

РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЧЕЛОВЕКА: ВЫХОД НА ПАКЕТ НАУЧНЫХ ПРОТОТИПОВ И ПРЕДЛАГАЕМОЕ РЕШЕНИЕ

С.Л. Гольдштейн¹, Н.А. Костюхина²

¹ ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет – УПИ
имени Б.Н.Ельцина», г. Екатеринбург, ² ГОУ ВПО «Уральский государственный университет
имени А.М.Горького», г. Екатеринбург

В статье представлен пакет научных прототипов и предлагаемые решения по системе оценки работоспособности человека в паре «пациент - специалист».

Ключевые слова: система оценки работоспособности, пакет научных прототипов, предлагаемое решение.

DEVELOPMENT OF PERSON EFFICIENCY ASSESSMENT SYSTEM: OUTLET ON THE PACKAGE OF SCIENTIFIC PROTOTYPES AND SUGGEST SOLUTION

S.L. Goldshtein, N.A. Kostyukhina

In the article proposed the package of scientific prototypes and suggest solutions for the system of person efficiency in a couple “expert - patient” assessment.

Keywords: efficiency assessment system, package of scientific prototypes, suggest solution.

Актуальность и постановка задачи

Известно, что работоспособность человека определяется, прежде всего, его состоянием. На практике существует множество методик для оценки психологического [1, 2], физиологического [3 - 6], интеллектуального [1] состояний человека. Все эти методики реализованы в современных одноместных приборах и установках, как по отдельности, так и в совокупности, и предназначены для определения функционального состояния ответственного исполнителя: пилота, оператора, управленца и т.д. Наряду с несомненными

достоинствами указанные методы и средства обладают недостатками. Так, во-первых, недостаточно учтена функция совместимости при коллективной (хотя бы парной) работе. Поскольку в известных системах оценки работоспособности человека имеет место взаимодействие пилота, оператора, управленца и т.д. с техническим объектом. При этом совместимость нескольких операторов рассматривается меньше. Во-вторых, недостаточно выделен механизм адаптации под разноплановую деятельность. Основная причина этих недостатков – системная неполнота моде-

лей, проектов и, соответственно, реализаций.

Очевидна необходимость в парировании критики как в инвариантном плане, так и с учётом специфических задач, например, при обеспечении работоспособности пары: специалист медицинского многопрофильного учреждения – ребёнок-пациент с врожденной или приобретенной патологией, подкреплённая социальным заказом со стороны Научно – практического центра «Бонум» г. Екатеринбург. При этом исходили из гипотезы о возможной неполной (односторонней или двусторонней) готовности этой пары к совместной эффективной деятельности.

В данной статье поставлены и решены следующие задачи: составления литературно-аналитического обзора, выявления аналогов и прототипов, предварительного структурного моделирования прототипных и предполагаемых решений, выхода на пакет научных и корпоративных прототипов.

Литературно – аналитический обзор

В рамках обозначенной темы выделено три направления литературно-аналитического обзора (ЛАО): оценка работоспособности человека, системы оценки работоспособности, методы развития систем. Просмотрено 183 литературных и Интернет- источников, опрошено 3-ое экспертов.

Направление 1 ЛАО: оценка работоспособности человека.

Большинство методик оценки работоспособности человека основано на изучении функции организма, которая в наибольшей степени используется в его деятельности. Так, например, у спортсменов изучается соматическое состояние; в профессиях, требующих большой психологической отдачи, в основном, используют бланковое психотестирование; для людей, чья профессия основана на интеллектуальном труде, применяются когнитивные тесты.

Для оценки физиологического состояния человека разработаны следующие методики: исследование показателей работы сердечно-сосудистой [4, 5, 7] и дыхательной [4, 5] систем, показателей мышечной активности [5] и т.д.

Методы психологической диагностики: тесты-опросники [5], такие как изучение особенностей нервной системы, психических процессов, личностных свойств, особенностей активности личности, качества жизни и социальной адаптации и т.д.; методы психофизиологии: зрительно-моторная [1, 4] и кожно-гальваническая [6] реакции, биоэлектромагнитная реактивность живых тканей [3] и т.д.

Для интеллектуальной оценки более значимы меры внимания, скорость мышления, характеристики памяти и т.д., чем сам уровень знаний. Методы интеллекту-

альной оценки, так же как и психологической диагностики, базируются на фиксации показаний приборов (параметров variability сердечного ритма (BCP) [4, 7 - 9], состояния электроэнцефалограммы (ЭЭГ) [4, 5] и т.д.) и/или данных бланковых тестов [5].

Информация по направлению 1 релевантна теме и пертинентна для авторов, интересы которых лежат в сферах биофизики, системотехники, информационных технологий.

Направление 2 ЛАО: системы оценки работоспособности человека.

Системы оценки работоспособности (COP) предполагают интегрированность вышеописанных методик, то есть наличие системного эффекта отдельных структурных элементов. Существуют одноцелевые [8] и универсальные [3, 10] COP. Одноцелевые разработаны для анализа работоспособности под конкретный вид деятельности человека (пилота, спортсмена и т.п.) и, как правило, имеют специфический сценарий нагрузки. Универсальные COP можно использовать во всех/нескольких сферах деятельности человека, они более распространены.

Все современные отечественные [3, 6, 8, 10] и зарубежные [4] COP поддерживаются физико-математическими моделями, аппаратурой, программным обеспечением. В ходе ЛАО обнаружены элементы интеграции [3, 6, 8, 10].

Информация по направлению 2 полна, глубока, достоверна.

Направление 3 ЛАО: методы развития систем.

При проведении ЛАО по данному направлению опирались, в основном, на три наиболее авторитетных источника [11 - 13].

В целом по обзору отметим, что изученный материал достаточен для парирования недостатков известных решений и дальнейшего развития систем оценки работоспособности.

Работа с аналогами

В каждом из направлений выделено от 4-х до 13-ти аналогов, проведена оценка их качества. Оценивание проводили по следующей шкале описания качества: 0 - отсутствие, 1 – минимальность, 2 – удовлетворительность, 3 – достаточность.

Оценка методов определения работоспособности человека

Ниже приведены критерии оценки методов определения работоспособности человека по [10]:

Достаточность методики для диагностического охвата значимых свойств и функций человека;

Универсальность методики с точки зрения диагностики как можно большей группы параметров;

Соответствие методики общенаучным стандартам (валидности, надежности, достоверности, точности), а также сами оценки (табл.1).

Таблица 1
Оценка методик определения работоспособности человека

Вид	Аналоги		Ссылка	Оценка по критериям, балл			Σ, балл
	Обозначение	Название		1	2	3	
1 - вербальные	1.1	Бланковые психологические тесты	[5]	0	0	3	3
	1.2	Когнитивные тесты	[5]	0	0	3	3
2 - биофизические	2.1	Метод измерения биоэлектромагнитной реактивности (БЭМР) живых тканей	[3]	3	2	2	7
	2.2	Кожно – гальваническая реакция	[6]	2	1	3	6
	2.3	Хронорефлексометрия	[1, 4]	3	1	3	7
	2.4	Электрокардиограмма	[4]	3	2	3	8
	2.5	Спирометрия	[5]	2	1	3	6
	2.6	Динамометрия	[5]	2	1	3	6
	2.7	Определение индексов БЭМР в парных точках организма	[14]	3	1	1	5
	2.8	Стабилография	[5]	1	1	3	5
	2.9	Хронорефлексометрия	[1, 4]	3	1	3	7
	2.10	Вариабельность сердечного ритма	[7]	3	3	3	9
	2.11	Метод газоразрядной визуализации	[15]	3	1	1	5

Вывод: явного «победителя» нет, в качестве прототипа возможно использование компилятивной модели аналогов 2.4 и 2.10.

Оценка систем диагностики работоспособности человека

Критерии оценки систем диагностики работоспособности человека в соответствии с [10] должны учитывать:

Результат любого диагностического исследования должен быть представлен в виде точки на непрерывном континууме диагностируемого свойства;

Наличие интегральной характеристики состояния человека (адаптационный потенциал, психоэмоциональный статус, функциональное состояние и т.д.) и её объективность;

Автоматизация процедуры исследования и обработки результатов;

Доступность диагностических методик и аппаратуры для массового пользователя в обычных (полевых) условиях с учетом: а) научно-практической доступности в получении и интерпретации данных; б) эконо-

мической доступности в приобретении и эксплуатации;

Преимущество портативных диагностических методов и аппаратуры в целях экономии времени диагностики и упрощения требований к её материально - техническому обеспечению.

Оценки представлены в табл. 2.

Таблица 2
Оценка систем диагностики работоспособности человека

№ п/п	Название аналога	Ссылка	Оценка по критериям, балл					Σ, балл
			1	2	3	4	5	
1	Комплекс «РОФЭС»	[3]	3	2	3	1	3	12
2	Универсальный портативный прибор «Активациометр»	[10]	3	3	2	1	3	12
3	Система оценки работоспособности человека	[8]	3	3	3	2	3	14
4	Компьютерный полиграф «Риф»	[6]	2	2	3	1	3	11

В результате определён основной прототип: система оценки работоспособности человека, предназначенная для контроля психофизиологического состояния пилота.

Оценка методов развития систем

Для оценки методов развития систем известны следующие критерии: временно-го соответствия (предполагает отбор наиболее подходящих сценариев развития системы от существующего состояния на эволюционной линии системы); оптимальности по времени (предполагает выбор методик, которые наиболее быстро смогут перевести систему на более высокий уровень), энергетическим и экономическим

ресурсам. В качестве базового выбран метод композиции-декомпозиции на основе принципа физической моделируемости сложного объекта. Так же нами учтены методы перехода с микро- на макроуровень и обеспечения полноты частей системы.

Пакет научных прототипов

Пакет научных прототипов, составленный с учетом подхода [16], представлен в табл. 3.

Ранг	Название прототипа	Ссылка	Недостатки
0	Система оценки работоспособности человека	[8]	Системно-структурная неполнота
1	Подсистема целеполагания	[17]	Функциональная неполнота
	Подсистема медико – психологической диагностики	[18 - 21]	Функционально-параметрическая неполнота
	Подсистема прогнозирования	[22]	Функционально-параметрическая неполнота
	Подсистема оценки совместимости	[23]	Функционально-параметрическая неполнота
	Подсистема адаптации	[24]	Функционально-параметрическая неполнота

Структурные модели прототипов и предлагаемых решений.

Пакет корпоративных прототипов

При обзоре существующих в НПЦ «Бонум» диагностических средств отмечено, что аппаратная база минимально достаточна для ее улучшения в интересах оценки работоспособности пары «специалист - пациент».

Модели разработаны нами в учетом рангов, указанных в табл. 3.

Прототип 0-го ранга и его развитие.

Структурная модель приведена на рис. 1.

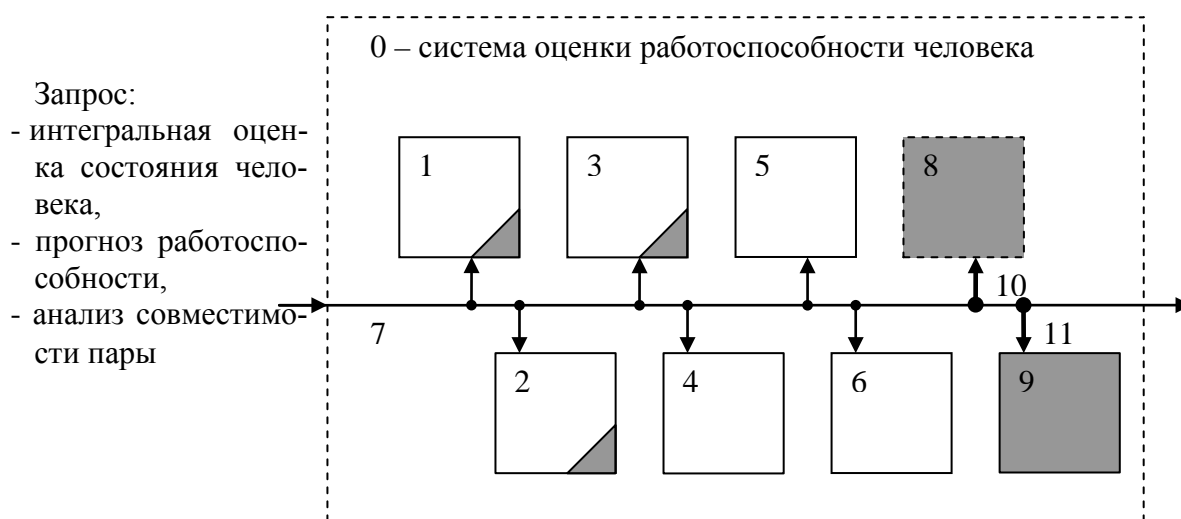


Рис.1. Структура системы контроля работоспособности человека по прототипу [8] и предлагаемому решению (подсистемы: 1 – целеполагания, 2 – диагностики состояния человека, 3 - прогнозирования, 4 – принятия решения, 5 - хранения информации, 6 – визуализации информации, 7, 10, 11 – интерфейсов, 8 – проверки совместимости, 9 – атаптация под специфику организации)

Здесь и далее серым фоном и уголками обозначены предлагаемые решения.

Прототипы 1-го ранга и их развитие

Первый прототип первого ранга: подсистема целеполагания и ее развитие.

Данная подсистема предназначена для реализации системного метода целеполагания [17]. Прототип и предлагаемое решение приведены на рис. 2.

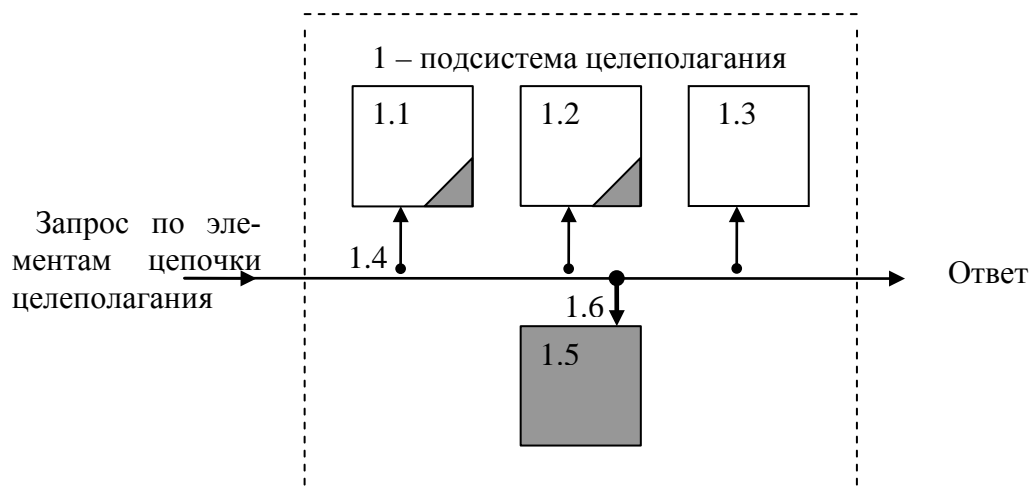


Рис.2. Структура подсистемы целеполагания по прототипу [17] и предлагаемому решению (блоки: фиксации 1.1 – главных и локальных целей, 1.2 – задач, 1.3 – функций; 1.4, 1.6 – интерфейсов, 1.5 – задания параметров и значений параметров)

Второй прототип первого ранга: подсистема диагностики состояния человека и ее развитие.

По компилятивному прототипу [18 – 21] предложено развитие подсистемы диагностики работоспособности человека (рис. 4).

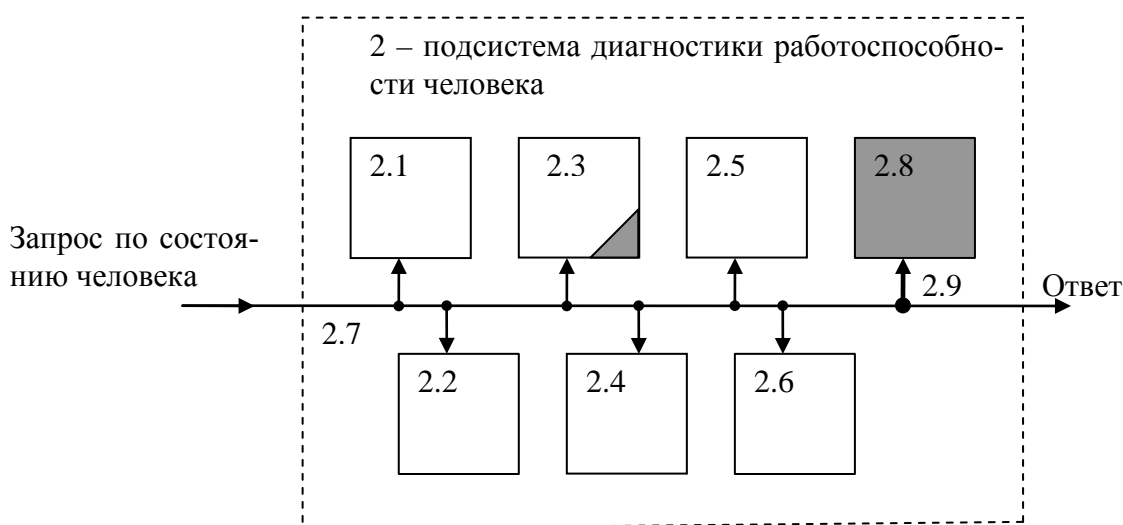


Рис. 3. Структура подсистемы диагностики по компилятивному прототипу [18 - 21] и предлагаемое решение (блоки: 2.1 – сбора данных, 2.2 – обработки данных, 2.3 – интерпретации полученных результатов, 2.4 – определения окончательного диагноза, 2.5 – НИР, 2.6 – испытаний, 2.7, 2.9 – интерфейсов, 2.8 - системной интеграционной поддержки)

Третий прототип первого ранга: подсистема прогнозирования и ее развитие.

В качестве прототипа выбрана подсистема аналитической платформы [22], решающая задачу прогнозирования. Прототип и предлагаемое решение - на рис.5.

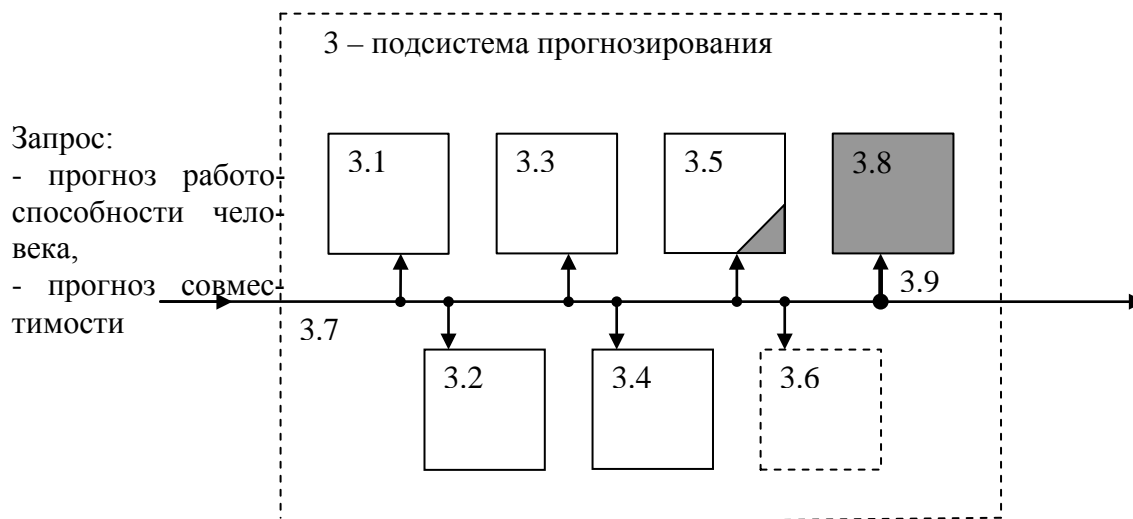


Рис. 4. Структура подсистемы прогнозирования по прототипу [22] и предлагаемое решение (блоки: 3.1 – выдвижения гипотез, 3.2 – ввода данных, 3.3 – очистки данных (заполнение пропусков, очистка от шумов и т.п.), 3.4 – трансформации данных (группировка и сортировка, квантование и т.п.), 3.5 – построения модели, 3.6 – прогнозирования, 3.7, 3.9 – интерфейсов, 3.8 – адаптера 1)

Четвёртый прототип первого ранга: подсистема проверки совместимости и ее развитие.

За прототип принят метод оценки совместимости пары по личностным особенностям [23]. Прототип и предлагаемое решение представлены на рис.5.

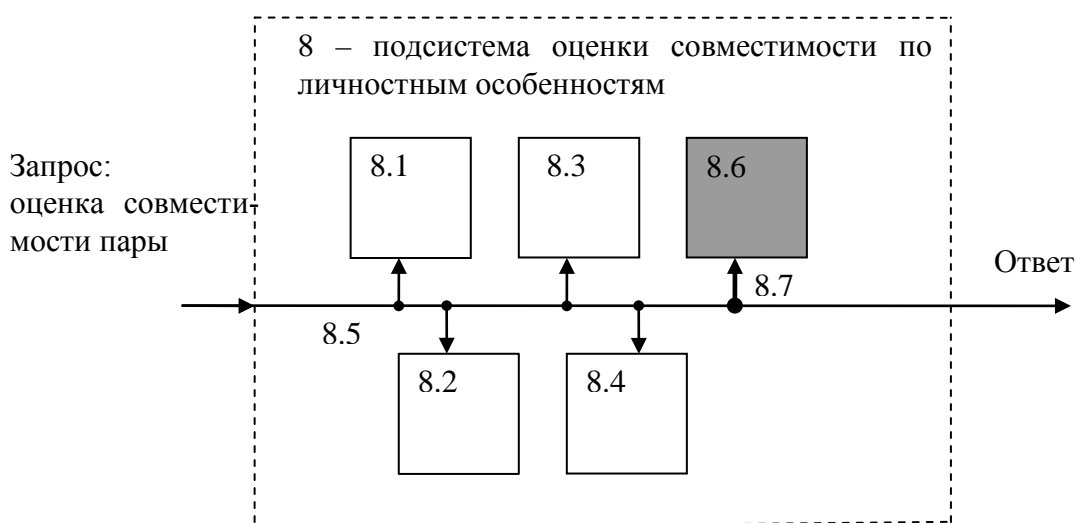


Рис.5. Структура подсистемы оценки совместимости по прототипу [23] и предлагаемому решению (блоки: 8.1 – определения классобразующих признаков, 8.2 – определения косвенных признаков, предназначенных для прогноза значений классобразующих признаков, 8.3 – построения правила классификации испытуемых по значению косвенных признаков с использованием алгоритма «распознавания образов», 8.4 – принятия решения, 8.5, 8.7 – интерфейсов, 8.6 – адаптера 2)

Пятый прототип первого ранга: подсистема адаптации и ее развитие.

На рис. 6 показаны прототип [24] и предлагаемое решение подсистемы адаптации.

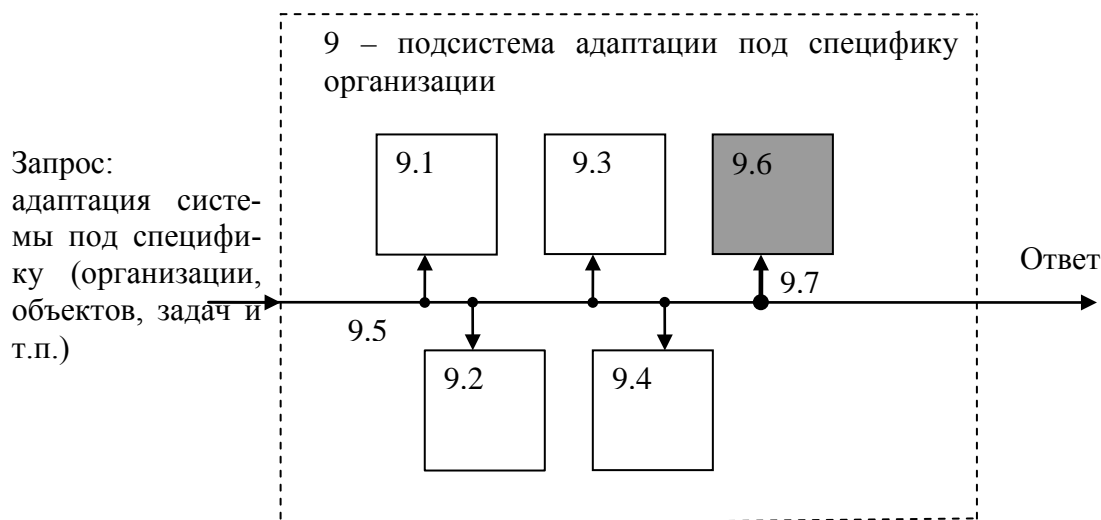


Рис.6. Структура подсистемы адаптации под специфику организации по прототипу [24] и предлагаемому решению (блоки: 9.1 – формирования и распознавания образов в потоке входной информации, 9.2 – фиксации образа в базе знаний, 9.3 – оценки полезности элементов знаний, 9.4 – применения полезных знаний для выживания и совершенствования, 9.5, 9.7 - интерфейсов, 9.6 – интеллектуальной подсказки)

Результаты и выводы

Результаты:

1. Проведён литературно-аналитический обзор по трем направлениям: оценка работоспособности человека; методы развития систем; системы оценки работоспособности человека.

2. В ходе литературно-аналитического обзора выявлено 13 аналогов по направлению «Оценки работоспособности человека» и 4 аналога по направлению «Сис-

темы оценки работоспособности человека».

3. Составлен двухранговый пакет научных прототипов по системе оценки работоспособности человека.

5. Сформулированы гипотезы о преодолении недостатков прототипов и о предлагаемых решениях.

Вывод: на данном этапе НИОКР созданы предпосылки для дальнейшего моделирования системы.

Список литературы

1. Методика интегральной диагностики и коррекции профессионального стресса (ИДИКС) (Методика А.Б. Леоновой); Тест Ландольта ; Тест Тулуз-Пьерона; Экспресс-диагностика работоспособности и функционального состояния человека (Методика М.П. Мороз) [Электронный ресурс] // Тесты и методики для психологов. URL: <http://www.imaton.com/metodiki/catalog/4/>
2. А.Б. Леонова. Психодиагностика функциональных состояний человека. М.: МГУ, 1984. 200 с.

3. Комплекс «РОФЭС». Регистратор оценки функционально – эмоционального состояния человека [Электронный ресурс] // URL: <http://rofes.ru/projects/rofes/index.html>
4. Т.И. Долматова, Н.Д. Граевская. Компьютерные технологии в спортивной медицине. (аппаратно-программный компьютерный комплекс "Reflexometer-2000" (RM-2000) для бинокулярной синхронной видеорегистрации и обработки пупилломоторных реакций человека) [Электронный ресурс] // URL: <http://lib.sportedu.ru/GetText.idc?TxtID=1414>
5. Описание велозргометрического комплекса «ПолиСпектрВело» [Электронный ресурс] // URL: <http://neurosoft.ru>
6. Компьютерный полиграф «Риф» [Электронный ресурс] // URL: www.anteegroup.ru/reef.html
7. В.А. Ганзен. Системные описания в психологии. Л.: Из-во Ленингр. ун-та, 1984. 176 с.
8. Система контроля психофизиологического состояния «Пилот» [Электронный ресурс] // URL: <http://avia.transas.ru/products/simulators/pilot/>
9. Р.М. Баевский. Математический анализ измерений сердечного ритма при стрессе. М.: Наука, 1984. 224 с.
10. Учебное пособие по системной диагностике на приборе "Активациометр" [Электронный ресурс] // URL: <http://www.actseptor.ru/index.html>
11. Н.Н. Моисеев. Алгоритмы развития. М.: Наука, 1987. 304 с.
12. Г.С. Альтшуллер. Творчество как точная наука. М.: Сов. радио, 1979. С. 66 - 72
13. А.И. Половинкин. Основы инженерного творчества. М.: Машиностроение, 1988. 368 с.
14. Диагностический комплекс «Лира». Методическое руководство по работе с диагностическим комплексом «Лира - 100». г. Екатеринбург, 2000-2006. 1 электрон. опт. диск (CD-R)
15. ГРВ – диагностика [Электронный ресурс] // URL: <http://www.medeo.ru/>
16. С.Л. Гольдштейн, С.С. Печеркин. Системный метод прототипирования // Вестник РАЕН. 2010. том 10. №1. С. 45-49
17. С.Л. Гольдштейн. Системная интеграция бизнеса, интеллекта, компьютера. Екатеринбург: ИД «Пироговъ», 2006. 392 с.
18. Ф. М. Москаленко. Задача медицинской диагностики и алгоритм её решения, допускающий распараллеливание. (Институт Автоматики и Процессов Управления ДВО РАН, Владивосток) [Электронный ресурс] // URL: www.wacp.dvo.ru
19. Л.Ф. Бурлачук. «Психодиагностика». СПб: Питер, 2008. 384 с.
20. В.А. Голубков. Методы технической диагностики: Методические указания к выполнению практических работ [Электронный ресурс] // URL: http://window.edu.ru/window/library?p_rid=44940
21. С.С. Печеркин, Т.Я. Ткаченко. Задача системной диагностики актуального объекта нечетких наукоемких технологий // Информационная проблематика нечетких технологий / Доклады тематического конгресса. – Екатеринбург, 1996. С. 148-151
22. Описание аналитической платформы Deductor [Электронный ресурс] // URL: <http://www.basegroup.ru/deductor/description/>
23. Н.С. Сигал, В.В. Трегуб. Прогнозирование психологической совместимости спортивных танцевальных пар по личностным особенностям. Харьковская государственная академия физической культуры. 2009 [Электронный ресурс] // URL: www.nbu.gov.ua/Portal/soc_gum/ppmb/texts/2009_7/09snsldf.pdf
24. А.А. Жданов. О методе автономного адаптивного управления [Электронный ресурс] // URL: <http://www.keldysh.ru/ages/BioCyber/RT/Zhdanov/Zhdanov.htm>
25. Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (часть 1) [Электронный ресурс] // Электронный журнал «Вестник аритмологии». 2002. URL: http://www.vestar.ru/article_print.jsp?id=1267
26. Система законов развития техники (основы теории развития технических систем) Издание 2-е исправленное и дополненное © Юрий Петрович Саламатов. 1991—1996. [Электронный ресурс] // URL: <http://www.trizminsk.org/e/21101400.htm>

27. Р.М. Баевский. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. М.: Медицина, 1979. 298 с.
28. В.М. Колпаков. Методы управления [Электронный ресурс] // URL: <http://in1.com.ua/book/18352>
29. И.Г. Григорьев, Р.М. Баевский и др. Василий Васильевич Парин и его роль в развитии космической физиологии и медицины. М.: Слово, 2004. 176 с.

Гольдштейн Сергей Людвигович, зав. кафедрой вычислительной техники УГТУ-УПИ, научный консультант ГУЗ СО ДКБВЛ НПЦ «Бонум», г.Екатеринбург, ул. Бардина, 9а, тел.(343) 240-42-68, e-mail vt@dpt.ustu.ru