

Многокритериальный анализ значимости основных водопользователей региона.

С развитием экономики, и увеличением потребностей хозяйства страны в водных ресурсах, с одной стороны, и направлением на экологизацию производства, улучшение качества окружающей среды, с другой, возникает проблема водной дефицитности. При этом она усугубляется для регионов, получающих основной объем ресурса из речной системы, ввиду непостоянности располагаемого объема стока. Это приводит к торможению роста экономики и другим негативным последствиям естественной водной ограниченности, особенно в маловодные годы. Соответственно, в качестве цели данного исследования ставилась минимизация этих последствий путем выбора наиболее приоритетных водопользователей с учетом совокупности разноплановых факторов их важности.

Значимость проблемы определяет необходимость использования для ее решения научно обоснованных методов. Водная система региона относится к социо-экономическим системам, управление которыми имеет некоторые сложности **Сл2**:

- 1) Требование учета несравнимых и неколичественных факторов
- 2) Необходимость работы с географически протяженными областями, а значит с большим количеством объектов, требующих моделирования
- 3) Недостаточная проработанность моделей взаимодействия факторов в рамках экономического, экологического и социального воздействия между собой
- 4) Необходимость учета противоречивых мнений различных заинтересованных лиц и организаций

С учетом данных особенностей проблемы и анализа современных подходов к моделированию, для цели исследования предлагается использовать перспективное направление многокритериального принятия решений (МПР). В качестве объекта представлена Ростовская область с ее главной водной артерией – рекой Дон. Наиболее значимыми сферами расходования водных ресурсов здесь (перейдя к соответствующим понятиям, *альтернативами*), являются следующие 11 направлений **Сл3**.

- 1) Питьевое водоснабжение населения области
- 2) Промышленный комплекс (без энергетического комплекса)
- 3) Новочеркасская государственная районная электростанция
- 4) Цимлянская гидроэлектростанция
- 5) Орошение сельскохозяйственных культур
- 6) Прочее сельхозводоснабжение
- 7) Прудовое рыбоводство
- 8) Поддержание приемлемой для водного транспорта судоходности Дона
- 9) Поддержание качества рекреационных ресурсов
- 10) Рыболовный промысел в Цимлянском водохранилище
- 11) Рыболовный промысел на Нижнем Дону и в Таганрогском заливе

Для их сравнения были выбраны 9 факторов – *критериев* –, выступающих в качестве разносторонних характеристик важности каждого из агрегированных потребителей ресурса **Сл4**.

- С1) Престижность направления для области
- С2) Значимость направления в соответствие со стратегией регионального развития
- С3) Внешний спрос на продукцию предприятий сферы
- С4) Общий объем налоговых поступлений
- С5) Экономические перспективы направления на будущие 10-20 лет
- С6) Внутренний спрос на продукцию предприятий сферы
- С7) Обеспечение занятости населения в рамках направления
- С8) Производство в данной сфере незаменимых товаров и услуг
- С9) Степень негативного влияния на биологические ресурсы Н.Дона и Азовского моря

После определения наборов критериев и альтернатив, была произведена *оценка* каждой сферы водопользования по каждому критерию [Сл5](#). Использовались вербальные характеристики, переводимые в количественные по следующей шкале [Сл5-click](#). Итогом оценки стала матрица типа объект-свойство, характеризующая численно всех водопользователей региона [Сл6](#).

Чтобы рассмотреть различные точки зрения на проблему и оценить возможный разброс решений в зависимости от расстановки приоритетов между критериями, задача принятия решения формулировалась для нескольких лиц, принимающих решение (ЛПР). Это моделировалось введением нескольких *наборов весов*. Для создания этих наборов множество критериев разбивалось на группы по смысловому содержанию: политические, экономические, социальные и экологические [Сл7](#). Далее относительно каждой точки зрения: приоритизирующей экономическую сферу, социальные выгоды, качество окружающей среды и эффективность с позиции гос. аппарата – проводилась оценка групп критериев с учетом их взаимозависимостей. В итоге были сформированы два набора весов критериев методом объединения наиболее близких двоек (условно положив, что двух участников достаточно для выбора альтернативы): социальных с экологическими и экономических с политическими. Кроме того, был рассчитан третий набор весов, отражающий усредненный взгляд всех четырех ЛПР и компромиссный выбор.

Определив веса, критерии и альтернативы, а потом, произведя оценку альтернатив, мы полностью сформулировали задачу принятия решения. На следующем этапе необходимо синтезировать исходную информацию [Сл8](#).

Существует значительное количество методов агрегации, но для целей данного исследования с учетом особенностей задачи были выбраны два метода, основанных на расчете индексов попарного сравнения альтернатив (outranking в английской литературе): PROMETHEE и ELECTRE III [Сл8-click](#). Кроме того, для сравнения задача также просчитывалась методом VICOR [Сл8-click2](#). При расчете по методу VICOR необходимо указать параметр v , который может принимать значения от 0 до 1 и характеризует значимость для нас всего набора оценок либо провалов по конкретным критериям. Результатом применения каждого из методов стали ранжировки для каждого из ЛПР, моделируемые тремя наборами весов.

Уровень их естественной связи (обоснованный общими входящими данными) проверялся с помощью анализа корреляции через коэффициент Спирмэна [Сл9](#). При этом была отмечена достаточно высокая связь даже для кардинально разных методов расчета. Исключение составляет VICOR ($v=0$), который сразу же ставит альтернативу, негативно оцененную по магистральным критериям, на последнее место. Очевидно, что этот метод не подходит для решаемой нами задачи, однако может быть полезен в условиях ранжирования альтернатив с очень жесткими критериями отбора. Все остальные методы показали корреляцию результатов, близкую к единице, а значит могут считаться эквивалентными. Разница в результатах отличающихся ЛПР также не существенна.

[Сл10](#) В качестве порядка приоритетов водопользователей было предложено признать ранжировку, полученную при равноценном рассмотрении экологических, экономических и социальных критериев. [Сл10-click](#) Тогда на первое место по обеспечению ресурсом становится питьевое водоснабжение, как сфера необходимая для жизнедеятельности социума. На второе место – орошаемое земледелие, обеспечивающее область и его жителей первичными продуктами питания и сырьем для вторичных. На третье – промышленность, дающая значительные налоги, являющаяся центром экономики и большой базой для трудоустройства. По остаточному принципу рекомендуется проводить обеспечение: Цимлянской ГЭС, попусков воды для поддержания качества рекреационных ресурсов и поддержание НПУ Цимлянского водохранилища в период выхода рыбы на нерест.

Подход МПР позволяет эффективно моделировать проблемы с недостатком или отсутствием количественной информации и присутствием множества заинтересованных лиц.

Несмотря на это, существует достаточное количество задач по развитию методологии, требующих своего решения.

Основные элементы задачи принятия решения получаются неформальным путем, а значит, могут быть поставлены под сомнение: ученый может не учесть значимый критерий или переоценить незначимый, попросту не включить в рассмотрение оптимальную альтернативу, а использование оценок экспертов приводит к отклонениям, связанным с его личным мнением и взглядом на изучаемый объект. Поэтому важным направлением работы является изучение и систематизация методов начального, домодельного, анализа ситуации с учетом того, что каждый из них имеет свои особенности, а значит должен применяться только в соответствующей ему ситуации [Сл12](#).

Кроме того, различные методы принятия решений нередко дают различные результаты, а значит являются субъективными. Отсюда вторым важным направлением развития исследований является создание и обоснование методов, позволяющих отделить отклонение в решении, вызванное процедурой агрегации, от выводов базирующихся исключительно на информации, вводимой в модель. В первую очередь, это либо доказательство эквивалентности решений, полученных разными методами (аналитическое или статистическое), либо создание более общих процедур, включающих набор ранее известных, как частные случаи [Сл12-click](#).

Работа по данным проблемам с целью улучшения методов МПР, а также их модификация с учетом сферы применения, позволит в дальнейшем создать еще более мощный инструмент поддержки управления социально-экономическими системами.