

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра математических методов и моделей в экономике

Е.М. Крипак, Р.М. Шаяхметова, Т.А. Зеленина

# **МЕТОДЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СФЕРЕ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ**

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет» в качестве методических указаний для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлениям подготовки 080100 Экономика, 230700.62 Прикладная информатика, 080200.62 Менеджмент, 080400.62 Управление персоналом

Оренбург  
2013

УДК 330.4:005.95(076.5)  
ББК 65В631Я7+65.291.6–21Я7  
К 82

Рецензент - кандидат технических наук, доцент О.Г. Габдуллина

Крипак, Е.М.  
К 82 Методы принятия решений в сфере управления персоналом:  
методические указания к лабораторному практикуму и  
самостоятельной работе студентов / Е.М. Крипак,  
Р.М. Шаяхметова, Т.А. Зеленина; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург:  
ОГУ, 2013. – 48 с.

Методические указания предназначены для проведения лабораторного практикума и самостоятельной работы студентов различных специальностей и направлений, изучающих дисциплины: «Методы оптимальных решений», «Математические методы принятия решений», «Методы принятия управленческих решений», «Экономико-математические методы и модели в кадровой работе», «Количественные методы прикладной экономики», «Математические методы и модели в экономике», «Экономико-математическое моделирование в бизнес-системах», «Математическое моделирование».

УДК 330.4:005.95(076.5)  
ББК 65В631Я7+65.291.6–21Я7

© Крипак Е.М., 2013  
Шаяхметова Р.М., 2013  
Зеленина Т.А., 2013  
© ОГУ, 2013

## Содержание

Введение .....	4
1 Построение обобщенного критерия соответствия кандидатов на должность с применением метода парных сравнений .....	6
1.1 Постановка задачи.....	8
1.2 Пример выполнения работы.....	8
1.3 Вопросы к защите.....	17
1.4 Литература, рекомендуемая для изучения темы.....	18
2 Организация отбора перспективного персонала на основе применения метода анализа иерархий .....	19
2.1 Постановка задачи.....	24
2.2 Пример выполнения работы.....	25
2.3 Вопросы к защите.....	32
2.4 Литература, рекомендуемая для изучения темы.....	32
3 Подбор оптимальной структуры персонала на основе нечеткомножественного подхода .....	33
3.1 Постановка задачи.....	36
3.2 Пример выполнения работы.....	36
3.3 Вопросы к защите.....	42
3.4 Литература, рекомендуемая для изучения темы.....	42
4 Содержание письменного отчета.....	44
Приложение А Сведения о кандидатах.....	45
Приложение Б Варианты индивидуальных заданий .....	48

## Введение

Персонал является одним из важнейших ресурсов предприятия, поэтому развитие современных методов управления им представляет собой стратегическую задачу. Целью управления персоналом является своевременное обеспечение всех подразделений предприятия кадрами в необходимом количестве и требуемой квалификации. Для достижения цели должны с заданной периодичностью решаться следующие задачи:

1) планирование персонала, что предполагает анализ имеющихся трудовых ресурсов, оценку дополнительной потребности в персонале с учетом определения расходов;

2) наем персонала, требующий изучения рынка труда и организацию работ по привлечению и отбору кадров в соответствии с требованиями предприятия;

3) обучение и продвижение персонала с учетом обеспечения возможностей карьерного роста;

4) распределение персонала с учетом его оптимального использования по совокупности критериев;

5) высвобождение персонала, если для этого возникла необходимость;

6) мотивация персонала, что предусматривает построение справедливой системы оплаты труда и формирование системы мотиваторов.

Решение поставленных задач невозможно без применения математических методов, позволяющих не просто обеспечить производство кадрами, а оптимально согласовать цели предприятия и отдельных работников. В целом, планирование персонала является элементом общей системы планирования на предприятии, но имеет специфические особенности как ресурса. Так, если при определении потребности в сырье и материалах можно в полной мере оперировать количественными величинами (объем, цена), то информация о трудовых ресурсах носит преимущественно качественный характер.

Управление персоналом должно затрагивать как количественные характеристики (число рабочих мест, количество сотрудников, фонд заработной платы), так и качественные (знания, умения, компетенции сотрудников). Соответственно методы, применяемые в каждом случае, будут различаться. В первом случае используют балансовые, нормативные и статистические методы, а во втором – экспертные методы, теория нечетких множеств. Надежность последних методов может быть повышена, если эксперты дадут заключения о валидности их оценок, а также, если будет обеспечено достаточное количество независимых экспертов. Выбор методов зависит как от задачи, так и от особенностей организации.

Рассматриваемые в работе методы позволяют эффективно решать задачи в сфере управления персоналом, тем самым стимулируя участие сотрудников в достижении корпоративных целей, способствуя развитию персонала и достижению социальной справедливости.

## **1 Построение обобщенного критерия соответствия кандидатов на должность с применением метода парных сравнений**

В процессе управления персоналом предприятия или организации решаются задачи эффективного найма, отбора и расстановки кадров. Отбор работников, отвечающих профессиональным, деловым и личностным требованиям предприятия, вызывает необходимость организации комплексного подхода, который бы наилучшим образом совмещал запросы к работникам и возможности претендентов.

Комплексный подход к найму и отбору персонала включает решение следующих задач:

- 1) формирование перечня требований (критериев отбора) к претенденту на должность;
- 2) определение степени значимости (важности) каждого отдельного критерия для рассматриваемой должности;
- 3) разработку системы оценки кандидатов по выделенным критериям;
- 4) построение обобщенного критерия соответствия кандидатов требованиям организации;
- 5) принятие кадровых решений на основе ранжирования кандидатов.

Для решения первой задачи необходимо ответить на вопросы о том, какими качествами должен обладать человек, чтобы успешно выполнять должностные обязанности. Критериями отбора могут быть:

- пол;
- возраст;
- образование;
- опыт;
- технические знания и навыки;
- физические характеристики;

- состояние здоровья и внешность;
- мотивация;
- интеллектуальные способности;
- формальные характеристики;
- личные и деловые качества,

а также другие специальные требования, такие как, например, возможность переезда в другой город, готовность немедленно приступить к работе или частые командировки. Так как нельзя найти идеального или абсолютно подходящего кандидата, требования к должности должны быть реалистичными и допускать определенную степень гибкости.

Не менее важной задачей предприятия является определение значимости того или иного критерия. Необходимо отметить, что для каждой должности будут определяться свои критерии, связанные со специфичностью самой работы. Например, на должность «оператор ПК» ключевым критерием отбора должно послужить «владение ПК», а для должности «переводчик» – «владение иностранными языками» и т.д.

Для определения степени значимости (важности) каждого критерия для рассматриваемой должности можно применить метод парных сравнений, суть которого состоит в следующем:

1) строится множество матриц парных сравнений критериев (требований) относительно важности их по отношению к должности. Каждый элемент такой матрицы характеризует степень превосходства одного критерия над другим;

2) определяется нормализованный собственный вектор, который может использоваться в качестве оценки степени значимости выделенных критериев на вакантную должность. В процессе оценки кандидатов по выделенным критериям может потребоваться перевод качественных признаков в количественные. Для этого можно использовать порядковую или ординальную шкалу. Например, при переводе в бальную шкалу критерия «Уровень образования» можно использовать следующие правила: 0 – неполное среднее образование, 1 – среднее образование, 2 – среднее специальное образование, 3 – высшее образование;

4 – несколько высших образований; 5 – наличие ученой степени;

3) используя найденный нормализованный собственный вектор, рассчитывается обобщенный критерий соответствия кандидатов должности. Рейтинг кандидата может быть рассчитан как сумма произведений элементов нормализованного собственного вектора – весовых коэффициентов каждого критерия на соответствующие оценки кандидата.

В результате объекты ранжируются по значению обобщенного критерия и выбирается необходимое количество претендентов. При организации такого подхода предприятие будет иметь возможность:

- оценивать степень пригодности кандидатов к работе в должности;
- сравнивать личностные и деловые качества работников;
- определять наиболее подходящих кандидатов на имеющиеся вакансии.

Указанный подход может применяться для построения произвольных интегральных показателей, основанных как на качественных, так и на количественных оценках.

## **1.1 Постановка задачи**

На предприятии имеется вакансия, на которую претендует пять кандидатов. Сведения о должности и кандидатах приведены в приложениях А и Б. Требуется определить лучшего кандидата на должность, используя метод парных сравнений.

## **1.2 Пример выполнения работы**

Должность – «Бухгалтер», сведения о кандидатах представлены в таблице 1.1.



Таблица 1.1 – Сведения о кандидатах

Кандидат	Описание
1	2
Безбородников Алексей	имеет высшее специальное образование, опыт работы 6 лет, уверенный пользователь ПК, организаторские качества: «Специалист-наставник», 33 года
Машков Сергей	имеет неоконченное высшее образование, не имеет опыта работы, базовый пользователь ПК, организаторские качества: «Специалист», 20 лет
Ежова Дарья	имеет высшее образование, опыт работы 5 лет, продвинутый пользователь ПК, организаторские качества: «Специалист-организатор», 30 лет
Мусин Валерий	имеет высшее специальное образование, опыт работы 5 лет, продвинутый пользователь ПК, организаторские качества: «Гармоничный тип», 25 лет
Васечкин Эдуард	имеет неоконченное высшее образование, опыт работы 1 год, базовый пользователь ПК, организаторские качества: «Неэффективный», 19 лет

Определим перечень критериев отбора на должность «Бухгалтер»:

$u_1$  – «Образование»;

$u_2$  – «Опыт работы»;

$u_3$  – «Владение ПК»;

$u_4$  – «Организаторские качества»;

$u_5$  – «Возраст».

Составим матрицу парных сравнений  $A_{n \times n} = \|a_{ij}\|$ , чтобы определить степень значимости выделенных критериев на должность. Для сравнения будем

использовать девятибалльную шкалу. Эта шкала позволяет наилучшим образом учесть степень отличия и имеет наименьшее среднеквадратическое отклонение (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Шкала качественных оценок «1-9»

Градация результатов сравнения	Значение порядковой шкалы «1-9»
1	2
равенство	1-2
незначительное преимущество	3-4
значительное преимущество	5-6
явное преимущество	7-8
абсолютное преимущество	9

Матрицы парных сравнений представляют собой обратно симметричные матрицы, на главной диагонали которых находятся единицы. Заполняя их, необходимо руководствоваться следующими соображениями:

- если сравниваемые альтернативы по анализируемому критерию одинаково предпочтительны, то элемент матрицы равен 1 или 2;

- если одна из альтернатив имеет незначительное превосходство над другой по анализируемому критерию, то элемент матрицы равен 3 или 4;

- если одна из альтернатив имеет значительное превосходство над другой по анализируемому критерию, то элемент матрицы равен 5 или 6;

- если одна из альтернатив имеет явное превосходство над другой по анализируемому критерию, то элемент матрицы равен 7 или 8;

- если одна из альтернатив имеет абсолютное преимущество по сравнению с другой по анализируемому критерию, то элемент матрицы равен 9.

На основании полученной матрицы сравнений рассчитаем нормализованный вектор приоритетов  $w = (w_1; w_2; \dots; w_n)$ , индекс

согласованности (ИС) и отношение согласованности (ОС).

$i$ -ую компоненту собственного вектора  $b_i$  можно вычислить по формуле (1.1):

$$b_i = \sqrt[n]{c_i}, \quad i = \overline{1, n}; \quad (1.1)$$

где

$$c_i = a_{i1} \cdot a_{i2} \cdot a_{i3} \cdot \dots \cdot a_{in}. \quad (1.2)$$

Далее проводим нормализацию вектора  $b = (b_1; b_2; \dots; b_n)$ . Для этого вычисляется сумма компонент собственного вектора  $z = \sum_{i=1}^n b_i$ , затем каждый элемент вектора  $b$  делится на найденную сумму. Таким образом, получаем нормализованный собственный вектор  $w = (w_1; w_2; \dots; w_n)$  с элементами  $w_i$ , где:

$$w_i = \frac{b_i}{z}. \quad (1.3)$$

Для вычисления отношения согласованности:

- суммируется каждый столбец суждений:

$$v_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}; \quad (1.4)$$

- сумма первого столбца умножается на величину первой компоненты нормализованного вектора приоритетов, сумма второго столбца умножается на величину второй компоненты нормализованного вектора и т.д. Полученные числа суммируются, что позволяет оценить максимальное собственное число по формуле (1.5):

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n v_i \cdot w_i, \quad (1.5)$$

где  $\lambda_{\max}$  – максимальное собственное число матрицы парных сравнений.

Рассчитывается индекс согласованности (ИС) по формуле:

$$\text{ИС} = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}, \quad (1.6)$$

где  $n$  – размерность матрицы парных сравнений (число сравниваемых элементов).

Отношение согласованности определяется по формуле:

$$\text{ОС} = \text{ИС} / \text{М(ИС)}, \quad (1.7)$$

где  $\text{М(ИС)}$  – число случайной согласованности, определяемое из таблицы 1.3.

Таблица 1.3 – Определение числа случайной согласованности

Размерность матрицы парных сравнений	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Число случайной согласованности	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Величина ОС должна быть порядка не более 0,1 или 10%. Если для какой-либо матрицы парных сравнений это отношение превышает норму, то это

свидетельствует о существенном нарушении логичности суждений, допущенном экспертом при заполнении матрицы. В этом случае для улучшения согласованности предлагается пересмотреть данные, использованные для построения матрицы. Такая процедура предполагает заранее неизвестное число итераций пересмотра и изменения значений в матрицах парных сравнений с повторной проверкой на согласованность до тех пор, пока не будет достигнут допустимый уровень согласованности оценок.

В таблице 1.4 представлены результаты применения метода парных сравнений для решения задачи оценки кандидатов на должность «Бухгалтер», рассчитанные с применением ППП «Excel».

Таблица 1.4 – Определение нормализованного вектора приоритетов для оценки претендентов на должность «Бухгалтер»

Должность «Бухгалтер»	Образование	Опыт работы	Владение ПК	Организаторские качества	Возраст	$c_i$	$b_i$	$w_i$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Образование	1	1/2	4	6	2	24	1,89	0,27
Опыт работы	2	1	6	8	4	384	3,29	0,47
Владение ПК	1/4	1/6	1	2	1/2	0,041	0,53	0,08
Организаторские способности	1/6	1/8	0,5	1	1/4	0,0026	0,30	0,04
Возраст	1/2	1/4	2	4	1	1	1,00	0,14
–						Сумма	7,01	1,00
$v_i$	3,92	2,041	13,5	21	7,75	$\lambda_{\max} = 5,05$		ИС=0,01
$v_i \cdot w_i$	1,055	0,958	1,02	0,911	1,106			ОС=0,01

Как видно из таблицы, величина ОС находится на допустимом уровне, то есть не превышает 10%. Наибольшую значимость при отборе кандидатов на вакансию «Бухгалтер» имеет опыт работы претендента (его значимость составляет 0,47) и образование (0,27). Далее идут критерии «возраст» (0,15), «владение ПК» (0,8) и «организаторские способности» (0,4).

Для оценки кандидатов по выделенным критериям будем использовать оценочную шкалу [0;1].

Таблица 1.5 – Правила перевода значений критериев в оценочную шкалу [0;1]

Исходные значения принимаемых критериев	Оценка в порядковой шкале
1	2
$y_1$ – образование	
Высшее специальное + знание иностранных языков	1
Высшее по специальности	[0,7; 1)
Высшее	[0,5; 0,7)
Неоконченное высшее	[0,3; 0,5)
Среднеспециальное	[0,1;0,3)
Среднее	[0;0,1)
$y_2$ – опыт работы	
>10 лет	1
5-10 лет	[0,7; 1)
3-5 лет	[0,5; 0,7)
2-3 года	[0,3; 0,5)
1-2 года	[0,1;0,3)
< 1 года или не имеет опыта работа	[0;0,1)

Продолжение таблицы 1.5

1	2
у <sub>3</sub> – владение ПК	
Продвинутый пользователь	1
Опытный пользователь	[0,7; 1)
Уверенный пользователь	[0,5; 0,7)
Базовый пользователь	[0,3; 0,5)
Начинающий пользователь	[0,1;0,3)
«Чайник»	[0;0,1)
у <sub>4</sub> – организаторские способности	
Описание	Оценка в порядковой шкале
Гармоничный тип (все пять подструктур выражены почти одинаково по величине)	1
Специалист-организатор (выражены профессиональная компетентность и организаторские качества)	[0,9; 1)
Специалист-наставник (наиболее выражены профессиональная компетентность и педагогические качества руководителя)	[0,8; 0,9)
Организатор-наставник (наряду с организаторскими качествами выражены педагогические качества)	[0,7; 0,8)
Организатор (преобладает подструктура организаторских качеств)	[0,6; 0,7)
Наставник (выражена подструктура педагогических качеств)	[0,5; 0,6)

Продолжение таблицы 1.5

1	2
Специалист (наиболее выражена подструктура профессиональной компетентности руководителя)	[0,4; 0,5)
Неэффективный (все пять подструктур почти не выражены)	[0;0,4)
$y_5$ – возраст	
Исходные значения критериев	Оценка в порядковой шкале
[25; 40)	1
[23; 25)	[0,7; 1)
[20; 23)	[0,5; 0,7)
[18; 20)	[0,3; 0,5)
[15; 18)	[0,1;0,3)
Во всех остальных случаях	[0;0,1)

Оценим кандидатов по степени пригодности к работе в должности «Бухгалтер».

Безбородников (имеет средне-специальное образование, опыт работы 2 года, уверенный пользователь ПК, организаторские качества: «Наставник», 23 года) имеет следующие баллы: «Образование» – 0,2; «Опыт работы» – 0,3; «Владение ПК» – 0,6; «Организаторские качества» – 0,55; «Возраст» – 0,7.

Значение обобщенного критерия соответствия кандидата на должность бухгалтера может быть получено по формуле (1.8):

$$O_j = \sum_{i=1}^n w_i \cdot d_{ij}, \quad (1.8)$$

где  $i$  – номер кандидата;



$d_{ij}$  – оценка j-го кандидата по i-му критерию.

Таким образом, для первого кандидата значение обобщенного критерия составит:

$$O_1 = 0,2 \cdot 0,27 + 0,3 \cdot 0,47 + 0,6 \cdot 0,08 + 0,55 \cdot 0,04 + 0,7 \cdot 0,14 = 0,363. \quad (1.9)$$

Аналогичные расчеты проведем для всех кандидатов (таблица 1.6).

Таблица 1.6 – Оценка кандидатов по степени пригодности к работе в должности «Бухгалтер»

Кандидат	Значение обобщенного критерия соответствия кандидатов требованиям организации	Рейтинг
1	2	3
Безбородников Алексей	0,363	3
Машков Сергей	0,228	5
Ежова Дарья	0,749	2
Мусин Валерий	0,805	1
Васечкин Эдуард	0,255	4

Таким образом, наиболее пригодным к работе на должности «Бухгалтер» является кандидат Мусин. Его оценка максимальна и на 80,5% соответствует требованиям организации.

### 1.3 Вопросы к защите

1) Как составляется матрица парных сравнений?

- 2) Приведите формулу для расчета отношения однородности.
- 3) Как определить значимость сравниваемых альтернатив в матрице парных сравнений?
- 4) Какими свойствами должна обладать матрица парных сравнений?
- 5) Что значит, если отношение однородности меньше 0,1?
- 6) Как перевести качественные признаки в количественные?
- 7) Укажите преимущества применения метода парных сравнений для решения задачи отбора кандидатов на должность.

#### **1.4 Литература, рекомендуемая для изучения темы**

1 Андрейчиков, А.В. Анализ, синтез, планирование решений в экономике : учебник / А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. – М. : Финансы и статистика, 2004. – 464 с.

2 Саати, Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т.Л. Саати. – М. : Радио и связь, 1993. – 316 с.

3 Тимашков, П.С. Математические методы принятия решений : учебное пособие / П.С. Тимашков. Московский государственный университет экономики, статистики и информатики. – М. : МЭСИ, 2003. – 114 с.

4 Варфоломеев, В.И. Принятие управленческих решений : учеб. пособие / В.И. Варфоломеев, С.Н. Воробьев. – М. : КУДИЦ-ОБРАЗ, 2001. – 288 с.

## **2 Организация отбора перспективного персонала на основе применения метода анализа иерархий**

Метод анализа иерархий может применяться для решения широкого класса задач, например: при выборе оптимальной номенклатуры товара в торговых и иных организациях, при подборе квартир в риэлтерских фирмах, оказывающих услуги населению на рынке недвижимости, при формировании оптимальных стратегий поведения на рынке ценных бумаг и т. д.

Метод анализа иерархий (МАИ) – предложен в 1970 году американским математиком Томасом Саати. Этот метод предполагает декомпозицию проблемы на все более простые составляющие части и обработку суждений лица, принимающего решение. В результате выбирается наилучшая альтернатива посредством многокритериального ранжирования. МАИ не предписывает лицу, принимающему решение (ЛПР), какого-либо «правильного» решения, а позволяет ему в интерактивном режиме найти такой вариант (альтернативу), который наилучшим образом согласуется с его пониманием сути проблемы и требованиями к ее решению.

Рассмотрим один из возможных вариантов применения метода анализа иерархий для организации отбора персонала фирмы. Предположим, что на предприятии открыта вакансия, на которую имеется несколько претендентов. Основная цель руководства фирмы – отобрать среди кандидатов наилучшего (или наилучших). Естественно, процесс отбора не может проходить без определенных требований к кандидатам. Поэтому указанная цель декомпозируется на ряд подцелей или критериев (факторов) отбора. К примеру, для замещения вакансии «Программист» ими могут быть: пол, возраст, образование, специализация, стаж работы, знание языков программирования, знание архитектуры и принципов работы операционных систем и т.п.

Выбранные критерии попарно сравниваются между собой. В результате определяется относительная степень важности каждого критерия в паре. На основе полученной матрицы сравнений рассчитывают относительную величину степени важности каждого из критериев для достижения поставленной цели в целом. Аналогичным способом, путем попарного сравнения, для каждого критерия формируется матрица альтернатив (претендентов), на основе которых определяют степень соответствия каждого претендента каждому из критериев. В итоге оценка каждого претендента будет характеризовать его вклад (или весовой коэффициент) при ранжировке работников фирмы.

Принятие решений методом анализа иерархий может быть разбит на 4 этапа.

Первый этап заключается в построении иерархии. Известно, что в основе процесса познания человеком окружающей действительности лежат декомпозиция и синтез. При изучении какой-либо системы, человек производит ее декомпозицию на подсистемы, и затем, выявив отношения между подсистемами, производит ее синтез. Декомпозиция и синтез используются в МАИ для создания структуры задачи принятия решений – иерархии. Построение такой структуры помогает проанализировать все аспекты проблемы и глубже вникнуть в суть задачи.

В вершине иерархии, используемой в МАИ для представления задачи принятия решений, располагается основная цель, далее, на уровень ниже – подцели, и, наконец, на самом нижнем уровне – альтернативы, среди которых производится выбор и/или ранжирование. Цель, подцели, альтернативы далее будем называть объектами или элементами иерархии. На рисунке 2.1 приведен общий вид иерархии, где  $E_j^i$  – элементы иерархии,  $A_i$  – альтернативы. Верхний индекс у элементов указывает уровень иерархии, а нижний индекс – их порядковый номер.

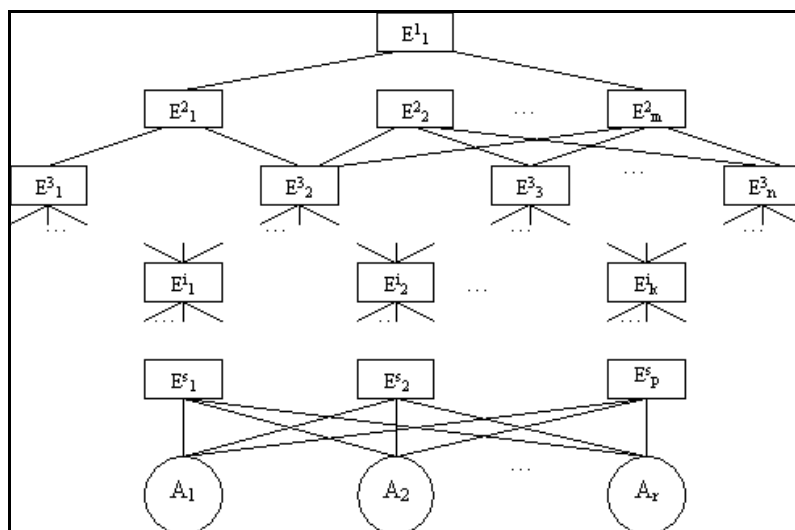
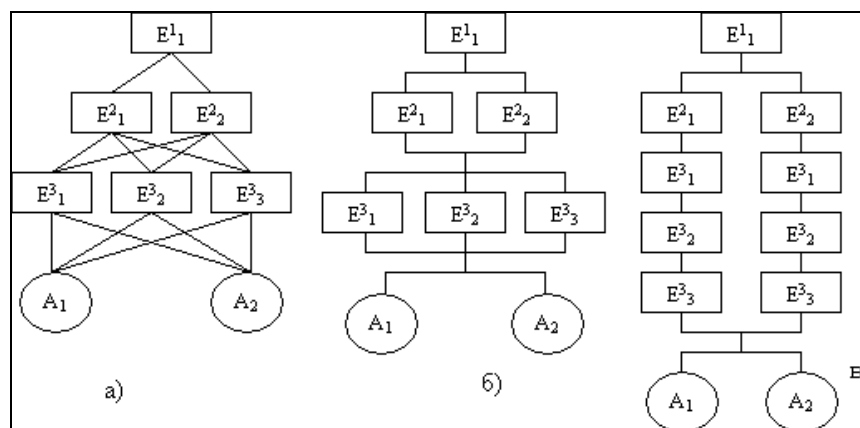


Рисунок 2.1 – Общий вид иерархического представления проблемы

Существует несколько альтернативных способов графического отображения иерархии. На рисунке 2.2 приведены три варианта отображения одной иерархии.



а) – декомпозиция, б) – синтез, в) – упорядочение

Рисунок 2.2 – Варианты отображения иерархий:

Первый вариант – конкретизация (декомпозиция) заданного множества элементов (в частности, критериев). Второй вариант предполагает синтез более общих элементов из заданных частных. Третий вариант – упорядочение предварительно заданного множества элементов на основе их парного сравнения.

Основное назначение иерархии в МАИ – оценка высших уровней иерархии

исходя из взаимодействия ее различных уровней.

Процесс решения задачи методом анализа иерархий может быть разбит на 4 этапа.

Первым этапом в решении задачи принятия решения является декомпозиция проблемы через определение ее компонент и отношений между ними, т.е. построение иерархии задачи принятия решений.

На втором этапе осуществляются парные сравнения отдельных компонент иерархии. Для этого в иерархии выделяются элементы двух типов: элементы-«родители» и элементы - «потомки». Элементы - «потомки» воздействуют на соответствующие элементы вышестоящего уровня иерархии, являющиеся по отношению к первым элементами - «родителями». Матрицы парных сравнений строятся для всех элементов-«потомков», относящихся к соответствующему элементу - «родителю». Элементами - «родителями» могут являться элементы, принадлежащие любому иерархическому уровню, кроме последнего, на котором расположены альтернативы.

Для каждой матрицы парных сравнений определяется относительная значимость исследуемых альтернатив для всех критериев, находящихся в иерархии.

На третьем этапе производится иерархический синтез, который используется для взвешивания собственных векторов матриц парных сравнений альтернатив весами критериев (элементов), имеющих в иерархии, а также для вычисления суммы по всем соответствующим взвешенным компонентам собственных векторов нижележащего уровня иерархии. Рассмотрим алгоритм иерархического синтеза более подробно.

Шаг 1. Производится вычисление векторов приоритетов альтернатив относительно элементов предпоследнего уровня иерархии  $E_1^S, E_2^S, \dots, E_p^S$ . В результате получим множество векторов

$$w_A^S = \left( w_A^{E_1^S}; w_A^{E_2^S}; \dots; w_A^{E_p^S} \right). \quad (2.1)$$

Шаг 2. Аналогичным образом обрабатываются матрицы попарных сравнений собственно элементов  $E_j^i$ . Данные матрицы построены таким образом, чтобы определить предпочтительность элементов определенного иерархического уровня относительно элементов вышележащего уровня, с которыми они непосредственно связаны. В результате обработки матриц парных сравнений определяется множество векторов приоритетов:

$$w^E = \left\{ w_{E_j^i}^E \right\}. \quad (2.2)$$

Полученные значения векторов используются впоследствии при определении векторов приоритетов альтернатив относительно всех элементов иерархии.

Шаг 3. Осуществляется собственно иерархический синтез, заключающийся в последовательном определении векторов приоритетов альтернатив относительно элементов  $E_j^i$ , находящихся на всех иерархических уровнях, кроме последнего. Вычисление векторов приоритетов проводится в направлении от нижних уровней к верхним с учетом конкретных связей между элементами, принадлежащими различным уровням. Вычисление проводится путем перемножения соответствующих векторов и матриц. Общий вид выражения для вычисления векторов приоритетов альтернатив определяется следующим образом:

$$w_A^{E_j^i} = \left( w_A^{E_1^{i-1}} ; w_A^{E_2^{i-1}} ; \dots ; w_A^{E_n^{i-1}} \right) \cdot w_E^{E_j^{i-1}}, \quad (2.3)$$

где  $w_A^{E_j^i}$  – вектор приоритетов альтернатив относительно элемента  $E_j^{i-1}$ , определяющий  $j$ -й столбец матрицы;

$W_{E_j}^{E_j^{i-1}}$  – вектор приоритетов элементов  $E_1^{i-1}, E_2^{i-1}, \dots, E_p^{i-1}$ , связанных с элементом  $E_j^i$  уровня иерархии, расположенного выше.

Таким образом, относительная значимость выражается численно в виде векторов приоритетов. «Лучшей» считается альтернатива с максимальным значением приоритета.

После решения задачи иерархического синтеза оценивается однородность всей иерархии с помощью суммирования показателей однородности всех уровней (рассчитываемых по матрицам парных сравнений), приведенных путем «взвешивания» к первому иерархическому уровню, где находится корневая вершина. Число шагов алгоритма по вычислению однородности определяется конкретной иерархией.

Следующий этап состоит в устранении несогласованности матриц парных сравнений (если это необходимо). Принято считать, что для согласованных данных отношение согласованности (ОС) не должно превышать 0,1 (10%), в некоторых случаях 0,2 (20%). Если ОС превышает допустимый практикой предел, то проведенные сравнения нужно пересмотреть.

Описанный выше метод принятия решений, основанный на нечеткой математике позволяет удобно и достаточно объективно производить оценку альтернатив по отдельным критериям. В отличие от других методов, добавление новых альтернатив не изменяет порядок ранее ранжированных наборов.

## 2.1 Постановка задачи

На предприятии имеется вакансия на должность специалиста. Требуется определить лучшего кандидата, используя метод анализа иерархий.



## 2.2 Пример выполнения работы

На должность секретаря претендует пять девушек, подавших резюме. Отбор девушек происходит по следующим критериям:

- знание делопроизводства;
- внешний вид;
- знание английского языка;
- знание компьютера;
- умение общаться по телефону.

Произвести оценку претендентов и предложить решение о назначении.

Собеседование прошли пять девушек: Ольга, Елена, Светлана, Галина и Жанна.

Экспертами были предложены следующие характеристики девушек:

- Ольга: приятная внешность, отличное знание английского языка. Нет навыков работы на компьютере, посредственное общение по телефону, удовлетворительное знание делопроизводства;

- Елена: приятная внешность, хорошее умение общаться по телефону, не знает английский язык, нет навыков работы на компьютере, делопроизводство знает весьма плохо;

- Светлана: очень хорошее знание делопроизводства, хорошие навыки работы на компьютере, достаточно хорошо общается по телефону, очень исполнительная. Малопривлекательна, имеет посредственное знание английского языка;

- Галина: достаточно хорошо знает делопроизводство, неплохие навыки работы на компьютере, по телефону общается на высоком уровне, достаточно хорошее поведение, имеет плохое знание английского языка, не привлекательна;

- Жанна: приятная внешность, неплохие навыки работы на компьютере, имеет достаточно хорошее знание английского языка, по телефону общается плохо, не знает делопроизводство.

Найдем наилучший вариант назначения претендента на должность.

Для решения поставленной задачи введем следующие обозначения.

1. Критерии:

$u_1$  – знание делопроизводства;

$u_2$  – внешний вид;

$u_3$  – знание английского языка;

$u_4$  – знание компьютера;

$u_5$  – умение общаться по телефону.

2. Претенденты (альтернативы):

$A_1$  – Ольга;

$A_2$  – Елена;

$A_3$  – Светлана;

$A_4$  – Галина;

$A_5$  – Жанна.

Построим иерархию (рисунок 3), где в качестве вершины выступает главная цель  $F$  – определение лучшего претендента на вакантную должность. На первом уровне иерархии располагаются критерии отбора – качества претендентов:  $u_1, u_2, u_3, u_4, u_5$ . На втором уровне располагаются альтернативы – претенденты на должность:  $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5$ .

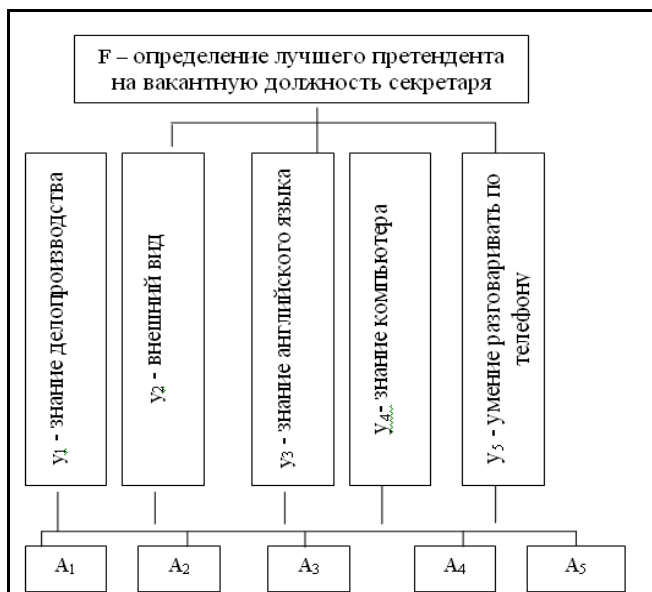


Рисунок 2.3 – Иерархия для задачи отбора претендентов на должность секретаря

Построим матрицы парных сравнений качеств претендентов, расположенных на втором уровне дерева иерархий, оказывающих влияние на главную цель, расположенную на первом уровне. Результат сравнений представлен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Результаты вычислений нормализованного вектора приоритетов матрицы важности качеств претендентов на вакантную должность

F	y <sub>1</sub>	y <sub>2</sub>	y <sub>3</sub>	y <sub>4</sub>	y <sub>5</sub>	c <sub>i</sub>	b <sub>i</sub>	W <sub>y</sub> <sup>F</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
y <sub>1</sub>	1	3	7	2	5	210,00	2,91	0,44
y <sub>2</sub>	1/3	1	3	1/2	2	1,00	1,00	0,15
y <sub>3</sub>	1/7	1/3	1	1/5	0,5	0,00	0,34	0,05
y <sub>4</sub>	1/2	2	5	1	3	15,00	1,72	0,26
y <sub>5</sub>	1/5	1/2	2	1/3	1	0,07	0,58	0,09
–						Сумма	6,56	1
v <sub>i</sub>	2,1	6,83	18	4,03	11,5	$\lambda_{\max} = 5,03$		ИС=0,01
W <sub>y<sub>i</sub></sub> <sup>F</sup> · v <sub>i</sub>	0,9	1,04	0,94	1,06	1,02			ОС=0,01

Для сравнения кандидатов потребуется уже не одна, а пять матриц, поскольку необходимо сравнить претендентов на должность по каждому качеству. Результатом такого анализа являются матрицы парных сравнений, представленные в таблицах 2.2–2.6 соответственно.

Для каждой матрицы сравнений произведен расчет нормализованного вектора приоритетов  $W_A^y = (W_A^{y_1}; W_A^{y_2}; W_A^{y_3}; W_A^{y_4}; W_A^{y_5})$ , индекса согласованности (ИС) и отношения согласованности (ОС).

Таблица 2.2 – Результаты вычислений нормализованного вектора приоритетов матрицы важности качеств претендентов на знание делопроизводства

$y_1$ – знание делопроизводства	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$c_i$	$b_i$	$W_A^{y_1}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
$A_1$	1,00	2,00	0,33	0,50	3,00	6,00	1,43	0,20
$A_2$	0,50	1,00	0,20	0,33	2,00	0,07	0,58	0,08
$A_3$	3,00	5,00	1,00	2,00	7,00	210,00	2,91	0,42
$A_4$	2,00	3,00	0,50	1,00	5,00	15,00	1,72	0,25
$A_5$	0,33	0,50	0,14	0,20	1,00	0,00	0,34	0,05
–						Сумма	6,99	1,00
$v_i$	6,83	11,5	2,18	4,03	18,0	$\lambda_{\max} = 5,14$		ИС=0,03
$W_{A_i}^{y_1} \cdot v_i$	1,40	0,96	0,91	0,99	0,88			ОС=0,03

Таблица 2.3 – Результаты вычислений нормализованного вектора приоритетов матрицы важности качеств претендентов на внешний вид

$y_2$ – внешний вид	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$c_i$	$b_i$	$W_A^{y_2}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
$A_1$	1,00	0,50	2,00	3,00	1,00	3,00	1,25	0,21
$A_2$	2,00	1,00	3,00	5,00	2,00	60,00	2,27	0,39
$A_3$	0,50	0,33	1,00	2,00	0,50	0,17	0,70	0,12
$A_4$	0,33	0,20	0,50	1,00	0,33	0,01	0,41	0,07
$A_5$	1,00	0,50	2,00	3,00	1,00	3,00	1,25	0,21
–						Сумма	5,86	1,00
$v_i$	4,83	2,53	8,50	14,00	4,83	$\lambda_{\max} = 5,02$		ИС=0,00
$W_{A_i}^{y_2} \cdot v_i$	1,03	0,98	1,01	0,97	1,03			ОС=0,00

Таблица 2.4 – Результаты вычислений нормализованного вектора приоритетов матрицы важности качеств претендентов на знание английского языка

у <sub>3</sub> – знание английского языка	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	c <sub>i</sub>	b <sub>i</sub>	W <sub>A</sub> <sup>y<sub>3</sub></sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
A <sub>1</sub>	1,00	7,00	3,00	5,00	2,00	210,00	2,91	0,44
A <sub>2</sub>	0,14	1,00	0,33	0,50	0,20	0,00	0,34	0,05
A <sub>3</sub>	0,33	3,00	1,00	2,00	0,50	1,00	1,00	0,15
A <sub>4</sub>	0,20	2,00	0,50	1,00	0,33	0,07	0,58	0,09
A <sub>5</sub>	0,50	5,00	2,00	3,00	1,00	15,00	1,72	0,26
–						Сумма	6,56	1,00
v <sub>i</sub>	2,18	18,00	6,83	11,50	4,03	$\lambda_{\max}=5,03$		ИС=0,01
W <sub>A<sub>i</sub></sub> <sup>y<sub>3</sub></sup> · v <sub>i</sub>	0,97	0,94	1,04	1,02	1,06			ОС=0,01

Таблица 2.5 – Результаты вычислений нормализованного вектора приоритетов матрицы важности качеств претендентов на знание компьютера

у <sub>4</sub> – знание компьютера	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	c <sub>i</sub>	b <sub>i</sub>	W <sub>A</sub> <sup>y<sub>4</sub></sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
A <sub>1</sub>	1,00	1,00	0,33	0,50	0,50	0,08	0,61	0,11
A <sub>2</sub>	1,00	1,00	0,33	0,50	0,50	0,08	0,61	0,11
A <sub>3</sub>	3,00	3,00	1,00	2,00	2,00	36,00	2,05	0,37
A <sub>4</sub>	2,00	2,00	0,50	1,00	1,00	2,00	1,15	0,21
A <sub>5</sub>	2,00	2,00	0,50	1,00	1,00	2,00	1,15	0,21
–						Сумма	5,56	1,00
v <sub>i</sub>	9,00	9,00	2,67	5,00	5,00	$\lambda_{\max}=5,02$		ИС=0,00
W <sub>A<sub>i</sub></sub> <sup>y<sub>4</sub></sup> · v <sub>i</sub>	0,98	0,98	0,98	1,03	1,03			ОС=0,00

Таблица 2.6 – Результаты вычислений нормализованного вектора приоритетов матрицы важности качеств претендентов на умение общаться по телефону

$y_5$ – умение общаться по телефону	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$c_i$	$b_i$	$W_A^{y_5}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
$A_1$	1,00	0,33	0,33	0,20	0,50	0,01	0,41	0,07
$A_2$	3,00	1,00	1,00	0,50	2,00	3,00	1,25	0,21
$A_3$	3,00	1,00	1,00	0,50	2,00	3,00	1,25	0,21
$A_4$	5,00	2,00	2,00	1,00	3,00	60,00	2,27	0,39
$A_5$	2,00	0,50	0,50	0,33	1,00	0,17	0,70	0,12
–						Сумма	5,86	1,00
$v_i$	14,00	4,83	4,83	2,53	8,50	$\lambda_{\max}=5,02$		ИС=0,00
$W_{A_i}^{y_5} \cdot v_i$	0,97	1,03	1,03	0,98	1,01			ОС=0,00

Полученные приоритеты синтезируются, начиная со второго уровня. Локальные приоритеты перемножаются на приоритет соответствующего критерия на вышестоящем уровне и суммируются по каждому элементу в соответствии с критериями, на которые воздействует этот элемент:

$$W_A^F = (W_A^{y_1}; W_A^{y_2}; W_A^{y_3}; W_A^{y_4}; W_A^{y_5}) \cdot W_y^F \quad (2.4)$$

Результаты вычислений представлены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Вычисление глобальных приоритетов

Претендент ы	Значимость претендентов по критериям					Глобальные приоритеты $W_A^F$
	$W_A^{y_1}$	$W_A^{y_2}$	$W_A^{y_3}$	$W_A^{y_4}$	$W_A^{y_5}$	
1	2	3	4	5	6	7
$A_1$	0,20	0,21	0,44	0,11	0,07	0,18
$A_2$	0,08	0,39	0,05	0,11	0,21	0,14
$A_3$	0,42	0,12	0,15	0,37	0,21	0,32
$A_4$	0,25	0,07	0,09	0,21	0,39	0,21
$A_5$	0,05	0,21	0,26	0,21	0,12	0,13
Степень важности критериев $W_y^F$	0,44	0,15	0,05	0,26	0,09	–

Таким образом, глобальный приоритет первого кандидата получен как результат вычислений:

$$O_1 = (W_A^{y_1})_1 (W_y^F)_1 + (W_A^{y_1})_2 (W_y^F)_2 + (W_A^{y_1})_3 (W_y^F)_3 + (W_A^{y_1})_4 (W_y^F)_4 + (W_A^{y_1})_5 (W_y^F)_5 \quad (2.5)$$

или

$$O_1 = 0,44 \cdot 0,20 + 0,15 \cdot 0,21 + 0,05 \cdot 0,44 + 0,26 \cdot 0,11 + 0,09 \cdot 0,07 = 0,18. \quad (2.6)$$

Вычислив глобальные приоритеты всех кандидатов, делаем вывод о предпочтительности третьего кандидата – Светланы на должность секретаря.

## 2.3 Вопросы к защите

- 1) Охарактеризуйте этапы решения задач принятия решений с помощью метода анализа иерархий.
- 2) В чем заключается процедура иерархического синтеза?
- 3) Как составляются матрицы парных сравнений?
- 4) Каким образом оценивается однородность иерархии?
- 5) Как определить значимость сравниваемых альтернатив в матрицах парных сравнений?
- 6) Каким свойствам должна обладать матрица парных сравнений?
- 7) Что значит, если отношение однородности меньше 0,1?
- 8) Укажите преимущества применения метода анализа иерархий для решения задачи отбора кандидатов на должность.

## 2.4 Литература, рекомендуемая для изучения темы

- 1 Андрейчиков, А.В. Анализ, синтез, планирование решений в экономике : учебник / А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. – М. : Финансы и статистика, 2004. – 464 с.
- 2 Саати, Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т.Л. Саати. – М. : Радио и связь, 1993. – 316 с.
- 3 Тимашков, П.С. Математические методы принятия решений : учебное пособие / П.С. Тимашков. Московский государственный университет экономики, статистики и информатики. – М. : МЭСИ, 2003. – 114 с.
- 4 Варфоломеев, В.И. Принятие управленческих решений : учеб. пособие / В.И. Варфоломеев, С.Н. Воробьев. – М. : КУДИЦ-ОБРАЗ, 2001. – 288 с.



### 3 Подбор оптимальной структуры персонала на основе нечеткомножественного подхода

Планирование персонала – это процесс определения количественной и качественной структуры персонала в будущем и оценки того, в какой степени эта потребность может быть удовлетворена.

Целью планирования персонала является кратко-, средне- и долгосрочное определение потребностей в персонале, производимое в неразрывной количественной и качественной связи. Это достигается за счет подбора оптимальной структуры персонала на имеющиеся вакансии.

Предположим, что:

1) рассматривается рынок труда: работодатели, имеющие вакантные должности, относящиеся к одной сфере профессиональной деятельности и кандидаты – претенденты на эти должности;

2) каждый кандидат готов приступить к работе по избранной должности;

3) каждый кандидат характеризуется индивидуально-личностными и профессиональными качествами, при этом один кандидат предпочитается другому всякий раз, когда его качества по степени важности более близки к оценке работодателя.

Введём обозначения:

$N$  – общее количество кандидатов;

$x_i$  –  $i$ -ый кандидат,  $i = \overline{1, N}$ ;

$x = (x_1; x_2; \dots; x_N)$  – множество всех кандидатов;

$y_j$  –  $j$ -ый признак (критерий), характеризующий кандидата,  $j = \overline{1, B}$ ;

$y = (y_1; y_2; \dots; y_B)$  – множество всех критериев;

$z_k$  –  $k$ -ая вакансия,  $k = \overline{1, S}$ ;

$z = (z_1; z_2; \dots; z_S)$  – множество вакансий работодателей.

В качестве критериев могут рассматриваться: образование, опыт работы, организаторские способности, коммуникабельность и т.д.

Алгоритм подбора оптимальной структуры персонала заключается в следующем:

1) для имеющихся вакансий определяется вектор значимости (рейтинга или популярности) той или иной вакансии для предприятия:

$$W = (w_1(z_1); w_2(z_2); \dots; w_S(z_S))^T; \quad (3.1)$$

2) с помощью экспертов или на основе метода смещённого идеала строится функция принадлежности  $\varphi_R(x_i, y_j)$ ,  $\varphi_R : X \times Y \rightarrow [0;1]$ . Оценку «1» получает кандидат, который идеально соответствует критерию  $y_j$ , «0» – кандидат, для которого данный признак отсутствует. Для ряда кандидатов оценка выставляется из интервала  $[0;1]$ .

В результате построим матрицу R:

$$R = \begin{bmatrix} & \begin{matrix} y_1 & y_2 & \dots & y_B \end{matrix} \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_N \end{matrix} & \begin{pmatrix} \varphi(x_1, y_1) & \varphi(x_1, y_2) & \dots & \varphi(x_1, y_B) \\ \varphi(x_2, y_1) & \varphi(x_2, y_2) & \dots & \varphi(x_2, y_B) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \varphi(x_N, y_1) & \varphi(x_N, y_2) & \dots & \varphi(x_N, y_B) \end{pmatrix} \end{bmatrix}. \quad (3.2)$$

Элементы строк матрицы выражают относительные степени важности признаков (качеств) кандидатов к критериям работодателей;

3) строим функцию принадлежности  $\psi(y_j, z_k)$ ,  $\psi : Y \times Z \rightarrow [0;1]$ . Чем более важен признак  $y_j$  для занимаемой должности работодателя, тем выше предъявляются требования к кандидатам, и тем ниже значение функции  $\psi$ . В результате построим матрицу U:

$$U = \left[ \begin{array}{c|cccc} & z_1 & z_2 & \dots & z_S \\ \hline y_1 & \psi(y_1, z_1) & \psi(y_1, z_2) & \dots & \psi(y_1, z_S) \\ y_2 & \psi(y_2, z_1) & \psi(y_2, z_2) & \dots & \psi(y_2, z_S) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_B & \psi(y_B, z_1) & \psi(y_B, z_2) & \dots & \psi(y_B, z_S) \end{array} \right]; \quad (3.3)$$

4) далее из матриц R и U на основании операции композиции  $T = R \times U$  строится матрица T, характеризующая степень соответствия кандидатов вакантным должностям, элементы которой определяются по формуле:

$$\xi(x_i, z_k) = \frac{\sum_{y_j} \varphi(x_i, y_j) \cdot \psi(y_j, z_k)}{\max_{y_j} \sum \varphi(x_i, y_j)}. \quad (3.4)$$

Матрица T имеет вид:

$$T = \left[ \begin{array}{c|cccc} & z_1 & z_2 & \dots & z_S \\ \hline x_1 & \xi(x_1, z_1) & \xi(x_1, z_2) & \dots & \xi(x_1, z_S) \\ x_2 & \xi(x_2, z_1) & \xi(x_2, z_2) & \dots & \xi(x_2, z_S) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_N & \xi(x_N, z_1) & \xi(x_N, z_2) & \dots & \xi(x_N, z_S) \end{array} \right]; \quad (3.5)$$

5) выбирается порог разделения и игнорируются те кандидаты, для которых функция  $\xi(x_i, z_k)$  ниже порога разделения.

В качестве порога разделения рекомендуется рассматривать значение:  $L = \min_i \max_k \xi(x_i, z_k)$ . Если  $\xi(x_i, z_k)$  меньше L, то полагаем степень соответствия  $\tilde{\xi} = 0$ , иначе  $\tilde{\xi} = \xi(x_i, z_k)$ . Получим матрицу M:

$$M : \mu(x_i, z_k) = \begin{cases} \xi(x_i, z_k) & \xi(x_i, z_k) > L \\ 0 & \xi(x_i, z_k) \leq L \end{cases}; \quad (3.6)$$

б) чтобы произвести назначения, необходимо рассмотреть столбцы матрицы  $M$  в порядке убывания элементов вектора значимости вакансий  $W = (w_1(z_1); w_2(z_2); \dots; w_S(z_S))^T$ . Назначение будет произведено, если кандидат будет иметь максимальную оценку  $\mu(x_i, z_k)$ , при этом на каждое место необходимо назначить по одному работнику.

Основной недостаток применения рассматриваемого метода кроется в слабой устойчивости результатов относительно исходных данных, однако этот метод позволяет добавлять новых кандидатов или новые вакансии без изменения порядка ранжирования. При этом оценка риска принятия решений при применении вероятностных и нечеткомножественных методов примерно одинакова, но, на стороне нечеткомножественного подхода остается удобство в применении и повышенная степень обоснованности, поскольку в нечеткомножественный расчет попадают все возможные сценарии развития событий.

### **3.1 Постановка задачи**

Предприятие, нуждающееся в качественном отборе кадров планирует произвести подбор персонала на имеющиеся  $n$  однородных вакансий. К претендентам со стороны работодателей предъявляется определенный перечень требований. Требуется на основе предложенной информации о кандидатах выбрать наилучший вариант назначения сотрудников на должности.

### **3.2 Пример выполнения работы**

На предприятии открыты следующие вакансии: «Менеджер по продажам» (2 вакансии), «Менеджер по закупкам» (1 вакансия), «Менеджер по рекламе»

(2 вакансии) «Менеджер по распространению» (1 вакансия). Имеется семь претендентов, подавших резюме. Отбор кандидатов происходит по следующим критериям:

- образование;
- опыт работы;
- владение ПК;
- организаторские способности;
- возраст.

Произвести оценку претендентов и предложить решение о назначении.

Собеседование прошли семь человек: Иванов, Петров, Сидоров, Васильева, Кулагин, Соколова и Андреева.

Экспертами были выяснены следующие характеристики претендентов:

Иванов – имеет средне-специальное образование, опыт работы 2 года, уверенный пользователь ПК, организаторские качества: «Наставник», 23 года;

Петров – имеет высшее образование по специальности, опыт работы 3 года, опытный пользователь ПК, организаторские качества: «Специалист», 25 лет;

Сидоров – имеет высшее специальное образование, опыт работы 5 лет, уверенный пользователь ПК, организаторские качества: «Специалист-наставник», 31 год;

Васильева – имеет неоконченное высшее образование, не имеет опыта работы, базовый пользователь ПК, организаторские качества: «Специалист», 19 лет;

Кулагин – имеет высшее образование, опыт работы 4 года, продвинутый пользователь ПК, организаторские качества: «Специалист-организатор», 29 лет;

Соколова – имеет высшее образование по специальности, опыт работы 5 лет, продвинутый пользователь ПК, организаторские качества: «Гармоничный тип», 27 лет;

Андреева – имеет неоконченное высшее образование, опыт работы 1 год, опытный пользователь ПК, организаторские качества: «Неэффективный», 19 лет.

Организация считает должность менеджера по закупкам более важной по

сравнению с остальными и поэтому наилучшего претендента следует назначить именно на эту должность. Менее важными в порядке убывания их значимости являются вакансии менеджера по распространению, менеджеров по рекламе. Требуется найти наилучший вариант назначения сотрудников на должности. Для решения поставленной задачи введем обозначения:

$X = (x_1; x_2; \dots; x_N)$  – множество всех кандидатов:

$x_1$  – Иванов;

$x_2$  – Петров;

$x_3$  – Сидоров;

$x_4$  – Васильева;

$x_5$  – Кулагин;

$x_6$  – Соколова;

$x_7$  – Андреева.

$Y = (y_1; y_2; \dots; y_B)$  – множество всех критериев, предъявляемых

работодателем:

$y_1$  – образование;

$y_2$  – опыт работы;

$y_3$  – владение ПК;

$y_4$  – организаторские способности;

$y_5$  – возраст.

$Z = (z_1; z_2; \dots; z_S)$  – множество имеющихся вакансий работодателя:

$z_1$  – менеджер по продажам;

$z_2$  – менеджер по продажам;

$z_3$  – менеджер по закупкам;

$z_4$  – менеджер по рекламе;

$z_5$  – менеджер по рекламе;

$z_6$  – менеджер по распространению.

1. На основе оценок экспертов построим нечеткую матрицу  $R$ , элементами которой являются значения функции принадлежности  $\varphi_R(x_i, y_j)$  – матрица

«кандидаты – признаки»,  $\varphi_R : X \times Y \rightarrow [0;1]$ .

$$R = \begin{bmatrix} & \overline{y_1 \quad y_2 \quad y_3 \quad y_4 \quad y_5} \\ x_1 & (0,3 \quad 0,3 \quad 0,5 \quad 0,5 \quad 0,7) \\ x_2 & (0,8 \quad 0,5 \quad 0,7 \quad 0,4 \quad 1) \\ x_3 & (0,8 \quad 0,7 \quad 0,5 \quad 0,8 \quad 1) \\ x_4 & (0,4 \quad 0,1 \quad 0,3 \quad 0,4 \quad 0,4) \\ x_5 & (0,6 \quad 0,6 \quad 1 \quad 0,9 \quad 1) \\ x_6 & (0,8 \quad 0,7 \quad 1 \quad 1 \quad 1) \\ x_7 & (0,4 \quad 0,2 \quad 0,7 \quad 0,3 \quad 0,4) \end{bmatrix}. \quad (3.7)$$

Чем более важен критерий, предъявляемый к кандидату, тем выше значение функции принадлежности.

Формируем матрицу  $U : \psi(y_j, z_k)$  – матрица «признаки – вакансии», где  $\psi : Y \times Z \rightarrow [0;1]$ .

$$U = \begin{bmatrix} & \overline{z_1 \quad z_2 \quad z_3 \quad z_4 \quad z_5 \quad z_6} \\ y_1 & (0,3 \quad 0,3 \quad 0,1 \quad 0,2 \quad 0,2 \quad 0,2) \\ y_2 & (0 \quad 0 \quad 0,3 \quad 0,1 \quad 0,1 \quad 0) \\ y_3 & (0,5 \quad 0,5 \quad 0,2 \quad 0 \quad 0 \quad 0,3) \\ y_4 & (0,3 \quad 0,3 \quad 0 \quad 0,3 \quad 0,3 \quad 0,1) \\ y_5 & (0,5 \quad 0,5 \quad 0,4 \quad 0,4 \quad 0,4 \quad 0,5) \end{bmatrix}. \quad (3.8)$$

Формируем матрицу  $T$ , используя операцию композиции. Её элементы, рассчитанные по формуле (4), показывают степень соответствия кандидатов вакансиям организации:  $T : \xi(x_i, z_k)$ , где  $\xi : X * Z \rightarrow [0,1]$ ,

$$T = \begin{bmatrix} & \overline{z_1} & z_2 & z_3 & z_4 & z_5 & z_6 \\ x_1 & (0,19 & 0,19 & 0,11 & 0,12 & 0,12 & 0,14) \\ x_2 & (0,27 & 0,27 & 0,17 & 0,16 & 0,16 & 0,20) \\ x_3 & (0,27 & 0,27 & 0,18 & 0,19 & 0,19 & 0,20) \\ x_4 & (0,13 & 0,13 & 0,06 & 0,08 & 0,08 & 0,09) \\ x_5 & (0,32 & 0,32 & 0,19 & 0,19 & 0,19 & 0,22) \\ x_6 & (0,34 & 0,34 & 0,20 & 0,21 & 0,21 & 0,24) \\ x_7 & (0,17 & 0,17 & 0,09 & 0,08 & 0,08 & 0,12) \end{bmatrix}. \quad (3.9)$$

Выбираем порог разделения  $L$ , согласно которому будут отброшены кандидаты заведомо не подходящие на вакансии. Примем

$$L = \min_i \max_k (\xi(x_i, z_k)) = 0,13.$$

Строим матрицу

$$M = \begin{bmatrix} & \overline{z_1} & z_2 & z_3 & z_4 & z_5 & z_6 \\ x_1 & (0,19 & 0,19 & 0 & 0 & 0 & 0,14) \\ x_2 & (0,27 & 0,27 & 0,17 & 0,16 & 0,16 & 0,20) \\ x_3 & (0,27 & 0,27 & 0,18 & 0,19 & 0,19 & 0,20) \\ x_4 & (0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0) \\ x_5 & (0,32 & 0,32 & 0,19 & 0,19 & 0,19 & 0,22) \\ x_6 & (0,34 & 0,34 & 0,20 & 0,21 & 0,21 & 0,24) \\ x_7 & (0,17 & 0,17 & 0 & 0 & 0 & 0) \end{bmatrix}. \quad (3.10)$$

Анализ итоговой матрицы  $M$  позволяет уточнить соответствие кандидатов вакансиям, структуру персонала для предприятия в целом.

Как видно из полученной матрицы, кандидат Васильева ( $x_4$ ) не подходит ни на одну вакансию, поэтому из дальнейшего рассмотрения исключается.

Производим назначения: для этого рассмотрим столбцы матрицы  $M$  в порядке убывания элементов вектора значимостей вакансий  $W = (0,4; 0,4; 0,8; 0,5; 0,5; 0,7)^T$ . То есть рассмотрим сначала третий столбец, затем шестой, четвертый, пятый, первый и второй.



Таким образом:

- первым производим назначение на должность  $z_3$  – менеджер по закупкам.

Проанализировав третий столбец матрицы  $M$  видим, что наиболее подходящим кандидатом на эту должность является шестой кандидат – Соколова, оценка которой максимальна и равна  $\max_i \mu(x_i, z_3) = \mu(x_6, z_3) = 0,20$ ;

- вторым производим назначение на должность  $z_6$  – менеджер по распространению. Проанализировав шестой столбец матрицы  $M$  видим, что наиболее подходящим кандидатом на эту должность является пятый кандидат – Кулагин, оценка которого равна  $\max_{i \neq 6} \mu(x_i, z_6) = \mu(x_5, z_6) = 0,22$ ;

- третьим производим назначение на должности  $z_4$  и  $z_5$  – менеджеры по рекламе. Проанализировав четвертый и пятый столбцы матрицы  $M$  видим, что наиболее подходящими кандидатами на эти должности являются второй и третий кандидаты (Петров, Сидоров), оценки которых равны соответственно:

$$\max_{i \neq 5,6} \mu(x_i, z_4) = \mu(x_2, z_4) = 0,16 \quad \text{и} \quad \max_{i \neq 2,5,6} \mu(x_i, z_5) = \mu(x_3, z_5) = 0,19;$$

- четвертым производим назначение на должности  $z_1$  и  $z_2$  – менеджеры по продажам. Проанализировав первый и второй столбцы матрицы  $M$  видим, что наиболее подходящими кандидатами на эти должности являются первый и седьмой кандидаты (Иванов, Андреева), оценки которых равны соответственно:

$$\max_{i \neq 2,3,5,6} \mu(x_i, z_1) = \mu(x_1, z_1) = 0,19 \quad \text{и} \quad \max_{i \neq 1,2,3,5,6} \mu(x_i, z_2) = \mu(x_7, z_2) = 0,17.$$

Четвертый кандидат имеет нулевую оценку  $\mu(x_4, z_1) = 0$  и не может быть назначен на должность.

Таким образом, при принятии решений кадровому агентству можно порекомендовать назначить:

- 1) Иванова на должность менеджера по продажам;
- 2) Петрова на должность менеджера по рекламе;
- 3) Сидорова на должность менеджера по рекламе;
- 4) Кулагина на должность менеджера распространению;
- 5) Соколову на должность менеджера по закупкам;

б) Андрееву на должность менеджера по продажам, не назначать Васильеву ни на одну из должностей.

### **3.3 Вопросы к защите**

1) Для решения каких задач предназначена теория нечетких множеств и кто является ее основателем?

2) Перечислите основные предположения предлагаемого подхода для планирования персонала.

3) Как составляются нечеткие матрицы R, U и T?

4) Что такое порог разделения?

5) Как рассчитать элементы матрицы M?

6) Как по матрице M выбрать кандидатов, заведомо не подходящих на должности?

7) Каким образом производятся назначения с учетом значимостей вакансий?

8) Укажите достоинства и недостатки предложенного подхода к планированию персонала на основе теории нечетких множеств.

### **3.4 Литература, рекомендуемая для изучения темы**

1 Орлов, А.И. Принятие решений. Теория и методы разработки управленческих решений : учеб. пособие для вузов / А.И. Орлов. – М. : Ростов-на-Дону : МарТ, 2005. – 496 с.

2 Ногин, В.Д. Принятие решений в многокритериальной среде. Количественный подход / В.Д. Ногин. – М. : Физматлит, 2002. – 176 с.

3 Чернов, В.Г. Модели поддержки принятия решений в инвестиционной деятельности на основе аппарата нечетких множеств / В.Г. Чернов. – М. : Горячая линия-Телеком, 2007. – 312 с.

4 Недосекин, А.О. Методологические основы моделирования финансовой деятельности с использованием нечетко-множественных описаний: диссертация доктора экономических наук / А.О. Недосекин : 08.00.13. – Санкт-Петербург, 2003. – 302 с.

5 Недосекин, А.О. Применение теории нечетких множеств к задачам управления финансами / А.О. Недосекин // Аудит и финансовый анализ, 2000. – № 2. – С. 53–57.

6 Андрейчиков, А.В. Применение методов теории нечетких множеств в анализе деятельности предприятия / А.В. Андрейчиков // Известия вузов. Машиностроение, 2003. – №1. – С.57–63.

7 Скороспелов, Д.И. Нечеткие множества для четких выводов / Д.И. Скороспелов // Управление компанией. – 2005. – № 5. – С. 166–169.

8 Штовба, С.Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1>. - Раздел Fuzzy LogicToolbox.

9 Аверкин, А.Н. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта. / А.Н. Аверкин, И.З. Батыршин, А.Ф. Блишун и др. – М. : Наука, 1986. – С. 198–235.

10 Борисов, А.Н. Принятие решения на основе нечетких моделей : примеры использования / А.Н. Борисов, О.А. Крумберг, И.П. Федоров. – Рига : Знание, 1990. – 184 с.

11 Гусев, Л.А. Размытые множества. Теория и приложения (обзор) / Л.А. Гусев // Автоматика и телемеханика. – 1973. – № 5. – С. 66–85.

12 Bellman, R. Abstraction and pattern classification / R. Bellman, K. Kalaba, L.A. Zadeh // J.Math. Anal. and Appl. – 1996. – v. 13. – No1.

13 Кандель, А. Нечеткие множества, нечеткая алгебра, нечеткая статистика / А. Кандель, У.Дж. Байатт // Труды американского общества инженеров-радиоэлектроников. – 1978. – т. 66. – №12. – С. 37–61.

## **4 Содержание письменного отчета**

Отчет по лабораторной работе оформляется на листах формата А4 и должен иметь следующую структуру:

- 1) постановка задачи;
- 2) краткие теоретические сведения, необходимые для решения задач;
- 3) математические модели и результаты применения ППП для решения задач (при использовании);
- 4) анализ полученных результатов и выводы.

## Приложение А

(обязательное)

### Сведения о кандидатах

Таблица А.1 – Характеристика кандидатов

Обозначение	Кандидат	Характеристика
1	2	3
x <sub>1</sub>	Иволгин	имеет средне-специальное образование, опыт работы 2 года, уверенный пользователь ПК, организаторские качества: «Наставник», 23 года
x <sub>2</sub>	Петухов	имеет высшее образование по специальности, опыт работы 3 года, опытный пользователь ПК, организаторские качества: «Специалист», 25 лет
x <sub>3</sub>	Свиридов	имеет высшее специальное образование, опыт работы 5 лет, уверенный пользователь ПК, организаторские качества: «Специалист-наставник», 31 год
x <sub>4</sub>	Викторова	имеет неоконченное высшее образование, не имеет опыта работы, базовый пользователь ПК, организаторские качества: «Специалист», 19 лет
x <sub>5</sub>	Сенцов	имеет высшее образование, опыт работы 4 года, продвинутый пользователь ПК, организаторские качества: «Специалист-организатор», 29 лет
x <sub>6</sub>	Мармилова	имеет высшее образование по специальности, опыт работы 5 лет, продвинутый пользователь ПК, организаторские качества: «Гармоничный тип», 27 лет
x <sub>7</sub>	Авандеев	имеет неоконченное высшее образование, опыт работы 1 год, опытный пользователь ПК, организаторские качества: «Неэффективный», 19 лет
x <sub>8</sub>	Петров	средне-специальное образование, опыт работы 2 года, уверенный пользователь ПК, организаторские качества: «Наставник», 23 года
x <sub>9</sub>	Васильева	высшее специальное образование по специальности, опыт работы 5 лет, продвинутый пользователь ПК, организаторские качества: «Гармоничный тип», 27 лет
x <sub>10</sub>	Чудов	высшее специальное образование, опыт работы 5 лет, уверенный пользователь ПК, организаторские качества: «Специалист-наставник», 31 год
x <sub>11</sub>	Шуклина	неоконченное высшее образование, опыт работы 1 год, опытный пользователь ПК, организаторские качества «Неэффективный», 19 лет

Продолжение таблицы А.1

1	2	3
X <sub>12</sub>	Лобанов	высшее образование по специальности, опыт работы 3 года, опытный пользователь ПК, организаторские качества: «Специалист», 25 лет
X <sub>13</sub>	Гришина	неоконченное высшее образование, не имеет опыта работы, базовый пользователь ПК, организаторские качества: «Специалист-организатор», 29 лет
X <sub>14</sub>	Зайцев	высшее образование, опыт работы 4 года, продвинутый пользователь ПК, организаторские качества: «Специалист-организатор», 29 лет
X <sub>15</sub>	Булатов	имеет среднее образование, опыт работы 1 год, владеет MS Office, 1S предприятия, обладает педагогическими качествами, 25 лет
X <sub>16</sub>	Храмшин	имеет высшее образование по специальности, опыт работы 2 года, владеет MS Office, 1S предприятия, статистика, малообщительный, 27 лет
X <sub>17</sub>	Семоненко	имеет высшее специальное образование, опыт работы 8 лет, Владеет MS Office, 1S предприятия, развивает навыки социального взаимодействия, 44 года
X <sub>18</sub>	Баландин	имеет среднее специальное образование, не имеет опыта работы, владеет MS Office, малообщительный, 22 года
X <sub>19</sub>	Краснов	имеет высшее образование, опыт работы 3 года, владеет MS Office, 1S предприятия, статистика, SPSS, успешен в социальном взаимодействии, 29 лет
X <sub>20</sub>	Баранов	имеет высшее образование по специальности, опыт работы 7 лет, владеет MS Office, 1S предприятия, статистика, SPSS, умеет налаживать контакты, способный к конструктивному и взаимообогащающему общению с другими людьми, 28 лет
X <sub>21</sub>	Козлов	имеет среднее специальное образование, опыт работы 1 год, владеет MS Office, 1S предприятия, статистика, не разговорчив, 21 год
X <sub>22</sub>	Бузова	имеет средне-специальное образование, опыт работы 3 года, уверенный пользователь ПК, организаторские качества: «Наставник», 22 года
X <sub>23</sub>	Самсонов	имеет высшее образование по специальности, опыт работы 4 года, опытный пользователь ПК, организаторские качества: «Специалист», 26 лет
X <sub>24</sub>	Квакушкина	имеет высшее специальное образование, опыт работы 6 лет, уверенный пользователь ПК, организаторские качества: «Специалист-наставник», 33 год

Продолжение таблицы А.1

1	2	3
X <sub>25</sub>	Венгржановский	имеет неоконченное высшее образование, не имеет опыта работы, базовый пользователь ПК, организаторские качества: «Специалист», 20 лет
X <sub>26</sub>	Ермакова	имеет высшее образование, опыт работы 5 года, продвинутый пользователь ПК, организаторские качества: «Специалист-организатор», 30 лет
X <sub>27</sub>	Кузнецов	имеет высшее образование по специальности, опыт работы 5 лет, продвинутый пользователь ПК, организаторские качества: «Гармоничный тип», 27 лет
X <sub>28</sub>	Колисниченко	имеет неоконченное высшее образование, опыт работы 1 год, опытный пользователь ПК, организаторские качества: «Неэффективный», 19 лет
X <sub>29</sub>	Щербаков	имеет высшее образование, опыт работы 2 года, уверенный пользователь ПК, организаторские качества: «Наставник», 25 лет
X <sub>30</sub>	Петрова	имеет высшее образование по специальности, опыт работы 3 года, опытный пользователь ПК, организаторские качества: «Специалист», 23 лет
X <sub>31</sub>	Сидоров	имеет среднеспециальное образование, опыт работы 5 лет, уверенный пользователь ПК, организаторские качества: «Специалист-наставник», 28 год
X <sub>32</sub>	Королева	имеет неоконченное высшее образование, не имеет опыта работы, базовый пользователь ПК, организаторские качества: «Специалист», 22 лет
X <sub>33</sub>	Петров	имеет среднее образование, опыт работы 4 года, продвинутый пользователь ПК, организаторские качества: «Специалист-организатор», 29 лет
X <sub>34</sub>	Синицын	имеет высшее образование по специальности, опыт работы 5 лет, продвинутый пользователь ПК, организаторские качества: «Гармоничный тип», 26 лет
X <sub>35</sub>	Иванов	имеет неоконченное высшее образование, опыт работы 1 год, опытный пользователь ПК, организаторские качества: «Неэффективный», 21 год

## Приложение Б

(обязательное)

### Варианты индивидуальных заданий

Таблица Б.1 – Номера кандидатов и вакансии

Номер варианта	Номера кандидатов	Вакансия
1	2	3
1	8, 10, 12, 14, 22	Главный инженер
2	9, 11, 13, 15, 23	Экономист
3	10, 12, 15, 18, 24	Программист
4	11, 12, 18, 25, 37	Менеджер
5	1, 4, 9, 11, 40	Юрист
6	2, 8, 17, 12, 50	Менеджер финансовой группы
7	19, 20, 24, 30, 35	Территориальный менеджер
8	14, 15, 16, 22, 35	Торговый представитель
9	7, 15, 24, 33, 35	Операционист 1С
10	9, 19, 20, 27, 29	Главный специалист службы финансового мониторинга
11	1, 2, 5, 20, 33	Аудитор
12	1, 2, 5, 20, 24	Специалист отдела по предотвращению финансовых рисков
13	3, 8, 14, 20, 23	Консультант по внедрению решений на базе 1С
14	3, 8, 14, 24, 25	Финансовый директор
15	14, 15, 18, 30, 31	Аналитик
16	13, 23, 26, 29, 31	Диспетчер
17	15, 17, 20, 21, 23	Журналист
18	26, 27, 28, 33, 35	Кредитный специалист
19	12, 18, 21, 33, 35	Инженер-строитель
20	7, 14, 21, 29, 33	Помощник оценщика
21	11, 14, 15, 16, 17	Маркетолог
22	1, 2, 5, 20, 23	Специалист по разработке и продвижению web-сайтов
23	2, 3, 8, 9, 11	Дизайнер
24	7, 8, 13, 15, 19	Страховой агент
25	14, 16, 17, 23, 24	Курьер