

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СППР

ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПСИХОФИЗИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ ЧЕЛОВЕКА

Е. Ю. Сазонова • О. Н. Сметанина • К. И. Журавлева • Р. С. Юлаев

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы использования интеллектуальных технологий для организации информационной поддержки принятия решений при управлении психофизическим состоянием человека. Обозначены функциональные возможности современных СППР, базовые компоненты системы и влияние на структуру особенностей решаемых задач, используемых технологий и предметной области. Описана специфика организации информационной поддержки принятия решений на примерах совершенствования психофизической готовности человека для успешной профессиональной деятельности. Обосновано включение компонентов в структурную схему СППР и определено назначение каждого из них. Предложено использовать технологии Text Mining, Data Mining, онтологическое моделирование для представления знаний и получения решений.

Ключевые слова: структурно-функциональная схема СППР; темпоральность данных; экспертные знания; формализация знаний; предметная область; интеграция данных; анализ текста.

ВВЕДЕНИЕ

На определенном этапе своего развития системы поддержки принятия решений (СППР) получили широкое распространение как результат слияния управленческих информационных систем (ИС) и систем управления базами данных (СУБД). В настоящее время СППР можно рассматривать как систему, основанную на теории баз данных, интерактивных компьютерных систем и искусственного интеллекта, методов имитационного моделирования и пр.

Рассматривая развитие СППР в различных аспектах, в том числе теоретических основ принятия решений, следует отметить специалистов, которые внесли существенный вклад в решение широкого круга вопросов: С. Барр, Р. Бонжек, Э. И. Вилкас, Э. Винстон, Т. Геррити, А. Горри, Б. Ф. Грейс, Б. Гэллап, Дж. Данциг, Г. Девис, К. Джонс, Дж. Диксон, Дж. Дисанктис, Л. Г. Евланов, Э. Карлсон, П. Кин, О. И. Ларичев, Б. Г. Литвак, Дж. Литтл, Л. Лодиш, Е. З. Майминас, Дж. Макдонел, Б. Г. Миркин, А. Ниланд, С. Олгер, В. В. Подиновский, М. Пул, Дж. Рокарт, Г. Саймон, Е. Б. Свансон, М. С. Скотт-Мортон, Р. Спраг, Ч. Стобель, Э. А. Трахтенгерц, Е. Тюрбан, К. Холсапл, Дж. Хубер, Р. Фергюсон, Дж. Форрестер, Ч. Хольт, Р. Шарда, Д. К. Энгельбарт и др.

На современном этапе также многие исследователи занимаются вопросами как развития теоретических аспектов, так и практических. В частности, вопросами разработки структурных схем при построении СППР для различных предметных областей занимаются М. Ававде, Х. Р. Ага, М. С. Альхари, Е. А. Арсирий, А. Н. Астафьев, А. Н. Базаркин, П. Баунтрис, А. П. Василевская, А. В. Власенко, Е. А. Гаврилюк, Г. А. Дмитриев, А. В. Иванов, П. Каракитсос, Р. О. Карнизьян, Ю. В. Козадо, Д. Кутсурис, Е. Параскевиди, А. Поулиакис, А. П. Попов, А. С. Романов, О. И. Смирнов, А. Ю. Туманов, Т. С. Терещенко, Е. В. Шемякин и др.

Структурные схемы современных СППР включают такие базовые компоненты, как блок интерфейса, базы данных / знаний / моделей и системы их управления, блоки анализа и принятия решений. Несмотря на то, что при построении СППР используются ряд базовых компонент, специфика предметных областей, характер данных, решаемые задачи, а также применяемые информационные технологии оказывают влияние на функциональность компонент, которые входят в состав системы.

В статье рассматриваются особенности организации поддержки принятия решений при управлении в организационных системах (на примере СППР по совершенствованию психофизической готовности персонала для успешной профессиональной деятельности с учетом возможных заболеваний), к которым можно отнести необходимость хранения темпоральных данных, использования знаний, потребность в интеграции данных на основе анализа текста, использование интеллектуального анализа данных для выявления неявных знаний и ряд других. Опираясь на перечисленные особенности, формулируются требования ко включению необходимых компонентов в структурную схему, а также ее расширение до структурно-функциональной, в зависимости от решаемых задач, используемых моделей представления знаний, методов решения задачи выявления неявных знаний и прочего внутреннего функционала структурных компонентов.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ СППР

Обобщая рассматриваемые с момента появления систем поддержки принятия решений теоретические подходы к принятию решений, функциональные особенности систем и информационные технологии, используемые в СППР, могут быть выделены ряд аспектов, характерных и для современных систем (рисунок 1). Основы создания систем поддержки принятия решений могут быть отнесены к 1950 г., история их развития затрагивает несколько этапов (рисунок 2).

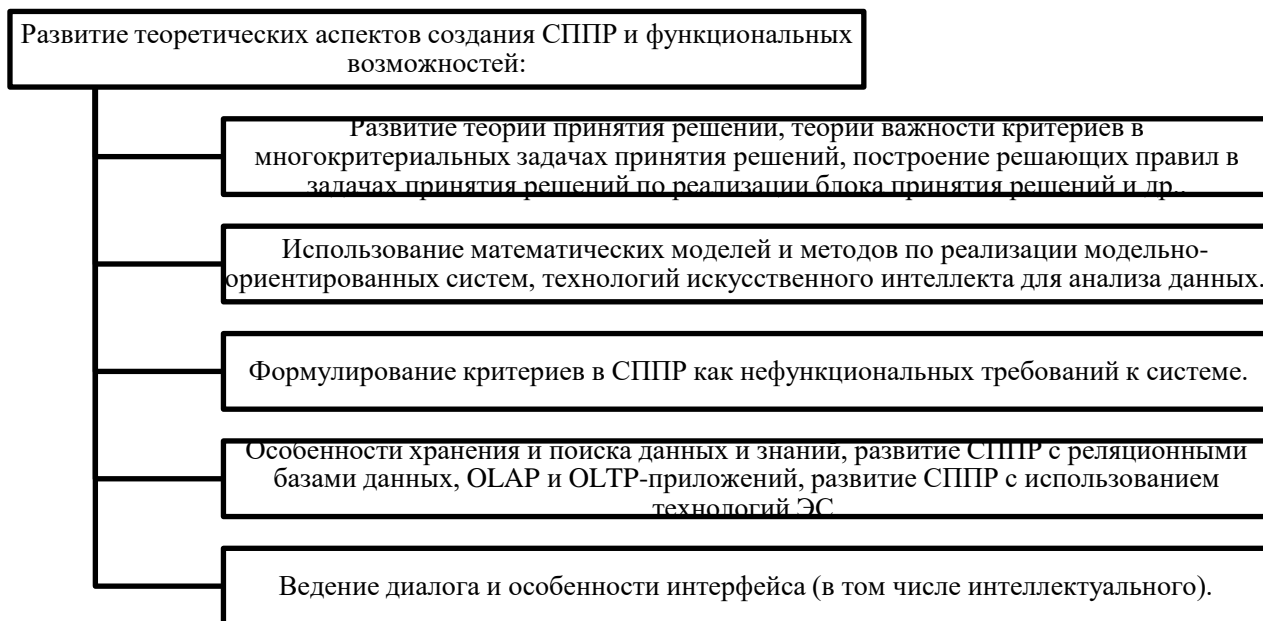


Рис. 1 Развитие теоретических аспектов создания СППР и их функциональных возможностей.

СППР используются для принятия решений при управлении как на оперативном, тактическом, так и на стратегическом уровнях. Если на оперативном уровне, как правило, используется информация внутренняя, то на стратегическом уровне внешняя информация может достигать значительных объемов. Каждый из видов информации обладает своими характеристиками. Так, внешняя информация может характеризоваться недостоверностью, не быть актуальной. Тем не менее внешняя информация, объем которой постоянно возрастает, используется для принятия решений.

Информация может быть представлена в структурированном, слабоструктурированном и неструктурированном видах.

При рассмотрении СППР с точки зрения используемых данных в настоящее время рассматривается класс DSS (Decision Support Systems) с глубокой проработкой данных, широким спектром самых разнообразных запросов в отличие от более ранних EIS (Execution Information System), предназначенных для неподготовленного пользователя с типовыми запросами и упрощенным интерфейсом.

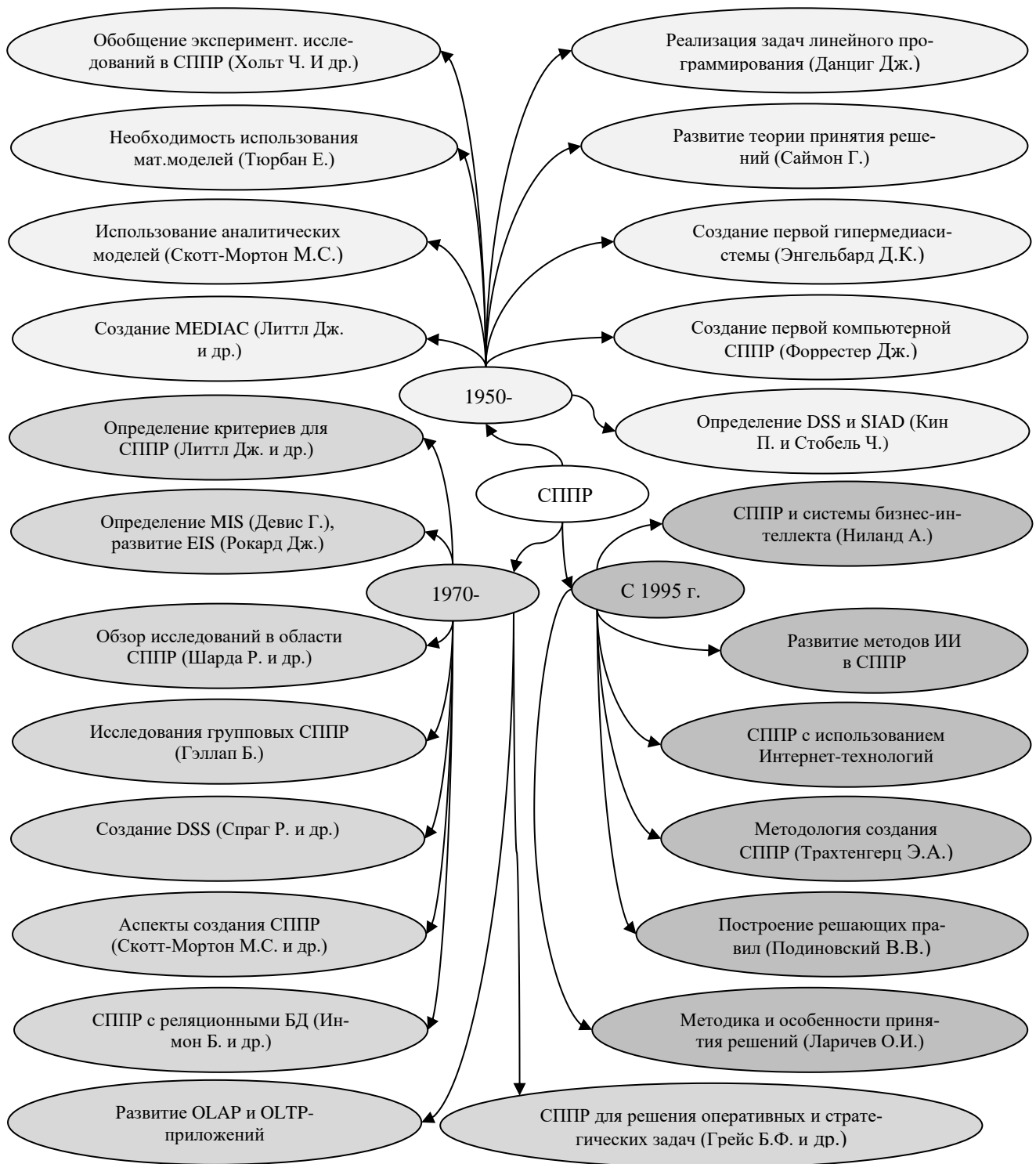


Рис. 2 История развития СППР.

В настоящее время разработано и внедрено большое количество систем поддержки принятия решений. Технологии, используемые в СППР, обеспечивают информационной поддержкой лица, принимающие решения в разных сферах деятельности, и позволяют осуществлять сбор, накопление и хранение данных/знаний, учет темпоральности данных, проведение анализа с использованием широкого спектра моделей и методов, формирование альтернатив и выбор решения, а также визуализацию результата (рисунок 3).

Для современных систем характерны также организация эффективной загрузки данных из нескольких независимых источников, интеграция данных/знаний из разных источников и интеграция с другими информационными системами. Последнее особенно актуально при реализации концепции «Индустрия 4.0».

В. И. Ключко, Е. А. Шумков, А. В. Власенко, Р. О. Карнизьян [1] предлагают «усовершенствованную обобщенную архитектуру современной СППР. Она состоит из: блока ввода данных (БВД), блока поиска данных (БПД), валидатора, базы знаний или нескольких баз знаний (БЗ), хранилища данных (ХД), оперативных баз данных (ОПД), блоков анализа данных (или модулей Data mining, БАЗ), блока методов принятия решений (БМПР), блока корректировки методов принятия решений (БК)». Здесь же отмечается, что «база знаний в ряде интерпретаций может быть составной и состоять из базы общих знаний, базы системных знаний и базы прикладных знаний. Необходимым элементом предлагаемой структуры СППР является валидатор, который проверяет и «очищает» найденные БПД или вводимые пользователем данные (возможно с участием экспертов)».



Рис. 3 Базовые компоненты СППР.

Однако стоит отметить, что, несмотря на «общность» приведенной структурной схемы, следовало бы для современных систем ввести блок визуализации результатов. Достаточно обобщенной также видится структурная схема СППР авторов [2].

В незначительной части работ для описания особенностей структурной схемы СППР наряду с ней рассматриваются вопросы работы с нечеткой или неполной входной информа-

цией в процессе выработки и принятия решений по различным текущим вопросам [3], использования методик многомерного анализа данных с учетом устойчивости при работе по информационным разрезам с большим историческим горизонтом [4], интеграции существующих подходов, а именно – методов принятия решений в условиях неопределенности и риска, предусматривающих различные методы моделирования нечетких ситуаций принятия решений [5], особенности информационного и лингвистического обеспечений [6]. А. Галаган [7] обозначает направления развития СППР.

Значительная часть публикаций при введении блока анализа или принятия решений в структурную схему СППР предусматривает рассмотрение математического аппарата или предложенных алгоритмов. Так, в работе [8] предложен алгоритм решения задачи, который основан на применении модифицированного итерационного метода Качмажа для решения систем линейных уравнений нейронной сети. При решении происходит расчет весовых коэффициентов.

В. Т. Бобронников, Т. С. Терещенко [9] предлагают использование имитационных моделей случайных природных факторов, оказывающих влияние на функционирование системы. В статье [10] для поиска оптимального решения используются методы многокритериального анализа с учетом наиболее значимых факторов. О. С. Маникаевой, Е. А. Арсирием, А. П. Василевской [11] предложено для поддержки принятия решений с целью кластеризации использовать самоорганизующийся слой Кохонена. В работе [12] авторами предложено использовать инструменты интеллектуального анализа данных. Ряд работ отражают конкретные элементы структурной схемы системы поддержки принятия решений, в частности концепции хранения [8] (с учетом темпоральности [27–29]) и анализа [8–12] данных, интерфейс пользователя [12].

Диапазон предметных (медицина, образование, энергетика, транспорт, промышленность, сельское хозяйство) и проблемных (работа ситуационных центров, жизнеобеспечение городов, диагностика, прогнозирование и др.) областей могут продемонстрировать ряд работ [6, 8, 9–26, 30–31].

Результаты анализа работ показывают необходимость выделения некоторых компонентов в обобщенной структурной схеме СППР при наличии особенностей предметной и проблемной областей, методов анализа данных и способов их хранения, потребность использования знаний для принятия решений и многое другое.

Рассмотрим особенности проектируемых систем поддержки принятия решений.

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ПСИХОФИЗИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ К УСПЕШНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ С УЧЕТОМ ВОЗМОЖНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Особенности организации информационной поддержки принятия решений при совершенствовании психофизической готовности человека к успешной профессиональной деятельности демонстрирует рис. 4. Для примера используется группа студентов. Программа «Цифровая экономика», концепция Индустрия 4.0 ориентированы на определенные принципы, среди которых можно отметить функциональную совместимость человека и машины. В зависимости от профессиональной деятельности от человека потребуются определенная психофизическая готовность (рисунок 4, а). Обобщенной характеристикой профессиональной деятельности может служить профессиограмма, которая включает в том числе профессионально важные качества (ПВК) (см. рисунок 4, а), знания о которых принципиальны для организации информационной поддержки. Методами оценки ПВК [30–32] служат тесты. Профессиограмма, ограниченного на физические упражнения в зависимости от заболевания, соответствующие тесты для оценки ПВК представлены знаниями эксперта. Уровень психофизической готовности представляется результатами тестирования (см. рисунок 4, а) в разные моменты времени (рисунок 4, б) с целью оценки изменения показателей. Изменения могут быть обеспечены выпол-

нением рекомендаций в виде комплекса физических упражнений (ФУ). Для формирования рекомендаций используются экспертные знания о структуре ФУ (рисунок 4, в, д), ограничениях при заболевании и о влиянии ФУ на ПВК. Так, например, для развития и совершенствования координационных способностей предлагается выполнение следующих групп физических упражнений: упражнения на согласованность движений; упражнения на точность движений; упражнения в прыжках и поворотах. Упражнения на координацию способствуют развитию и совершенствованию таких психологических качеств, как внимание, мышление и память, поэтому их необходимо развивать совместно. При заболеваниях органов дыхания рекомендуются упражнения со статическим, динамическим и локализованным дыханием.

Потребность хранения результатов тестирования в разные моменты времени приводит к необходимости учитывать темпоральность данных. Это принципиально, поскольку, с одной стороны, студенты могут проходить тестирование неоднократно с целью мониторинга результатов тестирования, с другой стороны, для анализа используются результаты первого прохождения тестов, которое проводится в некотором временном диапазоне для разных студентов. При этом при проверке качества данных некоторые результаты могут иметь аномальные отклонения, возникнет необходимость повторного тестирования в указанный временной период.

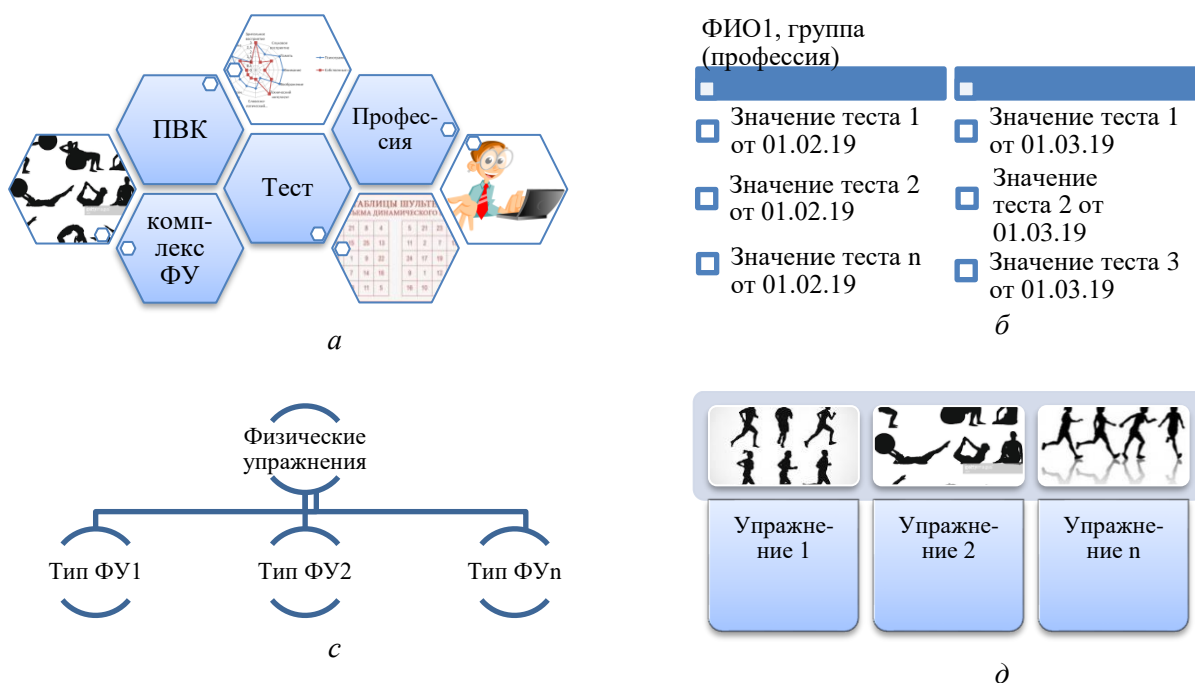


Рис. 4 Особенности организации информационной поддержки принятия решений при совершенствовании психофизической готовности студента для успешной профессиональной деятельности.

Потребность поиска источников, извлечения, формализации, редактирования и хранения знаний приводит к необходимости участия в разработке системы когнитолога и эксперта.

Анализ данных предусматривает как предварительную обработку данных, так и непосредственный анализ, в частности, кластерный, в случае физической подготовки в группе. Для получения индивидуальных рекомендаций блок анализа может не использоваться.

Базовые комплексы физических упражнений (для поддержания психофизической готовности студента) формируются по конкретному психофизическому качеству и представлены знаниями эксперта. В случае «расширения» базового комплекса физических упражнений при необходимости развития нескольких качеств может возникать ситуация включения «схожих»

физических упражнений. Для выдачи корректной рекомендации возникает необходимость анализа текста (описания физического упражнения).

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА СППР ПРИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ПСИХОФИЗИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ СТУДЕНТА ДЛЯ УСПЕШНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Имея представление о базовых компонентах СППР, их взаимосвязях, и зная особенности предметной области и методы обработки данных и знаний для создания структурно-функциональной схемы СППР, сформулируем постановку задачи.

Дано: Множество базовых компонентов СППР $B_k = \{b_{k1}, b_{k2}, \dots, b_{km}\}$, m – количество элементов множества; множество связей между компонентами $K = \{k_{11}, k_{12}, \dots, k_{1m}; k_{21}, k_{22}, \dots, k_{2m}; k_{m1}, k_{m2}, \dots, k_{mm}\}$, $k_{ij} = 1$, при наличии связи между b_{ki} и b_{kj} ; $k_{ij} = 0$, при отсутствии связи между b_{ki} и b_{kj} , $i = 1, m, j = 1, m$.

Множество данных D и методов их обработки M_d , множество знаний Z и методы их извлечения, обработки и принятия решений с использованием знаний M_z . Множество решаемых задач Z_d . Множество информационных технологий $IT = \{it_1, it_2, \dots, it_l\}$, используемых для хранения данных и знаний, визуализации, обработки и пр. Комплекс данных, знаний, методов и технологий работы с ними непосредственно связаны с проблемной областью Opr – $\langle Z_d, D, Z, M_d, M_z, IT \rangle$.

Построить: Структурно-функциональную схему как подмножество $SFS^? - \langle (B_k, K) \times Opr \rangle$, «ограниченное» проблемной областью.

Рассмотрев описанные ранее особенности организации информационной поддержки принятия решений при совершенствовании психофизической готовности человека к успешной профессиональной деятельности и базовые компоненты СППР, выделим следующую структуру системы (рисунок 5). Структурная схема СППР включает подсистемы ввода/редактирования и сбора данных, поиска и извлечения знаний; предварительной обработки данных; пополнения знаний; анализа (моделирования); интеграции данных и вывода решений. Для хранения данных и знаний выделено хранилище, для удобства работы – интерфейс.

Уточняя назначение той или иной подсистемы, то есть указывая функционал, можно перейти к структурно-функциональной схеме системы.

Подсистема ввода/редактирования и сбора данных; поиска и извлечения знаний включает два соответствующих блока. Блок ввода/редактирования и сбора данных предназначен для ввода сведений о студенте (ФИО, направление подготовки, данные тестирования в различные моменты времени), сведения о профессиограмме (в том числе и о профессионально-важных качествах), сведения о тестах как о методе оценки профессионально важных качеств и др.

Блок поиска и извлечения знаний предполагает использование коммуникативных (диалог с экспертом) и текстологических (книги, журналы) методов. В перспективе возможно автоматическое извлечение знаний. В зависимости от используемых методов используются такие источники данных, как литература, ресурсы Интернет, знания эксперта.

Для поддержки решений необходимы знания о взаимосвязи «направление подготовки – профессиограмма (профессионально-важные качества) – тест», «границы диапазона значений результатов тестирования – физические упражнения».

Хранилище данных и знаний позволяет хранить данные. Особенностью хранения данных о результатах тестирования является то, что для мониторинга результатов необходимо хранить значения, полученные в разное время, то есть хранятся темпоральные данные, которые связаны с определенными датами или промежутками времени. Для рассматриваемой системы характерным является то, что однократное тестирование для студентов одной группы может быть проведено в течение некоторого промежутка времени. Такой «срез» результатов тестирования будет использован для анализа.

Подсистема предварительной обработки данных позволяет оценить их качество (блок оценки качества данных), использовать для анализа только «качественные» данные (блок редактирования аномальных выбросов). При этом возможен запрос на повторное прохождение теста или «обработку» аномального выброса (удаление, «усреднение» и пр.).

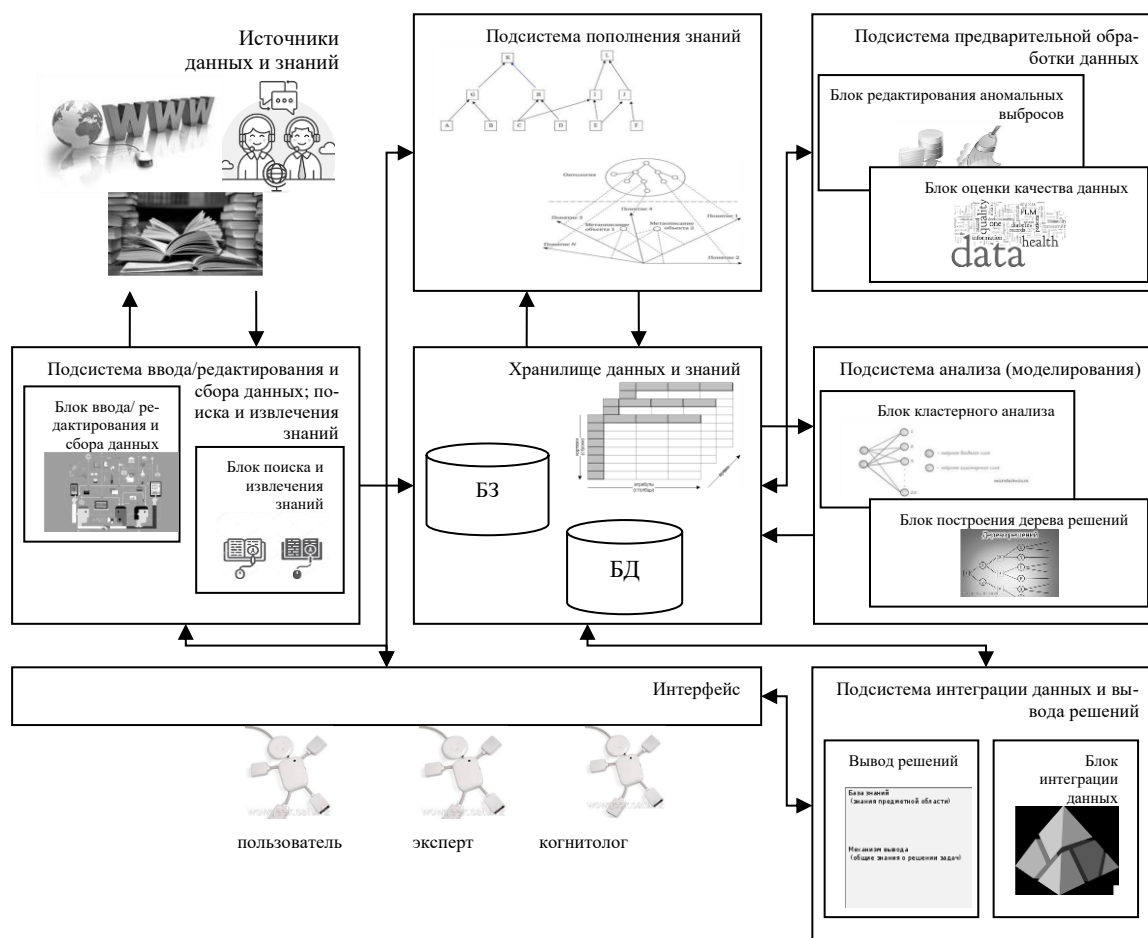


Рис. 5 Структурно-функциональная схема системы поддержки принятия решений при совершенствовании психофизической готовности студента для успешной профессиональной деятельности.

Подсистема анализа (моделирования) предусматривает проведение интеллектуального анализа данных [32, 33] и включает блоки кластерного анализа и построения дерева решений (ДР). Результат кластерного анализа позволяет получить неявные знания путем выявления схожих объектов, то есть студентов со схожей структурой результатов тестирования. Выявленные кластеры позволяют выявить диапазон между минимальным и максимальным значениями по каждому тесту. Построение ДР направлено на решение одной из задач, в частности задачи классификации, с целью отнесения объекта к одному из заранее известных классов. Использование ДР позволяет решать задачи при отсутствии информации о виде зависимости между исследуемыми данными, классифицировать объекты в областях, где сложно формализовать знания.

Пополнение новыми знаниями базы знаний может быть обеспечено подсистемой пополнения знаний. Необходимость пополнения знаний возникает по результатам проведенного кластерного анализа и их интерпретации. Формализация знаний предусматривает уточнение модели представления и непосредственного пополнения базы знаний [34].

Подсистема интеграции данных и вывода решения включает два соответствующих блока. Блок интеграции данных предупреждает дублирование физических упражнений при формировании комплекса физических упражнений (одинаковые упражнения могут быть рекомендованы для совершенствования результатов по разным тестам) [36–37]. Для интеграции предложено использовать технологии интеллектуальных агентов и онтологии [38].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ современных систем поддержки принятия решений показал, что для них характерны эффективная загрузка данных из нескольких независимых источников; накопление данных/знаний и их моделирование на концептуальном уровне, хранение данных, учет темпоральности данных; анализ данных, формирование альтернатив и выбор решения; интеграция данных/знаний из разных источников; визуализация результатов и интеграция СППР с другими ИС.

Особенности организации информационной поддержки принятия решений при совершенствовании психофизической готовности студента для успешной профессиональной деятельности определены тем, что в зависимости от профессиональной деятельности от человека потребуется определенная психофизическая готовность; обобщенной характеристикой профессиональной деятельности может служить профессиограмма, которая включает в том числе профессионально важные качества (ПВК), знания о которых принципиальны для организации информационной поддержки; методами оценки ПВК служат тесты.

Профессиограмма, соответствующие тесты для оценки ПВК представлены знаниями эксперта. Уровень психофизической готовности представляется результатами тестирования в разные моменты времени с целью оценки изменений. Изменения могут быть обеспечены выполнением рекомендаций в виде комплекса физических упражнений (ФУ). Для формирования рекомендаций используются экспертные знания о структуре ФУ и о влиянии ФУ на ПВК.

Потребность хранения результатов тестирования в разные моменты времени приводит к необходимости учитывать темпоральность данных. Это принципиально, поскольку, с одной стороны, студенты могут проходить тестирование неоднократно с целью мониторинга результатов тестирования, с другой стороны, для анализа используются результаты первого прохождения тестов, которое проводится в некотором временном диапазоне для разных студентов.

Структурная схема СППР включает подсистемы ввода/редактирования и сбора данных, поиска и извлечения знаний; предварительной обработки данных; пополнения знаний; анализа (моделирования); интеграции данных и вывода решений. Для хранения данных и знаний выделено хранилище, для удобства работы – интерфейс.

Уточняя назначение той или иной подсистемы, то есть указывая функционал, можно перейти к структурно-функциональной схеме системы.

В дальнейшем авторы планируют представить онтологию проектирования СППР.

БЛАГОДАРНОСТИ И ПОДДЕРЖКА

Работа выполнена в рамках исследований, поддержанных грантом РНФ 22-19-00471.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Ключко В. И., Шумков Е. А., Власенко А. В., Карнизьян Р. О. Архитектуры систем поддержки принятия решений // Научный журнал КубГАУ. 2013. № 86 (02). С. 1-10. [[V. I. Klyuchko, E. A. Shumkov, A. V. Vlasenko, R. O. Karnizyan, "Architectures of decision support systems" (in Russian) // Nauchnyj Zhurnal KubGAU, no. 86 (02), pp. 1-10, 2013.]]
2. Смирнов О. И., Скородумов С. В. Система поддержки принятия решений по технологиям быстрого прототипирования [Электронный ресурс]. URL: <http://lab18.ipu.ru/projects/conf2011/2/32.htm> (дата обращения: 18.05.2023). [[O. I. Smirnov, S. V. Skorodumov, "Decision support system for rapid prototyping technologies" (2023, May 18). [Online], (in Russian). URL: <http://lab18.ipu.ru/projects/conf2011/2/32.htm>]]
3. Щеглов С. Н. Современные технологии построения систем поддержки принятия решений // Известия ЮФУ. Технические науки, Тематический выпуск. 2008. № 4 (81). С. 106-111. [[S. N. Shcheglov "Modern technologies for building decision support systems" // Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki, Tematicheskij vypusk. no. 4(81), pp. 106-111, 2008.]]

4. Галаган А. Системы поддержки принятия решений: практические аспекты. Ч. II // *Intelligent Enterprise*. 2003. № 6 (71). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iemag.ru/platforms/detail.php?ID=16522> (дата обращения: 18.05.2023). [[A. Galagan "Decision support systems: practical aspects". 2003. No. 6 (71). (2023, May 18). [Online], (in Russian). URL: <https://www.iemag.ru/platforms/detail.php?ID=16522>]]
5. Курейчик В. М. Особенности построения систем поддержки принятия решений // *Известия ЮФУ. Технические науки*. 2012. №7 (132). С. 92-98. [[V. M. Kurejchik "Features of constructing decision support systems" (in Russian) // *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki*, no. 7 (132), pp. 92-98, 2012.]]
6. Попов А. П., Нехорошев С. Н., Ageev С. В., Романов А. С., Чухров И. П. Основные положения построения системы поддержки принятия решений ситуационного центра // *Технологии гражданской безопасности*. 2007. Т. 14. № 4 (54). С. 21-25. [[A. P. Popov, S. N. Nekhoroshev, S. V. Ageev, A. S. Romanov, I. P. Chuhrov "Basic provisions of building decision support system for situation center" // *Tekhnologii grazhdanskoj bezopasnosti*. no. 4(54). vol. 14. pp.21-25, 2007.]]
7. Лобастов С. Ю. Системы коллективной поддержки принятия решений: определение, виды, направления развития // *Молодой ученый*. 2015. № 13 (93). С. 850-855. [[S. Yu. Lobastov "Collective decision support systems: definition, types, directions of development" // *Molodoj uchenyj*, no. 13(93). pp. 850-855, 2015.]]
8. Дмитриев Г. А., Астафьев А. Н. Система поддержки принятия решений при определении нозологической формы гепатита // *Международный научно-практический журнал «Программные продукты и системы»*. 2017. № 4. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.swsys.ru/index.php?page=article&id=4379&lang=> (дата обращения: 18.05.2023). [[G. A. Dmitriev, A. N. Astafev "Decision support system for determining the nosological form of hepatitis" (2023, May 18). [Online], (in Russian) // *Mezhdunarodnyj nauchno-prakticheskij zhurnal «Programmnye produkty i sistemy»*, no. 4., 2017. URL: <http://www.swsys.ru/index.php?page=article&id=4379&lang=>]]
9. Бобронников В. Т., Терещенко Т. С. Система поддержки принятия решений для обоснования выбора проектных параметров автономных систем энергоснабжения // *Труды МАИ*. 2016. № 88. [[V. T. Bobronnikov, T. S. Tereshchenko "Decision support system to justify the choice of design parameters for autonomous power supply systems" (in Russian) // *Trudy MAI*, no. 88, 2016.]]
10. Alhri M. S., Alghoul S. K, Agha Kh. R. Development of decision support system for optimal site selection of desalination plants // *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)*. 2014. Vol. 11. Iss. 6. Ver. III. Pp. 84-90.
11. Маникаева О. С., Арсирий Е. А., Василевская А. П. Разработка подсистемы поддержки принятия решений в системах нейросетевого распознавания образов по статистической информации // *Восточно-европейский журнал передовых технологий*. 2015. Т. 6. № 4 (78). С. 4–12. [[O. S. Manikaeva, E. A. Arsirij, A. P. Vasilevskaya "Development of decision support subsystem in neural network pattern recognition systems based on statistical information" (in Russian) // *Vostochno-evropejskij zhurnal peredovyh tekhnologij*, vol. 6, no. 4(78), pp. 4-12, 2015.]]
12. Moath A. MATLAB GUI for Data Mining and DSS (Project scope) [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/275715041_MATLAB_GUI_for_Data_Mining_and_DSS_Project_scope [Accessed May 18, 2023].
13. Шемякин Е. В. Построение модели и структуры системы поддержки принятия решений руководителя виртуальной образовательной организации // *Российский экономический интернет-журнал [Электронный ресурс]*. URL: <http://www.e-rej.ru/upload/iblock/317/317a2851e0488a71e0612f39813124bf.pdf> (дата обращения: 18.05.2023). [[E. V. Shemyakin "Building model and structure of decision support system for head of virtual educational organization" (2023, May 18). [Online], (in Russian) // *Rossijskij ekonomicheskij internet-zhurnal*. <http://www.e-rej.ru/upload/iblock/317/317a2851e0488a71e0612f39813124bf.pdf>]]
14. Туманов А. Ю. Разработка системы поддержки принятия решения по оценке риска аварий на потенциально опасных объектах // *Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета*. 2013. № 2 (171). С. 289-299. [[A. Yu. Tumanov "Development of decision support system for assessing risk of accidents at potentially hazardous objects" (in Russian) // *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta*, no. 2(271), pp.289-299, 2013.]]
15. Киреев А. В. Система поддержки принятия решений по оценке активности воспалительных процессов на основании анализа пассивных электрических свойств биопроб: автореф. ... канд. техн. наук. [[A. V. Kireev "Decision support system for assessing the activity of inflammatory processes based on the analysis of passive electrical properties of biosamples: abstract of diss. cand. tech. sci." (in Russian).]]
16. Иванов А. В., Корячко В. П., Сериков С. А. Анализ влияющих факторов и построение системы поддержки принятия решений при испытании РКТ на основе многокритериальной оптимизации // *Цифровая обработка сигналов*. 2010. № 3. С. 13-16. [[A. V. Ivanov, V. P. Koryachko, S. A. Serikov "Analysis of influencing factors and construction of decision support system for testing RKT based on multi-criteria optimization" (in Russian) // *Cifrovaya Obrabotka Signalov*, no. 3, pp.13-16, 2010.]]
17. Panagiotis B., Haritou M., Pouliakis A., Margari N., Kyrgiou M., Spathis A., Pappas A., Ioannis P., Paraskevaidis E., Karakitsos P., Koutsouris D.-D. An intelligent clinical decision support system for patient-specific predictions to improve cervical intra-epithelial neoplasia detection // *BioMedresearch International*. 2014. DOI:341483. 10.1155/2014/341483.
18. Stamatescu Iu., Arghira N., Fagarasan I., Stamatescu G., Iliescu S., Calofir V. Decision support system for a low voltage renewable energy system // *Energies*. 2017. No. 10(1): 118. DOI: 10.3390/en10010118.
19. Gavriljuk E. A., Mantserov S. A., Ilichev K. V., Turikov M. I. Information decision-support system on the basis of the method of diagnostics and control of the technical state of industrial equipment // *Proceedings of Conference: 2018 Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines (Dynamics)*. Omsk. 2018. Pp. 1-7. DOI: 10.1109/Dynamics.2018.8601472.
20. International Application Published under the Patent Cooperation Treaty (PCT). World Intellectual Property Organization International Bureau, 2012. International Publication Number: 2012/037640 Al. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/332522751_12_INTERNATIONAL_APPLICATION_PUBLISHED_UNDER_THE_PATENT_COOPERATION_TREATY_PCT_

19_World_Intellectual_Property_Organization_International_Bureau_10_International_Publication_Number_43_International_Pub [Accessed May 18, 2023].

21. Suxia Cui., Wang Y., Risch E., Bourgeois D. Educational project on decision support system for precision agriculture // Proceedings of the 2014 ASEE Gulf-Southwest Conference Organized by Tulane University, New Orleans, Louisiana Copyright. American Society for Engineering Education, 2014. Pp. 1-9. [Online]. Available: <http://asee-gsw.tulane.edu/pdf/educational-project-on-decision-support-system-for-precision-agriculture.pdf> [Accessed May 18, 2023].

22. Митус К. Н., Кацко И. А. Система поддержки принятия решения по выбору способа приобретения программного обеспечения // Научный журнал КубГАУ. 2016. № 121 (07). С. 1-12. [[К. Н. Mitus, I. A. Kacko "Decision support system for choosing software acquisition method" (in Russian) // Nauchnyj Zhurnal KubGAU, no. 121 (07), pp. 1-12, 2016.]]

23. Gang Hau., Linyan Fu., Yonggang Xu. The artificial neural network application in safety and production decision support system of coalmine // Proceedings of the 11 Joint International Computer Conference (JICC2005), 2015. Pp. 523-526.

24. Kostoglou V., Ploskas N., Vassilakopoulos M., Tsantopoulou V. Analysis and design of a web-based decision support system for choosing higher education studies // Yugoslav Journal of Operations Research. 24. 2014. No. 3. Pp. 399-414.

25. Druzdel M. J., Flynn R. R. Decision Support Systems. 2010. DOI: 10.1201/b11499-37.

26. Duah D. Y. A., Matt Syal M. G. Intelligent decision support system for home energy retrofit adoption // International Journal of Sustainable Built Environment. 2016. DOI: 10.1016/j.ijse.2016.05.003.

27. Козадою Ю. В., Базаркин А. Н. Вопросы темпоральности данных при интеграции медицинских информационных систем // Программные системы: теория и приложения. 2010. № 4 (4). С. 45–52. [[Yu. V. Kozadoj, A. N. Bazarkin "Issues of data temporality in the integration of medical information systems" (in Russian) // Programmnye Sistemy: Teoriya i Prilozheniya, no. 4 (4), pp. 45-52, 2010.]]

28. Колыхалова Е. В., Проскурин Д. Методические основы проектирования информационных систем с учетом темпоральности данных предметной области // Молодой ученый. 2009. № 11. С. 54-56. [[E. V. Kolyhalova, D. Proskurin "Methodological basis for designing information systems taking into account temporality of data in the subject area" (in Russian) // Molodoy Uchenyj, no. 11, pp. 54-56, 2009.]]

29. Базаркин А. Н. Основные принципы построения темпоральных реляционных моделей данных // Труды Молодежной научно-практической конференции «Научоёмкие информационные технологии», УГП им. А. К. Айламазяна, 2009. С. 23-37. [[A. N. Bazarkin "Basic principles of constructing temporal relational data models" (in Russian) // Trudy Molodezhnoj nauchno-prakticheskoj konferencii Naukojomykie informacionnye tekhnologii, UGP im. A. K. Ajlamazyana, pp. 23-37, 2010.]]

30. Ризванов Д. А., Чернышев Е. С. Методы и алгоритмы поддержки принятия решений при управлении производственными ресурсами машиностроительного предприятия на основе многоагентного подхода // Системная инженерия и информационные технологии. 2023. Т. 5. № 2 (11). С. 96-106. EDN: PIZIDE. [[D. A. Rizvanov, E. S. Chernyshev "Methods and algorithms for decision support in managing production resources of machine-building enterprise based on multi-agent approach" (in Russian) // Sistemnaya Inzheneriya i Informacionnye Tekhnologii, vol. 5, no. 2 (11), pp. 96-106, 2023.]]

31. Юсупова Н. И., Нургаянова О. С., Зулкарнеев Р. Х. Формализация этапов риск-анализа в СППР с учетом оценок клинических рисков при бронхолегочных заболеваниях // Системная инженерия и информационные технологии. 2023. Т. 5. № 1 (10). С. 11–24. EDN: КНИИТ. [[N. I. Yusupova, O. S. Nurgayanova, R. H. Zulkarneev "Formalization of stages of risk analysis in the DSS taking into account assessments of clinical risks for bronchopulmonary diseases" (in Russian) // Sistemnaya Inzheneriya i Informacionnye tekhnologii, vol. 5, no. 1 (10), pp.11-24, 2023.]]

32. Юсупова Н. И., Сметанина О. Н., Сазонова Е. Ю., Агадуллина А. И., Наумова Т. В. Data Mining для поддержки принятия решений по совершенствованию психофизической готовности человека к успешной профессиональной деятельности // Труды Института системного анализа Российской академии наук. 2019. Т. 69. № 4. С. 13-21. DOI 10.14357/20790279190402. EDN RJIJSO. [[N. I. Yusupova, O. N. Smetanina, E. Yu. Sazonova, A. I. Agadullina, T. V. Naumova "Data Mining to support decision-making to improve a person's psychophysical readiness for successful professional activity" (in Russian) // Trudy ISARAN, vol. 69. 4/2019.]]

33. Сметанина О. Н., Гаянова М. М., Наумова Т. В., Гаянов Р. Ч. Информационные аспекты профессиональной прикладной физической подготовки // Information Technologies for Intelligent Decision Making Support (ITIDS'2016). Т. 1. 2016. С. 186-191. EDN VYFCMF. [[O.N. Smetanina, M.M. Gayanova, T.V. Naumova, R. Ch. Gayanov "Information aspects of professional applied physical training of students" (in Russian) // Proc. Workshop on Information Technology Intelligent Decision Support (ITIDS-2016), vol. 1, pp. 186-191.]]

34. Сметанина О. Н., Наумова Т. В., Адельметова А. Ю., Назмиева К. В. Формализация знаний при поддержке управленческих решений // Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений (ITIDS'2018): Труды VI Всероссийской конференции (с приглашением зарубежных ученых), Уфа – Ставрополь, 28–31 мая 2018 года. Т. 3. С. 7-16. EDN VKQTKX. [[O. N. Smetanina, T. V. Naumova, A. Yu. Adelmetova, K. V. Nazmieva "Formalization of knowledge to support management decisions" (in Russian) // Proc. Workshop on Information Technology Intelligent Decision Support (ITIDS-2018), vol. 3, pp. 7-16.]]

35. Гузаиров М. Б., Юсупова Н. И., Сметанина О. Н., Наумова Т. В., Сазонова Е. Ю., Агадуллина А. И. Поддержка принятия решений по совершенствованию психофизической готовности к профессиональной деятельности на основе интеллектуальных технологий // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. Т. 7. № 3 (26). EDN: JGOEJZ. DOI: 10.26102/2310-6018/2019.26.3.022. [[M. B. Guzairov, N. I. Yusupova, O. N. Smetanina, T. V. Naumova, E. Yu. Sazonova, A. I. Agadullina "Supporting decision making to improve psychophysical readiness for professional activity on basis of intellectual technologies" (in Russian) // Modelirovanie, optimizaciya i informacionnye tekhnologii, vol. 7, no. 3 (26).]]

36. Каспранская А. И., Сметанина О. Н. Подход к оценке принадлежности текстов одной тематике // Современные наукоёмкие технологии. 2022. № 5 (ч. 1). С. 43-47. DOI: 10.17513/snt.39148. [[A. I. Kaspranskaya, O. N. Smetanina "Approach to the

assessment of texts belonging to the same subject" (in Russian) // *Sovremennye Naukoemkie Tekhnologii*, no. 5 (p. 1). DOI: 10.17513/snt.39148, 2022.]]

37. Гаянова М. М., Вульфин А. М. Структурно-семантический анализ научных публикаций выделенной предметной области // *Системная инженерия и информационные технологии*. 2022. Т. 4. №. 1 (8). С. 37-43. EDN: SRLPRF. [[М. М. Gayanova, A. M. Vulfin "Structural and semantic analysis of scientific publications of the selected subject area" (in Russian) // *Sistemnaya Inzheneriya i Informacionnye Tekhnologii*, vol. 4, no. 1 (8), pp. 37-43, 2023.]]

38. N. Yusupova, O. Smetanina, A. Agadullina, E. Rassadnikova "The development of ontologies to support the decisions in production systems management" // In: *RPC 2017 - Proceedings of the 2nd Russian-Pacific Conference on Computer Technology and Applications*, Vladivostok, 25–29 сентября 2017 года. Vladivostok: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2017. Pp. 188-193. DOI 10.1109/RPC.2017.8168096. EDN UYACMF.

Поступила в редакцию 12 декабря 2023 г.

МЕТАДАНИЕ/МЕТАDATA

Title: Decision support system in development of person's psychophysical readiness for successful professional activity.

Abstract: This article discusses classification of decision support systems (DSS) in social and economic systems management, history of decision support systems, development of decision support systems structural and functional schemes. The change composition and functional of system structural components in connection with the development of the theoretical foundations of decision-making, the mathematical apparatus and the information technology is shown. Functionality of modern DSS, the basic components of the system, the impact on the task feature's structure, the used technology and the domain knowledge are designated. The organization specifics of information decision making support on improvement a person's psychophysical readiness for successful professional activity are described. The inclusion of components in the structural diagram is justified, as well as main purpose of each component is determined.

Key words: structural and functional diagram of DSS, data temporality, expert knowledge, knowledge formalization, domain knowledge, data integration based on text analysis.

Язык статьи / Language: русский/Russian.

Поддержка/Support: РФФИ, грант 22-19-00471.

Об авторах / About the authors:

САЗОНОВА Екатерина Юрьевна

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», Россия.
Доц. каф. вычислительной математики и кибернетики. Дипл. экон.-математик (Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т, 2011). Канд. техн. наук по системам автоматиз. управления (там же, 2015). Иссл. в обл. управления, сист. анализа, интел. обр. данных.
E-mail: sazonova.eyu@ugatu.su
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8834-2635>
URL: elibrary.ru/author_profile.asp?authorid=108068

СМЕТАНИНА Ольга Николаевна

ООО «Глотэрус», Россия.
Проф. каф. вычислительной математики и кибернетики. Дипл. инж.-электрик (Уфимск. авиац. ин-т, 1985). Д-р техн. наук по управлению в соц. и экон. системах (Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т, 2012). Иссл. в обл. интелл. поддержки принятия решений.
E-mail: smetanina.on@ugatu.su
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6970-1110>
URL: elibrary.ru/author_profile.asp?authorid=161318

ЖУРАВЛЕВА Камила Ирековна

ПАО Банк Уралсиб, Россия.
Гл. эксперт. Дипл. магистр по управлению персоналом (Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т, 2022). Иссл. в обл. принятия решений в организационных системах.
E-mail: kamilaaranbaeva1@gmail.com
URL: https://elibrary.ru/author_profile.asp?authorid

ЮЛАЕВ Рустем Сергеевич

ООО «Глотэрус», Россия.
Рук. отдела АСУ ТП. Дипл. инж. по промышл. электронике (Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т, 2003).
E-mail: pepper510@mail.ru

SAZONOVA Ekaterina Yurevna

Ufa University of Science & Technologies, Russia.
Assoc. Prof. of Computational Mathematics and Cybernetics dept. Dipl. Economist-Mathematician (Ufa State Aviation Tech. Univ., 2011). Cand. Tech. Sci. on automated control systems (ibid., 2015).
E-mail: sazonova.eyu@ugatu.su
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8834-2635>
URL: elibrary.ru/author_profile.asp?authorid=108068

SMETANINA Olga Nikolaevna

Ufa University of Science & Technologies, Russia.
Prof. Computational Mathematics and Cybernetics dept. Dipl. Eng.-Electrician (Ufa Aviat. Institut, 1985). Dr. Technical Sciences in social and economic management systems (Ufa State Aviat. Tech. University, 2012). Research in the field of intelligent decision support.
E-mail: smetanina.on@ugatu.su
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6970-1110>
URL: elibrary.ru/author_profile.asp?authorid=161318

ZHURAVLEVA Kamila Irekovna

Uralsib Bank, Russia.
The chief expert. Dipl. Master of Human Resources Management (Ufa State Aviat. Tech. Univ., 2022). Research in the field of decision-making in organizational systems.
E-mail: kamilaaranbaeva1@gmail.com
URL: https://elibrary.ru/author_profile.asp?authorid

YULAEV Rustem Sergeevich

LLC "Gloterus", Russia.
Head of the Process Control System dept. Dipl. Eng. for industrial electronics (Ufa State Aviation Technical University, 2003).
E-mail: pepper510@mail.ru