

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРИЗНАКОВОГО ПРОСТРАНСТВА ПОГРУЖЕНИЯ ЛПП – ОСНОВА СУБЪЕКТНО ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА К ИССЛЕДОВАНИЮ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ *

Аннотация. Осуществлена постановка задачи принятия нетривиальных решений с учетом темперамента, психоэмоционального статуса лица, принимающего решения. Это потребовало уточнения и расширения категориального аппарата исследования. В частности, исследованы понятия субъектно-независимые и субъектно-зависимые признаковые пространства. Проанализированы биоинспирированные методы принятия решений, базовой моделью которых являются конечные автоматы. Введено понятие «конечные автоматы с преимущественным направлением переходов». Разработан механизм идентификации признакового пространства (ПП) исследователя, включающий в себя выбор вида меры близости, алгоритм расчета меры близости. Предложена схема обучения учителя и машины. Показана возможность погружения конечных автоматов в субъектно-зависимое пространство признаков. Названы перспективы исследований, приведены иллюстративные примеры.

Ключевые слова: идентификация признакового пространства моделирования, субъектно-ориентированный подход, субъектно-независимые и субъектно-зависимые признаковые пространства, биоинспирированные методы принятия решений.

Для цитирования: Лябах, Н. Н. Идентификация признакового пространства погружения ЛПП – основа субъектно ориентированного подхода к исследованию сложных объектов / Н. Н. Лябах, Д. М. Инухова // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 1. – С. 133–140. – DOI 10.46973/0201-727X_2025_1_133.

Введение

Многообразные методы математического моделирования сложных объектов и процессов принятия решений осуществляются в субъектно-независимых информационных пространствах. То есть их свойства не зависят ни от наблюдателя, ни от лица, принимающего решения (ЛПП), например:

– *регрессионный анализ* имеет широкий спектр применения в различных сферах деятельности. На транспорте с помощью регрессионного анализа моделируются многие производственные процессы погрузки-выгрузки, перевозки грузов, всевозможные тренды развития и др., а также процедуры принятия ответственных решений. Например, в исследовании [1] рассмотрены регрессионные факторные модели для оценки рисков на железнодорожном транспорте;

– *задачи линейного и нелинейного программирования* позволяют оптимизировать работу предприятий и протекание производственных процессов. В пособии [2], например, представлены как различные транспортные задачи, решаемые этими методами, так и типичные методы математического программирования;

– *методы классификации и кластеризации объектов и процессов* – действенный инструмент систематизации знаний любой сферы деятельности. В статье [3] проведен кластерный анализ маршрутов новой модели управления наземным городским пассажирским транспортом общего пользования, в исследовании [4] представлена классификация отцепов сортировочной горки различных типов, представлены адаптированные к транспортной тематике методы классификации и кластеризации.

В каждом из перечисленных случаев исследователь формирует признаковое пространство (ПП)

$$(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (1)$$

где n – размерность пространства признаков x_i исследуемого объекта.

Каждый объект исследования в этом ПП задается точкой, классы и кластеры объектов – зонами этого ПП. В некоторых случаях (для процессов) одним из признаков является время t .

* Статья подготовлена при поддержке гранта НП11-2025 ФГБОУ ВО «МГТУ»: «Природоподобные технологии синтеза систем искусственного интеллекта».

Для всех исследователей эти ПП индифферентны к их предпочтениям и психоэмоциональным свойствам, а сами ПП изотропные и имеют нулевую кривизну. Это основа для субъектно-независимого моделирования. В этой постановке есть свои плюсы (универсальность и независимость разрабатываемого инструментария), но в ряде случаев (а для ЛПР их большинство) этот факт сужает возможности принятия решений и деформирует сами решения. Рассмотрим конкретные примеры.

1 Результативность деятельности оператора сортировочной горки существенно зависит от его профессионализма и типа темперамента [4]. Вследствие этого одни и те же практические задачи на сортировочной горке разные операторы решают по-разному. То есть, по сути, они находятся в различных технико-технологических ситуациях (а ситуации задаются точками соответствующего признакового пространства). Если при этом еще учесть процесс приобретения навыков и/или текущее состояние организма оператора (усталость, болезнь, стресс), то ПП и одного оператора, но в разные моменты времени также будет различным.

2 Экспертная оценка (проекта, квалификации специалиста, важности фактора влияния и др.) напрямую определяется индивидуальными характеристиками эксперта. Именно поэтому при анализе одного и того же объекта мнения экспертов, как правило, не совпадают.

Чтобы предсказать решение эксперта (оператора горки) или транслировать их опыт и интуицию интеллектуальному советчику, необходимо погрузиться в соответствующие ПП.

Цели научной разработки

Для идентификации субъектно-зависимого ПП погружения ЛПР необходимы:

– *развитие категориального аппарата исследования.* Новое видение проблемы требует расширения языковых средств для обеспечения возможности полного ее описания. Кроме того, в любых развивающихся теориях категориальный аппарат, как правило, не является общепризнанным и необходимо избегать неоднозначности толкования используемых терминов;

– *разработка механизма идентификации ПП исследователя,* которая включает в себя гипотезы (исходные аксиоматические предположения – ограничения задачи), формализацию (представление метода в виде аналитической модели), алгоритмизацию разрабатываемого механизма;

– *разработка алгоритма обучения учителя и модели.* Как правило, исследуемые процессы на практике нестационарны и соответственно и ЛПР, и машинному интеллекту следует «успевать» за изменением их параметров. То есть необходимо в процедуры моделирования и управления включить этапы обучения. Кроме того, обычно на начальном этапе статистических данных для построения модели недостаточно, они появляются в процессе функционирования объекта. И модель должна «доучиваться» с поступлением новых данных.

Основная часть

1 Развитие категориального аппарата исследования

К методам, указанным во введении, а также иным хорошо разработанным процедурам принятия решений (метод балансов Леонтьева, принцип максимума Понтрягина, динамическое программирование и др.) [5] человек обращается в специальных исследованиях. В обыденной и производственной деятельности он этими методами не пользуется. Как правило, применяют так называемые биоинспирированные (природоподобные) методы и алгоритмы [6, 7], выработанные природой в процессе многовековой эволюции. Они обладают рядом существенных отличительных черт:

– это инстинктивные методы. У человека центр принятия таких решений находится не в коре, а подкорке головного мозга;

– характер принятия решений не логический, а интуитивный. Логические решения приемлемы, если используемая логика адекватна исследуемому процессу и данные, подаваемые на вход избранной логической конструкции, качественны. Если хоть одно из этих условий нарушается, то полученное решение не только будет неверным, но и вредным, так как создается впечатление научной проработки вопроса, и это вводит в заблуждение. Интуитивные решения более консервативные, но опираются на прошлый опыт (в том числе и опыт предшествующих поколений, «защитный» в инстинктах);

– отличаются повышенной скоростью принятия решений;

– такие методы принятия решений свойственны «низшим» организмам, для них они являются базовыми;

– биоинспирированные методы учитывают статус, психоэмоциональные свойства организма. Например, метод серых волков прямо опирается на иерархию внутри стаи [7];

– в природоподобных алгоритмах с многими участниками образуется коллективный интеллект. Это продукт взаимодействия агентов. Возникает синергия взаимодействия агентов, каждый из которых

обладает низким (или вообще нулевым) уровнем интеллекта, но коллективные действия оказываются вполне разумными.

В рамках данного исследования нас интересует возможность «списать» индивидуальные свойства ЛПП для:

– прогноза поведения отдельного ЛПП-оператора в различных сложных производственных ситуациях и коррекции его способностей к принятию решений при необходимости;

– прогноза поведения группы субъектов (например, пассажиров) в экстремальных ситуациях.

Оценить степень их согласованности, убеждаемости, управляемости. Важно при составлении инструкций поведения в нерегламентированных ситуациях;

– синтеза интеллектуальных автоматов-советчиков с индивидуальными свойствами ЛПП-учителя [8].

В нашем обычном пространстве бытия есть массы, которые искривляют это пространство. И чтобы полнее исследовать его (пространство), надо учитывать эту кривизну. Она может быть нулевой, положительной и отрицательной. Кривизна меняет «плотность» пространства, и оно перестает быть изотропным (одинаковые свойства во всех точках и направлениях). Обычная физика (малых скоростей и расстояний) пренебрегает этими свойствами пространства. Но это и ограничивает возможности ее модельных конструкций. Расширение возможностей физики требует перехода в другой модельный ряд – теорию относительности [9].

В признаковом пространстве также есть «массы», например, кластеры объектов, сами объекты. И они также искривляют это пространство – пространство нашего моделирования. До определенной степени, в ситуации, аналогичной предыдущей, мы можем не учитывать это искривление. Но, по крайней мере, надо иметь его в виду.

В настоящей работе сделан первый шаг к осмыслению и модельному учету этого феномена.

Далее под субъектно-независимыми ПП будем понимать изотропные ПП, независимые от свойств ЛПП и от свойств лица, на которое направлено решение.

Субъектно-зависимыми признаковыми пространствами будем называть пространства, структура и параметры которых зависят от субъектов, взаимодействующих в процедуре принятия решений. Изотропными эти пространства в общем случае не являются.

2 Разработка механизма идентификации ПП исследователя

2.1 Выбор вида меры близости

ПП позволяет оценивать позиции объектов, классифицировать их, если задана их мера близости. В настоящее время наиболее распространенными мерами являются:

– обобщенная евклидова мера

$$d(A, B) = \sqrt{\sum_{i=1}^n \alpha_i (x_i^A - x_i^B)^2}; \quad (2)$$

– мера Хемминга (мера «таксиста»)

$$d(A, B) = \sum_{i=1}^n \alpha_i |x_i^A - x_i^B|; \quad (3)$$

– обобщенное расстояние Чебышева

$$d(A, B) = \max_i \alpha_i |x_i^A - x_i^B|. \quad (4)$$

Если в соотношениях (2)–(4) весовые коэффициенты признаков $\alpha_i = 1$, то получаем традиционные меры изотропных пространств.

Структуру меры (вид зависимости (2)–(4)) выбирают, исходя из свойств исследуемых задач. Если исследуются энергетические характеристики объекта, то адекватной будет мера (2) – энергия коррелирована с квадратом сигнала, если в приоритете интегральные характеристики объекта (аналоги «массы»), то мера имеет вид (3), наконец, релейные системы порождают меру (4).

Для данного исследования примем меру вида (2). В случае равенства коэффициентов она превращается в обычное евклидово пространство.

2.2 Разработка алгоритма расчета меры близости

2.2.1 Постулируется вид меры близости.

2.2.2 ЛПР формирует на основании своего опыта и интуиции совокупность объектов (процессов): A, B, C, D, \dots , относительно которых оно может с уверенностью и высокой точностью (т.е. непротворечно) высказать свои суждения об их взаимной близости. Они типичны и важны для процесса, представляют собой репрезентативную группу объектов.

2.2.3 На основании своего опыта, интуиции и внутренних предпочтений ЛПР формирует систему неравенств относительно неизвестных коэффициентов выбранной меры. Для меры вида (2) это соотношения

$$d^2(A, B) > d^2(C, D). \quad (5)$$

В этих соотношениях и заложены свойства идентифицируемого нами ПП ЛПР.

2.2.4 Решаем эту систему относительно неизвестных α_i . Возможны три исхода:

2.2.4.1 Система решений не имеет. Это говорит о неверном выборе структуры меры. Противоречивость высказываний эксперта в данном случае исключается по условиям алгоритма. Этот случай может быть исследован в дальнейшем (см. перспективы исследований).

2.2.4.2 Случай единственного решения является маловероятным (случайным) и пограничным. Он сразу дает искомый набор коэффициентов.

2.2.4.3 Система имеет множество решений. Анализируем это множество:

1) если оно физически компактно и соответствует заданному уровню точности, то на этом множестве выбираем единственную точку, определяющую коэффициенты α_i ;

2) в противном случае ЛПР добавляет обучающие точки п. 2 алгоритма и процесс расчета повторяется.

Для оптимизационного выбора единственной точки можно использовать несколько разных алгоритмов (их можно объяснить с помощью рис. 1, а):

а) максиминный подход – точка, для которой минимальное расстояние до границы максимально:

$$A_{01} = \arg \max_A \min_d d(A, G); \quad (6)$$

б) минимизация среднего риска – точка, для которой сумма всех расстояний до границы области максимальна:

$$A_{02} = \arg \max_A \int_0^{2\pi} d(A_1 G) dG; \quad (7)$$

в) центр тяжести выделенной области.

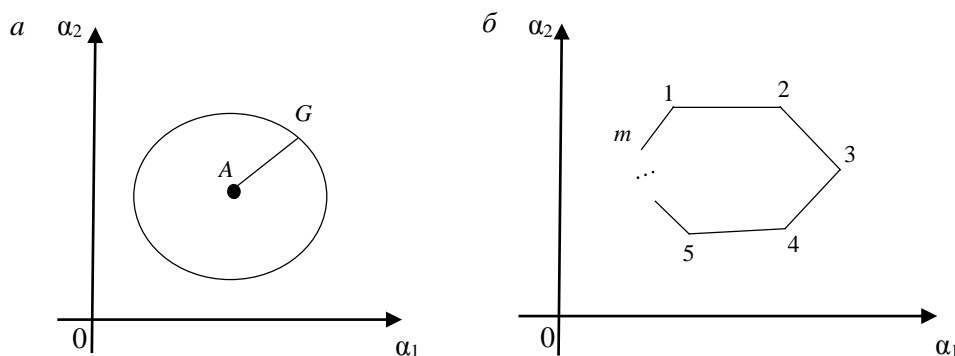


Рис. 1. Иллюстрации выбора оптимальной точки допустимых областей решений:

a – для случаев a и b ; b – для случая b

Реализация процедур a и b затруднительна технически, если граница G не имеет «хорошего» вида аналитического задания. В нашем случае структура области G – многоугольник (так как ограничения (5) линейны относительно исследуемых параметров α_i) и в качестве оптимальной точки удобно принять вариант b (рис. 1, б). Тогда оптимальная точка A_0 имеет координаты

$$\alpha_{0i} = \left(\sum_{j=1}^m \alpha_{ji} \right) / m. \quad (8)$$

Полученные значения коэффициентов характеризуют искомое ПП ЛПР.

Пример

Оператор сортировочной горки для обеспечения интервального и прицельного регулирования отцепов на тормозной позиции использует различные ступени торможения (отражены на оси Ox_1) и различные временные промежутки торможения (откладываются на оси Ox_2). На рис. 2, *a* представлен набор таких четырех точек: $A(2, 6)$; $B(2, 2)$; $C(4, 2)$; $D(4, 5)$. На рис. 2, *a* показано отражение «физического» пространства наблюдения. Визуально кажется, что точки A и D находятся в одном классе, а точки B и C – в другом. Но мнение эксперта (ЛПР, оператора горки) иное, он считает, что:

$$d^2(A, B) > d^2(B, C), \text{ а } d^2(A, D) > d^2(D, C). \quad (9)$$

То есть энергетические эффекты торможения от изменения на одну ступень больше, чем увеличение торможения на один такт времени.

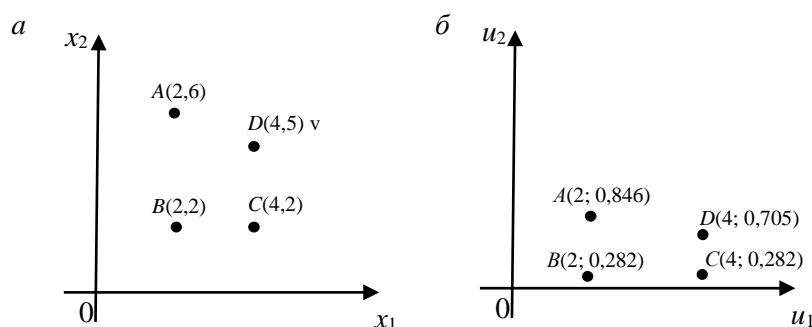


Рис. 2. Геометрическая иллюстрация к примеру:

a – исходное ПП; *б* – преобразованное ПП

Используя модельный вид меры (2) и полученные данные (координаты точек и соотношения (8)), генерируем систему линейных неравенств относительно неизвестных коэффициентов меры α_i . После несложных вычислений, принимая $\alpha_1 = 1$ (в этой задаче важно соотношение коэффициентов, а не их абсолютные значения), получаем

$$0,25 < \alpha_2 < 0,5. \quad (10)$$

В данном случае область G представлена отрезком $[0,25; 0,5]$. Все три случая оптимизационного выбора единственной точки – *a*, *б*, и *в* – вырождаются в отрезок и дают одно решение $\alpha_2 = 0,375$. Мера эксперта имеет вид

$$d(A, B) = ((x_1^A - x_1^B)^2 + 0,375(x_2^A - x_2^B)^2)^{0,5}. \quad (11)$$

Коэффициент $\alpha_2 = 0,375$ «деформирует» исходное пространство признаков (см. рис. 2, *a*), и в новых координатах (u_1, u_2), где $u_1 = x_1$ и $u_2 = 0,141x_2$, заданные точки имеют иное структурное расположение (на рис. 2, *a* точки группируются по близости A с D и B с C , а на рис. 2, *б* – A с B и C с D). Координаты точек на рис. 2, *б* соответственно равны: $A(2; 0,846)$, $B(2; 0,282)$, $C(4; 0,282)$, $D(4; 0,705)$.

3 Связь природоподобных методов принятия решений с субъектно-зависимым ПП

Биоинспирированные методы принятия решений хорошо описываются модельными конструкциями конечных автоматов (КА) [10, 11]. В их составе выделяют детерминированные и вероятностные КА. Первые обеспечивают однозначные переходы между состояниями при заданных входных сигналах, вторые допускают вариативность переходов. На рис. 2 исследуемые точки A, B, C, D можно интерпретировать как возможные состояния тормозной позиции горочной системы. Для обеспечения безопасности торможения (например, исключения «выдавливания отцепа из замедлителя»), точности вытормаживания отцепов необходимо реализовать плавный переход между заданными состояниями. Он возможен только в том случае, если оператору горки (им может быть и робот) известно «истинное»

расположение точек (состояний КА) в ПП. В противном случае управление может оказаться неустойчивым, небезопасным и неточным. Введенное нами понятие «субъектно-зависимое ПП» обеспечивает такое видение ситуации.

4 Обучение учителя и машины

Представленный выше механизм идентификации субъектно-зависимого ПП позволяет предложить алгоритм обучения ЛПР и машины в период функционирования системы (рис. 3).

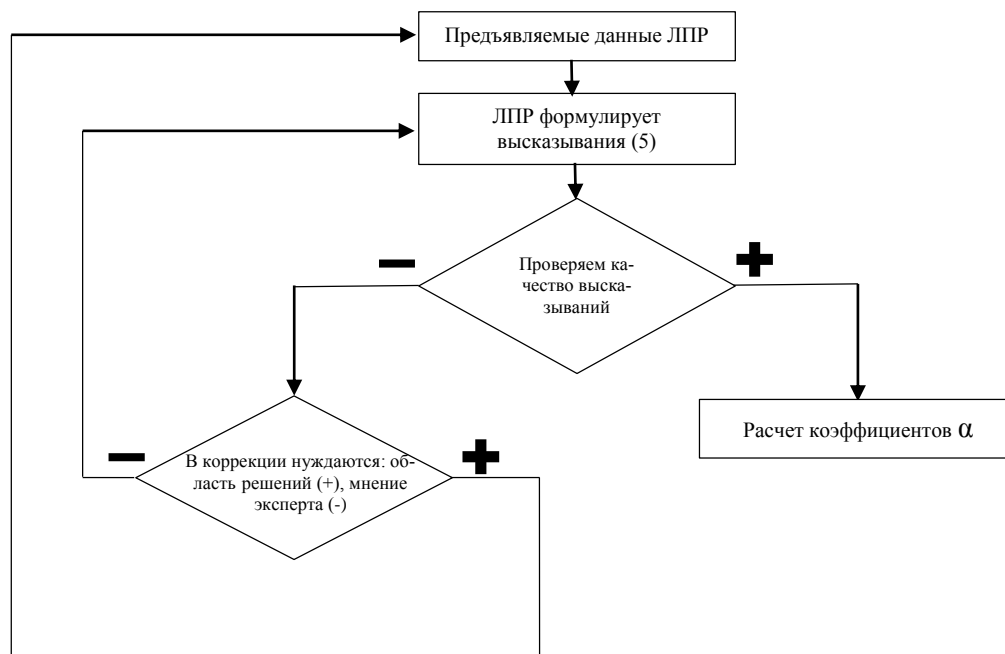


Рис. 3. Алгоритм обучения принятию решений в субъектно-зависимом ПП

Исследователю предъявляется набор тестовых точек (типичных объектов) ПП. Сформировать этот набор можно двумя способами:

- выбирая типичные для исследуемого процесса ситуации (наблюдая реальный процесс принятия решений). В этом случае хорошо отражается рабочая область ПП, но некоторые области ПП могут быть не представлены в модели;
- рассчитывая тестовые точки методами теории активного эксперимента [4] и преследуя цель равномерно (равнозначно) покрыть ПП. Тогда точки, имеющие неравнозначное значение, будут представлены без учета частоты их встречаемости.

Если к выбору структуры меры нет вопросов, то множество тестовых точек возвращается ЛПР для повторного анализа и установления новых зависимостей вида (5).

Это этап обучения ЛПР. Оно анализирует (ищет противоречия) свое предыдущее решение и обновляет его.

Выводы

- 1 Введены понятия: природно-подобные методы принятия решений, субъектно-независимое и субъектно-зависимое моделирование признакового пространства погружения ЛПР и объекта управления.
- 2 Проанализированы преимущества биоинспирированных методов принятия решений.
- 3 Разработан механизм расчета параметров субъектно-зависимого ПП.
- 4 Предложена схема обучения принятию решений ЛПР и машины.

Перспективы исследований

Для дальнейших исследований необходимо:

- рассмотреть возможность идентификации субъектно-зависимого ПП при противоречивых высказываниях ЛПР, т.е. разработать метод, аналогичный обобщенному регрессионному анализу;
- создать программное обеспечение метода с доступным языковым интерфейсом;
- сформулировать перечень практических задач, решаемых в рамках выстроенного подхода.

Список литературы

- 1 **Горяинов, А. В.** Регрессионные факторные модели для оценки рисков на железнодорожном транспорте / А. В. Горяинов, Ю. С. Кан, Е. Н. Платонов // Труды и пленарные доклады участников конференции УКИ'12. – Москва : ИПУ РАН, 2012. – С. 314–320. – ISBN 978-5-91450100-3.
- 2 Математические методы в организации транспортных процессов : методические указания по разделу «Линейное программирование» дисциплин «Математические методы в организации транспортных процессов», «Математическое моделирование» для всех форм обучения и направлений подготовки / составитель Ю. А. Захарова. – Нижневартовск, 2023. – 34 с.
- 3 **Кудряшов, М. А.** Кластерный анализ маршрутов новой модели управления наземным городским пассажирским транспортом общего пользования / М. А. Кудряшов, Р. С. Айриев, Г. М. Овнанян // Мир транспорта. – 2019. – Т. 17, № 4. – С. 182–195. – ISSN 1992-3252.
- 4 **Лябах, Н. Н.** Техническая кибернетика на железнодорожном транспорте : учебник / Н. Н. Лябах, А. Н. Шабельников. – Ростов-на-Дону : СКНЦ ВШ, 2002. – 232 с. – ISSN 1560-3644.
- 5 **Интрилигатор, М.** Математические методы оптимизации и экономическая теория / М. Интрилигатор. – Москва : Айрис-Пресс, 2002. – 564 с. – ISBN 5-8112-0042-0.
- 6 **Котенко, И. В.** Анализ биоинспирированных подходов для защиты компьютерных систем и сетей / И. В. Котенко, А. В. Шоров, Ф. Г. Нестерук // Труды СПИИРАН. – Москва, 2011. – № 3 (18). – С. 19–73.
- 7 Звериные алгоритмы: какими представителями животного мира вдохновлялись исследователи для создания алгоритмов. – URL: habr.com/ru/companies/rshb/articles/749930 (дата обращения: 01.03.2025).
- 8 **Розенберг, И. Н.** Системы управления сортировочными процессами в рамках идеологии цифровой железной дороги : монография / И. Н. Розенберг, А. Н. Шабельников, Н. Н. Лябах ; Российская академия наук, ВИНТИ РАН. – Москва : ВИНТИ РАН, 2019. – 243 с. – ISBN 978-5-902928-82-9.
- 9 **Пенской, А. В.** Классическая дифференциальная геометрия / А. В. Пенской. – URL: <https://teach-in.ru/file/synopsis/pdf/kdg-seminars-penskoy-MK.pdf?ysclid=m7fxqw6a4i66147865> (дата обращения: 22.02.2025).
- 10 **Mateus, P.** On the complexity of minimizing probabilistic and quantum automata / P. Mateus, D. Qiu, L. Li // Information and Computation. – 2012. – Vol. 218. – P. 36–53.

References

- 1 **Goryainov, A. V.** Regression factor models for risk assessment in railway transport / A. V. Goryainov, Yu. S. Kan, E. N. Platonov // Proceedings and plenary reports of the participants of the UKI'12 conference. – Moscow : IPU RAS, 2012. – P. 314–320. – ISBN 978-5-91450100-3.
- 2 Mathematical methods in organizing transport processes : guidelines for the section "Linear programming" of the disciplines "Mathematical methods in organizing transport processes", "Mathematical modeling" for all forms of training and areas of training / compiled by Yu. A. Zakharova. – Nizhnevartovsk, 2023. – 34 p.
- 3 **Kudryashov, M. A.** Cluster analysis of routes of a new model for managing ground-based urban public passenger transport / M. A. Kudryashov, R. S. Airiyev, G. M. Ovnanyan // World of Transport and Transportation. – 2019. – Vol. 17, No. 4. – P. 182–195. – ISSN 1992-3252.
- 4 **Lyabakh, N. N.** Technical cybernetics in railway transport : textbook / N. N. Lyabakh, A. N. Shabelnikov. – Rostov-on-Don : SKNC VSh, 2002. – 232 p. – ISSN 1560-3644.
- 5 **Intriligator, M.** Mathematical methods of optimization and economic theory / M. Intriligator. – Moscow : Iris-Press, 2002. – 564 p. – ISBN 5-8112-0042-0.
- 6 **Kotenko, I. V.** Analysis of bioinspired approaches to protecting computer systems and networks / I. V. Kotenko, A. V. Shorov, F. G. Nesteruk // Proceedings of SPIIRAS. – Moscow, 2011. – No. 3 (18). – P. 19–73.
- 7 Animal Algorithms: which representatives of the animal world inspired researchers to create algorithms. – URL: habr.com/ru/companies/rshb/articles/749930 (date of access: 03/01/2025).
- 8 **Rosenberg, I. N.** Control systems for sorting processes within the framework of the digital railway ideology: monograph / I. N. Rosenberg, A. N. Shabelnikov, N. N. Lyabakh ; Russian Academy of Sciences, VINITI RAS. – Moscow : VINITI RAS, 2019. – 243 p. – ISBN 978-5-902928-82-9.
- 9 **Penskoy, A. V.** Classical differential geometry / A. V. Penskoj. – URL: <https://teach-in.ru/file/synopsis/pdf/kdg-seminars-penskoy-MK.pdf?ysclid=m7fxqw6a4i66147865> (date of access: 02/22/2025).
- 10 **Mateus, P.** On the complexity of minimizing probabilistic and quantum automata / P. Mateus, D. Qiu, L. Li // Information and Computation. – 2012. – Vol. 218. – P. 36–53.

11 Abstract Probabilistic Automata / B. Delahaye, J.-P. Katoen, K. G. Larsen [et al.] // Information and Computation. – 2013. – Vol. 232. – P. 66–116.

11 Abstract Probabilistic Automata / B. Delahaye, J.-P. Katoen, K. G. Larsen [et al.] // Information and Computation. – 2013. – Vol. 232. – P. 66–116.

N. N. Lyabakh, D. M. Inukhova

**IDENTIFICATION OF THE FEATURE SPACE OF IMMERSION
OF THE DECISION-MAKER – THE BASIS OF THE SUBJECT-ORIENTED APPROACH
TO THE STUDY OF COMPLEX OBJECTS**

Abstract. The problem of making non-trivial decisions taking into account the temperament and psycho-emotional status of the decision maker has been formulated. This required clarification and expansion of the categorical apparatus of the study. In particular, the concepts of subject-independent and subject-dependent feature spaces have been studied. Bioinspired methods of decision making, the basic model of which is finite state machines, have been analyzed. The concept of "finite state machines with a preferential direction of transitions" has been introduced. A mechanism for identifying the feature space (FS) of the researcher has been developed, including: selection of the type of proximity measure, an algorithm for calculating the proximity measure. A scheme for training a teacher and a machine has been proposed. The possibility of immersing finite state machines in a subject-dependent feature space has been shown. Research prospects and illustrative examples are given.

Keywords: identification of the feature space of modeling, subject-oriented approach, subject-independent and subject-dependent feature spaces, bio-inspired decision-making methods.

For citation: Lyabakh, N. N. Identification of the feature space of immersion of the decision-maker – the basis of the subject-oriented approach to the study of complex objects / N. N. Lyabakh, D. M. Inukhova // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2025. – No. 1. – P. 133–140. – DOI 10.46973/0201-727X_2025_1_133.

Сведения об авторах

Лябах Николай Николаевич

Майкопский государственный технологический университет (МГТУ),
научный руководитель
Научно-исследовательского центра цифровых,
интеллектуальных и инновационных
технологий,
доктор технических наук, профессор,
e-mail: liabakh@rambler.ru

Инухова Джанета Муратовна

Майкопский государственный технологический университет (МГТУ),
аспирант,
e-mail: inukhova2001@mail.ru

Information about the authors

Lyabakh Nikolay Nikolaevich

Maikop State Technological University
(MSTU),
Scientific Director of “Research Center for
Digital, Intelligent and Innovative
Technologies”,
Doctor of Engineering Sciences, Professor,
e-mail: liabakh@rambler.ru

Inukhova Dzhaneta Muratovna

Maikop State Technological University
(MSTU),
Postgraduate Student,
e-mail: inukhova2001@mail.ru