

ботка лазерным лучом позволяют повысить яркость низковольтной люминесценции и улучшить цветовые характеристики синтезированных люминофоров состава  $Y_2O_3:Eu$  и  $Y_2O_2S:Eu$ . Улучшение направлено на создание кривых смещения воспроизводимых цветов заданного спектрального состава (рисунок 2б). Известно, что воспроизведение большинства цветов, в том числе коричневого,

золотого, пурпурного и другого подобного цвета при облучении объекта излучающим диодом весьма неудовлетворительное. Использование предложенного подхода позволит получить источники света со значительно лучшей цветопередачей.

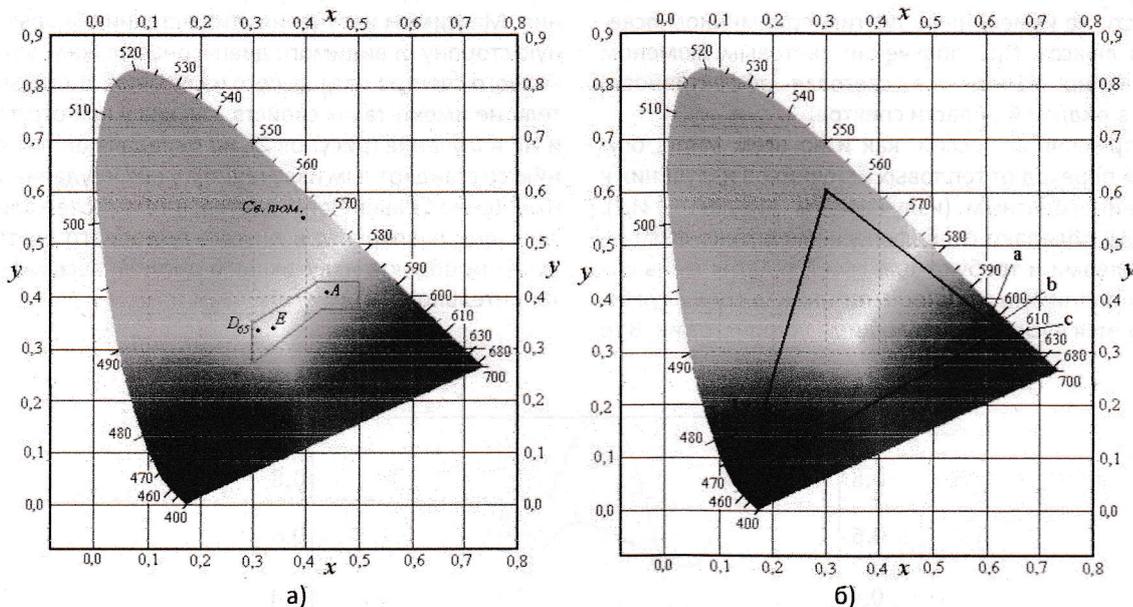


Рисунок 3. Цветности стандартного излучения и «светового люмена» (а) и люминофоров с цветовым охватом телевидения (б).

Заключительные выводы:

- «световой люмен» новое средство измерения в фотометрии, цветность которого раскрывает природу коричневого цвета;
- передача цвета излучающими диодами крайне неудачна;
- регулируемая триада катодолюминесценции расширяет цветовой охват ТВ аппарата;
- излучающие структуры диодов обладают большой яркостью и малым потоком;

- следует пересмотреть определение терминов «цветопередача» и коррелированная температура.

Список литературы

1. Вавилов С. И. Глаз и солнце (о свете, Солнце и зрении). – М.: «Наука», 10 изд., 1981. – 127 с.
2. Международный электротехнический словарь МЭК 60050 (845), глава 845 «Освещение», N.-York, 1999. – 312 с. (Используемые термины и определения).

## ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ - ЭТО ПОИСК КОМПРОМИССА

**Ногин Владимир Дмитриевич**

доктор физ.-мат наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный университет

DECISION MAKING – THIS IS A SEARCHING OF COMPROMISE

Vladimir Noghin, Doctor of Science, Professor, Saint-Petersburg State University

АННОТАЦИЯ

В популярной форме дано современное представление о многокритериальном выборе.

ABSTRACT

In popular form the current understanding of the multicriteria choice has presented.

Ключевые слова: множество парето, многокритериальный выбор

Keywords: Pareto set, multicriteria choice

Человек в своей деятельности постоянно сталкивается с ситуациями, в которых ему приходится осуществлять выбор. Например, придя в магазин, мы выбираем тот

или иной товар. Чтобы добраться до нужного места в городе или стране мы выбираем маршрут и соответствующий вид транспорта. Выпускник школы выбирает вуз, в котором он собирается учиться или же место работы, если

он намерен работать. Руководители различных уровней и рангов постоянно вынуждены заниматься формированием персонала, возглавляемых ими подразделений, выбирать ту или иную стратегическую линию поведения, принимать конкретные хозяйственные и экономические решения.

Приведенный список практических задач выбора можно было бы продолжить и дальше. Ограничимся сказанным и выявим общие элементы, присущие всякой задаче выбора. Прежде всего, должен быть указан набор решений (вариантов), из которого следует осуществлять выбор. Его называют множеством возможных решений. Выбор заключается в указании на основе тех или иных правил такого возможного решения, которое нередко называют «наилучшим» или «оптимальным», подчеркивая наибольшую желательность этого решения для того, кто осуществляет выбор.

В некоторых случаях происходит выбор не одного, а целого набора решений. Простейший тому пример – когда требуется отобрать несколько человек, претендующих на замещение определенного числа однотипных вакантных должностей. А в некоторых задачах с самого начала даже неизвестно точное число решений, которые следует выбрать. Так может произойти, например, в случае отбора конкурсных научно-исследовательских проектов для последующего финансирования из имеющихся средств научного фонда; здесь заранее не известно число действительно «хороших» проектов из общего числа представленных на конкурс, которые имеет смысл финансировать.

Процесс выбора невозможен без наличия того, кто осуществляет этот выбор, преследуя свои цели. Человека (или целый коллектив, подчиненный достижению определенной цели), который производит выбор и несет полную ответственность за его последствия, называют лицом, принимающим решение (сокращенно: ЛПР).

Обычно выбранным («наилучшим») оказывается такое возможное решение, которое наиболее полно удовлетворяет желаниям, интересам или целям данного ЛПР. Стремление ЛПР достичь какой-то определенной цели нередко в математических терминах удается выразить в виде максимизации (или минимизации) некоторой числовой функции, заданной на множестве возможных решений. Такого рода функции называют критериями, показателями качества или функциями ценности.

В некоторых случаях при формировании математической модели выбора конкретный вид критерия может быть легко определен из «физического» существа самой задачи выбора. Например, при покупке товара человека обычно прежде всего интересует его цена. Здесь цена и является той самой числовой функцией (критерием), которая каждому имеющемуся в распоряжении покупателя товару приписывает определенное число, выражающее его цену в единицах той или иной валюты.

Задачи выбора, в которых присутствуют сразу несколько критериев (преследуется несколько целей), именуют многокритериальными или многоцелевыми. Именно с такими задачами чаще всего приходится сталкиваться человеку в своей деятельности, независимо от того, какой сферы она касается – экономической, моральной, этической, духовной или какой-то иной.

Действительность такова, что все цели сразу и наилучшим образом, как правило, достичь не удается. Как

говорится: за двумя зайцами погонишься – ни одного не поймаешь. С математической точки зрения это означает, что сразу несколько различных функций своего максимума в одной точке практически никогда не достигают. Из этого следует, что не существует «идеального» решения насущных многокритериальных проблем, т.е. такого решения, которое является самым выгодным с точки зрения одновременно всех имеющихся критериев. Чаще всего решение, наилучшее с какой-то одной точки зрения, оказывается далеко не лучшим с другой, и наоборот. Например, самый дешевый товар нередко оказывается невысокого качества, а товар наилучшего качества обычно дорого стоит.

К настоящему времени еще нет полной картины того, каким образом и при помощи каких механизмов человек осуществляет выбор в многокритериальной среде. Предложены лишь определенные подходы и варианты решения этих сложных вопросов. При этом они нередко в чем-то противоречат друг другу и в совокупности явно не исчерпывают все возможные способы выбора.

Изучением математических моделей выбора, разработкой и обоснованием механизмов выбора занимается теория принятия решений. Ее значительную часть составляет та область, которая относится к исследованию задач выбора при наличии нескольких критериев, т.е. связанная с решением многокритериальных задач.

Сразу следует сказать, что на данный момент не существует какого-то общего единого правила (алгоритма) решения многокритериальных задач. Да и вряд ли такой алгоритм будет когда-либо выработан. Слишком сложны и разнообразны эти задачи! Их решение в сильной степени зависит от четкости понимания всех своих целей данным субъектом (ЛПР), степени его информированности о всех компонентах решаемой задачи, тесно связано с лимитом времени, отведенного на процесс принятия решений, и многим другим.

Тем не менее, можно с полным основанием заявить, что некоторые общие принципы многокритериального выбора уже существуют. И ими можно успешно пользоваться при решении различного рода задач из области техники или экономики (а иногда – даже в повседневной жизни).

Наиболее важный из них – это принцип Парето, который назван в честь итальянского экономиста и социолога Вильфредо Парето (1848 – 1923). Существо этого принципа можно выразить следующим образом: если ЛПР в процессе выбора собирается действовать «достаточно разумно», то решения, которые могут быть улучшены одновременно по всем критериям, заведомо следует исключать из числа тех, что подлежат выбору.

В самом деле, пусть ЛПР стремится максимизировать каждый из имеющихся критериев. Допустим, что для некоторого возможного решения нашлось другое решение, при котором получаются не меньшие значения по всем критериям, причем хотя бы по одному из них – строго большее. Тогда второе решение при сравнении с первым оказывается явно предпочтительнее первого. В таком случае первое решение (которое может быть «улучшено» вторым) трудно оценить как удовлетворительное, тем более стараться включить его в число выбираемых решений.

Удаление из исходного множества возможных решений всех тех решений, которые могут быть «улучшены» указанным образом, приведет к определенному подмножеству. Его называют множеством парето-оптимальных решений (множеством Парето).

С использованием введенных терминов принцип Парето принимает такую форму: всякое выбираемое решение должно быть парето-оптимальным. Например, в экономике парето-оптимальность является синонимом эффективности принимаемого решения.

Несмотря на то, что этот принцип был известен еще в XIX веке, и сотни экономистов им активно пользовались на протяжении десятков лет, лишь сравнительно недавно установлено, что он не является универсальным, т.е. применимым во всех без исключения задачах выбора. С помощью определенной системы аксиом, описывающих «разумное» поведение ЛПР, были четко проведены границы применимости этого принципа. В частности, был выявлен обширный класс многокритериальных задач, при решении которых принцип Парето может выбраковывать и те решения, которые вполне могут претендовать на роль «наилучших»; в таких случаях его применять не следует.

Принцип Парето, несмотря на указанные ограничения, служит надежным фундаментом для успешного осуществления процесса принятия решений. С его помощью из всего множества возможных решений исключаются те, которые заведомо не могут претендовать на роль выбранных. И если это исключение приводит к сравнительно небольшому, обозримому набору решений, которые ЛПР расценивает как равноценные, то, тем самым, задачу выбора можно считать решенной и остается выбрать любое из оставшихся парето-оптимальных решений.

К сожалению, в действительности такого рода ситуации встречаются крайне редко. Чаще всего, множество Парето совпадает со множеством всех возможных решений или же незначительно отличается от последнего. Спрашивается, как действовать в тех случаях, когда множество Парето является довольно широким и ЛПР не в состоянии остановить свой выбор на каком-то одном из представителей этого множества?

Еще одно наименование для множества Парето – область компромиссов. И это не случайно. Дело в том, что при сравнении произвольных двух парето-оптимальных решений всегда оказывается так, что одно из них по каким-то показателям лучше второго, тогда как по другим показателям оно явно уступает. Таким образом, если ЛПР одному парето-оптимальному решению предпочтет другое парето-оптимальное решение, то данное ЛПР, тем самым, по каким-то критериям получит выигрыш (прибавку), но при этом по некоторым другим показателям обязательно будет проигрывать (потеря, уступка). Окончательный выбор одного из двух указанных парето-оптимальных решений и означает определенный компромисс, т.е. готовность пожертвовать чем-то менее значимым ради другого, более ценного.

Основная проблема многокритериального выбора как раз и состоит в обоснованном (т.е. подкрепленном какими-то весомыми аргументами) сужении области компромиссов до одного решения или до нескольких относительно равноценных решений, которые и надлежит затем выбрать. Иными словами, проблема многокритериального выбора заключается в поиске обоснованного разумного компромисса.

Чем более «гибко» ведет себя ЛПР в процессе выбора, тем легче ему выбирать, поскольку у него больше шансов сократить множество Парето до одного-единственного выбираемого решения. И обратно: чем меньше ЛПР готово идти на уступки (т.е. чем оно «жестче»), тем сложнее такому ЛПР осуществлять выбор, так как его неуступчивость не позволяет ему значительно сузить область компромиссов. Здесь легко выделяются две крайности: готовность идти на какие угодно уступки и абсолютная неуступчивость. Все мы знаем, что обе крайности неприемлемы и обычно человек старается отыскать для себя «золотую середину» где-то между ними.

Для осуществления компромисса в конкретной многокритериальной задаче выбора необходимо располагать сведениями о готовности ЛПР идти на уступки по менее значимым критериям ради получения дополнительного выигрыша по более значимым критериям. Это – так называемая информация о предпочтениях ЛПР («квант информации»); она состоит в указании двух групп критериев, одна из которых является более значимой для ЛПР, чем другая. При этом фиксируются и два набора числовых параметров, характеризующие минимальные величины выигрышей (один набор) по более значимым критериям в случае, если будут произведены определенные уступки (составляющие второй набор) по менее значимым критериям.

Как указано выше, наличие кванта информации позволяет сузить множество Парето, вторгнуться в область компромиссов и, тем самым, облегчить последующий окончательный выбор, уменьшив связанную с ним неопределенность.

Для сужения области компромиссов можно использовать не только один, но и целый набор квантов, если такой набор не является противоречивым. При этом сам процесс учета такого набора информации может быть организован в форме последовательности действий, когда после анализа очередного сужения области компромиссов устанавливаются его размеры и в случае неудовлетворенности ЛПР этими размерами (т.е. когда оно «слишком широкое»), выявляется очередной квант информации и производится последующее сужение.

Понятно, что в случае использования набора сведений в виде квантов информации о предпочтениях ЛПР можно рассчитывать на большую степень сужения и, тем самым, на меньшую степень неопределенности окончательного выбора, поскольку чем богаче имеющаяся информация о «вкусах» ЛПР, тем значительнее с ее помощью можно сузить область компромиссов.

В связи с последовательным многократным использованием набора квантов информации возникает следующий вопрос: на какую степень сужения области компромиссов в принципе можно рассчитывать?

Оказывается, (и это можно строго доказать!), что, основываясь лишь на конечных наборах квантов информации, можно получить достаточно точное представление о тех решениях, которые подлежат окончательному выбору. Иными словами, для осуществления успешного выбора необходимо лишь научиться выявлять информацию о предпочтениях ЛПР в виде квантов и умело ее использовать.

Подход, основанный на указанных идеях и реализующий стратегии компенсации и удаления, хотя и имеет довольно скучное наименование аксиоматический подход к сужению области компромиссов на основе информации о предпочтениях ЛПР, но его существо может быть легко раскрыто при помощи следующего сравнения. Как известно, когда великого Микеланджело спросили, как ему удается создавать шедевры из бесформенной каменной глыбы, он ответил: «Нужно отсечь от камня все лишнее». По такому же принципу устроен указанный подход – из множества Парето (области компромиссов) на основе набора квантов информации последовательно удаляются все решения, которые согласно имеющейся информации выбирать не следует. Процесс удаления осуществляется до тех пор, пока не будет получен набор решений, удовлетворяющий ЛПР своими размерами (в некоторых случаях этот набор может состоять и из одного решения).

Сразу следует отметить, что этот метод невозможно формализовать и автоматизировать полностью, т.е. до такой степени, чтобы на долю ЛПР оставалось лишь без напряжения нажимать требуемые клавиши клавиатуры компьютера, а в конце процедуры узнать от него «наилучшее» решение.

Прежде всего, здесь могут возникнуть трудности, связанные с выявлением информации о предпочтениях,

поскольку само ЛПР нередко не всегда четко знает (или хочет раскрыть) свои предпочтения. Для того чтобы успешно преодолеть эти трудности, необходимо в ходе выявления необходимой информации научиться задавать такие вопросы ЛПР, чтобы оно их хорошо понимало и в своих ответах давало объективные и исчерпывающие сведения.

Другого рода проблема возникает со степенью содержательности выявляемой информации. Все мы знаем, что иногда какая-то на первый взгляд незначительная деталь в интонации или мимике собеседника может сказать о нем больше, чем долгое изучение его тщательно написанной биографии. Так и здесь – заранее неизвестно, какая именная информация должна резко сократить список компромиссных решений, «подозрительных» на выбираемые, и привести к требуемому сужению области компромиссов.

По этим причинам при реализации названного метода всегда будет оставаться определенное место для искусства как математиков – специалистов в области принятия решений, так и тех лиц, которые участвуют в процессе выбора и понимают существо данной конкретной задачи.

И это замечательно! Так как без Искусства жизнь была бы неполноценной...

## АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ ПО МОДЕЛИ СОЛОУ

*Панягина Инна Алексеевна*

*магистрант 2 года обучения, факультета математики и информационных технологий, Мордовский Государственный Университет им. Н.П. Огарева, г. Саранск*

### ANALYSIS OF THE ECONOMIC GROWTH OF THE INDUSTRY OF THE REPUBLIC OF MORDOVIA ON THE SOLOW MODEL

*Panyagina Inna, undergraduate of the second year of education, of the Faculty of Mathematics and Information Technologies of the Ogarev Mordovia State University, Saransk*

#### АННОТАЦИЯ

*В статье рассмотрена модель экономического роста Солоу. Проверяется выполнение условия равновесного роста промышленности Республики Мордовия, а также дается анализ полученных результатов и предлагаются возможные варианты приведения развития промышленной деятельности Республики Мордовия к равновесному росту*

#### ABSTRACT

*The article considers the Solow economic growth model. Checks effectuation of condition of equilibrium growth of industry of the Republic of Mordovia, and provides an analysis of the results and suggests possible options for adduction of industry of the Republic of Mordovia to the equilibrium growth*

*Ключевые слова: Модель Солоу; производственная функция; факторы экономического роста; уровень капиталовооруженности; равновесный рост*

*Keywords: Solow model; production function; factors of economic growth; the level of capital intensity; the equilibrium growth*

Одной из важнейших долгосрочных целей экономической политики правительства любой страны является стимулирование экономического роста, поддержание его темпов на стабильном и оптимальном уровне.

В экономической теории разрабатываются динамические модели экономического роста, основная цель построения которых – это определение

условий, необходимых для равновесного роста. [2]

Весь созданный в экономике продукт появляется в результате взаимодействия производственных факторов

– труда, капитала и земельных ресурсов. Их воздействие на величину совокупного продукта описывается с помощью простейшей производственной функции:

$$Y = F(K, L, N), \quad (1)$$

где  $L$  – производственный фактор труда,  $K$  – производственный фактор капитала,  $N$  – производственный фактор земельных ресурсов.