
Поддержка принятия управленческих решений с помощью математического моделирования

М.Г. Ковтунович,

кандидат педагогических наук, доцент, профессор кафедры организационной и экономической психологии, декан факультета государственного и муниципального управления Московского городского психолого-педагогического университета marinakovt@mail.ru

В.Ф. Колпаков,

кандидат технических наук, доцент кафедры теории и практики управления факультета государственного и муниципального управления Московского городского психолого-педагогического университета v.kolpakov53@mail.ru

В. В. Куванов,

студент кафедры теории и практики управления факультета государственного и муниципального управления Московского городского психолого-педагогического университета vit-kyvanov@mail.ru

В статье рассматриваются вопросы применения математического моделирования при принятии управленческих решений. Цель исследования заключалась в разработке основ информационной поддержки принятия управленческих решений с использованием математического моделирования. Были выделены показатели, которые являются информационными модулями поддержки принятия решений. В качестве предмета исследования взят информационный модуль: состояние окружающей среды. На основе статистических данных по лесным пожарам ФО России была разработана модель временных рядов. В результате применения данной модели получены точечный и интервальный прогнозы числа лесных пожаров. Представлен способ применения математических моделей для осуществления информационной поддержки принятия решений.

Ключевые слова: модели, управленческая деятельность, процесс принятия управленческого решения, математическое моделирование, научное мировоззрение.

Принятие решений представляет собой интеллектуальную деятельность, направленную на выбор способа достижения поставленной цели. Психология принятия решений разрабатывает представления о планировании и реализации поведения и о личностном характере выборов человека в неопределенных ситуациях. Человек в рамках этого раздела науки рассматривается с позиций создания некой универсальной модели как лицо, принимающее решение. Также весьма актуальна тенденция исследования личностных детерминант поведения в ситуациях риска и неопределенности.

Наиболее основательный вклад в теоретическое обобщение многочисленных разработок данной области внесла Т.В. Корнилова. По ее мнению, интеллектуально-личностное усилие является основой принятия решений. По мере его реализации происходит снижение неопределенности либо ее исчезновение. Принятие решений рассматривается данным автором как произвольный выбор при осознанной возможности иных альтернатив и иных критериев.

Поиски рациональных схем принятия решений ведутся в современных научных исследованиях. Постепенно происходит изменение критериев оценки принятого решения – от его логичности или соответствия цели до последовательности в реализации плана, возможности действия в неопределенной ситуации, где планирование ограничено, все большее внимание уделяется способности актуализировать личностный потенциал. Такая тенденция достаточно полно отражена в работах Д.А. Леонтьева.

Модели принятия решений строятся по схеме выделения одного из процессов психологической регуляции в качестве основного – от вероятностного прогнозирования до надситуативной активности личности, от процессов принятия решений как распознавания образов или решения классификационных задач до процессов мысленного реструктурирования ситуации выбора [2]. В целом же специфика создаваемых моделей в рамках психологии принятия решений различается в зависимости от того, в каком направлении выполняются исследования – формальном либо психологическом.

К формальному направлению относятся разработки когнитивной психологии, к психологическому – разработки психологии мышления. По большому счету, в формальном направлении принятия решений неопределенность была сведена к количественному измерению исходов и их вероятностей. В рамках психологического направления, во-первых, описываются и исследуются психические процессы, опосредствующие регуляцию выбора из альтернатив и позволяющие преодолеть объективную и субъективную неопределенность, во-вторых, выделяются различные когнитивные, мотивационные и личностные детерминанты выбора [5].

Учитывая содержание обоих направлений, для создания наиболее адекватных математических моделей необходима конкретизация факторов, определяющих исходы принятых решений.

Условием конкретизации, процесса отнесения единичного объекта, события к некоторому классу, в качестве которого могут выступать вербальные и невербальные знания, символы, сенсорные и перцептивные эталоны, является абстрагирование. Объект конкретизации выступает как представитель некоторого обобщенного класса, которому приписываются его особенности и характерные признаки. С этой точки зрения процессы абстрагирования и конкретизации лежат в основе определенных приемов и способов научной деятельности, в том числе моделирования [1].

Таким образом, для снижения неопределенности лицу, принимающему решения (руководителю), необходимо увеличивать полноту представления о вероятностях возможных исходов. Для этого ему нужно учитывать все возможные факторы. Эти факторы можно представить в виде информационных модулей, что позволит их абстрагировать и конкретизировать. Более того, данные информационные модули представляют собой показатели состояния факторов, оказывавших прямое и косвенное влияние на вероятность наступления возможных исходов. Данные показатели можно выразить количественно, и, соответственно, есть возможность их смоделировать.

В процессе принятия управленческого решения, руководителю необходимо одновременно отслеживать несколько разноуровневых процессов. В частности, для выполнения своих функций руководителю необходимо одновременно мысленно следить за изменениями семи информационных модулей: состоянием объекта управления, состоянием субъекта управления, состоянием взаимодействующих объектов, состоянием окружающей среды, состоянием управляющей структуры, указаниями или ограничениями более высоких управленческих структур, методологией управленческой деятельности [4].

Состояние объекта управления определяется силами и средствами, которые имеются в распоряжении руководителя. Состояние субъекта управления характеризуется правовыми и организационными условиями, в которых функционирует орган управления. Состояние взаимодействующих объектов определяется структурой взаимодействия органов управления, подразделений, организаций и учреждений других ведомств. Состояние окружающей среды характеризуется показателями риска и прогнозами возможной обстановки. Состояния управляющей структуры образуются иерархией управления, а также полномочиями и обязанностями подчиненного состава. Указания или ограничения более высоких управленческих структур определяются нормативно-правовыми актами, которые регулируют деятельность руководителя, а также приказами и указаниями вышестоящего руководителя. Методология управленческой деятельности

представляет собой систему определенных способов и приемов, применяемых руководителем при принятии решений. Она характеризуется выделением руководителем приоритетных направлений, осуществлением ранжирования задач по степени важности [4].

Если руководитель не способен удерживать, отслеживать динамику данных информационных модулей, то ему крайне затруднительно осуществлять управленческую деятельность.

Для того чтобы руководитель наиболее полно мог учитывать все информационные модули и без труда следить за их изменениями, необходима разработка определенного инструментария, таковым может служить математическое моделирование.

С помощью конкретных математических моделей руководителю будет легче узнавать и отслеживать вышеперечисленные состояния (информационные модули). Благодаря им руководитель сможет принимать управленческие решения с информационной поддержкой на новом технологическом уровне.

Результаты и обсуждение

В качестве примера была рассмотрена возможность использования математических моделей при принятии решений руководителем в условиях предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС). В условиях ЧС оперативность и качество принимаемых решений в значительной степени обусловлено адекватным восприятием обстановки в текущий момент и возможным предсказанием на будущее. В качестве объекта исследования была рассмотрена быстропротекающая чрезвычайная ситуация лесного пожара. При этом руководителю важно знать (прогнозировать) возможную обстановку в регионе в тот или иной период времени, что позволит адекватно, эффективно и своевременно использовать силы и средства для предотвращения и ликвидации лесных пожаров.

В качестве исходной информации для моделирования была использована статистика лесных пожаров по месяцам в Приволжском ФО России (табл.), графический вид которой представлен на рис. 1.

Т а б л и ц а

Статистические данные по лесным пожарам в Приволжском Федеральном округе
(2007–2008 гг.)

Год	Месяц										
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь
2007	0	3	37	129	329	382	133	481	101	52	22
2008	0	2	29	187	645	477	139	244	91	53	27

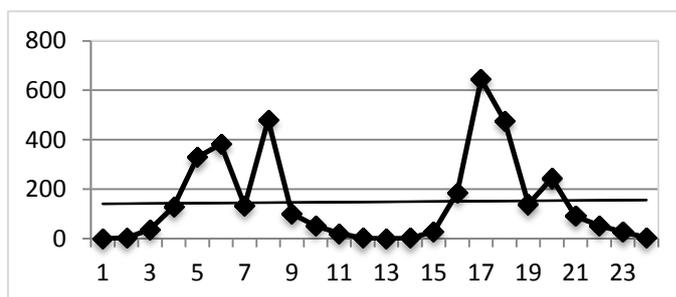


Рис. 1. Статистика пожаров по месяцам

Из графика видно, что во временном ряду присутствует тренд $f(t)$ (долговременная тенденция) с положительной корреляцией и сезонная составляющая $S(t)$. Для подтверждения этих предварительных выводов была построена коррелограмма (рис. 2), из которой видно, что самым высоким оказался коэффициент автокорреляции двенадцатого порядка. Это является свидетельством наличия сезонных колебаний с периодом, равным 12.

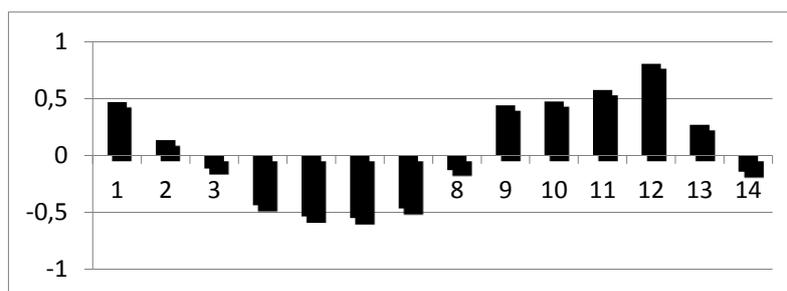


Рис. 2. Коррелограмма уровней временного ряда

Моделирование данной статистики осуществлялось с помощью аддитивного временного ряда [3]:

$$y(t) = f(t) + S(t) + \varepsilon(t), \quad (1)$$

где $\varepsilon(t)$ – остаточная компонента (ошибка).

Расчет трендовой и сезонной компонент временного ряда был осуществлен с использованием метода сглаживания ряда простой скользящей средней. Длина интервала сглаживания при этом равна периоду колебаний, т.е. 12.

В качестве аналитического выражения тренда была использована линейная функция вида [3]:

$$f(t) = b_0 + b_1 \cdot t \quad (2)$$

Для определения параметров модели (b_0 , b_1) был выбран метод наименьших квадратов (МНК), реализованный в среде Excel с помощью встроенной функции ЛИНЕЙН. В результате оценивания был получен линейный тренд вида:

$$\hat{f} = 135,48 + 1,06 \cdot t, \quad (3)$$

где \hat{f} – оценка трендовой составляющей.

Сравнительный анализ модельного эксперимента и эмпирических данных представлен на рис. 3.

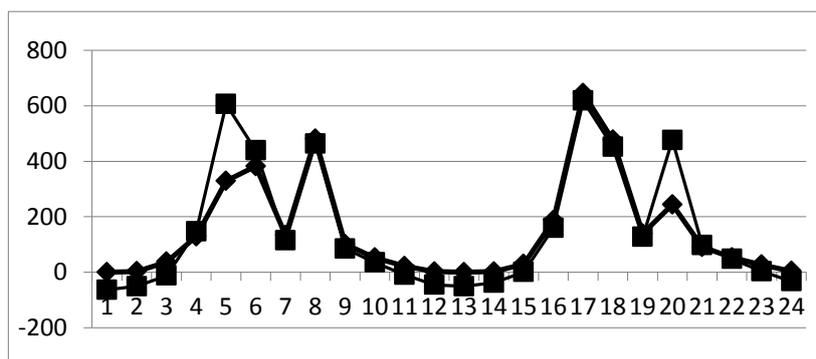


Рис. 3. Аддитивная модель временного ряда

Из рис. 3 видно, что адекватность модели статистическим данным достаточно высокая; это подтверждается и вполне надежным значением коэффициента детерминации: $R^2 = 0,79$.

С помощью полученной модели временного ряда можно осуществлять точечный и интервальный прогнозы развития ситуации.

Так, например, прогноз числа лесных пожаров на территории Приволжского ФО в течение июля ($t=31$) следующего года будет:

$$y(31) = 135,48 + 1,06 \cdot 31 - 28,35 = 139,92$$

Поскольку вероятность точечного прогноза достаточно мала, воспользуемся интервальным прогнозом с заданной вероятностью 0,95 [3]:

$$121,7 < y(31) < 158,14.$$

Таким образом, полученные результаты показали, что математические модели позволяют отслеживать динамику определенных информационных модулей.

При помощи модели временных рядов руководитель может на основе статистики оценить возможную пожарную обстановку на конкретный временной период, точнее представить себе возможное состояние окружающей среды (информационный модуль).

Именно в данном случае мы можем говорить о связи математического моделирования с мысленным экспериментом. Человек на основе теоретических знаний об объективном мире и полученных эмпирических данных, представленных в виде динамической модели объекта исследования, создает информационные модули, позволяющие имитировать ситуации и процессы, которые могли бы иметь место в реальной жизни. Такой подход, безусловно, будет способствовать принятию более качественных и своевременных управленческих решений.

Выводы

1. В процессе принятия решений лицо, которое его принимает, сталкивается с неопределенностью возможных исходов при выборе альтернатив.

2. Неопределенность развития наступления исходов при принятии решений можно снизить с помощью конкретизации факторов, определяющих исходы принятых решений. Произвести конкретизацию факторов можно представлением их в виде информационных модулей.

3. В процессе принятия управленческого решения руководитель отслеживает ряд информационных модулей, которые можно выразить в виде количественных показателей. Существует возможность рассчитывать значения этих показателей с помощью математических моделей.

4. Поддержка принятия управленческих решений в системе моделирования и прогнозирования чрезвычайных ситуаций (в частности, лесных пожаров) заключается в применении математического моделирования для представления прогнозов состояния окружающей среды на основе статистики.

5. Полученные результаты дают основания для дальнейшей разработки математических моделей на основе других информационных модулей и в разных системах управления с учетом их специфики.

Литература

1. *Ковтунович М.Г.* Исследования Н.А. Менчинской по формированию научного мировоззрения в контексте современной когнитивной психологии // Вопросы психологии. 2005. № 3.
2. *Корнилова Т.В.* Психология риска и принятия решений. М., 2003.

3. Практикум по эконометрике в среде Excel / Сост. В.Ф. Колпаков, В.П.Харьков, С.М. Кастерский. М., 2010.
4. *Петров К.П.* Достаточно общая теория управления. СПб., 2003.
5. *Степаносова О.В.* Интуитивные компоненты в процессе принятия решений: Автореф. дис. ... канд. психол. наук. М, 2004.

Supporting making management decisions through the use of mathematical modeling

M.G. Kovtunovich,

*PhD in Education, associate professor, professor, chair of organizational and economic psychology, dean, department of public and municipal management, Moscow State University of Psychology and Education
marinakovt@mail.ru*

V.F. Kolpakov,

PhD in Technical Sciences, dean, chair of theory and practice of management, department of public and municipal management, Moscow State University of Psychology and Education v.kolpakov53@mail.ru

V.V. Kuvanov,

student, chair of theory and practice of management, department of public and municipal management, Moscow State University of Psychology and Education vit-kyvanov@mail.ru

The contribution examines the questions of using mathematical modeling in making management decisions. The aim of the research was to develop the basics of information support of making management decisions through the use of mathematical modeling. Indices which are informational modules of decision making support were identified. The state of the environment was taken as the subject of the research. Basing on statistical data on forest fires in Russia, a model of time series was developed. Point and interval predictions of the number of forest fires were received through the use of this model. A method of using mathematical models for performing information support of decision making is presented.

Keywords: models, management activity, management decision making process, mathematical modeling, scientific worldview.

References

1. *Kovtunovich M.G. Issledovaniya N.A. Menchinskoi po formirovaniyu nauchnogo mirovozzreniya v kontekste sovremennoi kognitivnoi psihologii // Voprosy psihologii. 2005. № 3.*
2. *Kornilova T.V. Psihologiya riska i prinyatiya reshenii. M., 2003.*
3. *Praktikum po ekonometrike v srede Excel / Sost. V.F. Kolpakov, V.P. Har'kov, S.M. Kasterskii. M., 2010.*

4. *Petrov K.P.* Dostatochno obshaya teoriya upravleniya. SPb., 2003.
5. *Stepanosova O.V.* Intuitivnye komponenty v processe prinyatiya reshenii: Avtoref. dis. ☐ kand. psihol. nauk. M, 2004.