

Методы и технологии принятия решений

Содержание лекции

- Парадокс Кондорсе
- Правило большинства голосов
- Метод Борда
- Аксиомы Эрроу
- Попытки пересмотра аксиом
- Теорема невозможности и реальная жизнь
- Принятие коллективных решений в малых группах
- Организация и проведение конференций по принятию решений
- Метод организации работы ГПР
- Предварительные этапы
- Анализ собранной информации
- Проведение конференции по принятию решений
- Практический пример

1. Парадокс Кондорсе

- ❑ В 1996 г. перед первым туром президентских выборов в России по московскому радио передавали выступление избирателя, недовольного системой голосования. Он предлагал разрешить каждому избирателю не только голосовать за одного кандидата, но и упорядочивать всех кандидатов по своему предпочтению от лучшего к худшему. Только после этого, утверждал выступавший, будет ясно истинное отношение населения России к кандидатам в президенты.
- ❑ Интересно, что большой интерес к разным системам голосования наблюдался примерно за 200 лет до этого во Франции. При этом ситуации в двух странах были близкими: и тут и там происходил переход от тоталитаризма к новой системе, позволяющей каждому избирателю голосовать свободно и тайно.
- ❑ Одним из первых, кто заинтересовался системами голосования, был французский ученый маркиз де Кондорсе (1743— 1794). Он сформулировал принцип или критерий, позволяющий определить победителя в демократических выборах. Принцип де Кондорсе состоит в следующем: кандидат, который побеждает при сравнении один на один с любым из других кандидатов, является победителем на выборах.
- ❑ Система голосования, предложенная де Кондорсе, совпадала с системой, которую предлагал 200 лет спустя избиратель в России. Каждый из голосующих упорядочивал кандидатов по степени своего желания видеть его победителем. Согласно де Кондорсе, справедливое определение победителя возможно путем попарного сравнения кандидатов по числу голосов, поданных за них. Принцип де Кондорсе предлагался как рациональный и демократический. Однако вскоре маркиз де Кондорсе столкнулся с парадоксом, получившим впоследствии его имя. Рассмотрим пример голосования в собрании представителей из 60 чел. [1].

1. Парадокс Кондорсе

Пусть на голосование поставлены три кандидата: А, В и С, и голоса распределились, как в табл.

Распределение голосов (парадокс Кондорсе)

Число голосующих	Предпочтения
23	$A \rightarrow B \rightarrow C$
17	$B \rightarrow C \rightarrow A$
2	$B \rightarrow A \rightarrow C$
10	$C \rightarrow A \rightarrow B$
8	$C \rightarrow B \rightarrow A$

Сравним предпочтения в парах кандидатов.

Берем А и С: тогда А предпочитают $23+2=25$;

С по сравнению с А предпочитают: $17+10+8=35$.

Следовательно, С предпочтительнее А ($C \rightarrow A$) по воле большинства.

1. Парадокс Кондорсе

Распределение голосов (парадокс Кондорсе)

Число голосующих	Предпочтения
23	$A \rightarrow B \rightarrow C$
17	$B \rightarrow C \rightarrow A$
2	$B \rightarrow A \rightarrow C$
10	$C \rightarrow A \rightarrow B$
8	$C \rightarrow B \rightarrow A$

Сравнивая попарно аналогичным образом A и B, B и C, получаем: B \rightarrow C (42 против 18), C \rightarrow A (35 против 25) и A \rightarrow B (33 против 27). Следовательно, мы пришли к противоречию, к нетранзитивному отношению A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A.

Столкнувшись с этим парадоксом, Кондорсе выбрал наименьшее зло, а именно то мнение, которое поддерживается большинством голосов (избранным следует считать A).

2. Правило большинства ГОЛОСОВ

Изменим несколько результаты голосования, чтобы избежать парадокса Кондорсе. Предположим, что голоса распределились так, как показано в табл. 11.2. Нетрудно подсчитать, что при этих новых результатах голосования, в соответствии с принципом Кондорсе, избранным будет кандидат С, который при попарном сравнении побеждает двух других кандидатов.

Распределение голосов (правило большинства)

Число голосующих	Предпочтения
23	$A \rightarrow C \rightarrow B$
19	$B \rightarrow C \rightarrow A$
16	$C \rightarrow B \rightarrow A$
2	$C \rightarrow A \rightarrow B$

Однако если мы используем другой принцип выбора: большинство голосующих, которые назвали данного кандидата лучшим, то победителем оказывается кандидат А. Но при этом кандидат А не набрал абсолютного большинства голосов.

Мы видим, что способ определения победителя при демократической системе голосования (один человек — один голос) зависит от процедуры голосования.

3. Метод Борда

- Отметим еще одну процедуру голосования из множества предложенных: метод Борда [2]. Согласно этому методу результаты голосования выражаются в виде числа баллов, набранных каждым из кандидатов. Пусть число кандидатов равно n . Тогда за первое место присуждается n баллов, за второе — $n - 1$, за последнее — один балл.
- Применим метод Борда к приведенному выше примеру. Подсчитаем число баллов для каждого из кандидатов:

$$A: 2 \times 3 + 1 \times 1 + 1 \times 1 + 2 \times 2 = 108;$$

$$B: 2 \times 1 + 1 \times 3 + 1 \times 2 + 2 \times 1 = 114;$$

$$C: 2 \times 2 + 1 \times 2 + 1 \times 2 + 2 \times 3 = 138.$$

- В соответствии с методом Борда мы должны объявить победителем кандидата С

3. Метод Борда

- Отметим еще одну процедуру голосования из множества предложенных: метод Борда [2]. Согласно этому методу результаты голосования выражаются в виде числа баллов, набранных каждым из кандидатов. Пусть число кандидатов равно n . Тогда за первое место присуждается n баллов, за второе — $n - 1$, за последнее — один балл.
- Применим метод Борда к приведенному выше примеру. Подсчитаем число баллов для каждого из кандидатов:

$$A: 2 \times 3 + 1 \times 1 + 1 \times 1 + 2 \times 2 = 108;$$

$$B: 2 \times 1 + 1 \times 3 + 1 \times 2 + 2 \times 1 = 114;$$

$$C: 2 \times 2 + 1 \times 2 + 1 \times 2 + 2 \times 3 = 138.$$

- В соответствии с методом Борда мы должны объявить победителем кандидата С

3. Метод Борда

- Однако с методом Борда, как и с принципом Кондорсе, возникают проблемы. Предположим, что результаты голосования в выборном органе представлены табл. 11.3. Подсчитав баллы в соответствии с методом Борда, получим: А — 124, В — 103, С — 137. В соответствии с методом Борда победителем следует объявить кандидата С. Однако в данном случае явным победителем является кандидат А, набравший абсолютное большинство голосов: 31 из 60.

Распределение голосов (метод Борда)

Число голосующих	Предпочтения
31	A → C → B
12	B → C → A
17	C → B → A
2	C → A → B

3. Метод Борда

- Приведенные примеры позволяют понять, что парадоксы при голосовании не возникают лишь в случае, когда есть два кандидата и победитель определяется по принципу абсолютного большинства голосов. Однако такой случай нетипичен для большинства выборов в демократических странах. Обычно число кандидатов больше, чем два, и редки случаи, когда кто-то из них сразу же получает поддержку абсолютного большинства избирателей.
- Интересно, что парадоксы голосования сохраняются и при введении двух туров и условии, что во второй тур выходят два кандидата, набравшие большинство голосов. Обратимся к табл. 11.1, составленной Кондорсе. В соответствии с предпочтениями во второй тур выходят А (23 голоса) и В (19 голосов), после чего побеждает А. Однако при небольшом усилении первоначальной позиции А предпочтения двух избирателей (3-я строка) выглядят как А → В → С, во второй тур выходят А (25 голосов) и С (20 голосов), после чего побеждает С. Ясно, что такой результат голосования противоречит здравому смыслу.

4. Аксиомы Эрроу

- Выше мы привели примеры нескольких различных систем голосования. Возможны и другие системы. В качестве примеров можно указать на систему многотурового выбора с вычеркиванием кандидатов, набравших наименьшее число голосов [2], на систему вычеркивания нежелаемых кандидатов (appro val voting) [3] и т.д.
- Систематическое исследование всех возможных систем голосования провел в 1951 г. Кеннет Эрроу из Стенфордского университета [4]. Он поставил вопрос в наиболее общем виде: можно ли создать такую систему голосования, чтобы она была одновременно рациональной (без противоречий), демократической (один человек — один голос) и решающей (позволяла осуществить выбор). Вместо попыток изобретения такой системы Эрроу предложил набор требований, аксиом, которым эта система должна удовлетворять. Эти аксиомы были интуитивно понятны, приемлемы с точки зрения здравого смысла и допускали математическое выражение в виде некоторых условий. На основе этих аксиом Эрроу попытался в общем виде доказать существование системы голосования, удовлетворяющей одновременно трем перечисленным выше принципам: рациональная, демократическая и решающая [4, 5].

4. Аксиомы Эрроу

- Первая аксиома Эрроу требует, чтобы система голосования была достаточно общей для того, чтобы учитывать все возможные распределения голосов избирателей. Интуитивно это требование вполне очевидно. Заранее нельзя предсказать распределение голосов. Совершенно необходимо, чтобы система была действенной при любых предпочтениях избирателей. Эта аксиома получила название аксиомы универсальности.
- Еще более очевидной с точки зрения здравого смысла является вторая аксиома Эрроу: аксиома единогласия. В соответствии с ней необходимо, чтобы коллективный выбор повторял в точности единогласное мнение всех голосующих. Если, например, каждый из голосующих считает, что кандидат А лучше кандидата В, то и система голосования должна приводить к этому результату.
- Третья аксиома Эрроу получила название независимости от несвязанных альтернатив. Пусть избиратель считает, что из пары кандидатов А и В лучшим является А. Это предпочтение не должно зависеть от отношения избирателя к прочим кандидатам. Третья аксиома достаточно привлекательна, но не столь очевидна с точки зрения каждодневного человеческого поведения.

Пример: Посетитель ресторана первоначально сравнивает блюдо А и В и хочет заказать А, потому что приготовление блюда В требует высокой квалификации повара, а по его мнению, такой повар вряд ли есть в данном ресторане. Вдруг он замечает в меню блюдо С — очень дорогое и также требующее высокого искусства приготовления. Тогда он выбирает блюдо В, считая, что повар умеет хорошо

4. Аксиомы Эрроу

- Часто третья аксиома Эрроу нарушается судьями в фигурном катании. Давая сравнительные оценки двум сильным фигуристам в одиночном катании, они стараются учесть возможность хорошего выступления третьего сильного кандидата, оставляя ему шансы стать победителем. Отличное выступление в произвольном катании фигуриста С, имевшего ранее не очень высокий результат в обязательной программе, может повлиять на оценки фигуристов А и В. Если А имел отличный результат в обязательной программе, судьи иногда ставят его ниже фигуриста В при примерно равном выступлении, чтобы повысить шансы фигуриста С.
- Тем не менее возможность предъявления требования независимости к системе голосования в качестве обязательного не вызывает сомнения.
- Четвертая аксиома Эрроу носит название аксиомы полноты: система голосования должна позволять сравнение любой пары кандидатов, определив, кто из них лучше. При этом имеется возможность объявить двух кандидатов равнопривлекательными. Требование полноты не кажется слишком строгим для системы голосования.
- Пятая аксиома Эрроу является уже знакомым условием транзитивности: если в соответствии с мнением избирателей кандидат В не лучше кандидата А (хуже или эквивалентен), кандидат С не лучше кандидата В, то кандидат С не лучше кандидата А. Считается, что система голосования, не допускающая нарушения транзитивности, ведет себя рациональным образом.
- Определив пять аксиом - желательных свойств системы голосования, Эрроу доказал, что системы, удовлетворяющие этим аксиомам, обладают недопустимым с точки зрения демократических свобод недостатком: каждая из них является правилом диктатора — личности, навязывающей всем остальным избирателям свои предпочтения.
- Результаты, выявленные Эрроу, получили широкую известность. Они развеяли надежды многих экономистов, социологов, математиков найти совершенную систему голосования.
- Требование исключения диктатора приводит к невозможности создания системы голосования, удовлетворяющей всем аксиомам Эрроу. Поэтому результат Эрроу называют теоремой невозможности.

5. Попытки пересмотра аксиом

- С 1951 г. математики и экономисты предпринимают попытки изменить требования Эрроу, «смягчить» аксиомы, чтобы избежать вывода, столь неприятного для демократической системы голосования.
- Очень интересное изменение первой аксиомы предложил Д. Блейк [7]. Если каждый избиратель упорядочивает кандидатов в соответствии со своей политической позицией, вывода Эрроу можно избежать. На практике это означает, что каждый избиратель должен упорядочить кандидатов в соответствии с их политическими взглядами. Если он сторонник рынка и мо-
- нетаризма и считает, что А лучше В, В лучше С, то это означает, что А ближе всех к его позиции, а С — дальше всех.
- Однако на практике при оценке кандидата избиратели чаще всего руководствуются многими критериями. Далекое не все избиратели понимают свою политическую позицию. Результаты голосований, основанных на эмоциях, широко известны.
- Другим интересным изменением аксиом Эрроу является правило консенсуса, сформулированное А.Сеном. Он предложил изменить аксиому транзитивности, сохранив правило транзитивности только для случая строгого предпочтения между кандидатами. Согласно правилу А.Сена, если хотя бы один избиратель по-иному сравнивает кандидатов А и В, чем все остальные, то система голосования объявляет кандидатов эквивалентными. Ясно, что такое правило приводит к коллективному безразличию.

6. Теорема невозможности и реальная жизнь

- Итак, серьезность результатов К.Эрроу безусловна. Нельзя отказаться от требования рациональности: система голосования не должна приводить к нетранзитивности. Нельзя не потребовать, чтобы система голосования была решающей: коллективное безразличие, неумение сделать выбор ведет в тупик. Нельзя отказаться от требования демократичности выборов: человечество заплатило (и продолжает платить) высокую цену за право каждого человека выражать свое мнение. Кроме того, демократичность в решении социальных проблем особенно важна в наше время, когда меньшинство имеет массу возможностей защищать свою позицию перед большинством.
- С точки зрения реальной жизни важно знать, насколько часто нарушаются все эти три условия одновременно. Исследования французских ученых показали, что при моделировании всех возможных распределений голосов избирателей и сохранении условий демократичной л решающей системы голосования рациональность нарушается примерно в 6-9% случаев [1].
- Конечно, каждый раз неизвестны ни распределение голосов избирателей, ни возможности нарушения рациональности. Однако в реальных процедурах выбора есть и многие, не менее существенные недостатки. Известны ситуации манипулирования в процессе выборов, когда преднамеренное искажение предпочтений группой избирателей приводит к желаемому для этой группы результату (см. пример с двумя турами голосования, приведенный выше).
- Исключительно сильное воздействие на умы избирателей оказывает так называемая промывка мозгов — целенаправленные кампании в пользу какого-то кандидата, с искажением фактов, подтасовкой и т.д. Для стран, не имеющих опыта демократических выборов, такие явления приводят к разочарованию избирателей в демократических институтах власти. Как каждый человек, так и народы в целом должны учиться делать свой выбор, различая слова и дела политиков, трезво оценивая обещания, используя разные и независимые источники информации.
- Вернемся к парадоксальному результату Эрроу. Примириться с фактом его существования помогут известные слова У.Черчилля о том, что демократия является плохой формой правления, но человечество пока не придумало ничего лучшего.

7. Принятие коллективных решений в малых группах

- Принятие коллективных решений не сводится только к голосованию избирателей на выборах. Решения принимаются в комиссиях, жюри, коллегиях, словом, в небольших группах. В роли ЛПР в этом случае выступает группа, принимающая решения (ГПР). Как организовать работу ГПР? Где гарантии, что люди, имеющие различные предпочтения, могут прийти к соглашению?
- Традиционным способом решения этих проблем является организация совещаний (заседаний), на которых члены коллективного органа, принимающего решения, выступают как эксперты, оценивая различные варианты решений и убеждая других членов присоединиться к их мнению. Во многих случаях эти обсуждения позволяют прийти к единому мнению, которое иногда отражает компромисс между членами коллективного органа, принимающего решения.
- Несомненными преимуществами такого способа принятия коллективных решений являются:
 - Возможность для каждого из членов ГПР высказать свое мнение и обосновать его;
 - Возможность для каждого из членов ГПР выслушать мнение всех других членов.

7. Принятие коллективных решений в малых группах

- Наряду с указанными достоинствами применение традиционного способа решения задач коллективного выбора в ГПР в ряде случаев сопровождается следующими отрицательными явлениями:
 - чрезмерно сильное влияние на ГПР доводов одного или нескольких членов (коалиции), направленных на выпячивание положительных особенностей предпочитаемых ими вариантов решений;
 - большая и зачастую неэффективная трата времени членами ГПР, особенно при сильном расхождении мнений у некоторых из них;
 - поспешное применение правила большинства, не позволяющего учесть мнения всех членов ГПР.
- С попытками преодолеть те или иные отрицательные черты традиционных способов принятия коллективных решений связаны различные направления исследований. Мы остановимся далее на проблемах выбора, решаемых ГПР: даны какие-то объекты (варианты капиталовложений, акции, предприятия и т.д.). Необходимо выделить из них лучший, разделить на классы, упорядочить, т.е. решить задачи, типичные для принятия индивидуальных решений.
- Принятие решений в ГПР разительно отличается от принятия индивидуальных решений. У каждого из членов группы имеется, как правило, свой взгляд на проблему. Если эти взгляды полностью совпадают либо если в группе есть диктатор, навязывающий свои предпочтения, то задача принятия коллективных решений не возникает. В общем случае основной для ГПР является проблема поиска компромисса, приемлемого для всех членов группы.

7. Принятие коллективных решений в малых группах

- Можно выделить три направления исследований по принятию решений в малых группах.
 - Неантагонистические игры. Одно из направлений в теории игр [8], ориентированное на разработку математических моделей, описывающих процесс выработки компромисса - поиск точек равновесия. Работы в данном направлении имеют, как правило, чисто теоретический характер.
 - Групповые системы поддержки принятия решений. Разрабатываются локальные сети для членов ГПР, а также формальные алгоритмы сравнения предпочтений на заданном множестве объектов. Как правило, системы поддержки принятия решений предназначены для ознакомления каждого из членов ГПР с мнениями других. Задача согласования мнений членов ГПР либо не ставится, либо сводится к усреднению мнений. С практической точки зрения данный подход не соответствует задачам принятия ответственных решений.
 - Организация работы ГПР с помощью посредника (аналитика, консультанта). Это направление исследований с практической точки зрения является наиболее перспективным. Ярким примером могут служить так называемые конференции по принятию решений (decision conference). Организация и проведение конференций по принятию решений связаны с именами С. Камерера (США) и Л.Филипса (Англия). Они первыми разработали методологические основы организации конференций по принятию решений и получили хороший практический результат.

8. Организация и проведение конференций по принятию решений

- Предположим, что ГПР представляет собой совет директоров крупной фирмы. Фирма переживает трудности: ухудшились позиции на рынке, упали прибыли. Возникла необходимость что-то предпринять. Одни из директоров предлагают перейти к выпуску нового изделия, другие - более активно вести рекламу, третьи - модернизировать выпускаемые изделия.
- Для выработки согласованной стратегии президент фирмы решил пригласить консультанта (facilitator), специализирующегося на проведении конференций по принятию решений. После получения заказа консультант посещает фирму, беседует с некоторыми из директоров, знакомится с положением дел. Конечно, он не может знать так же глубоко, как директора, все промышленные и финансовые проблемы фирмы. Но он стремится освоить деловой язык, на котором идут обсуждения, понять распределение власти и влияния среди руководителей фирмы.

8. Организация и проведение конференций по принятию решений

- Через пару недель назначается конференция по принятию решений.
- Она проводится в специальной комнате, технически подготовленной для этой цели: есть компьютер, есть экраны, на которые проецируются данные, обрабатываемые компьютером, есть проектор, доски, фломастеры и т.д. Конференция продолжается один—два дня (часто — суббота и воскресенье), во время которых руководители заняты не текущими задачами, а только разработкой стратегии. Конференцию проводит консультант.
 - Он дает слово участникам, представляющим различные точки зрения на обсуждаемую проблему.
 - Он регулирует процесс обсуждения, направляя его по конструктивному пути, он сам ставит вопросы, пытаясь выяснить сильные и слабые стороны обсуждаемых вариантов решений.
 - Он старается показать участникам конференции то общее, что объединяет различные варианты, подчеркивая элементы согласия.
 - Он пытается помочь участникам конференции найти смешанные стратегии (если это возможно), достойно, не теряя лица, отказаться от вариантов, недостатки которых стали очевидными.
 - Консультант предлагает совместно оценить варианты решений по различным критериям.
 - Если есть расхождения в оценках, он проверяет чувствительность выбора к этим

8. Организация и проведение конференций по принятию решений

- Ясно, что успех конференций по принятию решений в значительной степени зависит от квалификации консультанта. Он должен обладать необходимыми личностными характеристиками: умением быстро схватывать суть обсуждаемой проблемы и имеющихся разногласий, быстро «стать своим» во время обсуждения и т.д. Он должен обладать большим практическим опытом, чтобы правильно вести дискуссию. Как опытный дирижер оркестра, он должен вовремя «взмахнуть палочкой», предоставляя слово участнику, который в данный момент наиболее продуктивно влияет на ход дискуссии. Такому набору умений нельзя выучиться по учебнику, да и таких учебников не существует. Есть отдельные публикации [9], в которых на примерах представляют основные идеи конференций по принятию решений.
- Успех этих конференций приводит к впечатляющим результатам в деятельности компаний. Даже относительный успех может повлиять на дальнейшую выработку стратегии. Но и неудача оказывает сильное отрицательное воздействие, закрепляя расхождения во взглядах.

9. Метод организации работы ГПР

- В 1975 г . был разработан и применен один из возможных методов организации работы ГПР при проведении конференции по принятию решений [10]. В основу метода были положены следующие соображения:
 - для эффективного обсуждения проблемы в ГПР полезен предварительный анализ, вскрывающий совпадение или расхождение мнений членов ГПР о достоинствах и недостатках рассматриваемых объектов;
 - такой анализ должен определить те конкретные вопросы, по которым совпадают или расходятся мнения членов ГПР, выявить намечающееся единство мнений, а также образующиеся коалиции.

9. Метод организации работы ГПР

- Практический опыт организации и проведения экспертных опросов привел к выводу об исключительной важности разбиения обсуждаемого вопроса на части. При сравнении объектов, при оценке их качества очень важно выделить составляющие этого качества - отдельные критерии, и оценить объекты по каждому из них. Такой подход позволяет:
 - Достичь большей объективности получаемой информации. При оценке объектов в целом сильнее проявляется возможность субъективных искажений. Определив положительные качества объектов, члены ГПР часто (невольно или преднамеренно) не принимают во внимание его отрицательные качества. При определении оценок объекта по многим критериям член ГПР в значительной степени выступает как квалифицированный специалист, своего рода «измеритель», определяющий оценки объекта по шкалам, общим для группы. Сознательное завышение или занижение этих оценок связано с возможной утратой репутации квалифицированного, знающего специалиста (при проверке и обсуждении этих оценок другими специалистами), в то время как давая оценку в целом, член ГПР почти всегда может объяснить ее учетом определенных качеств объекта.
 - Сделать более конкретным и четким обсуждение полученной информации. При обсуждении вопроса об оценке объекта по одному из критериев расхождения во мнениях членов ГПР, как правило, меньше, чем при обсуждении оценки объекта в целом. По узкому вопросу легче получить дополнительную информацию, легче собрать достаточно бесспорные факты.

9.1. Предварительные этапы

- Представляется целесообразной следующая последовательность действий.
 - Определение списка критериев. Для рассматриваемого множества объектов ставится вопрос о выделении группы критериев, которые необходимо принимать во внимание при оценке объектов. Список этих критериев образуется в результате опроса каждого из членов ГПР. Перечень критериев, полученных от всех членов ГПР, согласовывается с каждым из ее членов в отдельности. Иногда консультант может предложить предварительный список критериев, которые могли бы учитываться при рассмотрении подобных вопросов.
 - Разработка шкал оценки по критериям. На основе предварительного знакомства с терминологией, применяемой обычно в данной ГПР, консультант разрабатывает для каждого критерия шкалу из нескольких словесных качественных оценок, расположенных от лучшей к худшей. Эти шкалы согласовываются с каждым из членов ГПР. Оценки на шкалах должны быть понятными и исключать неоднозначное толкование.
 - Сбор информации. Членам ГПР раздаются формы, содержащие список критериев со шкалами. Число форм равно числу объектов. Каждый из членов ГПР оценивает рассматриваемые объекты по каждому из критериев - определяет одну из оценок по шкале критерия, характеризующую данный объект. При необходимости каждый из членов ГПР может через консультанта (или самостоятельно) запросить дополнительную информацию, необходимую ему для оценки объектов.
- Данные, полученные при индивидуальном опросе членов ГПР, содержат информацию о степени совпадения или расхождения их мнений. Для выявления этой информации требуется специальный анализ.

9.2. Анализ собранной информации

- Желательно иметь такой способ анализа информации, который позволял бы оценивать степень согласия между членами ГПР. Необходимо, чтобы этот способ выявлял объекты, оценки по которым наиболее противоречивы, а также критерии, оценки по которым показывают наибольшую несогласованность мнений между членами ГПР.
- На наш взгляд, удовлетворяет этим требованиям способ понижения размерности данных - способ проецирования [11, 12]. Методы понижения размерности данных являются одной из групп методов факторного анализа [13]. Основная идея методов проецирования заключается в следующем. Пусть в r -мерном пространстве задана конфигурация из n точек. Необходимо спроецировать эти точки в подпространство меньшей размерности (как правило, двух- или трехмерное), передав при этом с наименьшими (в смысле определенного критерия) возможными искажениями расстояния между объектами в исходном пространстве.
- Как и другие методы факторного анализа, методы проецирования основаны на гипотезе о том, что существует небольшое число обобщенных факторов, которыми характеризуются рассматриваемые объекты. Справедливость этой гипотезы проверяется с помощью применения метода и изучения полученных результатов (критерий практики).

9.2. Анализ собранной информации

- В рассматриваемом случае каждый объект может быть представлен точкой в пространстве критериев. В этом же пространстве можно введением определенной метрики расположить точки, характеризующие отношение членов ГПР к рассматриваемым объектам. Далее аналитику предоставляется возможность, применяя методы проецирования, попытаться представить на плоскости объекты и членов ГПР так, чтобы:
 - расстояние между членами ГПР характеризовало степень согласия между ними, малые расстояния соответствовали бы совпадению мнений;
 - расстояние между членом ГПР и объектом характеризовало ценность этого объекта для данного члена ГПР; малые расстояния соответствовали бы наиболее ценным объектам;
 - расстояния между объектами соответствовали бы степени их сходства по оценкам членов ГПР.
- Полученное при этом распределение на плоскости точек, соответствующих объектам и экспертам, дает общее представление о степени совпадения мнений членов ГПР в целом и по каждому из объектов.
- Анализ информации заключается в последовательном применении метода проецирования при «загрублении» первоначально используемой информации последовательным удалением ряда критериев, объектов, оценок и наблюдении при этом за степенью совпадения мнений членов ГПР при оставшейся информации. Таким образом можно определить те спорные вопросы (критерии, оценки, объекты), на которых необходимо сосредоточить внимание членов ГПР при последующем обсуждении. Хотя совместное проецирование объектов и экспертов применялось ранее (задачи индивидуального шкалирования - см., например, [14]), рассматриваемая задача обладает существенными особенностями: учет оценок объектов по многим критериям резко увеличивает число связей, накладываемых на объекты и экспертов при проецировании. Поэтому появляется реальная опасность внесения больших искажений в первоначальные расстояния между объектами в многомерном пространстве.

9.2. Анализ собранной информации

В связи с этим принята следующая процедура.

Первоначально вводятся лишь расстояния между точками, соответствующими членам ГПР. Они характеризуют степень совпадения мнений членов ГПР при оценке ими объектов по многим критериям.

- Задача проецирования решается только для точек, представляющих членов ГПР, в соответствии с введенными расстояниями. Для эффективного отображения используется критерий минимизации суммы относительных разностей исходных расстояний между точками и расстояний на плоскости.
- Поэтапно производится «загрубление» исходной информации (см. далее) до достижения удовлетворительного совпадения мнений членов ГПР либо до появления одной или нескольких коалиций. Степень совпадения мнений устанавливается при анализе результата проецирования на соответствующих рисунках.
- При достижении совпадения мнений членов ГПР или членов коалиций (ценой удаления части информации) для них вводятся расстояния между экспертом и объектом и решается заново задача проецирования совместно для всех объектов и всех членов ГПР (или членов коалиции). При этом предполагается, что предыдущие этапы (удаление части информации) обеспечили достаточную близость точек, представляющих членов ГПР, и поэтому проецирование не связано с чрезмерными искажениями.

При совместном проецировании используется критерий, аналогичный приведенному выше.

Среднее расстояние объекта от группы членов ГПР с совпадающими мнениями определяет его место в окончательном упорядочении объектов по мнению этой группы.

9.2. Анализ собранной информации

Определим перечень этапов анализа первоначальной информации («загрубления» информации).

- Первоначально вводится простое метрическое (евклидово) расстояние между точками, соответствующими экспертам, как относительная сумма разностей между получаемыми от экспертов оценками объектов по многим критериям.
- Вводится расстояние, учитывающее только совпадение точек зрения экспертов о превосходстве одного объекта над другим по каждому из критериев.
- Если на шкалах критериев имеется по несколько оценок, то производится операция объединения оценок, т.е. делается попытка объединить эти оценки в две, характеризующие наличие и отсутствие качества объекта по данному критерию.
- Определяются критерии, по которым противоречия между экспертами проявляются в наибольшей степени. Разногласия подсчитываются для каждой пары экспертов, а затем определяется коэффициент T_k , характеризующий степень несогласия экспертов по k -му критерию. Критерии ранжируются в соответствии со значением коэффициента T_k .

9.2. Анализ собранной информации

На каждом из перечисленных этапов анализируется последовательность рисунков, характеризующих результат проецирования. При установлении достаточного сближения группы точек, представляющих членов ГПР, процесс удаления части информации прекращается. Если такое сближение не достигается после удаления на этапе 4 половины критериев, то результатом анализа является факт глубоких противоречий между членами ГПР. Можно предположить, что такой случай на практике встречается достаточно редко. Если анализ не выявляет общего согласия между членами ГПР, то он позволяет выявить коалиции.

После выделения согласных между собой членов ГПР для этой группы вводятся метрические расстояния между объектом и членом ГПР.

Полученная при проецировании ранжировка объектов характеризует среднее мнение членов данной группы. Степень совпадения взглядов внутри группы можно оценить с помощью коэффициента ранговой корреляции Кэндалла, сравнивая ранжировки членов группы и общую ранжировку.

9.3. Проведение конференции по принятию решений

- Результаты анализа сообщаются всем членам ГПР при первом обсуждении рассматриваемого вопроса.
- Эти результаты способствуют более эффективной организации работы ГПР: в первую очередь обсуждаются расхождения мнений по оценкам отдельных критериев, в случае необходимости запрашивается дополнительная информация и т. д.
- Результаты анализа, представленные в наглядном виде, направляют дискуссию членов ГПР.

9.4. Практический пример

Разработанный метод был использован для организации деятельности комиссии, в задачу которой входило разделение представленных на конкурс результатов научно-исследовательских работ на две группы - лучшие (первая премия) и худшие (вторая премия). Использовались следующие критерии оценок результатов работ: новизна, важность, оригинальность, широта применения, практическое значение, научный уровень по отношению к другим работам.

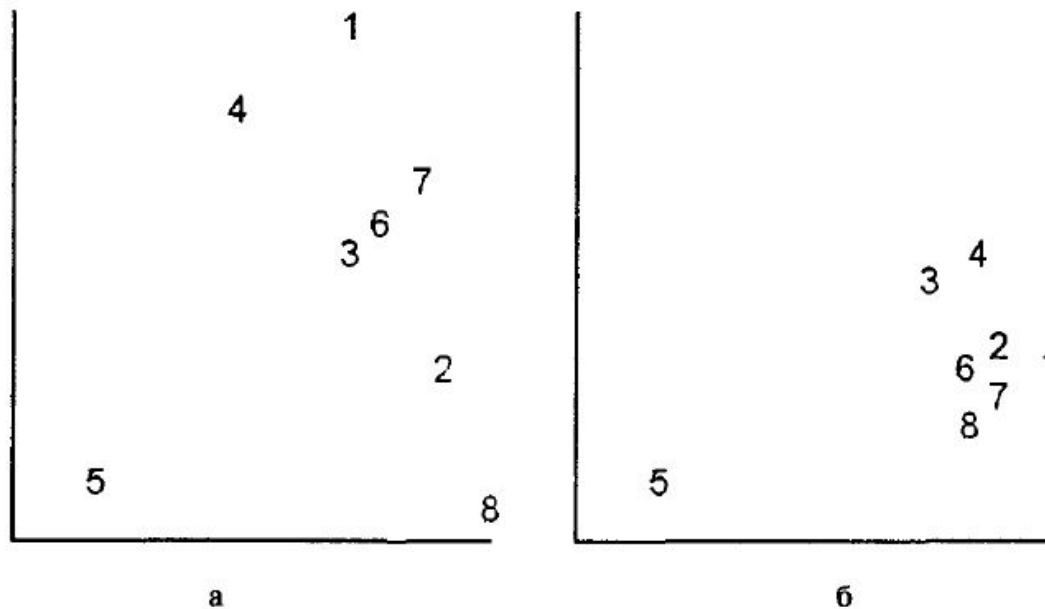


Рис. 31. Результаты проецирования на плоскость:
а – первоначальные оценки объектов; б – слияние оценок по критериям

Выводы

1. Существует множество систем голосования. Наиболее известные из них - системы Кондорсе, Борда, правило большинства голосующих - кажутся справедливыми и убедительными с точки зрения здравого смысла. Однако они приводят к нарушению рациональности. Парадоксы не возникают, если один из кандидатов набрал абсолютное большинство голосов.
2. Результаты К. Эрроу показывают, что в принципе невозможно найти систему голосования, которая была бы одновременно решающей, рациональной и демократической. Это означает, что применение демократических процедур голосования требует внимания и тщательного анализа результатов.
3. Широко распространенной на практике является задача принятия коллективных решений в малых группах: комиссиях, жюри и т. д. Эффективность работы таких групп могут существенно повысить методы анализа позиций членов группы и рациональная организация работы группы.

Библиография

1. Гьюбо Д.Т. Теории общего интереса и логическая проблема агрегирования // Математические методы в социальных науках / Под ред. П . Лазерпс - фельда , Н . Генри . М .: Прогресс , 1973.
2. Tannenbaum P., Arnold R. Excursions in Modern Mathematics. NJ: Prentis-Hall Inc. 1992.
3. Regenwetter M., Grofman B. Approval voting, Borda Winners and Condorcet Winners: Evidence from seven Elections // Management Science. 1998. V. 44. №4.
4. Arrow K. J. Social Choice and individual values. N.Y.: Wiley, 1951.
5. Миркин Б.Г. Проблема группового выбора. М.: Наука, 1974.
6. Льюс Р. Д., Ранфа Г. Игры и решения. М.: ИЛ, 1961.
7. Блэйр Д. Х ., Поллак Р. Э. Рациональный коллективный выбор // В мире науки . 1983. J * 10.
8. Нейман Д. фон, Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. М .: Наука , 1970.
9. Philips L.D. Theory of Requisite Decision Models // K. Borcharding, B.Brehmer, C.Vlek, W. Wagenaar. Research perspectives on Decision Making under Uncertainty. North Holland, Amsterdam , 1984.
10. Ларичев О.И., Терехина А.Ю., Павельев В.В. Метод организации работы коллективного органа, принимающего решения // Перспективное планирование научных исследований и разработок / Под. ред. С. В.Емельянова. М.: Наука, 1974.
11. Терехина А.Ю. Анализ данных методами многомерного шкалирования. М.: Наука, 1986.
12. Айвазян С.А., Бежаева З.И., Староверов О.В. Классификация многомерных наблюдений. М.: Статистика, 1974.