

## БИОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ИНФОРМАЦИОННОГО СТРЕССА



**А.Г. Давыдовский**

*Доцент кафедры инженерной психологии и эргономики БГУИР, кандидат биологических наук, доцент, Республика Беларусь*



**В.А. Пархименко**

*Заведующий кафедрой экономики БГУИР, кандидат технических наук, доцент, Республика Беларусь*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, ул. П. Бровки, 6, БГУИР, каф. ИПиЭ, 220013, Минск, Беларусь, тел. +375 17 2938524, E-mail: agd2011@list.ru*

**Abstract.** The aim of the article is the analysis of mathematical models describing bioinspired pyrological spatial-functional decision-making methods for the management of semi-structured problematic situations in professional activity in the conditions of information of stress caused by a deficiency or an excess of relevant information. The theoretical and methodological framework, models, and principles of spatial and functional modeling are proposed in the processes of managerial decision-making in problem situations related to professional activities with Big Data.

Целью работы является анализ математических моделей, описывающих биоинспирированные биопирологические пространственно-функциональные методы принятия решений по управлению проблемными слабоструктурированными ситуациями в профессиональной деятельности в условиях информационного стресса, обусловленного дефицитом или избытком актуальной информации.

**Актуальность.** В условиях интенсивного развития «экономики знаний» непрерывно возрастает роль «человеческого капитала», усложняются требования к его развитию и совершенствованию. В начале XXI века происходит интенсивное развитие информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), сопровождающееся увеличением потоков информации, связанных с так называемой проблемой «проклятия размерности», содержащих различные типы данных и знаний [1]. Так, в докладе Cisco Global Cloud Index (2012 – 2017) («Глобальный индекс развития облачных технологий в период с 2012 по 2017 годы») компания Cisco прогнозирует (данные октября 2013 года), что глобальный облачный трафик - самый быстрорастущий сегмент трафика в центрах об-

работки данных, возрастет в 4,5 раза – с 1,2 зеттабайт в 2012 году до 5,3 зеттабайт в 2017 году. За тот же период общий объем мирового трафика в центрах обработки данных увеличится втрое и в 2017 году составит 7,7 зеттабайт. Еще в 1962 году академиком А.А.Харкевичем был сформулирован закон, согласно которому количество информации растет, по меньшей мере, пропорционально квадрату промышленного потенциала страны. Объем цифровой информации удваивается каждые восемнадцать месяцев. По мнению М Hilbert (2012), около 90% контента этого потока составляют слабоструктурированные данные и лишь около 10% представляют различные базы данных, содержащие относительно структурированную информацию [2].

В связи с этим создание оптимальных и высокоэффективных моделей и методов принятия управленческих решений в условиях глобального «информационного взрыва», обусловившего феномены «информационного стресса» и «информационной перегрузки» управленческого персонала, является одной из актуальных междисциплинарных проблем на стыке фундаментальных и прикладных областей научных исследований [3, 4].

При информационном взрыве и информационной перегрузке все более заметным становится отставание когнитивных возможностей потребителей и пользователей информационных ресурсов по их восприятию, обработке и использованию для творческого решения профессиональных задач. В этих условиях возрастает вероятность развития информационного стресса у лиц, принимающих решения (ЛПР), а также значительно снижается эффективность принятия и реализации управленческих решений в проблемных ситуациях профессиональной деятельности (ПСПД). Этим обусловлена актуальность поиска принципиально новых методов поддержки принятия управленческих решений в условиях информационного стресса. Разработка и внедрение в практику эффективных методов принятия решений ПСПД позволит существенно повысить эффективность их анализа, прогнозирования и превентивного управления потоками слабоструктурированной информации [5–7].

В этой связи особенно актуальными являются исследования когнитивных основ и практических способов структурирования и визуализации количественной информации для оптимизации восприятия, переработки и осмысления больших объемов сложных данных. Процесс поиска управленческого решения часто может быть инициирован ситуацией, возникновение которой первоначально представлялось случайным или маловероятным. В условиях поиска эффективных альтернативных вариантов решений при управлении проблемными ситуациями в различных отраслях профессиональной деятельности могут быть использованы различные методы, включая:

- информационный поиск;
- интеллектуальный анализ данных;
- поиск знаний в базах данных;
- рассуждение на основе прецедентов;
- имитационное моделирование;
- эволюционные вычисления и генетические алгоритмы;
- нейронные сети;
- ситуационный анализ;
- когнитивное моделирование и др.

**Обоснование методологических основ биоинспирированного пространственно-функционального моделирования процесса принятия решений.** Анализ особенностей распространения инновационных идей, зарождение и эволюция процессов принятия решений при управлении ПСПД в условиях недостатка или избытка актуальной информации имеют ряд аналогий с такими природно-экологическими явлениями, как лесные пожары, как представлено в таблице 1.

В связи с этим, для оптимизации принятия эффективных управленческих решений разработаны и апробированы биоинспирированные пирологические модели (БИПМ), основной смысл которых заключается в возможности описания какого-либо процесса принятия управленческих решений на основе математических моделей верховых, низовых и почвенных лесных пожаров [8–10].

Таким образом, принимая во внимание теорию подобия, можно предположить существование значительного подобия между процессами принятия решения при управлении слабоструктурированными ПСПД и таким явлением, как лесной пожар.

Причем управление как ПСПД, как и действиями по локализации очагов пожара в лесном массиве основано на рациональном выборе альтернатив. Последний включает ряд этапов:

- 1) ситуационный анализ;
- 2) идентификация проблемы и постановка цели;
- 3) поиск необходимой информации;
- 4) формирование альтернатив;
- 5) формирование критериев для оценки альтернатив;
- 6) проведение оценки;
- 7) выбор наилучшей альтернативы;
- 8) внедрение (исполнение);
- 9) разработка критериев (индикаторов) для мониторинга;
- 10) мониторинг исполнения;

- 11) критическая оценка достигнутого результата управления;
- 12) прогнозирование последствий рассматриваемой альтернативы принимаемого решения.

Таблица 1 – Сравнительный анализ процесса принятия решения при управлении слабоструктурированными проблемными ситуациями и лесного пожара

№ п/п	Сравнительная характеристика	Процесс принятия решения при управлении слабоструктурированными проблемными ситуациями	Лесной пожар
1	Возникновение иницирующей причины	Вследствие внутренних противоречий в системе и возникновения проблемной ситуации	Случайное (в результате стихийных природных процессов)
2	Характер распространения	Трудно управляемый, многофакторный Специфичен на трех основных уровнях структурно-функциональной иерархии организации:	Неуправляемый,
3	Виды	1) техническом (низовом), 2) управленческом (среднем) и 3) институциональном (вышем) уровне	Почвенные, низовые, верховые
4	Применимость принципа «минимакса» теории принятия решений	Упущенное выигрышное решение оказывает меньшее влияние на проблемные ситуации в профессиональной деятельности, чем реализованное проигрышное решение	Пожар в лесном массиве наносит ущерб значительно больший, чем отсутствие использования лесных ресурсов данного массива.
5	Принципы управления	1) Ситуационный анализ; 2) Идентификация проблемы и постановка цели; 3) Поиск необходимой информации; 4) Формирование альтернатив; 5) Формирование критериев для оценки альтернатив; 6) Проведение оценки; 7) Оценка рисков; 8) Выбор наилучшей альтернативы; 9) Внедрение (исполнение); 10) Разработка критериев (индикаторов) для мониторинга; 11) Мониторинг исполнения; 12) Оценка результата.	Аналогично
6	Результаты	Прогноз возможен при учете множества факторов	Аналогично

При рассмотрении различных альтернатив принимаемых решений чаще всего рассматриваются две возможные ситуации:

1) первая ситуация направлена на оценку и предотвращение упущенной выгоды;

2) предотвращение прямых потерь при управлении слабоструктурированными проблемными ситуациями в условиях недостатка или избытка актуальной информации.

Оптимальные стратегии, реализованные в рекомендациях аналитиков, исходят из принципа минимизации максимальных проигрышей (минимакса), в то время как для ЛПР минимакс – это неприемлемая стратегия (минимизация максимального проигрыша на рынке – не принимать решений и не реализовывать их), и в общем виде оптимизация решений ЛПР формализуется только с точки зрения байесовского подхода. Спорной является проблема замены использования теории вероятности в теории принятия решения другими критериями оценки. Сторонники нечеткой логики, теории возможностей, теории очевидностей Демпстера-Шафера и др. поддерживают точку зрения, что вероятность – только одна из многих альтернатив, и указывают на многие примеры, где нестандартные альтернативы используются с явным успехом [11, 12].

**Характеристика биоинспирированных пирологических пространственно-функциональных моделей (БППФМ) принятия управленческих решений в проблемных ситуациях.** Модели принятия управленческих решений в проблемных ситуациях могут быть описаны кортежами множеств многомерных предикатов, испытывающих взаимное влияние друг на друга в многомерных семантических пространствах возможных альтернативных решений данной проблемной ситуации:

$$M = (p, V, D, F_k), \quad (1)$$

где  $O$  – геометрические свойства семантического пространства всех возможных альтернатив принимаемых решений,

$V$  – множество координат, определяющих геометрические параметры многомерного семантического пространства возможных решений (СПВР),

$D$  – множество атрибутивных данных (параметров), определяющих свойства оптимального решения как элемента СПВР,

$F_v$  – функция, определяющая влияние альтернативы в пределах одного и того же уровня сложности СПВР.

В этой связи было бы правильно рассматривать сравнительно немногочисленную группу БИПМ, а широкий класс биоинспирированных пирологических

пространственно-функциональных моделей (БППФМ), которые могут быть представлены разнообразными кортежами.

В частности, входящая в аналитическое представление БППФМ величина значимости свойства  $j$ -й альтернативы принимаемого решения  $A_j$  как объекта из семантического пространства всех возможных альтернатив функционально зависит от элементов кортежа:

$$A_j = f_s(O, V, D, t), \quad (2)$$

где  $t$  - время для нестационарных объектов.

Функция  $F_v$  взаимного влияния альтернатив в семантическом пространстве всех возможных вариантов решений ПСПД зависит от:

- 1) собственных параметров этой функции  $P$ ;
- 2) множества свойств территории  $C$  (например, семантического рельефа) и других внешних условий (например, направления эволюции тенденций («ветра»);
- 3) диапазона влияния  $R_j$ , т.е. предельного расстояния, на котором еще проявляется действие  $j$ -го объекта, или расстояния, за пределами которого влиянием альтернативы как объекта можно пренебречь;
- 4) расстояния  $r_{ij}$  между  $j$ -той альтернативой и  $i$ -ой точкой семантического пространства возможных решений и угла  $a_{ij}$  между горизонтальной осью и линией, соединяющей  $j$ -ю альтернативу и  $i$ -ю точку семантического пространства. Таким образом, в общем виде функция  $F_v$  взаимного влияния альтернатив может быть задана функцией:

$$F_v(P, C, R_{ij}, r_{ij}, a_{ij}, t). \quad (3)$$

Выражение (1) создает основу для классификации БППФМ по параметрам, входящих в состав аргументов функций (2) и (3). Оно позволяет системно подходить к проблеме формирования библиотеки БППФМ и получения на этой основе моделей влияния конкретных объектов в контексте решаемой задачи управления.

Главная цель управления распадается, как правило, на подцели первого, второго и др. уровней. Она, в свою очередь, определяет средства достижения результатов. Для принятия управляющих решения в социально-экономических системах одним из широко распространенных методов является использование дерева целей, дерева средств и дерева решений. Методология реализации такого системного подхода представляет собой «триадные модели», включающие задание целей, средств и результатов и описывающие в исчерпывающей совокупности ситуации при анализе и исследовании сложных систем. При этом для

выбора наиболее предпочтительного из множества вариантов (альтернатив) по определенному критерию или по совокупности критериев (показателей) оценки эффективности управления используются методы принятия решений на основе матриц системных оценок, заданных в пространстве «варианты-условия» [13].

Как известно, в обобщенном виде задача принятия решений представляется кортежем множеств условий:

$$\langle T, X, R, A, F, Q, D \rangle, \quad (4)$$

где  $T$  - постановка задачи (выбор лучшей альтернативы или упорядочение альтернатив,

$X$  - множество допустимых альтернативных вариантов,  $R$  - множество критериев выбора,

$A$  - множество методов измерения (шкал),

$F$  - отображение множества допустимых альтернатив во множество критериальных оценок,

$Q$  - система предпочтений ЛПР,

$D$  - множество решающих правил.

В процессе поиска оптимального управленческого решения могут быть найдены адекватные аналитические зависимости, описывающие связи между различными предикатами в пространстве гипотетических решений. Одним из подходов, на основе которого может осуществляться поиск таких аналитических зависимостей, является использование БППФМ, включая результаты экспертных оценок. К наиболее распространённым процедурам экспертных оценок относятся следующие: ранжирование, парное сравнение, множественные сравнения, метод Чермена-Акоффа, метод фон Неймана-Моргенштерна и др. Целесообразность применения какого-либо из перечисленных методов определяется характером исходной информации. Методы непосредственной оценки, Чермена-Акоффа и фон Неймана-Моргенштерна применяются в тех случаях, когда можно использовать оценки альтернатив по их численным характеристикам. В рассматриваемом случае необходимо производить качественную оценку разнородных свойств объектов, поэтому целесообразно применять методы ранжирования, множественного или парного сравнения. При использовании шкалы отношений наиболее естественным методом оценивания является процесс попарных сравнений. Он обладает тем ценным качеством, что, несмотря на большее число этапов, каждый из них достаточно прост.

Как показали практические исследования, наиболее эффективным для решения задач по определению потенциального влияния одной альтернативы принимаемого решения на другие является применение двухэтапной оценки

коэффициентов веса или значимости объектов. На первом этапе осуществляется ранжирование свойств объектов по их значимости, на втором - сравнение свойств объектов для получения количественных значений их коэффициентов веса или семантической значимости на основании экспертной оценки. Исходной информацией для этих этапов является конечное число измеряемых целей, свойств, или критериев  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  и формулировка одного или нескольких признаков, по которым должны сравниваться эти характеристики альтернатив решений.

Используя основные положения теории вероятностей, а также модели опасности возникновения лесного пожара [14] может быть предложена формула для оценки вероятности генерации альтернативы решения ПСПД для  $j$ -го уровня сложности СПВР:

$$P_j = \left[ P(A)P(A_j/A)P_j(\text{ЛПР} / A, A_j) + P(M)P(M_j/M)P_j(\text{ЛПР} / M, M_j) \right] P_j(C), \quad (5)$$

где  $P_j$  – вероятность генерации альтернативы решения проблемной ситуации для  $j$ -го уровня сложности многомерного семантического пространства всех возможных альтернатив управленческих решений в данной ПСПД;

$P(A)$  – вероятность влияния антропоного фактора ЛПР, обуславливающего субъективизм в принятии решений;

$P(A_j/A)$  – вероятность наличия личной заинтересованности (мотивации) со стороны ЛПР в на  $j$ -м уровне сложности семантического пространства альтернатив;

$P(\text{ЛПР}/A, A_j)$  – вероятность генерации альтернативного решения под влиянием антропоного фактора ЛПР в условиях информационного стресса;

$P(M)$  – вероятность спонтанной генерации эффективного альтернативного решения под влиянием случайных информационных факторов;

$P(M, M_j)$  – вероятность генерации альтернативного решения «снизу» и распространения на более высокие уровни организационно-управленческой иерархии по типу модели «низового пожара»;

$P_j(\text{ЛПР}/M, M_j)$  – вероятность генерации альтернативного решения «сверху» и распространения на нижележащие уровни организационно-управленческой иерархии по типу модели «верхового пожара» в условиях информационного стресса;

$P_j(C)$  – вероятность генерации альтернативного решения «снизу» и распространения на более высокие уровни организационно-управленческой иерархии по типу модели «почвенного пожара» (при условии наличия соответствующих

профессиональных компетенций в сообществе партнеров, предлагающих данное альтернативное решение);

индекс  $j$  соответствует уровню сложности многомерного СПВР в конкретной ПСПД.

В рамках методологии БППФМ возможно осуществление вероятностного прогнозирования успешных альтернатив управленческих решений (АУР). При этом число прогнозируемых альтернатив в ПСПД можно определить по формуле:

$$AUP(d) = \frac{AUP(d-1)P_j^0(d)}{P_j^0(d-1)}, \quad (6)$$

где  $AUP(d)$  – число прогнозируемых решений на конкретном уровне сложности многомерного семантического пространства альтернатив принимаемых решений,  $AUP(d-1)$  – число предложенных альтернатив на предыдущем уровне сложности семантического пространства;  $P_j(d)$ ,  $P_j(d-1)$  – вероятности успешной генерации АУР на данном и предыдущем уровнях семантической сложности [15].

Кроме того, на основе анализа работ ведущих специалистов была разработана онтологическая модель информационной системы поддержки принятия управленческих решений на основе БППФМ, которая может быть представлена кортежем [8–10, 13]:

$$O = \{S, I, M\}, \quad (7)$$

где  $S = \{S_x\}$  – множество концептов ресурсной области принятия решений,  $x = \overline{1, m}$ ;

$I = \{I_y\}$  – множество концептов области условий принятия решений,  $y = \overline{1, n}$ ;

$M = \{M_z\}$  – множество концептов области сценариев управления ПСПД,  $z = \overline{1, v}$ .

Данный кортеж является одной из основ когнитивного моделирования процессов на основе построения когнитивных моделей, или когнитивных карт, представляющих собой ориентированные графы, в которых вершины соответствуют концептам, а дуги – связям между факторами (положительным или отрицательным).

Также для моделирования предметной области принятия решения предложено использование нечеткой матричной регулярной алгебры, что может быть представлено кортежем:

$$Mn(R) = \langle FM, v, o, * \rangle, \quad (8)$$

где  $FM$  – множество нечетких матриц;  $v$  – операция нахождения максимума;  $o$  – макситриангулярная композиция;  $*$  – унарный оператор замыкания.

В дальнейшем осуществляется установление связей между концептами, оценка и расстановка весов, а также знаков этих связей. Для анализа предметной области СПВР, представленной нечеткими когнитивными картами, используются следующие матрицы:

$$C^S = [\tilde{c}_{ij}]_{n \times n}, D^S = [\tilde{d}_{ij}]_{n \times n}, P^S = [\tilde{p}_{ij}]_{n \times n}, N^S = [\tilde{n}_{ij}]_{n \times n}, \quad (9)$$

которые, соответственно, являются когнитивными матрицами взаимного консонанса, диссонанса, положительного и отрицательного влияния факторов на принятие АУР.

В рамках БППФМ разработаны техники формирования сценариев превентивного управления ПСПД на основе нечетких когнитивных карт, в которых каждая дуга определяет не только направление и характер, но и степень влияния (вес) связываемых концептов, либо вместо знаков дуг между концептами используют отношения в диапазоне  $[-1, 1]$ , либо нечеткие или лингвистические переменные.

В целом, оценку общего времени принятия управленческого решения ( $T_{ПУР}$ ) по управлению ПСПД на основе БППФМ с использованием  $M$  процессоров можно отобразить выражением [16]:

$$T_{ПУР} \approx n_i * n_e * n_p * n_l * n_t * n_0 * T_M + T_M^{\#}, \quad (10).$$

Множители, которые присутствуют в данной формуле, соответствуют следующим операциям:

- 1)  $n_i$  – «внутренние» итерации для решения линейных подсистем в сеточных подобластях (полосах);
- 2)  $n_e$  – «внешние» итерации между подобластями (ярусы либо полосы лесного массива) для решения полной алгебраической системы в сеточной области решения;
- 3)  $n_p$  – итерации по различным процессам принятия решений (например, в рамках БППФМ-методологии, когда рассматривается распространение верхового лесного пожара по нескольким ярусам лесного массива, либо по однородным полосам лесного массива);
- 4)  $n_l$  – «нелинейные» итерации, так как свойства коэффициентов уравнений зависят от искомым функций процесса принятия решений;
- 5)  $n_t$  – этапы (интервалы) поиска альтернативы решения ПСПД;
- 6)  $n_0$  – варианты расчетов, которые соответствуют различным сценариям распространения верхового пожара (многовариантный расчет по входным данным и параметрам задачи);

7) множитель  $T_M$  – время реализации базового элемента вычислительного алгоритма, созданного на основе БППФМ с помощью  $M$  процессоров;

8) слагаемое  $T_M^\#$  – время, необходимое для начала и завершения реализации соответствующего БППФМ алгоритма, реализованного технологиями Big Data.

**Обобщенные модели пространственно-семантического влияния предикатов поиска управленческих решений.** В рамках предлагаемой БППФМ-методологии распространения пожара генерацию управленческих решений в некотором пространстве возможных альтернатив в пределах одного семантического уровня сложности можно рассмотреть с помощью модели лесного пожара типа «бегущая волна», возникающего под влиянием порывов ветра. В качестве базовой модели распространения лесного пожара может быть взято уравнение теплового баланса в лесных горючих материалах [17].

Допустим, принятие решения осуществляется в некотором семантическом пространстве, имеющем  $n$  параллельных слоев предикатов, расположенных один над другим. Если произвольный  $i$ -й слой занимает по вертикали информационно-смысловой сложности некоторую область  $Z_i$ , с координатами от  $z_{iH}$  до  $z_{iK}$  и содержит некоторый информационно-смысловой ресурс, то для принятия эффективного управленческого решения целесообразно использовать кортеж:

$$\text{ЭПР} = \langle U, Z, KM, IM, P \rangle, \quad (11)$$

где  $P$  – доступные ресурсы;

$U$  – условия генерации и реализации управленческого решения;

$KM$  – корпоративная мотивация;

$IM$  – индивидуальная мотивация;

$P$  – прогнозируемые последствия принятия решения.

Функция пространственного влияния  $S_j$  некоторой альтернативы, задаваемая выражением (12), характеризует уменьшение распространение влияния данной альтернативы на величину радиуса влияния  $R_j$  в пределах одного уровня сложности СВПР:

$$S_{ij} = S_i \left[ 1 - k_j R_{ij}^n \right], \quad (12)$$

где  $k_j$  – количество связей между данной альтернативой  $A_{ij}$  с другими альтернативами решения в пределах одного и того же уровня данного семантического пространства;

$R_{ij}$  – расстояние между альтернативой  $A_{ij}$  и другими альтернативами, на которые оказывает влияние данная альтернатива, в пределах одного и того же уровня сложности;

$n$  – степень сложности данного семантического уровня, определяемая числом возможных существующих альтернатив управленческого решения данной проблемной ситуации.

Как свидетельствуют результаты предварительных исследований, взаимное влияние альтернатив  $A_{ij}$  в пределах одного уровня семантической сложности может быть описано не только моделями квадратичного (степенного) уменьшения семантического влияния, но также моделями обратноквадратичного («обратностепенного») уменьшения пространственного влияния по мере увеличения семантического радиуса  $R_{ij}$ :

$$S_{ij} = \frac{S_j}{(R_{ij} + 1)^n} = S_j (R_{ij} + 1)^{-n}. \quad (13)$$

Каждая альтернатива возможных принимаемых решений может быть представлена в виде координатно-определенной поверхности отклика или «семантического рельефа» в пределах одного уровня семантического пространства альтернатив поиска принимаемых решений. Семантическое расстояние между такими альтернативами может быть достаточно велико, а взаимное влияние – ослаблено.

На рисунке представлена организация процессов принятия и реализации управленческих решений в ПСПД. Контур принятия управленческих решений основан на догме «ПСПД → анализ → оценка → решение → прогноз». На практике решение задач принятия эффективных управленческих решений, как последовательности действий по получению (генерации) возможных альтернатив управления развитием ПСПД или отдельными ее состояний, является слабоструктурированной процедурой, требующей применения системных методов анализа и синтеза.

Особенностью управления ПСПД является наличие существенных неопределенностей при нахождении наиболее приемлемых альтернатив управленческих решений. В следствии этого данный выбор зависит от субъективных предпочтений ЛПР, поэтому необходимо использовать критерии, учитывающие эти предпочтения. К ним относятся критерии среднего выигрыша, максима, Лапласа, Вальда, Гурвица и др., позволяющие проводить когнитивный анализ при принятии управленческих решений в слабоструктурированных ПСПД.



Рисунок 1 – Организация процессов принятия и реализации управленческих решений в проблемных ситуациях профессиональной деятельности в условиях информационного стресса

**Принципы обеспечения качества управленческих решений.** В рамках методологии БППФМ предложены принципы обеспечения качества управленческого решения.

1) Принцип существования решения.

а) Для любой слабоструктурированной проблемной ситуации всегда существует семантическое пространство возможных решений (СПВР).

б) Эффективное управление любой слабоструктурированной проблемной ситуацией может быть обеспечено на основе выбора и анализа альтернативы из СПВР.

2) Принцип избыточности информированности ЛПР.

Если качество управленческого решения важно и ЛПР не обладает достаточной информацией для самостоятельного принятия решения, то всегда существует риск принятия решения низкого уровня качества. Поэтому целесообразна определенность информированности ЛПР.

3) Принцип доверия. Если качество принимаемого управленческого решения важно, но партнерам нельзя доверять по какой-либо причине, тогда альтернативы решений, исключающие конечный контроль со стороны ЛПР за реализацией принятого решения, априорно содержат риск снижения качества принимаемого решения.

4) Принцип «информационного стресса». Решение принимается в условиях информационного стресса, если актуальная информация, необходимая для принятия решения, очевидно недостаточна или очевидно избыточна, либо когда

места (хранилища) ее локализации и условия доступа к ней неизвестны или явно затруднены.

5) Принцип принятия решения. Если принятие решения подчиненными важно для эффективного управления ситуацией и не очевидно, что автократическое решение, самостоятельно принятое ЛПР, будет принято партнерами, необходимо искать альтернативу автократическому решению.

6) Принцип разрешения конфликта. Если важно принятие решения партнерами, но они не согласны принять автократическое решение, целесообразно рассмотреть набор альтернатив для преодоления разногласий. Во избежание конфликта целесообразно принять решение, принадлежащее к более высокому смысловому уровню СПВР.

7) Принцип согласия. Если качество решения не важно, но принятие партнерами необходимо и имеет значение, то целесообразно принять решение, принадлежащее к наименее высокому смысловому уровню СПВР.

8) Принцип приоритетности альтернативы. Если принятие решения партнерами имеет значение и партнерам можно доверять, то из набора предложенных альтернативных решений целесообразно принять то, которое относится к более низкому смысловому уровню СПВР, при котором отсутствуют риски потери качества решения.

**Заключение.** Таким образом, предложены теоретико-методологические основы БППФМ-подхода в области принятия управленческих решений в проблемных ситуациях, связанных с профессиональной деятельностью.

Впервые предложены критерии и принципы БППФМ-моделирования для решения задач прогнозирования и превентивного управления слабоструктурированными ПСПД.

Положения, представленные в данной работе, могут быть использованы для разработки перспективных технологий и методов информационного обеспечения систем поддержки принятия решений при превентивном управлении сложными, слабоструктурированными проблемными ситуациями в различных областях профессиональной деятельности в условиях информационного стресса, обусловленного дефицитом или избытком актуальной информации с использованием технологий Big Data.

### *Литература*

1. Давыдовский А.Г. Основы интегративной биосоциальной антропологии: пособие. – Минск: БГУ, 2013. – 119 с.
2. Hilbert M. How to Measure «How Much Information»? Theoretical, Methodological, and Statistical Challenges for the Social Sciences // Int. J. of Comm. – 2012. – №6.– P. 1042–1055.
3. Еремин А.Л. Ноогенез и теория интеллекта. –Краснодар: СовКуб, 2005. – 356 с.

4. Hilbert M. How to Measure «How Much Information»? Theoretical, Methodological, and Statistical Challenges for the Social Sciences / M. Hilbert // *International Journal of Communication*. – 2012. – №6. – P. 1042–1055.
5. Еляков А.Д. Информационная перегрузка людей // Социологические исследования. – 2005. № 5. С. 114-121.
6. Клингберг Т. Перегруженный мозг. Информационный поток и пределы рабочей памяти. – М.: ЛомоносовЪ, 2010. – 208 с.
7. Меркулов И.П. Эволюция. Мышление. Сознание. (Когнитивный подход и эпистемология). – М.: Канон +, 2004. – 352 с.
8. Eusuff M.M., Lansey K.E. Optimization of water distribution network design using the shuffled frog leaping algorithm // *Journal of Water Resources Planning and Management*. – 2003. – N3. – P. 210-225.
9. Elbeltagi E., Hegazy T., Grierson, D. A modified shuffled frog-leaping optimization algorithm: applications to project management // *Structure and Infrastructure Engineering*. – 2007. – N1. – P. 53-60.
10. Гладков В. А., Курейчик В.В. Биоинспирированные методы в оптимизации.- М.: Физматлит, 2006. – 384 с.
11. Орлов А.И. Теория принятия решений: учебник. – М.: Экзамен, 2006. – 573 с.
12. Литвак Б.Г. Разработка управленческого решения. – М.: Издательство «Дело», 2004. – 392 с.
13. Петровский А. Б. Теория принятия решений: учебник / А.Б. Петровский. — М.: Издательский центр «Академия», 2009. — 400 с.
14. Гришин А.М. Математические модели лесных пожаров и новые способы борьбы с ними. - Новосибирск: Наука, 1997. - 408 с.
15. Барановский Н.В., Гришин А.М., Лоскутникова Т.П. Информационно - прогностическая система определения вероятности возникновения лесных пожаров // *Вычислительные технологии*, 2003, № 2. С. 16-26.
16. Mathematical modeling of forest fires and new methods of fighting them. – Russia, Tomsk: Publishing House of the Tomsk State University, 1997. – 390 P.
17. Черноусько Ф. Л. Оценивание фазового состояния динамических систем. М.: Наука, 1988. - 319 с.