{22})pq + (a_{12} - a_{22})p \geq 0$$

Если обозначить $C = a_{11} - a_{12} - a_{21} + a_{22}$, $\alpha = a_{22} - a_{12}$, то неравенства примут вид [2,с.131]:

$$(p-1)(Cq - \alpha) \geq 0$$

$$p(Cq - \alpha) \geq 0$$

Проведя аналогичные преобразования для математического ожидания игрока В, получим неравенства:

$$\begin{aligned}(q-1)(Dp-\beta) &\geq 0, \\ q(Dp-\beta) &\geq 0,\end{aligned}$$

где $D = b_{11} - b_{12} - b_{21} + b_{22}$; $\beta = b_{22} - b_{21}$

Таким образом, если пара (p, q) удовлетворяет полученным неравенствам, то она определяет равновесную ситуацию.

Теперь рассмотрим решение для игры «Борьба за рынки». Найдем необходимые константы, которые мы использовали в общем решении:

$$\begin{aligned}C &= a_{11} - a_{12} - a_{21} + a_{22} = -5 - 3 - 1 + 1 = -8, \\ \alpha &= a_{22} - a_{12} = -1 - 3 = -4 \\ D &= b_{11} - b_{12} - b_{21} + b_{22} = 4 + 3 + 1 + 1 = 9, \\ \beta &= b_{22} - b_{21} = 1 - (-1) = 2\end{aligned}$$

Получим неравенства:
$$\begin{cases} (p-1)(-8q+4) \geq 0 \\ p(-8q+4) \geq 0 \end{cases} \quad \begin{cases} (q-1)(9p-2) \geq 0 \\ q(9p-2) \geq 0 \end{cases}$$

Возможно три случая: две чистые стратегии $p=1$, $p=0$ и смешанная стратегия $0 < p < 1$. Рассмотрим каждый из них отдельно.

1. Пусть $p=1$, тогда получим: $-8q+4 \leq 0 \Rightarrow 0 \leq q \leq \frac{1}{2}$

Изобразим полученный результат графически, используя единичный квадрат. Система $\begin{cases} p=1 \\ 0 \leq q \leq \frac{1}{2} \end{cases}$ определяет отрезок АВ (см. рис.1).

2. Пусть $p=0$, тогда $-8q+4 \leq 0 \Rightarrow q \geq \frac{1}{2}$.

Система $\begin{cases} p=0 \\ q \geq \frac{1}{2} \end{cases}$ определяет отрезок CD.

3. Пусть $0 < p < 1$, тогда $\begin{cases} -8q+4 \geq 0 \\ -8q+4 \leq 0 \end{cases}$

Полученная система совместна в том случае, если $q = \frac{1}{2}$.

Система $\begin{cases} q = \frac{1}{2} \\ 0 < p < 1 \end{cases}$ определяет открытый интервал ВС.

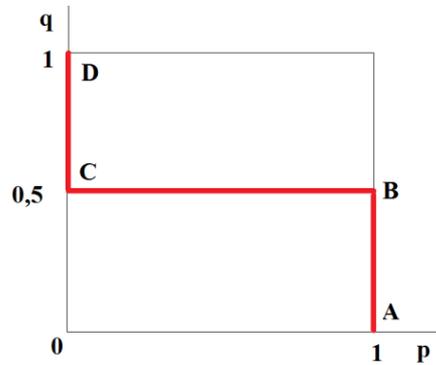


Рисунок 1

Проведя аналогичные рассуждения для второй системы, получаем три множества точек, определяемых системами:

$$1) \begin{cases} q = 1 \\ p \geq \frac{2}{9} \end{cases} \quad 2) \begin{cases} q = 0 \\ p \leq \frac{2}{9} \end{cases} \quad 3) \begin{cases} 0 < q < 1 \\ p = \frac{2}{9} \end{cases}$$

На Рис. 2 изобразим множества точек, удовлетворяющих системам 1,2,3 (отрезки А*В*, С*О, В*С* соответственно).

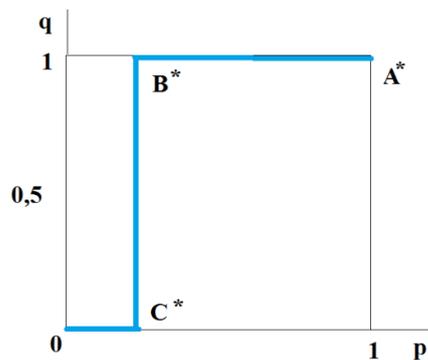


Рисунок 2

Равновесные ситуации определяют две оптимальные стратегии p^* и q^* , графически это можно представить как точку пересечения двух ранее построенных ломанных ABCD и А*В*С*О (Рис.3) В итоге получаем единственную равновесную точку $M\left(\frac{2}{9}; \frac{1}{2}\right)$, где $p = \frac{2}{9}, q = \frac{1}{2}$.

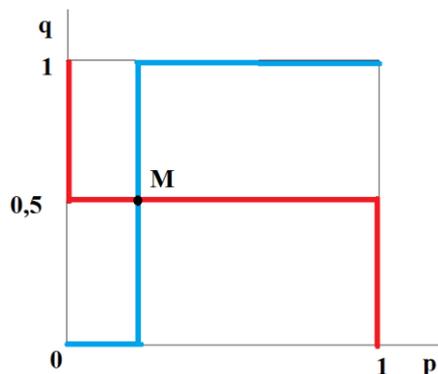


Рис. 3

Найдем математические ожидания, определяющие средние выигрыши игроков:

$$v_A(p^*, q^*) = -5 * \frac{1}{2} * \frac{2}{9} + 3 * \frac{1}{2} * \frac{2}{9} + 1 * \frac{1}{2} * \frac{2}{9} - 1 * \frac{1}{2} * \frac{2}{9} = -0,222$$
$$v_B(p^*, q^*) = 4 * \frac{1}{2} * \frac{2}{9} - 3 * \frac{1}{2} * \frac{2}{9} - 1 * \frac{1}{2} * \frac{2}{9} + 1 * \frac{1}{2} * \frac{2}{9} = 0,111$$

Итак, фирма LG, скорее всего, окажется в проигрыше, т.к. $v_A < 0$, причем большее внимание стоит уделять российскому рынку, пусть даже он менее выгоден $p_1 = p = \frac{2}{9}, p_2 = 1 - p = \frac{7}{9}$. Фирма Samsung, скорее всего, победит

$v_B > 0$, однако ей следует приглядывать за российским рынком:

$$q_1 = q = \frac{1}{2}, q_2 = 1 - p = \frac{1}{2}$$

Список литературы

1. Методы оптимальных решений в экономике и финансах: учебник ; под ред. В.М. Гончаренко, В.Ю. Попова.- 2-е изд.- М.:КНОРУС,2014.-400 с.
2. Юденков А.В. Математическое программирование в экономике: учеб.пособие / А.В. Юденков, М.И. Дли, В.В. Круглов. – М.: Финансы и статистика, 2010.-240 с.

ПРОЕКТ БАЗЫ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЧЕТОВ ФЕДЕРАЛЬНОГО СТАТИСТИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ

Морковин А.В., Мельников Д.Г.

Алтайская академия экономики и права, г. Барнаул

Целью работы является автоматизация формирования статистического отчета, которая позволит оперативно предоставлять официальную статистическую информацию в органы Федеральной статистики. Успешное выполнение работы позволит сократить время, которое необходимо на формирование статистического отчета вручную, следовательно, повысится эффективность в деятельности старшего инспектора отдела кадров

Следственного управления Следственного комитета Российской Федерации по Алтайскому краю (СУ СК РФ по АК).

Для выполнения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи: во-первых, охарактеризовать организационные и правовые основы деятельности старшего инспектора отдела кадров; во - вторых, разработать формализованное описание деятельности старшего инспектора отдела кадров; в-третьих, охарактеризовать структуру формы отчета № 1 - ГС, как основного элемента подлежащего автоматизации; в-четвертых, разработать базу данных (БД) по учету сотрудников СУ СК РФ по АК, на основе, внесенной в БД информации, будет формироваться статистический отчет.

В настоящее время в отделе кадров СУ СК РФ по АК используется система «Контур-Персонал Госслужба». Эта система, разработана специально для учреждений государственной службы, основная цель этой программы - учет персонала в соответствии с требованиями законодательства [4]. Однако недостатком этой системы является отсутствие возможности автоматически формировать статистические отчеты (модуль не доступен по не известной мне причине). Поэтому необходимо исправить этот недостаток путем создания своей БД, в которой эта возможность будет доступна. В данном проекте будет осуществляться автоматизация формирования отчета по форме № 1 – ГС, данный отчет представляется в органы Федеральной статистики один раз в два года.

Для выполнения поставленной цели необходимо выполнить некоторые задачи. Первая рассматриваемая нами задача – дать характеристику организационных и правовых основ деятельности старшего инспектора отдела кадров, именно старший инспектор отдела кадров, согласно своей должностной инструкции, чаще всего обязан формировать и представлять статистические отчеты. Наиболее значимые ФЗ, которые регламентируют порядок представления статической отчетности – это Федеральный закон от 29.11.2007 N 282-ФЗ (ред. от 23.07.2013) «Об официальном статистическом учете и системе государственной статистики в Российской Федерации» [1] и

приказ Росстата от 18.07.2013 N 285 (ред. от 01.04.2014) «Об утверждении статистического инструментария для организации федерального статистического наблюдения за заработной платой работников по профессиям и должностям, составом кадров государственной гражданской и муниципальной службы», который утверждает формы федерального статистического наблюдения (форма № 1 – ГС) и дает указания по заполнению этих форм [2].

Далее, используя case-средства AllFusion Process Modeler 7.0 (ранее BPwin), было разработано формализованное описание информационных потоков в деятельности старшего инспектора отдела кадров, в проекте были использованы стандарты IDEF0 и IDF3. В первую очередь была разработана контекстная диаграмма, которая даёт самую общую характеристику деятельности старшего инспектора отдела кадров и его взаимодействие с внешней средой, указанием входных и выходных документов, участников процессов и нормативных правовых актов. Декомпозиции процесса «подготовительный этап представления статистической отчетности» разработан с использованием технологии IDF3 и демонстрирует этапы представления статистической отчетности, которые делится на 6 этапов: назначение ответственных лиц, сверка личных дел и личных карточек со штатным расписанием, пополнение личных карточек и личных дел недостающими документами, внесение в БД по учету кадров изменений, изучение бланков отчетности и пояснения к ним [3].

Следующей задачей был анализ структуры отчета № 1 – ГС «Сведения о составе работников, замещавших государственные должности и должности государственной гражданской службы, по полу, возрасту, стажу государственной службы, образованию», данный отчет состоит из трех разделов и одной справки, каждый раздел представлен в виде таблицы, строки которой необходимо заполнить.

Все показатели статистической отчетности должны быть объективными, достоверными и основываться на документальных данных личных дел, личных карточек работников по форме № Т-2, (далее – личная

карточка) и др. Для формирования статистической отчетности необходимо разработать базу данных для учета кадров, на основе внесенной информации в эту базу данных будет вестись статистический учет, и формироваться статистическая отчетность.

База данных была разработана с использованием системы управления базой данных (СУБД) MySQL и скриптового языка программирования Нурпертекст Preprocessor (PHP) [5]. Схема БД по большей части основывается на личной карточке, а также на основе реквизитов формы отчета №1 – ГС. Фрагмент схемы данных представлен на рисунке 1.

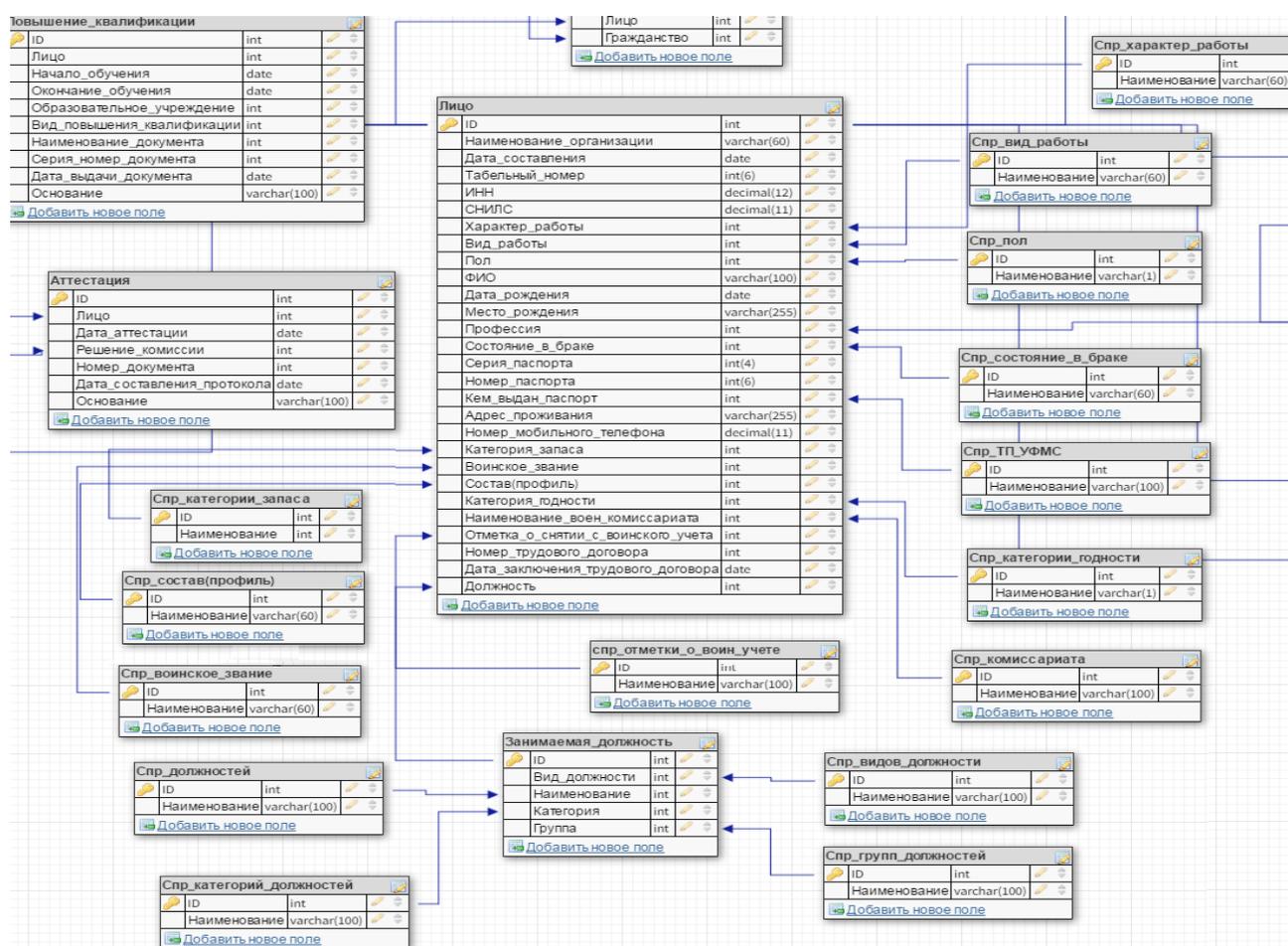


Рисунок 1 – Фрагмент схемы данных

БД содержит 43 таблицы, 12 из которых являются учетными (Лицо, образование, послевузовское образование, состав семьи, гражданство, аттестация, льготы, награды, повышение квалификации, отпуск, прием и перевод), остальные являются справочниками (справочник должностей, справочник профессий, вид образования и др.).

Учетные таблицы заполнены данными, приближенными к действительности. Таблицы справочников заполнены данными в соответствии с Единой системой классификации и кодирования.

Данная БД позволяет осуществлять просмотр данных, ввод первичной информации, редактирование внесенной информации, удаление записей, просматривать и копировать сформированный отчет по форме №1 – ГС.

Для разграничения прав доступа и для обеспечения информационной безопасности (в БД хранятся персональные данные сотрудников) разработана форма для авторизации пользователя при входе в систему. После успешного входа в систему пользователю открывается главное окно, из которого можно перейти на формы для работы с таблицами и для просмотра отчета по форме № 1 - ГС.

Форма отчета содержат обобщенные цифровые данные, характеризующие изменение во времени количественных и качественных показателей, отражающих состояние кадрового состава СУ СК РФ по АК. Каждая строка содержит в себе результат SQL – запроса из БД.

Для того чтобы старшему инспектору можно было удостовериться в правильности сформированного отчета, доступна возможность просмотра сотрудников которые удовлетворяют условиям запроса, для этого необходимо нажать на любую цифру, которая характеризует результат и появится окно где указаны ФИО сотрудника и занимаемая им должность.

Отчет генерируется автоматически после каждого внесенного старшим инспектором изменения (добавление нового сотрудника, редактирование записей или удаления сотрудника из БД).

Фрагмент отчета представлен на рисунке 2.

Наименование категорий и групп должностей	№ строки	Имели стаж государственной службы					
		до 1 года	от 1 года до 5 лет	от 5 до 10 лет	от 10 до 15 лет	от 15 до 25 лет	25 лет и свыше
1	2	3	4	5	6	7	8
Государственные должности Российской Федерации, субъектов Российской Федерации	201	0	0	0	0	1	1
Должности государственной гражданской службы - всего (сумма строк 203, 207, 211, 216)	202	0	1	0	0	0	0
в том числе: руководители – всего (сумма строк 204-206)	203	0	0	0	0	0	0
по группам должностей: высшие	204	0	0	0	0	0	0
главные	205	0	0	0	0	0	0
ведущие	206	-	-	-	-	-	-
помощники (советники) - всего (сумма строк 208-210)	207	-	-	-	-	-	-
по группам должностей: высшие	208	-	-	-	-	-	-
главные	209	-	-	-	-	-	-
ведущие	210	-	-	-	-	-	-
специалисты – всего (сумма строк 212-215)	211	0	0	2	0	1	0
по группам должностей: высшие	212	-	-	-	-	-	-
главные	213	0	0	0	0	0	0
ведущие	214	0	0	0	0	0	0
старшие	215	0	0	2	0	1	0
обеспечивающие специалисты – всего (сумма строк 217-220)	216	0	1	0	0	0	0
по группам должностей: главные	217	0	0	0	0	0	0
ведущие	218	0	0	0	0	0	0
старшие	219	0	1	0	0	0	0
младшие	220	0	0	0	0	0	0
Итого из государственных должностей и должностях государственной гражданской службы (сумма строк 201, 202)	221	0	4	5	5	2	2
в том числе: женщины	222	0	3	3	2	0	0
мужчины	223	0	1	2	3	2	2

№	ФИО сотрудника	Должность сотрудника
1	Борискина Ирина Александровна	Следователь
2	Васильев Игорь Евгеньевич	Старший следователь
3	Голубева Светлана Сергеевна	Следователь

Рисунок 2 – Фрагмент сформированного отчета

В дальнейшем планируется реализация автоматического формирования отчета по форме № 2 – ГС «Сведения о дополнительном профессиональном образовании федеральных государственных гражданских служащих и государственных гражданских служащих субъектов Российской Федерации». Что также позволит значительно облегчить труд специалистов и повысить эффективность работы.

Список литературы

1. Федеральный закон от 29.11.2007 N 282-ФЗ (ред. от 23.07.2013) «Об официальном статистическом учете и системе государственной статистики в Российской Федерации»
2. Приказ Росстата от 18.07.2013 N 285 (ред. от 01.04.2014) «Об утверждении статистического инструментария для организации федерального статистического наблюдения за заработной платой работников по профессиям и должностям, составом кадров государственной гражданской и муниципальной службы».

3. Инструкция о ведении кадровых учетных документов в системе Следственного комитета Российской Федерации.
4. Контур-Персонал Госслужба [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://kontur.ru/kontur-personal/modules/ga>
5. Web-технологии Связь с базами данных MySQL из PHP [Электронный ресурс] / Режим доступа <https://htmlweb.ru/php/mysql.php>

ОТДЕЛЬНЫЕ МОДЕЛИ ТЕОРИИ РАСПИСАНИЙ

Копылова Н.Т., Минеева Е.А.

**Барнаульский филиал Финансового университета
при Правительстве РФ**

Теория расписаний – ветвь прикладной математики, в которой изучаются вопросы упорядочения и согласования человеческой деятельности во времени и пространстве.

Задачи теории расписаний – один из видов задач исследования операций, относящихся к классу задач упорядочения.

По существу, вся человеческая деятельность планируется во времени и пространстве. Расписание - это синоним организованности, одно из важнейших средств эффективного выполнения любого рода деятельности, любого рода работ. Чем лучше составлено расписание, тем выше производительность труда, тем меньше затраты ресурсов, обусловленные той или иной деятельностью, тем лучше и сами достигаемые результаты, и условия их достижения. Другими словами, оптимальное расписание гарантирует получение наилучших значений показателей, характеризующих конечные результаты деятельности.

Модели теории расписаний позволяют решать задачи:

- определение оптимальной последовательности обработки деталей на станках;
- планирование работы производственного участка;

- определение оптимальной последовательности обработки изделий, массивов информации;
- определение состава и характеристик оборудования, предназначенного для многократного выполнения заданного неизменного комплекса операций либо комплексов операций, близких по своим основным параметрам;
- составления календарных планов работы организации;
- календарное планирование реализации проектов строительства предприятий и производств в рамках развития отрасли, региона, объединения;
- определение наилучших маршрутов движения. Мы рассмотрим только некоторые.

«Эталонной» задачей теории расписаний является проблема составления расписания работы технологической линии, известная в литературе под названием задачи Джонсона, по имени американского математика С.М. Джонсона, получившего основные аналитические результаты для простейших ситуаций (вариантов) – частных постановок этой задачи.

Такой задачей, в частности, является **задача о двух станках**.

Пусть есть два станка А и В. Каждая деталь должна быть обработана и на станке А (причём в первую очередь), и на станке В (во вторую очередь). Известны времена обработки каждой детали на каждом станке (в минутах) (таблица 1). Для разных деталей эти времена различные.

На каждом из станков можно обрабатывать только одну деталь. Процесс обработки деталей не может прерываться. Нужно определить вариант плана запуска деталей, при котором общее время их обработки будет минимальным.

Требуется выбрать порядок обработки деталей, сформировать расписание работы технологической линии, обеспечивающее минимальное суммарное время выполнения всего задания, а именно за минимальное время осуществить обработку группы из M деталей, каждая из которых должна

последовательно пройти обработку на каждом из N станков, образующих технологическую линию.

Основные ограничения задачи

1. Время перехода деталей от одного станка к другому незначительно, и им можно пренебречь.
2. Каждая деталь обрабатывается в строго определенном технологическом порядке.
3. Каждое обслуживание не может начинаться до тех пор, пока соответствующий станок еще занят обработкой предыдущей детали
4. Каждое обслуживание должно быть полностью завершено прежде, чем начнется следующее.

Алгоритм решения:

1. Просматриваются времена обработки деталей на каждом станке, и среди них определяется минимум.
2. Если этот минимум относится к станку А, то соответствующая деталь занимает очередное место в начале плана запуска деталей и исключается из дальнейшего рассмотрения.
3. Если этот минимум относится к станку В, то соответствующая деталь занимает очередное место в конце плана запуска деталей и исключается из дальнейшего рассмотрения.
4. Если время обработки двух разных деталей на одном станке совпадает, и это время меньше времени обработки на другом станке, то порядок обработки этих деталей произволен.

Таблица 1

Деталь	1	2	3	4	5
Время обработки на станке А	3	4	2	1	3
Время обработки на станке В	5	2	5	3	4

Шаг 1. Находим минимальное число во 2 и 3 строках. Это минимальное число равно 1 и показывает время обработки 4 детали на станке А. Поэтому деталь 4 исключаем из дальнейшего рассмотрения, а план запуска деталей после 1 шага будет начинаться с 4 детали.

Таблица 2

Деталь	1	2	3	5
Время обработки на станке А	3	4	2	3
Время обработки на станке В	5	2	5	4

Шаг 2. Для полученной таблицы находим минимальное число во 2 и 3 строках. Таких чисел два: 2(деталь 3, станок А) и 2 (деталь 2, станок В). Предпочтение отдается станку А(т.к. в задаче было сказано, что деталь должна быть обработана на станке А в первую очередь). Поэтому деталь 3 исключается из дальнейшего рассмотрения, а план запуска деталей после 2 шага начинается с 4 детали и продолжается 3. А 2 деталь мы ставим в конец плана запуска.

Таблица 3

Деталь	1	3	5
Время обработки на станке А	3	2	3
Время обработки на станке В	5	5	4

После 3 шага план запуска

План запуска: 4 - 3 - ... - 2.

Окончательный вариант: 4 - 3 - 5 - 1 - 2.

Найдём минимальное суммарное время обработки деталей на 2 станках.

Таблица 4

Деталь	Станок А		Станок В	
	начало	окончание	начало	окончание
4	0	0+1=1	1	1+3=4
3	1	1+2=3	4	4+5=9
5	3	3+3=6	9	9+4=13
1	6	6+3=9	13	13+5=18
2	9	9+4=13	18	18+2=20

Поясним, как заполняется таблица. Время начала обработки очередной детали равно времени окончания обработки предыдущей детали на этом же станке. Время окончания обработки детали = время начала обработки + время обработки детали на соответствующем станке. Минимально суммарное время обработки деталей на 2 станках равно 20 минутам.

Джонсоном данная задача была решена для 2 и 3 станков и произвольного числа деталей, обрабатываемых строго последовательно на этих станках, т. е. каждая деталь сначала проходит обработку на 1 станке, затем на 2 и на 3. Уже в случае 3 станков решение получается сложным, а распространение этого метода на случай 4 и более станков невозможно.

Другой задачей из теории расписаний является **составление краткосрочных графиков**. Краткосрочные графики дают подробные указания по видам работ, сотрудникам, материалам, оборудованию и другим видам ресурсов. Они позволяют определить последовательность выполнения видов деятельности и время выполнения. Цель таких графиков: минимизация затрат.

Разработка краткосрочных графиков – одна из наиболее часто встречающихся задач на любом предприятии. Число возможных вариантов огромно. Каждый из вариантов имеет свои характеристики и позволяет получить высокие результаты по одним критериям, но плохие по другим. Необходимо сбалансировать все показатели и учесть сложность возникающих проблем.

Рассмотрим возможные подходы к составлению таких графиков. Для последовательности работ, которые ожидают выделения для них оборудования, необходимо определить порядок их выполнения. Существуют два основных способа решения этой задачи.

При обратном составлении графика известно, когда каждая работа должна быть завершена. Двигаясь от этой даты назад и учитывая продолжительность каждой работы, можно определить время начала выполнения каждой работы.

При прямом составлении графика известно, когда каждая работа может начаться. Поэтому можно определить, когда работа будет завершена.

Оба эти подходы задают общие принципы. Для определения наилучшего порядка выполнения работ используют правила составления графиков.

Правило «первым пришел, первым обслужен»

Работы выполняются по мере их поступления. При этом никаких приоритетов, никакой срочности и никаких других параметров относительной важности не устанавливается. Поэтому неотложные работы могут ожидать своего выполнения.

Пример 1. Работы, обозначенные буквами в порядке их поступления, ожидают своего выполнения. Время выполнения работ и дата их завершения относительно момента расчета указаны в таблице 5.

Таблица 5

Работа	Время выполнения, дни	Срок завершения, дни
A	5	7
B	4	6
C	3	9
D	7	10

Определим порядок выполнения работ с помощью правила «первым пришел, первым обслужен», а также показатели эффективности полученного расписания.

Работы выполняются по мере их поступления: A — B — C — D. Заполним таблицу 6.

Таблица 6

Работа	Время выполнения	Время ожидания	Время в системе	Срок завершения	Запаздывание
A	5	0	5	7	0
B	4	5	9	6	3
C	3	9	12	9	3
D	7	12	19	10	9
Сумма	19	-	45	—	15

Поясним, как заполняется таблица.

1-й, 2-й и 5-й столбцы взяты из условия задачи.

Время ожидания — это время, которое работа ожидает начала выполнения. Поэтому в 1-й строке 3-го столбца пишем 0, а каждое число 3-го столбца, начиная со 2-й строки, есть сумма чисел из предыдущей строки 2-го и 3-го столбцов.

4-й столбец равен сумме 2-го и 3-го столбцов.

Запаздывание указывает, на сколько дней окончание работы отстает от расписания. Поэтому из числа 4-го столбца вычитаем соответствующее число 5-го столбца и в последнем столбце пишем максимум из полученной разности и 0.

В последней строке указана сумма чисел соответствующего столбца.

Среднее время завершения = (время в системе)/(число работ) = $45/4 = 11,25$ дня.

Среднее число работ в системе = (время в системе)/(время выполнения) = $45/19 \approx 2,4$.

Среднее ожидание = (запаздывание)/(число работ) = $15/4 = 3,75$ дня.

Правило кратчайшего времени выполнения

Руководствуясь этим правилом, минимизируют время в системе. Работы выполняются в порядке увеличения их продолжительности. Это позволяет тем работам, которые можно сделать быстро, оперативно перемещаться по системе. А вот продолжительность работы надолго остаются в ней.

Работы выполняются в порядке увеличения их продолжительности: С-В-А-Д.

Таблица 7

Работа	Время выполнения	Время ожидания	Время в системе	Срок завершения	Запаздывание
С	3	0	3	9	0
В	4	3	7	6	1
А	5	7	12	7	5
Д	7	12	19	10	9
Сумма	19	-	41	—	15

Среднее время завершения = (время в системе)/(число работ) = $41/4 = 10,25$ дня.

Среднее число работ в системе = (время в системе)/(время выполнения) = $41/19 \approx 2,2$.

Среднее ожидание = (запаздывание)/(число работ) = $15/4 = 3,75$ дня.

Правило ранних работ по дате исполнения

Руководствуясь этим правилом, все работы сортируются по требуемому времени их завершения. При этом работы, нужные быстрее всего, выполняются первыми. Хотя это и позволяет минимизировать максимальную задержку работ, но некоторые работы надолго остаются в очереди.

Работы выполняются в порядке увеличения времени их завершения: В-А-С-Д.

Таблица 8

Работа	Время выполнения	Время ожидания	Время в системе	Срок завершения	Запаздывание
В	4	0	4	6	0
А	5	4	9	7	2
С	3	9	12	9	3
Д	7	12	19	10	9
Сумма	19	-	44	—	14

Среднее время завершения = (время в системе)/(число работ) = $44/4 = 11$ дня.

Среднее число работ в системе = (время в системе)/(время выполнения) = $44/19 \approx 2,3$.

Среднее ожидание = (запаздывание)/(число работ) = $14/4 = 3,5$ дня.

Правило наиболее продолжительного времени выполнения

Наиболее продолжительные работы часто очень важны и выполняются первыми.

Из этого получаем следующее расписание: Д-А-В-С.

Таблица 9

Работа	Время выполнения	Время ожидания	Время в системе	Срок завершения	Запаздывание
Д	7	0	7	10	0
А	5	7	12	7	5
В	4	12	16	6	10
С	3	16	19	9	10
Сумма	19	-	54	—	25

Среднее время завершения = (время в системе)/(число работ) = $54/4=13,5$ дня.

Среднее число работ в системе = (время в системе)/(время выполнения) = $54/19 \approx 2,8$.

Среднее ожидание = (запаздывание)/(число работ) = $25/4 = 6,25$ дня.

Каждой работе присваивается показатель важности. Все работы выполняются в порядке от наиболее срочных к наименее срочным. Самые важные работы получают самый высокий приоритет. Работы с низким приоритетом могут оставаться в конце очереди очень долго.

При составлении графика выполнения работ важно избежать субоптимизации плана, когда комфортные условия для одной части предприятия создают проблемы для потребителей или для другой части предприятия. После анализа правил составления графика выполнения работ, мы видим, что применение правила кратчайшего времени выполнения работ более выгодно по сравнению с другими правилами. Поэтому это правило иногда даже называют важнейшей концепцией задачи определения последовательности работ.

Список литературы

1. Математические методы и модели исследования операций: учебник / под ред. В.А. Колемаева. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2008.
2. Просветов Г.И. Математические методы в логистике: задачи и решения. – М.: Альфа-Пресс, 2008.
3. Ильина М.А. Исследование операций: учебно-методическое пособие / М.А. Ильина, Н.Т. Копылова. – Барнаул: Изд-во ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (АлтГТУ), 2014. – 50 с
4. Ильина М.А. Методы принятия управленческих решений: учебное пособие / М.А. Ильина, Н.Т. Копылова. – Барнаул: Изд-во ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (АлтГТУ), 2016. – 74 с.

ОПТИМАЛЬНЫЙ ПОРТФЕЛЬ МАРКОВИЦА ДЛЯ ИНВЕСТИРОВАНИЯ В НЕФТЯНУЮ ОТРАСЛЬ

Горшенёва В.К., Копылова Н.Т.,

**Барнаулский филиал Финансового университета при
Правительстве РФ**

О важности инвестирования части заработанных средств вам расскажет любой финансовый консультант. Это в одинаковой степени относится как к крупному бизнесмену, так и к тому, кто работает по найму и еле сводит концы с концами. Несмотря на то что, размещаемые средства у этих категорий инвесторов будут разными, основные принципы инвестирования будут одинаковы для всех. Как оценить инвестиционную компанию на предмет надежности? Куда вложить деньги? Эти вопросы волнуют каждого инвестора. Поэтому перед тем как принять решение инвестировать в ту или иную компанию, необходимо сформировать оптимальный портфель ценных бумаг.

Большинство инвесторов и аналитиков всегда могут обосновать, чем их портфель лучше всех остальных. Гарри Марковиц не был ни управляющим, ни аналитиком, зато предложенный им метод составления инвестиционных портфелей получил широкое применение. Во второй половине двадцатого века господствовала идея о том, что портфель, созданный из рискованных активов, априори имеет высокий риск. В 1959 г. Марковицем была предложена математическая схема выбора оптимальных портфелей, концентрирующая внимание на поведении портфеля, а не его составляющих. Она коренным образом изменила точку зрения на инвестиционный процесс.

Сегодня, когда в нашей стране кризис, курс рубля, а также цена на нефть нестабильны, очень важно правильно спрогнозировать доходность той или иной компании в будущем. Более удачным вложением, как и во все времена, будут инвестирования в нефтяные компании, поэтому мы рассмотрим пример решения нелинейной задачи по оптимизации портфеля

ценных бумаг на примере трёх наиболее доходных сегодня нефтяных компаний: Газпромнефть, ЛУКОЙЛ и Роснефть.

Статистика доходности компаний за 10 лет дана в таблице:

	Газпромнефть	Лукойл	Роснефть
2007	38,52	15,45	5,39
2008	24,17	14,27	0,16
2009	21,98	18,61	12,91
2010	17,55	19,80	14,24
2011	21,89	16,86	9,04
2012	21,48	8,84	11,82
2013	24,89	15,13	20,49
2014	14,03	11,45	24,81
2015	7,15	17,94	25
2016	25,59	15,92	50

Заметим, что компания ЛУКОЙЛ, в отличие от остальных, имеет меньшие колебания доходности.

В данной задаче были приняты следующие обозначения [1]:

m_j – средняя ожидаемая доходность j – й ценной бумаги, $j = \overline{1, n}$ (m_j называют *эффективностью* j – й ценной бумаги);

$v_j = \sigma_{jj}$ - дисперсия случайной доходности j – й ценной бумаги, $j = \overline{1, n}$ ($r_j = \sqrt{v_j}$ называют *риском* j – й ценной бумаги);

σ_{ij} – ковариация дохода от ценных бумаг i и j ($i = \overline{1, n}, j = \overline{1, n}$).

Необходимо сформировать оптимальный портфель ценных бумаг минимального риска при условии, что обеспечивается заданное значение эффективности портфеля m_p (портфель Марковица минимального риска).

Математическая модель

Пусть x_j ($j = \overline{1, n}$) – доля капитала, потраченная на покупку ценных бумаг j –го вида (весь выделенный капитал принимается за единицу). С учётом этих обозначений **математическая модель задачи формирования портфеля ценных бумаг с минимальной дисперсией** (вариацией портфеля) имеет следующий вид:

найти x_j ($j = \overline{1, n}$), минимизирующие дисперсию доходности портфеля ценных бумаг;

$$\min v_p = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij}$$

при условиях:

а) обеспечивается заданное значение эффективности портфеля $m_p = 18\%$, т.е.

$$\sum_{j=1}^n m_j x_j \geq m_p;$$

б) весь выделенный для инвестиций капитал в целях моделирования принимается за единицу, т.е.

$$\sum_{j=1}^n x_j = 1, \quad x_j \geq 0, \quad j = \overline{1, n}$$

По приведённой выше статистике нами была проведена оценка доходности ценных бумаг, которое также является математическим ожиданием, и среднее квадратичное отклонение, которое выражает риск.

Акция	Доходность	Риск
Газпромнефть	21,73	8,18
ЛУКОЙЛ	17,27	3,27
Роснефть	25,55	23,47

Для оценки ковариации доходности ценных бумаг мы использовали инструмент **Ковариация** в пакете **Анализ данных** в **MS Excel** и получили следующий результат:

	<i>Газпромнефть</i>	<i>Лукойл</i>	<i>Роснефть</i>
<i>Газпромнефть</i>	60,223205		
<i>Лукойл</i>	-2,309645	9,849881	
<i>Роснефть</i>	-26,38351	2,111898	175,760364

Введём необходимые обозначения. Пусть x ($j=1, 2, 3$) – доли соответствующих ценных бумаг в портфеле. Тогда математическая модель рассматриваемой задачи формирования оптимального портфеля ценных бумаг имеет вид:

$$\begin{aligned} \min f(x_1, x_2, x_3) &= 60,223205 x_1^2 + 9,849881x_2^2 + 175,760364x_3^2 - 2 * \\ &2,309645 x_1x_2 - 2 * 26,38351 x_1x_3 + 2 * 2,111898 x_2x_3 ; \\ &21,73x_1 + 15,43x_2 + 17,39x_3 \geq 18; \\ &x_1+x_2+x_3 = 1; \\ &x_j \geq 0, j = 1, 2, 3. \end{aligned}$$

Что бы гарантировать возможность отыскания оптимального решения, на функцию $f(x_1, x_2, \dots)$ должны быть наложены дополнительное ограничение: целевая функция должна быть выпуклой. Дифференцируемая функция в области X выпукла, если знаки главных миноров матрицы Гессе положительны. Для проверки построим матрицу Гессе с помощью следующих расчётов:

$$f = 60,223205 x_1^2 - 2 * 2,309645x_1x_2 - 2 * 26,38351 x_1x_3 + 9,849881x_2^2 + 2 * 2,111898 * x_2x_3 + 175,760364x_3^2,$$

$$\begin{aligned} f'_{x_1} &= 120x_1 - 4,6x_2 - 52x_3, & f''_{x_1x_1} &= 120, & f''_{x_2x_2} &= 19,6, & f''_{x_3x_3} &= 350, \\ f''_{x_1x_2} &= -4,6, & f''_{x_1x_3} &= -52, & f''_{x_2x_3} &= 4,2. \end{aligned}$$

	<i>Газпромнефть</i>	<i>Лукойл</i>	<i>Роснефть</i>
<i>Газпромнефть</i>	120	-4	-52
<i>Лукойл</i>	-4,6	19,6	4,2
<i>Роснефть</i>	-5,2	4,2	350

Если сравнить полученную матрицу с матрицей ковариации, то можно заметить, что элементы матрицы увеличились в 2 раза. Для проверки знаков главных миноров матрицы Гессе была использована функция «МОПРЕД»:

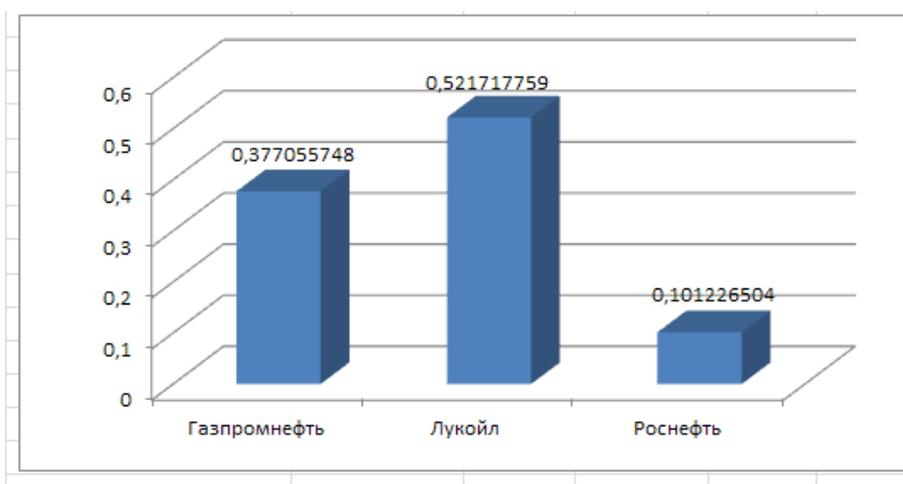
$$\Delta_1 = 120, \quad \Delta_2 = 2333,6 \quad \Delta_3 = 810435,36 .$$

По полученным результатам можно сделать вывод, что оптимальное решение может быть найдено, и оно является глобальным минимум целевой функции.

Далее решаем задачу нелинейного программирования, проведя оптимизацию средствами надстройки **Поиск решения**. Получаем оптимальное решение, при котором x_1 (Газпромнефть) = 0,377, x_2 (ЛУКОЙЛ)

= 0,522, x_3 (Роснефть) = 0,101. Целевая функция, которая отражает минимальный риск, при этом равна 10,34. Эффективность портфеля в целом составит 18%.

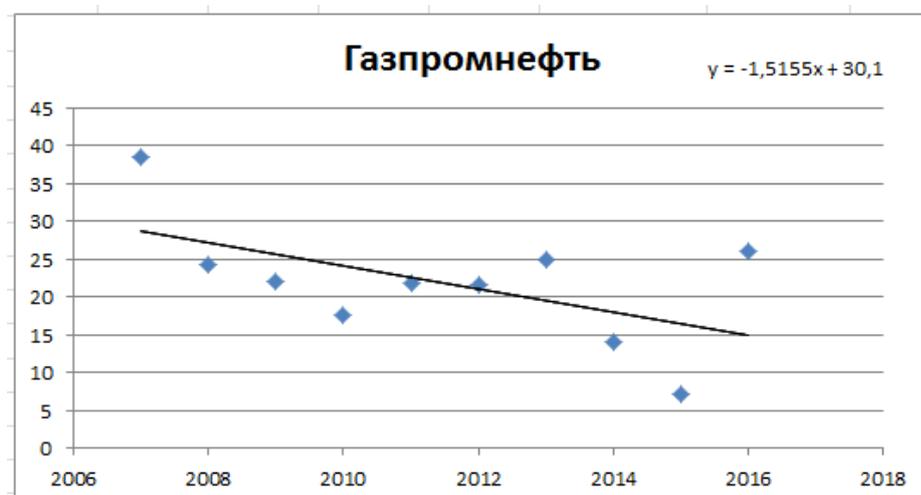
	Газпромнефть	Лукойл	Роснефть		
Оптимальное решение	0,377	0,522	0,101		
Ограничение доходности	21,73	15,43	17,39	18 >=	18
	1	1	1	1 =	1
Минимальный риск					
ЦФ=	10,34				

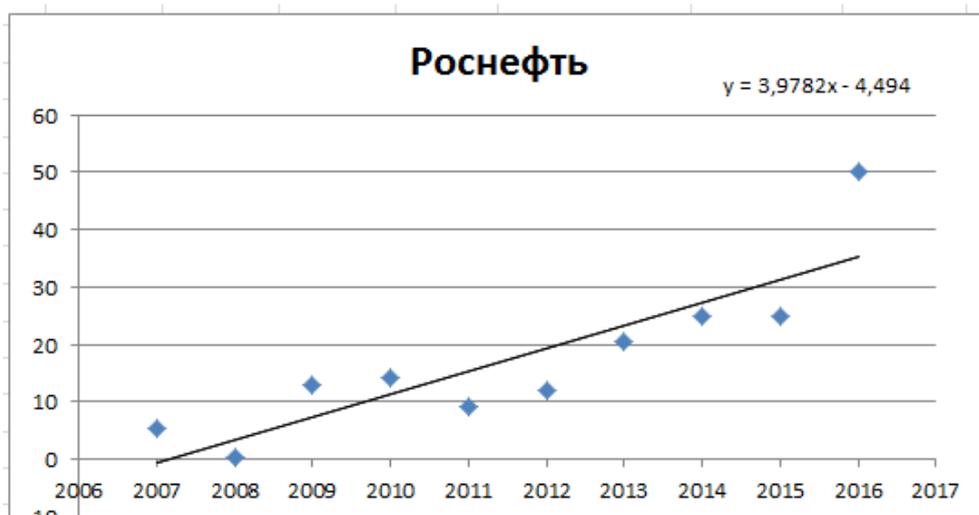


Портфель Марковица на 2016 год

Для инвестора мало построить модель оптимизации, более важно спрогнозировать доходность компаний на будущий год и проследить за тем, как изменится модель оптимизации.

Построим линейные модели динамики доходности ценных бумаг компаний.





С помощью уравнений линии тренда мы построили прогнозы доходностей компаний на следующий год.

	Газпромнефть	Лукойл	Роснефть
2007	38,52	15,45	5,39
2008	24,17	14,27	0,16
2009	21,98	18,61	12,91
2010	17,55	19,8	14,24
2011	21,89	16,86	9,04
2012	21,48	8,84	11,82
2013	24,89	15,13	20,49
2014	14,03	11,45	24,81
2015	7,15	17,94	25
2016	25,99	15,92	50
2017	13,4295	14,4958	39,2662

Точно также с помощью надстройки Поиск решения проводим оптимизацию и получаем следующий результат:

	Газпромнефть	Лукойл	Роснефть			
Оптимальное решение	0,176	0,766	0,058			
Ограничение доходности	21,73	17,27	25,55	18,5391	>=	18
	1	1	1	1	=	1
Минимальный риск						
ЦФ=	7,26					



Портфель Марковица на 2017 год

Вывод: инвестиции в Лукойл увеличились и составляют 77%, уменьшились в Газпромнефть – 18% и в Роснефть – 6%. Риск при этом уменьшился и равен 7,26, а эффективность выросла – 18,5%.

При полученном прогнозе следует учесть, что нами был проведён технический анализ данных, который не учитывает многие факторы, такие как политическая и экономическая ситуация в мире, глобальные катастрофы и т.п., т.е. факторы, которые были бы учтены при фундаментальном анализе.

Список литературы

1. Гармаш А.Н., Орлова И.В. Математические методы в управлении: учебное пособие. – М.: Вузовский учебник, 2011.
2. Ильина М.А. Исследование операций: учебно-методическое пособие / М.А. Ильина, Н.Т. Копылова. – Барнаул: Изд-во ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (АлтГТУ), 2014. – 50 с

3. Ильина М.А. Методы принятия управленческих решений: учебное пособие / М.А. Ильина, Н.Т. Копылова. – Барнаул: Изд-во ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (АлтГТУ), 2016. – 74 с.

АУКЦИОНЫ И ТЕОРИЯ ИГР

Ильина М.А., Катаева И.Н., Медведева Е.А.

**Барнаульский филиал Финансового университета при
Правительстве РФ**

Теория игр — математический метод изучения оптимальных стратегий в играх. Под игрой понимается процесс, в котором участвуют две и более сторон, ведущих борьбу за реализацию своих интересов. Каждая из сторон имеет свою цель и использует некоторую стратегию, которая может вести к выигрышу или проигрышу — в зависимости от поведения других игроков. Теория игр помогает выбрать лучшие стратегии с учётом представлений о других участниках, их ресурсах и их возможных поступках.

Теория игр, как отдельный раздел математики, очень часто применяется в проведении аукционов. Аукцион – это, по сути, более сложный вид игры.

Каждый из вас точно хоть раз слышал слово «аукцион». В форме аукциона осуществляется торговля товарами, которые обладают индивидуальными особенностями. Также продаются товары, обладающие уникальными свойствами: произведения искусства, исторические раритеты, коллекционные объекты, антиквариат. На аукционах могут продаваться и различные финансовые активы: акции, облигации и др.

Аукционы проводятся еще с незапамятных времен и всевозможными способами.

Так, например, в древнем Вавилоне за то, чтобы взять в жёны красавицу, платили женихи. А за взятых в жёны дурнушек платили уже,

наоборот, женихам. Но также аукционы были распространены и во время Римской империи и часто проводились после военных побед. На них велась торговля военнопленными, а доходы, полученные от этих аукционов, шли на финансирование вооруженных сил. Самый легендарный аукцион был проведен 28 марта 193 года, на котором продавалась вся Римская империя [1, с.465].

Таким образом, аукционы возникли не просто так, этому способствовало постепенное историческое развитие. Базовые правила некоторых аукционов остаются неизменными на протяжении столетий. При этом аукционы — динамично развивающаяся область современной экономической теории. Это в первую очередь вызвано их практической важностью, а также наличием данных и возможностью формально проанализировать аукционы как игры, чьи правила совпадают с практикой.

Аукцион — это действующий открытый или закрытый рынок по продаже вещей и товаров с заранее установленными местом проведения и правилами проведения. Но с другой стороны, для проведения аукционов применяются сложнейшие математические методы и модели.

Аукционы проводят для того, чтобы:

- получить больше денег за продаваемый объект — оптимальные аукционы;
- объект достался участнику, которому он нужнее (ценнее) всего — эффективные аукционы.

Коммерческий смысл аукциона состоит в том, что **максимальная цена** на реализуемый товар устанавливается путем непосредственной **конкуренции покупателей**, одновременно присутствующих в месте продажи.

Модель любого аукциона можно представить следующим образом:

1. Количество участников: n
2. Внутренние оценки, не зависящие друг от друга: v_1, v_2, \dots, v_n ;

Правило определения победителя и формирования цены на аукционе зависит только от содержания ставок и выражается функцией от набора

параметров в них. Она может быть линейной, выраженной через математическое ожидание и т.п.

Поведение участников аукциона зависит от правил игры и ожиданий относительно конкурентов. Каждый участник выбирает ставку, которая максимизирует его ожидаемую прибыль, которую можно представить следующей формулой [3, с.169]:

$$\pi_i = (\text{Вероятность выигрыша}) * (V_i - P(b_1, b_2 \dots b_n)),$$

где P – правило определения цены,

$b_1, b_2 \dots b_n$ – ставки всех участников аукциона.

Все аукционы принято делить на несколько видов, которые описываются математическими методами. Для понимания сути математических выкладок требуется прежде всего четкое разделение по видам аукционов.

1. Английский аукцион, является одним из самых распространенных в наши дни. Он базируется на установлении минимальной цены, которая является начальной для данного товара и в процессе торгов постепенно увеличивается.

Все поступающие предложения по увеличению цены публично оглашаются. Окончательная цена формируется в ходе торга как последняя максимальная цена, предложенная покупателем. Если установлена резервная цена (минимальная цена, за которую владелец товара согласен его продать) и она не достигнута в ходе аукциона, то товар не продается. [2, с.446] И, тем не менее, часто на таких аукционах азартные покупатели поднимают цену очень высоко. Одним из ярких примеров прямого аукциона является электронный аукцион — www.ebay.com.

2. Обратный оптовый аукцион или голландский, является разновидностью оптовых аукционов, на нем продавец имеет право выставлять по несколько единиц лотов одновременно. Соответственно покупатели могут претендовать на покупку нескольких единиц товара. Начальная цена устанавливается на голландских аукционах заведомо

большей и затем постепенно снижается. Победитель платит минимальную цену.

На голландском аукционе нельзя выставить резервную цену. Голландские аукционы изначально использовались для продажи скоропортящихся товаров и проходили в весьма сжатые сроки. В настоящее время данный вид аукциона чаще всего используется для продажи ценных бумаг, товаров, бывших в употреблении, объектов строительства, лицензий и т.д. [4, с.447]

3. Редукцион или обратный аукцион. Его иначе называют переторжкой или аукционом на понижение. При проведении редукциона заказчик не продает, а приобретает требуемую ему продукцию (товар, работу или услугу). Он устанавливает начальную цену, которую готов за нее заплатить, а продавцы (участники редукциона) делают ему свои предложения, постепенно снижая цену. Победителем редукциона является участник, предложивший наименьшую стоимость.

4. Аукцион янки или дискриминационный или аукцион своей цены – это разновидность закрытых аукционов (в отличие от английского и голландского аукционов) и победитель получает товар за максимальную названную им цену.

Как правило, каждый участник подает только одну заявку (ценовое предложение), поэтому подготовка к такому аукциону особенно важна.

Если товар единичный, то победитель один. Но если выставлен лот из нескольких единиц товара, то выигрывает не только давший наивысшую цену, но и те, кто дал цену ниже. Из-за того, что не все победители платят одинаковую цену, такой аукцион называется «дискриминационным». На «дискриминационном» аукционе (больше одной единицы товара в лоте) заявки, поданные вслепую, сортируются, начиная от максимальной к минимальной и товар распределяется в этом порядке, пока не кончится. Выигравшие такой аукцион участники, платят разную цену за товары.

Таким образом, видно, что все аукционы разные и имеют свои особенности.

Основные отличия этих аукционов представлены в табл. 1.

Вид \ Признак	Английский аукцион	Голландский аукцион	Редукцион	Аукцион янки
Начальная цена	Минимальная	Максимальная		–
Правило аукциона	Повышение цены	Понижение цены		Цена предлагается 1 раз
Правило определения победителя	Участник, предложивший максимальную цену	Участник, предложивший минимальную цену		Участник, предложивший максимальную цену
Тип аукциона	Открытый			Закрытый

Таблица 1. Основные отличия аукционов

Более подробнее рассмотрим два других вида аукционов – закрытый аукцион первой и второй цены.

Аукцион первой цены – это закрытый аукцион, на котором цена не объявляется публично, а раздается участникам в конвертах. Победителем становится тот, кто предложил максимальную цену.

За лот он платит «первую цену» — величину своего предложения (ставки). Как утверждает статистика, более 2/3 мировых аукционов проводится именно по этой схеме. Как правило, на аукционе первой цены продаются государственные контракты и различная собственность, в том числе компании.

При аукционе первой цены, прибыль i -го участника составит

$$\pi_i = \begin{cases} v_i - b_i, & \text{если } b_i \text{ — максимальная предложенная ставка,} \\ 0, & \text{во всех остальных случаях} \end{cases}$$

Таким образом, видно, что участник аукциона первой цены думает сделать ставку поменьше, чтобы заплатить поменьше, если он выиграет

$(v_A - b_A)$, либо сделать ставку побольше, чтобы увеличить вероятность выигрыша (увеличить $P(b_A > b_B)$) [4, с.165].

Аукцион второй цены также представляет собой закрытый аукцион, с идентичными с аукционом первой цены правилами выбора победителя. Но существенным отличием является то, что побеждает покупатель, предложивший самую высокую цену, но оплату за товар он производит не по предложенной им цене, а по второй по величине сумме предложения («вторая цена»).

На практике данная разновидность аукционов применяется редко, так как она искусственно ограничивает максимальную прибыль владельца лота. В качестве примера использования аукциона второй цены можно привести продажу ценных бумаг, почтовых марок и т. д.

При аукционе второй цены, прибыль i -го участника составит

$$\pi_i = \begin{cases} v_i - \max_{i \neq j} b_j, & \text{если } b_j - \text{максимальная предложенная ставка,} \\ 0, & \text{во всех остальных случаях} \end{cases}$$

Чудесное свойство аукционов второй цены состоит в том, что оптимальная ставка участника есть в точности ценность объекта для него [4]

Подводя итог всему выше сказанному, можно сделать вывод, что аукционы включают в себя две составляющие: они достаточно широко применяются в обыденной жизни людей с одной стороны, но в то же время, имеют серьезную математическую основу, некий набор специальных методов математического аппарата, теории игр, которые сложны в своих формулах и вычислениях и подвластны только настоящим профессионалам в данной области.

В заключение, хотим отметить, что аукционы обладают рядом свойств:

- 1) Эффективность - размещают товары наилучшим образом, создавая максимальную ценность от сделки;
- 2) Оптимальность - максимизируют ожидаемый доход продавца, не требуют от него особых знаний о том, сколько готовы люди заплатить, сама конкуренция между участниками сыграет свою роль;
- 3) Аукционы явно и быстро определяют цену;
- 4) Используются практически везде, т.е. являются популярной областью экономических исследований.

Список литературы

1. Кит П., Янг Ф. Управленческая экономика. Инструментарий руководителя. 5-е изд. / Пер. с англ. – СПб.: Питер, 2008. – 624 с.
2. Нуреев Р.М. Курс микроэкономики: учебник / Р.М. Нуреев. – 3-е изд., испр. И доп. – М.: Норма: ИНФРА –М, 2015. – 624 с.
3. Теория игр: учебник для академического бакалавриата / П.В. Конюховский, А.С. Малова. – М.: Издательство Юрайт, 2015. – 252 с.
4. Теория игр: учебник и практикум для академического бакалавриата / В.Л. Шагин. – М.: Издательство Юрайт, 2015. – 223.

РЕАЛИЗАЦИЯ WEB-РЕСУРСА АДМИНИСТРАЦИИ БОБРОВСКОГО СЕЛЬСОВЕТА ШИПУНОВСКОГО РАЙОНА АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Белоцерковец С.С., Лопухов В.М.

Алтайская академия экономики и права, г. Барнаул

Во исполнение 8-ФЗ от 09 февраля 2009 года "Об обеспечении доступа к информации о деятельности государственных органов и органов местного самоуправления", который обязывает Государственные органы иметь представительный ресурс в сети «Интернет», поэтому была поставлена актуальная задача разработки web-ресурса для Администрации Бобровского сельсовета Шипуновского района Алтайского края. Сайт создается для доведения предназначенной для населения информации через сеть «Интернет». Актуальность проекта также обуславливается тем, что в настоящее время все больше пользователей предпочитают узнавать новости через «Интернет», не выходя из дома.

Кроме новостной функции, разрабатываемый WEB-ресурс должен выполнять следующие функции:

1. online-доступ к каталогу файлов, нормативной правовой базе и документам, которые могут понадобиться населению;
2. приём вопросов в интернет-приемной для главы администрации (с отправкой сообщений по e-mail);
3. размещение объявлений социальной инфраструктуры;
4. информирование о расходах бюджетных средств.

Вся вышеперечисленная информация должна быть доступна гражданам, если только она не содержит сведений, составляющих государственную или служебную тайну.

Основные этапы создания WEB-ресурса разбиваются на следующие процедуры:

1. сбор и анализ требований;
2. проектирование дизайна;
3. выбор средства реализации и создание макета сайта;
4. добавление (при необходимости) дополнительных модулей;
5. тестирование сайта;
6. поисковая оптимизация;
7. сопровождение сайта.

По причине того, что web-ресурс разрабатывается для муниципального органа, был выбран стандартный макет сайта, показанный на рисунке 1. Наполнение сайта контентом и разработка дизайна проводилась с целью привлечения целевой аудитории. В результате получился сайт, состоящий из 49 web-страниц, главная из которых показана на рисунке 2.



Рисунок 1 - Макет шаблона

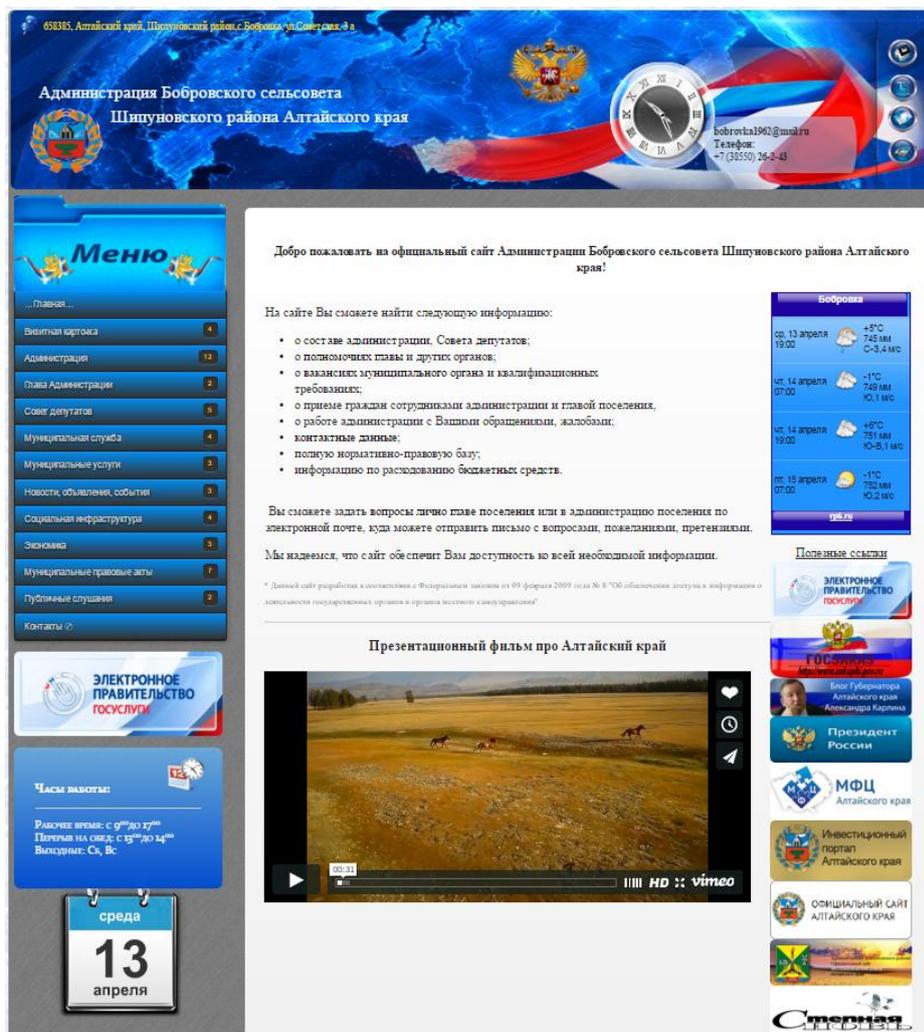


Рисунок 2 – Главная страница сайта администрации Бобровского сельсовета Шипуновского района Алтайского края

Процесс разработки сайта проводился согласно спиральной модели жизненного цикла. Сайт будет развиваться и дальше, по требованию заказчика. Последняя версия web-ресурса размещена в сети «Интернет» с доменным именем <http://bobrovka22reg.ru/> и содержит следующий основной контент и функционал, что подтверждено актом о внедрении:

- контактная информация;
- каталог нормативной правовой базы и документов;
- интернет-приемная;
- информеры погоды, времени и «Поделиться»;
- полезные ссылки;
- историческая справка села;
- физико-географическое положение села;
- биография главы администрации;

- полномочия Главы;
- структура администрации Бобровского сельсовета;
- структура сайта;
- график приема населения;
- список депутатов по округам и т.д.

АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА МАЛОМ ПРЕДПРИЯТИИ И ПОВЫШЕНИЕ ЕЁ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Коханенко Д.В., Васюнина А.А.

**Барнаульский филиал Финансового университета при
Правительстве РФ**

Аннотация

Анализируется информационная система предприятия малого бизнеса на примере компании ООО «Многофункциональная строительная компания». Рассматривается влияние информационной системы на эффективность работы предприятия. Предлагаются решения по повышению эффективности использования информационной системы в деятельности компании.

На определенном этапе развития каждая компания сталкивается с необходимостью внедрения или обновления ИС (информационной системы). На данный момент существует большое количество программных продуктов, которые направлены на улучшение деятельности компаний вне зависимости от того, в какой сфере деятельности данная компания работает.

Для анализа ИС предприятия необходимо рассмотреть структуру и экономические показатели самого предприятия. Структура рассматриваемого предприятия представлена на рисунке 1



Рисунок 1 Организационная структура системы ООО «МСК»

ООО «МСК» имеет линейно–функциональную организационную структуру. Выделим основные преимущества системы деятельности управления и недостатки управления имеющегося типа системы управления, данные представим в таблице 1.

Таблица 1 Преимущества системы и управления недостатки управления организационной структуры ООО «МСК»

Преимущества	Недостатки
1. четкость системы взаимодействия подразделений	1. отсутствие звеньев, которые вырабатывают общую стратегию работы
2. единоначалие	2. имеются предпосылки к перекладыванию ответственности и волоките при решении проблем, которые требуют взаимодействия нескольких подразделений
3. разграничение ответственности (каждый знает, за что отвечает)	3. организация и подразделения имеют разные критерии оценки эффективности и качества работы.
4. возможность быстрой реакции исполнительных подразделений на указания, полученные свыше	4. большое количество промежуточных звеньев, которые находятся между работниками и управленцем, принимающим решения
	5. управленцы верхнего уровня подвержены перегрузке
	6. повышается зависимость между результатами работы и квалификацией, деловыми и личностными качествами высшего управленческого состава

Оценка системы финансового состояния ООО «МСК» будет проведена в разрезе финансового 2013–2015 гг. по данным бухгалтерского баланса и отчета системы о финансовых результатах (отчета системы о предприятия прибылях и управления убытках), представленных в таблица 2 и 3.

Прибыль, полученная от финансово–хозяйственной деятельности в 2015 г. году увеличила собственный капитал и величину чистых активов в сравнении с 2014 г. Динамика системы результатов финансово–хозяйственной деятельности ООО «МСК» представлена системы в таблице 2.

Таблица 2 Динамика системы результатов финансово–хозяйственной деятельности управления ООО «МСК» за 2013–2015 гг., тыс. руб.

Наименование показателей	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Абс. изм	
				2014 г.	2015 г.
1. Выручка	49949	67391	87024	17442	19633
2. Себестоимость	37527	52848	67705	15321	14857
3. Валовая прибыль	12422	14543	19319	2121	4776
4. Коммерческие расходы	8245	6606	11881	–1639	52675
5. Прибыль от продаж	4177	7937	7438	3760	–499
6. Проценты к получению	0	9	27	9	18
7. Проценты к уплате	0	538	525	538	–13
8. Прочие доходы	462	81	271	–381	190
9. Прочие расходы	837	2967	2795	2130	–172
10. Прибыль до налогообложения	3802	4522	4416	720	–106
11. Текущий налог на прибыль	760	1409	1240	649	–169
12. Чистая прибыль	3042	3113	3176	71	63

Таблица 3 Динамика показателей рентабельности ООО «МСК» за 2013–2015

Наименование	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Абс. изм., %	
				2014 г.	2015 г.
1. Рентабельность продаж, %	8,36	11,78	8,55	3,42	–3,23
2. Рентабельность собственного капитала, %	48,71	38,97	24,82	–9,74	–14,15
3. Рентабельность оборотных активов, %	25,4	14,88	10,88	–10,52	–4
4. Общая рентабельность производственных фондов, %	28,63	24,96	14,95	–3,67	–10,01

5. Рентабельность всех активов, %	17,66	11,15	7,09	-6,51	-4,06
6. Рентабельность основной деятельности	24,87	21,58	22,2	-3,29	0,62
7. Рентабельность производства, %	33,1	27,52	28,53	-5,58	1,01

В целом финансово-хозяйственную деятельность организации стоит охарактеризовать как прибыльную. Анализ изменения показателей финансовой устойчивости, по относительным показателям, свидетельствует о том, что, по сравнению с базовым периодом (31.12.2013 г.) ситуация на системы ООО «МСК» в целом ухудшилась.

Рассматривая показатели рентабельности, прежде всего, следует отметить, что на начало, и на конец анализируемого периода частное от деления прибыли до налогообложения и выручки от реализации (показатель общей рентабельности) находится у ООО «МСК» ниже среднеотраслевого значения, установившегося на уровне 10%. На начало периода показатель общей рентабельности в организации составлял 7,61%, а на конец периода системы 5,07 % (изменение в абсолютном выражении за период – (-2,54%). Это следует рассматривать как отрицательный момент и искать пути повышения эффективности деятельности организации.

Рассматривая информационную систему не на логическом уровне, а на физическом, можно отметить, что системы информационного управления имеет следующий вид – рисунок 2.

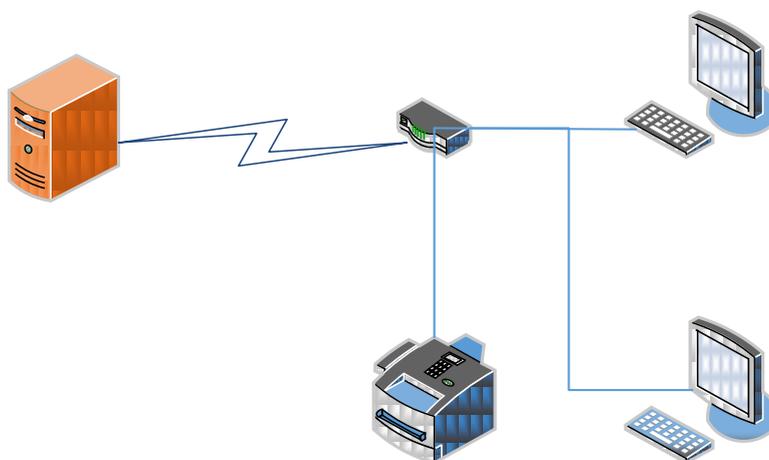


Рисунок 2 Информационная система ООО «МСК» на физическом уровне

На конец 2015 г. локальная сеть ООО «МСК» насчитывала всего 2 рабочих станции. Рабочие станции имеют равноправный доступ к МФУ.

Структура информационной системы, с точки зрения деления ее на подсистемы состоит из трех основных подсистем: функциональной обеспечивающей, организационной.

Подсистема ИС решающая комплекс экономических задач – функциональная подсистема. Рассмотрим функциональную подсистему ИС нашего предприятия (рисунок 3).

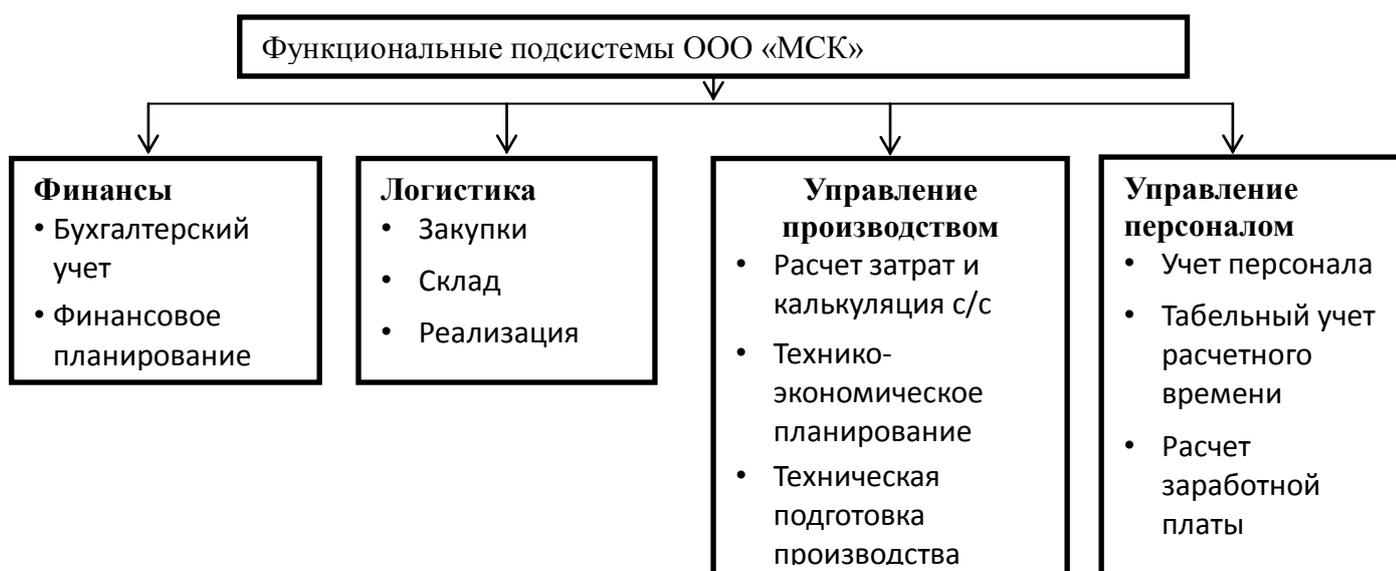


Рисунок 3 Структура функциональной подсистемы

Проанализировав функциональную подсистему были выявлены следующие недостатки (таблица 4):

Таблица 4 Основные недостатки функциональной подсистемы ИС предприятия

Недостатки функциональной подсистемы ООО «МСК»	К чему это приводит
отсутствует подсистема функционального анализа	Предприятие не своевременно реагирует на сигналы изменения финансовых показателей
отсутствует подсистема маркетинга	Стагнация продаж, снижение спроса
отсутствует подсистема развития и управления персоналом	Производственные дефекты и претензии со стороны клиентов, вызванных низкой квалификацией сотрудников

Проблемными полями в данном случае являются: отсутствует системы анализа состояния, отсутствие подсистемы маркетинга и управления автоматизированной оценки управления персонала.

На рынке финансового программного обеспечения имеется большое число программных средств, позволяющих проводить финансовый анализ предприятия в целом, и анализ финансовой устойчивости в частности, что дает возможность любому пользователю в зависимости от поставленных целей и специфики требований к результатам, подобрать наиболее оптимальный инструмент автоматизации управления сформированных задач.

Рассмотрим наиболее популярные на отечественном рынке разработки в сфере финансового анализа предприятия:

- «Audit Expert», разработчик программного обеспечения ООО «Эксперт Системс»;
- «Ваш финансовый аналитик», разработанное в 2005 году аудиторской фирмой «Авдеев и управления Ко» программное обеспечение для анализа отчетности предприятий;
- «Эксперт» компании производителя «СКБ Контур».

Обобщение результатов по программным продуктам показывают, что стоимость «Эксперта» и «Ваш финансовый аналитик» составляет 3900 руб. и 3750 руб. соответственно, в тоже время, «Ваш финансовый аналитик» уступает по функциональным возможностям «Эксперту». Таким образом, «Эксперт» является наиболее подходящим программным обеспечением для проведения финансового анализа предприятия.

Для того, чтобы наглядно отобразить положительный эффект внедрения программно-технического обеспечения, была проведена экономическая оценка системы эффективности методом возврата системы инвестиций:

$$ROI = \frac{\Delta\phi}{I}$$

где ROI – коэффициент возврата инвестиций,

$\Delta\phi$ – ожидаемый экономический эффект от внедрения;

I – инвестиции управления в ИТ.

В процессе расчетов были получены следующие результаты:

- инвестиции в ИТ при внедрении управления программного комплекса системы «Эксперт» – 3900 рублей.

Ожидаемый экономический эффект от внедрения (Эф) составляет:

- снижение коммерческих расходов на 0,05% в результате автоматизации финансового анализа и снижения ошибок в расчете финансовых показателей 5940,5 руб. ($11881 \times 0,05 / 100 = 5,94$ тыс. руб.).

Следовательно, коэффициент возврата инвестиций (*ROI*) равен:

$$5940,5/3900 = 594050/157500 = 1,52 \text{ или } 152\%.$$

Таким образом, полученный коэффициент 1,52 очень высок. Результаты расчетов были вполне ожидаемы, поскольку применение специализированных систем экономического анализа позволяет сэкономить значительную сумму денег, повысить товарооборот, облегчить обработку и тарификацию данных, уменьшить время, затрачиваемое на обработку данных, избежать ошибок, ведущих к сбоям.

Список литературы

1. Дякина, Е.Д. Проблемы внедрения корпоративных информационных систем / Е.Д. Дякина // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2015. – №8–9. – С. 41–43.
2. Возможности программы «Ваш финансовый аналитик» [Электронный ресурс] // URL: <http://www.audit-it.ru/finanaliz/features/>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 05.03.2016).
3. Егоров, А.В. Количественные показатели оценки информационных систем / А.В. Егоров, А.С. Грищенко, В.Ф. Кузнецова // Наука и Мир. – 2016. – №1(29). – С. 48–50.