

ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ В СФЕРЕ УПРАВЛЕНИЯ

М.С. Голосовский, В.И. Солнцев, А.М. Лушкин

МЕТОДИКА АДАПТИВНОГО ПЕРСониФИЦИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКОЙ ПЕРСОНАЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ОБУЧЕНИЯ

Аннотация. Предметом исследования являются вопросы совершенствования подготовки персонала с использованием автоматизированных систем обучения за счет реализации адаптивного персонифицированного управления подготовкой персонала, учитывающего индивидуальные особенности обучаемого, немонотонность траекторий обучения, рефлексивность и прогностические оценки усвоения материала, получаемые в результате ретроспективного анализа динамики обучения. В процессе подготовки персонала на основе анализа результатов взаимодействия автоматизированной системы обучения с обучаемым оценивается эффективность реализуемой стратегии обучения, которая при необходимости адаптивно корректируется на основе положений трансформационной теории обучения. Исследование выполнено с применением методов инженерной психологии, системного анализа, управления знаниями, проектирования автоматизированных систем, эргономики. Основные выводы проведенного исследования заключаются в том, что использование методов теории трансформационного обучения для реализации адаптивного персонифицированного управления подготовкой персонала с использованием автоматизированных систем обучения позволяет сократить сроки и повысить качество профессиональной подготовки обучаемых за счет оптимизации типовой структуры обучения для каждого обучаемого с учетом индивидуальных особенностей усвоения им учебного материала.

Ключевые слова: автоматизированная система обучения, управление обучением, стратегия обучения, трансформационное обучение, адаптивная стратегия обучения, персонифицированное обучение, подготовка персонала, управление структурой обучения, структура обучаемого, адаптивная учебная среда.

Результаты психолого-педагогических исследований свидетельствуют о несовпадении кривой обучения (зависимости показателя эффективности обучения от времени) с монотонной экспонентой [1-8]. На кривой обучения выделяют участки, на которых эффективность обучения остается практически постоянной во времени (плато) [9]. Наличие плато объясняют наличием стадии формирования элементарных навыков, необходимых для формирования и развития более сложных и совершенных навыков. Показано, что «выраженность» плато на кривой обучения напрямую зависит от сложности учебного курса [2, 3]. Убедительные данные о немонотонном характере процессов обучения и его зависимости от уровня сложности осваиваемых

умений получены Б.Ф.Ломовым [10] и В.Ф.Вендой [3]. Пример реализации немонотонных траекторий обучения представлен на рис. 1.



Q – эффективность обучения, $T_{обуч}$ – время обучения.

Рис. 1. Качественный вид немонотонных траекторий обучения

Наличие на траекториях обучения (рис. 1) плато, участков конвергенции и дивергенции эффективности обучения обуславливает необходимость исследования процессов обучения специалистов (как теоретической, так и тренажерной подготовки) не в рамках одной стратегии в отдельности, а в процессе перехода от одной стратегии к другой, иначе говоря, исследовать трансформации стратегий обучения (их взаимопереходы), то есть говорить о трансформационном обучении [11-15].

Базовые категории и основные законы теории трансформационного обучения

Базовыми категориями теории трансформационного обучения являются [1, 11, 16-17]:

- *стратегия обучения* – последовательность управляющих воздействий, переводящих обучаемого из начального состояния в требуемое (заданное) за некоторое время с определенным качеством усвоения учебного материала;
- *структура учебной среды (структура обучения)* – последовательность прохождения учебного материала в доступной для конкретного обучаемого форме;
- *структура обучаемого* – уровень знаний, умений и навыков обучаемого по изучаемому учебному материалу.

К основным законам теории трансформационного обучения относят закон взаимной адаптации, закон дискретных рядов структур-стратегий, закон трансформаций структур и закон базовых дивергентных структур-стратегий [7, 11, 16-20].

Закон взаимной адаптации: обучение – есть процесс взаимной опережающей многоуровневой адаптации обучаемого к учебной среде.

Из этого закона следует, что человек при обучении формирует некий прогноз изучения учебной дисциплины и на его основе осуществляет опережающую взаимную адаптацию компонентов автоматизированной системы обучения.

Закон дискретных рядов структур-стратегий: обучаемый в процессе взаимной адаптации к учебной среде реализует структуру обучения из набора возможных для него структур обучения (аналогичное утверждение справедливо и для стратегий обучения).

Каждая структура S_i имеет свои характеристические кривые (рис. 2) – зависимости эффектив-

ности обучения (Q_i) от эргономического фактора сложности учебного материала (F_j).

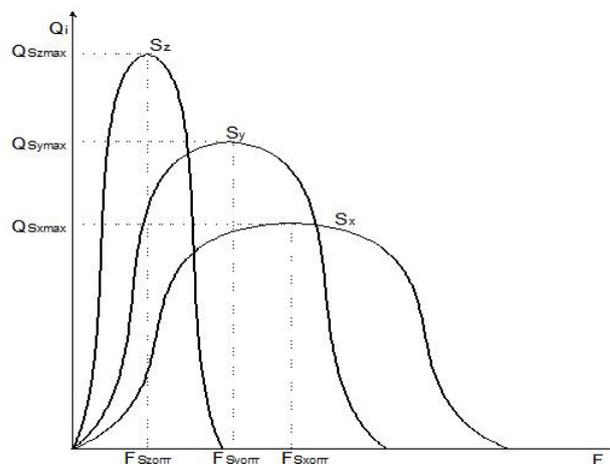


Рис. 2. Характеристические кривые структур обучения

Под эффективностью обучения при i -й структуре понимают отношение вероятности успешного решения задач i -ой структуры к затраченному времени. Оценки эргономического фактора сложности учебного материала представляют в семантических единицах учебного материала (*сеум*). 1 *сеум* — это неделимый квант обучающей информации, подлежащий восприятию, переработке и усвоению с целью ее дальнейшего использования в процессе обучения.

Процесс управления обучением описывают не единственной стратегией, а набором из числа имеющихся структур обучения. Оптимизация конкретной структуры обучения – процесс непрерывный, а переход от использования одной структуры к использованию другой структуры обучения означает ее качественные изменения.

На основе закона дискретных рядов структур формулируют правило *инвариантности интегральной эффективности обучения* [11, 21-24]: при фиксированной продолжительности обучения и прочих равных условиях (способностях обучаемого, средствах обучения) интегральная эффективность обучения специалиста при всех возможных структурах обучения постоянна, то есть

$$\int_{F_{ij}^{\min}}^{F_{ij}^{\max}} Q_i(F_j) dF_j = const,$$

где F_{ij}^{min} и F_{ij}^{max} – минимальное и максимальное значение j -фактора сложности учебного материала для i -ой стратегии обучения;

Q_i – эффективность обучения специалиста с помощью i -ой стратегии.

В соответствии с этим правилом площади под кривыми S_x, S_y, S_z на рис.2 равны, то есть

$$\int_{F_x^{min}}^{F_x^{max}} Q_x(F) dF = \int_{F_y^{min}}^{F_y^{max}} Q_y(F) dF = \int_{F_z^{min}}^{F_z^{max}} Q_z(F) dF.$$

Закон трансформаций структур: трансформация одной структуры обучения в другую может происходить только через общее для двух структур состояние системы обучения, отображаемое пересечением их характеристических кривых $Q_i(F)$ – (аналогичное утверждение справедливо и для стратегий обучения).

В соответствии с этим определением новая структура обучения не может быть порождена как таковая, а возникает только на базе предыдущей структуры путем ее частичной трансформации. Например, при переходе обучаемого на качественно новый уровень знаний у него возникает ассоциация (трансформационная точка) между старой и новой структурой обучения [11, 13, 15-17, 25].

Скорость трансформации структур обучения зависит от степени достоверности, определенности, полноты прогноза формирования новой структуры-стратегии и доли ее готовых блоков, содержащихся в прежней стратегии.

Из закона трансформаций структур вытекают два важных следствия.

1. Если структура S_i не имеет общих структурных элементов со структурой S_{i+n} и характеристическая кривая ее стратегии S_i^* не пересекается с характеристической кривой стратегии S_{i+n}^* , то переход системы от структуры S_i к структуре S_{i+n} может происходить только путем последовательной трансформации – переходов через промежуточные структуры S_{i+1}, S_{i+2} и т.д. до тех пор, пока не найдется такая структура S_{i+n-m} , которая имеет общие элементы со структурой S_{i+n} , или пока характеристическая кривая стратегии S_{i+n-m}^* не пересечется с характеристической кривой стратегии S_{i+n}^* . Таким образом, трансформация структур возможна только между ассоциированными структурами.

2. Формирование структур S_{i+n} может начинаться либо с трансформации предыдущей структуры S_{i+n-m} в структуру S_{i+n} с последующим формированием стратегии S_{i+n}^* , либо с формированием стратегии S_{i+n}^* с последующим формированием структуры S_{i+n} . Соответственно, в основе последующего формирования стратегии или структуры лежит процесс взаимной адаптации между структурой и стратегией.

На основе закона трансформаций и его следствий на рис. 3 представлен пример процесса трансформации трех стратегий обучения операторов распознаванию объектов на фотоснимках: $S_x \rightarrow S_y \rightarrow S_z$, где S_x – «Опознавательные признаки объектов», S_y – «Методы обработки фотоснимков», S_z – «Особенности определения координат объектов по фотоснимку». Переход от одной стратегии к другой рассматривают с учетом условий и средств выполнения учебных заданий и индивидуальных особенностей обучаемого (названный переход должен выполняться последовательно, поскольку это отражает логику изучения материала: например, не освоив раздел «Опознавательные признаки объектов» нельзя освоить раздел «Особенности определения координат объектов по фотоснимку»).

Анализ характеристических кривых позволяет выявить оптимальное значение фактора сложности обучения, определить предельные возможности совершенствования каждой стратегии обучения и характер трансформаций стратегий.

Закон базовых дивергентных структур (стратегий): при значительных трансформациях конвергентной структуры (стратегии) обучаемый реализует базовую дивергентную структуру (стратегию).

В качестве базовой структуры (стратегии) на практике, как правило, рассматривают базовые знания и умения, которые получил специалист в образовательном учреждении.

Процесс трансформации стратегий $S_x \rightarrow S_y \rightarrow S_z$ посредством базовой дивергентной стратегии S_{bd} показан на рис. 3. Из рисунка видно, что использование стратегии S_{bd} позволяет повысить результирующую эффективность в период трансформации системы обучения, т.е. если в процессе трансформации стратегий трансформационные точки находятся значительно ниже или выше уровня эффективности базовой стратегии, то необходимо путем изменения методов обучения, структуры

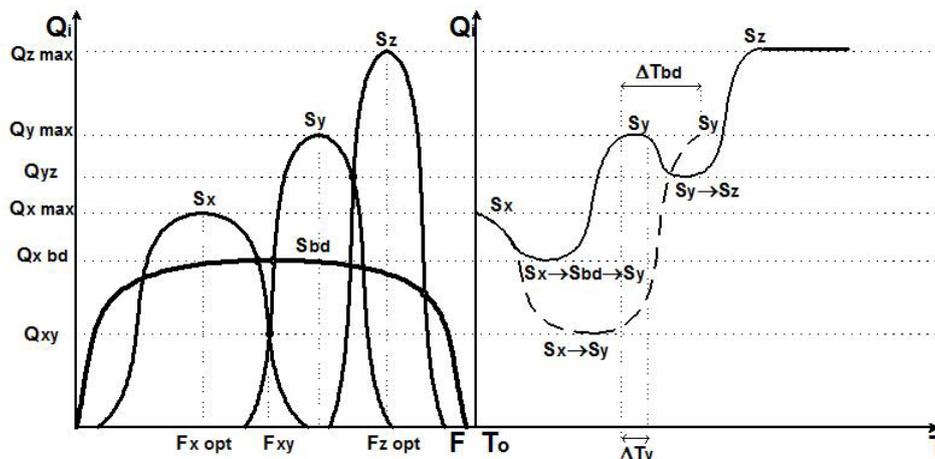


Рис. 3. Трансформации трех стратегий обучения распознаванию объектов на фотоснимках

материала и времени адаптации обучаемого к системе обучения изменить продолжительность трансформационных периодов. На этом принципе основано планирование обучения с применением автоматизированных систем обучения открытого типа.

Особенности применения теории трансформационного обучения при разработке автоматизированных обучающих систем

Цель применения теории трансформационного обучения в рамках разработки автоматизированных систем обучения открытого типа заключается в исследовании класса немонотонных нелинейных процессов обучения сложным видам деятельности и создании такого метода компьютерного обучения, который позволил бы, исходя из результатов взаимодействия автоматизированной системы обучения с обучаемым, оценивать эффективность принятой стратегии обучения и вносить в нее коррективы. При создании автоматизированной системы обучения открытого типа применение трансформационной теории позволяет прогнозировать, кому из обучаемых какой учебный материал доступен, и на этой основе индивидуально адаптировать процесс обучения.

Анализ дидактического опыта указывает на то, что знания и умения находятся в тесной логической связи, поэтому блоки знаний и умений в

автоматизированной системе обучения принято отображать в виде таблицы (матрицы) обученности. Пример матрицы обученности показан на рис. 4.

T	MT	BT	PT	CT
	MA	BA	PA	CA
	MO	BO	PO	CO
	MF	BF	PF	CF
				Объем знаний
	М	Б	П	С

Рис. 4. Структура матрицы обученности

В структуре знаний обучаемых выделяют четыре звена:

- **мировоззренческий минимум (М)** – знания, которые должны остаться в памяти любого обучаемого по данной учебной дисциплине;
- **базовые знания (Б)** как дополнение к минимуму, который необходим для дальнейшего успешного обучения по специальности;
- **программные знания** сверх базового уровня (**П**), обеспечивающие углубленную профессиональную подготовку;
- **сверхпрограммные знания (С)**, рекомендованные как дополнение к учебной программе для отдельных категорий обучаемых, а также эн-

циклопедические знания в смежных областях деятельности, обеспечивающие взаимозаменяемость специалистов.

В структуре умений также выделяют четыре уровня:

- *фактический (Ф)* – предполагает умение идентифицировать основные факты, формулы, термины и принципы учебной дисциплины;
- *операционный (О)* – выполнение действий по образцу (умение реализовать известный алгоритм),
- *аналитический (А)* – предполагает умение анализировать ситуацию и строить процедуры из простых операций,
- *творческий (Т)* – предполагает способность находить нетривиальные решения.

С помощью матрицы обученности удобно классифицировать учебный материал в любой предметной области. Элементы матрицы обученности, выделенные на рис. 4 двойной линией (МО, МФ, БО, БФ), показывают минимум знаний, умений и навыков по учебной дисциплине, который должны получить все обучаемые.

Элементы матрицы обученности вверху и справа, выделенные двойной линией с заполнением (МТ, БТ, ПТ, СТ, СА, СО, СФ), относят к сверхпрограммному материалу (правый столбец) или к материалу повышенного уровня трудности (верхняя строка с индексом Т). Здесь размещают материал, доступный только отдельным – наиболее подготовленным – категориям обучаемых.

Цифры в ячейках указывают на порядок нарастания сложности учебного материала (самый простой материал – **МФ** – помещают в ячейке 1 (МФ), а самый сложный – **СТ** – в ячейке 16). Сложность учебного материала определяют количеством и качеством операций, которые совершает обучаемый при выполнении заданий учебного курса. Порядок нарастания сложности учебного материала может быть использован для планирования процесса трансформации стратегий обучения. Приведенная структуризация учебного материала позволяет автоматизировано формировать гибкую траекторию индивидуального обучения для конкретного специалиста за счет управления стратегией обучения в зависимости от степени усвоения учебного материала и особенностей индивидуальной характеристической кривой.

Диаграмма автоматизированного обучения

На основе применения законов теории трансформационного обучения построен класс моделей – квадратных диаграмм (квадиаграмм) автоматизированного обучения. Квадиаграмма позволяет выполнять коррекцию информационной модели учебной среды $E(T)$ для формирования требуемой траектории обучения $Q(T)$ с учетом осваиваемых стратегий $Q(F)$ и индивидуальных способностей обучаемого.

Вариант структуры квадиаграммы показан на рис.5.

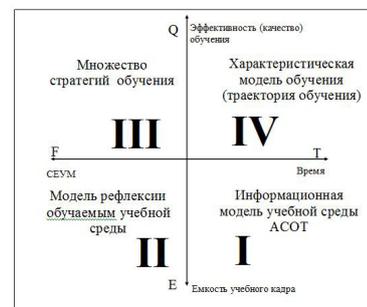


Рис. 5. Структура квадиаграммы автоматизированного обучения

Траектория обучения представляет собой динамическую модель процесса автоматизированного обучения, отображающую изменения эффективности обучения Q во времени T , в том числе в стадиях эволюции (конвергенции и дивергенции) определенной структуры и в стадиях трансформации одной структуры в другую $Q(T)$.

С помощью квадиаграммы автоматизированного обучения может решаться как прямая задача: планирование траекторий обучения на основании $E(T)$ и $Q(F)$, в том числе планирование вариантов трансформаций структуры S_i в структуру S_n , так и обратная задача: по траектории $Q(T)$ формируется информационная модель учебной среды автоматизированной системы обучения.

Для оптимизации отображения информации в автоматизированной системе обучения используют понятие вектора рефлексии [3, 11, 13] обучаемым учебной среды (квадрант II), определяющего способность обучаемого воспринимать предъявляемый ему учебный кадр. В целом вектор рефлексии зависит от психологического состояния

обучаемого, уровня его знаний, умений и навыков, а также от характеристик технических средств обучения. Комплексное использование современных компьютерных мультимедиа-технологий позволяет существенно расширить возможности по реализации дидактических принципов обучения в автоматизированной системе обучения за счет оптимизации комплексного воздействия на органы восприятия обучаемых.

Согласно теории трансформационного обучения, при трансформации стратегий обучения происходит качественное изменение структуры обучаемого, поэтому при переходе от одной стратегии к другой вектор рефлексии будет изменяться.

Пример квадиаграммы автоматизированного обучения специалистов распознаванию объектов на фотоснимках показан на рис. 6.

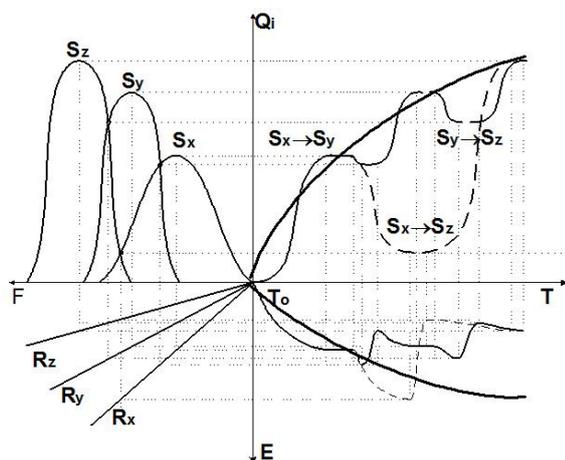


Рис. 6. Квадиаграмма автоматизированного обучения распознаванию объектов на фотоснимках

Квадиаграмма позволяет моделировать процессы компьютеризованного обучения и индивидуально-адаптивно находить оптимальную траекторию для обучения каждого конкретного специалиста. При этом на первом этапе осуществляют структуризацию учебного материала (выбор учебных тем, разделов, блоков, кадров), определяют набор эффективных стратегий – учебных (промежуточных) и специальных (конечных). Затем проектируют средства отображения информации, определяют процедуру контроля знаний обучаемого, подбирают характеристики автоматизированной системы обучения с индивидуально-оперативной адаптацией к обучаемому. И, наконец, осуществляют выбор траектории обучения для

целенаправленной организации обучения – освоения требуемого набора эффективных стратегий. Динамика обучающей среды охватывает диапазон, соответствующий реальным условиям профессиональной деятельности, причем воспроизводят его в оптимальной (для качества обучения) последовательности. Выбор и изменения характеристик автоматизированной системы обучения в целях их индивидуально-оперативной адаптации к обучаемому могут включать в себя многие варианты, приемы, процедуры. Например, изменение информативности и структурной композиции учебного кадра позволяет направлено корректировать вектор рефлексии – влиять на внимание обучаемого. Эту возможность обеспечивают и другие инженерно-психологические принципы проектирования и адаптации автоматизированных систем обучения (лаконичность, автономность, структурность и т.д.).

Таким образом, в ходе компьютерного обучения и овладения стратегиями разных типов необходимо оптимизировать положение векторов рефлексии. Например, в начале освоения новой стратегии обучаемый максимально мобилизует свое внимание, стараясь использовать ранее накопленные знания для понимания получаемого учебного материала. Этот период характеризуется гиперрефлексией – обучаемый использует дополнительный материал и завышает реальную сложность задач, которые ему предлагают. По мере приближения к плато вектор приближается к норморефлексии, которая достигается при выходе на плато кривой обучения. Обучаемый утрачивает интерес к задачам, которые для него стали достаточно легкими и понятными, происходит свертывание процессов восприятия и мышления [3-5, 22-29]: вместо процессов поэлементного перебора условий задач, характерного для первого этапа освоения новой стратегии, начинают преобладать процессы одномоментного «схватывания» крупных блоков информации – как бы мгновенного нахождения решения задачи.

Квадиаграмму трансформационных процессов при применении автоматизированных систем обучения строят на основе данных, получаемых с помощью адекватной системной имитационной проектной модели, реализованной на основе динамической модели функционирования автоматизированной системы обучения.

Исследование и применение квадиаграммы автоматизированного обучения при разработке автоматизированных систем обучения позволяет целенаправленно управлять учебной деятельностью, значительно сокращая сроки и повышая качество профессиональной подготовки обучаемых.

* * *

Накопленный практический опыт убедительно свидетельствует о том, что использование

методов теории трансформационного обучения при организации обучения с использованием автоматизированных систем позволяет сократить сроки и повысить качество профессиональной подготовки обучаемых за счет адаптивного персонализированного управления подготовкой персонала (оптимизации типовой структуры обучения для каждого обучаемого с учетом индивидуальных особенностей усвоения им учебного материала).

Библиография

1. Баглюк Ю.В., Евдокимов Н.О., Лумпов А.Ю., Ратнер Н., Щеглов И.Н. Особенности построения обучающих систем пограничных технических средств наблюдения морских и наземных объектов // Морской вестник. 2008. №4. С. 44-51.
2. Галактионов А.И., Янушкин В.Н. Трансформация структуры деятельности операторов АСУ ТЦ на стадии самообучения // Психологический журнал. 1981. Т.2. №6. С.11-23.
3. Венда В.Ф., Нафткульев А.И., Рубахин В.Ф. Организация труда операторов (инженерно-психологические проблемы). М.: Экономика, 1978. 224 с.
4. Пономаренко В.А. Психология духовности профессионала. М.: ИПАН РАН, 2004. 162 с.
5. Ушаков И.Б., Пономаренко В.А., Кукушкин Ю.А., Богомолов А.В. Автоматизированные системы для контроля состояния специалистов опасных профессий // Безопасность жизнедеятельности. 2005. №10 (приложение). 24 с.
6. Щербаков С.А., Кукушкин Ю.А., Солдатов С.К., Зинкин В.Н., Богомолов А.В. Психофизиологические аспекты совершенствования методов изучения ошибочных действий летного состава на основе концепции человеческого фактора // Проблемы безопасности полетов. 2007. №8. С. 10.
7. Ворона А.А., Герасименко В.Д., Козловский Э.А., Кукушкин Ю.А., Богомолов А.В. Медико-психологическое прогнозирование профессиональной готовности выпускника военно-учебного заведения // Военно-медицинский журнал. 2012. Т. 333. №1. С. 40-44.
8. Шипилов В.В., Сахаров О.В. Планирование вариантов групп исполнителей для обеспечения выполнения этапов проекта // Нелинейный мир. 2014. Т. 12. №7. С. 84-86.
9. Буш Р., Мостеллер Ф. Стохастические модели обучаемости. – М.: Физматгиз, 1962. 483 с.
10. Ломов Б.Ф. Человек и техника. М.: Знание, 1966. 256 с.
11. Шпудейко С.А., Богомолов А.В. Методологические основы организации немонотонных процессов обучения сложным видам деятельности на основе теории трансформационного обучения // Информационные технологии. 2006. №3. С. 74-79.
12. Голосовский М.С., Шашин А.Е. Технология адаптивного синтеза системы тестового контроля качества автоматизированного обучения // Материалы VIII международной научной конференции «Системный анализ в медицине» (САМ 2014). Благовещенск, 2014. С. 71-74.
13. Красовский А.А. Математическое моделирование и компьютерные системы обучения и тренажа. М.: ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 1989. 255 с.
14. Максимов И.Б., Столяр В.П., Богомолов А.В. Прикладная теория информационного обеспечения медико-биологических исследований. М.: Бином. 2013. 312 с.
15. Шипилов В.В., Сахаров О.В. Моделирование подбора и расстановки кадров с учетом их профессиональных навыков для выполнения проектов // Вопросы теории безопасности и устойчивости систем. 2014. №16. С. 153-164.

16. Щеглов И.Н., Печатнов Ю.А., Софийский Д.В. Алгоритм прогнозирования времени обучения в автоматизированной системе обучения авиационных специалистов // Проблемы безопасности полетов. 2009. №2. С. 59-70.
17. Щеглов И.Н., Печатнов Ю.А. Алгоритм оценки сложности учебного материала в автоматизированной системе обучения авиационных специалистов // Проблемы безопасности полетов. 2009. №1. С. 62-72.
18. Богомолов А.В., Гридин Л.А., Кукушкин Ю.А., Ушаков И.Б. Диагностика состояния человека: математические подходы. М.: Медицина. 2003. 464 с.
19. Солдатов С.К., Гузий А.Г., Богомолов А.В., Шишов А.А., Кукушкин Ю.А., Щербаков С.А., Кирий С.В. Априорное оценивание профессиональной надежности летчика на этапе подготовки к полетам // Проблемы безопасности полетов. 2007. №8. С. 33 – 37.
20. Богомолов А.В., Майстров А.И. Технология анализа системных причинно-следственных связей на основе диаграмм Исикавы // Материалы VIII международной научной конференции «Системный анализ в медицине» (САМ 2014). Благовещенск, 2014. С. 13-16.
21. Чиров Д.С., Терешонок М.В., Елсуков Б.А. Метод и алгоритмы оптимизации технических характеристик комплексов радиомониторинга // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2014. Т. 8. №10. С. 88-92.
22. Голосовский М.С. Модель жизненного цикла разработки программного обеспечения в рамках научно-исследовательских работ // Автоматизация и современные технологии. 2014. №1. С. 43-46. 22. Ушаков И.Б., Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А. Паттерны функциональных состояний оператора. М.: Наука. 2010. 390 с.
23. Есев А.А., Мережко А.Н., Ткачук А.В. Технология квалиметрии технического уровня сложных систем // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2014. №7 (121). С. 28-34.
24. Виноградов А.Н., Макаренко С.А., Чиров Д.С. Применение методов data mining для формирования базы знаний экспертной системы классификации радиосигналов // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2010. Т. 4. №11. С. 61-64.
25. Ушаков И.Б., Богомолов А.В., Гридин Л.А., Кукушкин Ю.А. Методологические подходы к диагностике и оптимизации функционального состояния специалистов операторского профиля. М.: Медицина, 2004. 144 с.
26. Ушаков И.Б., Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А. Психофизиологические механизмы формирования и развития функциональных состояний // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2014. Т. 100. №10. С. 1130-1137.
27. Кукушкин Ю.А., Богомолов А.В. Метод синтеза показателя психофизиологического напряжения оператора // Медицинская техника. 2001. №4. С. 29-33.
28. Козлов В.Е., Богомолов А.В., Рудаков С.В., Оленченко В.Т. Математическое обеспечение обработки рейтинговой информации в задачах экспертного оценивания // Мир измерений. 2012. №9. С. 42-49.
29. Дворников М.В., Кукушкин Ю.А., Богомолов А.В., Матюшев Т.В. Технология синтеза законов управления человеко-машинными системами, эксплуатируемыми в условиях высокого риска гипоксических состояний человека // Двойные технологии. 2014. №1 (66). С. 8-11

References (transliterated)

1. Baglyuk Yu.V., Evdokimov N.O., Lumpov A.Yu., Ratner N., Shcheglov I.N. Osobennosti postroeniya obuchayushchikh sistem pogranychnykh tekhnicheskikh sredstv nablyudeniya morskikh i nazemnykh ob'ektov // Morskoi vestnik. 2008. №4. S. 44-51.
2. Galaktionov A.I., Yanushkin V.N. Transformatsiya struktury deyatelnosti operatorov ASU TTs na stadii samoobucheniya // Psikhologicheskii zhurnal. 1981. T.2. №6. S.11-23.
3. Venda V.F., Naftul'ev A.I., Rubakhin V.F. Organizatsiya truda operatorov (inzhenerno-psikhologicheskie problemy). М.: Экономика, 1978. 224 с.

4. Ponomarenko V.A. Psikhologiya dukhovnosti professionala. M.: IPAN RAN, 2004. 162 s.
5. Ushakov I.B., Ponomarenko V.A., Kukushkin Yu.A., Bogomolov A.V. Avtomatizirovannyye sistemy dlya kontrolya sostoyaniya spetsialistov opasnykh professii // Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. 2005. №10 (prilozhenie). 24 s.
6. Shcherbakov S.A., Kukushkin Yu.A., Soldatov S.K., Zinkin V.N., Bogomolov A.V. Psikhofiziologicheskie aspekty sovershenstvovaniya metodov izucheniya oshibochnykh deistvii letnogo sostava na osnove kontseptsii chelovecheskogo faktora // Problemy bezopasnosti poletov. 2007. №8. S. 10.
7. Vorona A.A., Gerasimenko V.D., Kozlovskii E.A., Kukushkin Yu.A., Bogomolov A.V. Mediko-psikhologicheskoe prognozirovanie professional'noi gotovnosti vypusknika voenno-uchebnogo zavedeniya // Voенно-медицинский журнал. 2012. Т. 333. №1. S. 40-44.
8. Shipilov V.V., Sakharov O.V. Planirovanie variantov grupp ispolnitelei dlya obespecheniya vypolneniya etapov proekta // Nelineinyi mir. 2014. Т. 12. №7. S. 84-86.
9. Bush R., Mosteller F. Stokhasticheskie modeli obuchaemosti. – M.: Fizmatgiz, 1962. 483 s.
10. Lomov B.F. Chelovek i tekhnika. M.: Znanie, 1966. 256 s.
11. Shpudeiko S.A., Bogomolov A.V. Metodologicheskie osnovy organizatsii nemonotonnykh protsessov obucheniya slozhnym vidam deyatel'nosti na osnove teorii transformatsionnogo obucheniya // Informatsionnye tekhnologii. 2006. №3. S. 74-79.
12. Golosovskii M.S., Shashin A.E. Tekhnologiya adaptivnogo sinteza sistemy testovogo kontrolya kachestva avtomatizirovannogo obucheniya // Materialy VIII mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii «Sistemnyi analiz v meditsine» (SAM 2014). Blagoveshchensk, 2014. S. 71-74.
13. Krasovskii A.A. Matematicheskoe modelirovanie i komp'yuternyye sistemy obucheniya i trenazha. M.: VVIA im. N.E. Zhukovskogo, 1989. 255 s.
14. Maksimov I.B., Stolyar V.P., Bogomolov A.V. Prikladnaya teoriya informatsionnogo obespecheniya medikobiologicheskikh issledovaniy. M.: Binom. 2013. 312 s.
15. Shipilov V.V., Sakharov O.V. Modelirovanie podbora i rasstanovki kadrov s uchetom ikh professional'nykh navykov dlya vypolneniya proektov // Voprosy teorii bezopasnosti i ustoychivosti sistem. 2014. №16. S. 153-164.
16. Shcheglov I.N., Pechatnov Yu.A., Sofiiskii D.V. Algoritm prognozirovaniya vremeni obucheniya v avtomatizirovannoi sisteme obucheniya aviatsionnykh spetsialistov // Problemy bezopasnosti poletov. 2009. №2. S. 59-70.
17. Shcheglov N.I., Pechatnov Yu.A. Algoritm otsenki slozhnosti uchebnogo materiala v avtomatizirovannoi sisteme obucheniya aviatsionnykh spetsialistov // Problemy bezopasnosti poletov. 2009. №1. S. 62-72.
18. Bogomolov A.V., Gridin L.A., Kukushkin Yu.A., Ushakov I.B. Diagnostika sostoyaniya cheloveka: matematicheskie podkhody. M.: Meditsina. 2003. 464 s.
19. Soldatov S.K., Guzii A.G., Bogomolov A.V., Shishov A.A., Kukushkin Yu.A., Shcherbakov S.A., Kirii S.V. Apriornoe otsenivanie professional'noi nadezhnosti letchika na etape podgotovki k poletam // Problemy bezopasnosti poletov. 2007. №8. S. 33 – 37.
20. Bogomolov A.V., Maistrov A.I. Tekhnologiya analiza sistemnykh prichinno-sledstvennykh svyazei na osnove diagramm Isikavy // Materialy VIII mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii «Sistemnyi analiz v meditsine» (SAM 2014). Blagoveshchensk, 2014. S. 13-16.
21. Chirov D.S., Tereshonok M.V., Elsukov B.A. Metod i algoritmy optimizatsii tekhnicheskikh kharakteristik kompleksov radiomonitoringa // T-Comm: Telekommunikatsii i transport. 2014. Т. 8. №10. S. 88-92.
22. Golosovskii M.S. Model' zhiznennogo tsikla razrabotki programmogo obespecheniya v ramkakh nauchno-issledovatel'skikh rabot // Avtomatizatsiya i sovremennyye tekhnologii. 2014. №1. S. 43-46. 22. Ushakov I.B., Bogomolov A.V., Kukushkin Yu.A. Patterny funktsional'nykh sostoyanii operatora. M.: Nauka. 2010. 390 s.
23. Esev A.A., Merezhko A.N., Tkachuk A.V. Tekhnologiya kvalimetrii tekhnicheskogo urovnya slozhnykh sistem // Vestnik komp'yuternykh i informatsionnykh tekhnologii. 2014. №7 (121). S. 28-34.
24. Vinogradov A.N., Makarenkov S.A., Chirov D.S. Primenenie metodov data mining dlya formirovaniya bazy znaniy ekspertnoi sistemy klassifikatsii radiosignalov // T-Comm: Telekommunikatsii i transport. 2010. Т. 4. №11. S. 61-64.

25. Ushakov I.B., Bogomolov A.V., Gridin L.A., Kukushkin Yu.A. Metodologicheskie podkhody k diagnostike i optimizatsii funktsional'nogo sostoyaniya spetsialistov operatorskogo profilya. M.: Meditsina, 2004. 144 s.
26. Ushakov I.B., Bogomolov A.V., Kukushkin Yu.A. Psikhofiziologicheskie mekhanizmy formirovaniya i razvitiya funktsional'nykh sostoyanii // Rossiiskii fiziologicheskii zhurnal im. I.M. Sechenova. 2014. T. 100. №10. S. 1130-1137.
27. Kukushkin Yu.A., Bogomolov A.V. Metod sinteza pokazatelya psikhofiziologicheskogo napryazheniya operatora // Meditsinskaya tekhnika. 2001. №4. S. 29-33.
28. Kozlov V.E., Bogomolov A.V., Rudakov S.V., Olenchenko V.T. Matematicheskoe obespechenie obrabotki reitingovoi informatsii v zadachakh ekspertnogo otsenivaniya // Mir izmerenii. 2012. №9. S. 42-49.
29. Dvornikov M.V., Kukushkin Yu.A., Bogomolov A.V., Matyushev T.V. Tekhnologiya sinteza zakonov upravleniya cheloveko-mashinnymi sistemami, ekspluatiruemymi v usloviyakh vysokogo riska gipoksicheskikh sostoyanii cheloveka // Dvoynye tekhnologii. 2014. №1 (66). S. 8-11