

ГРИГОРЬЕВ АЛЕКСАНДР ПАВЛОВИЧ

*ведущий инженер ФГУП «КБ «Арсенал имени М. В. Фрунзе»,
ассистент кафедры аэрокосмических измерительно-вычислительных комплексов
Санкт-Петербургского государственного
университета аэрокосмического приборостроения,
alexgrig-1986@mail.ru*

ALEKSANDR GRIGORYEV

*Leading Engineer at the Federal State Unitary Enterprise Development Design Office «Arsenal Frunze»,
Associate Professor at the Department
of Aerospace Measuring — Computer Complexes,
St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation*

БУЛУХОВА АНАСТАСИЯ НИКОЛАЕВНА

*специалист отдела разработки БРЭО АО «Кронштадт Технологии»,
магистрант кафедры аэрокосмических измерительно-вычислительных комплексов
Санкт-Петербургского государственного
университета аэрокосмического приборостроения,
anastasia.bulukhova@yandex.ru*

ANASTASIYA BULUKHOVA

*Specialist at the Department of Development of Avionics of the JSC «Kronstadt Technology»,
Graduate Student at the Department
of Aerospace Measuring — Computer Complexes,
St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation*

ЕГОРОВ ВИТАЛИЙ СЕРГЕЕВИЧ

*специалист отдела ИТ компании Skynet,
магистрант кафедры аэрокосмических измерительно-вычислительных комплексов
Санкт-Петербургского государственного
университета аэрокосмического приборостроения,
vitaliyegorov1989@gmail.com*

VITALIY YEGOROV

*Specialist at the IT Department of the LCC «Skynet»,
Graduate Student at the Department
of Aerospace Measuring — Computer Complexes,
St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation*

ЧЕРНЕЛЕВСКИЙ АНАТОЛИЙ ОЛЕГОВИЧ

*инженер отдела топливных систем ПАО «Техприбор»,
магистрант кафедры аэрокосмических измерительно-вычислительных комплексов
Санкт-Петербургского государственного
университета аэрокосмического приборостроения,
demonkrag@gmail.com*

ANATOLIY CHERNELEVSKIY

*Engineer at the Fuel Systems Division of the PJSC «Techpribor»,
Graduate Student at the Department
of Aerospace Measuring — Computer Complexes,
St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation*

УДК 159.922

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ПРИ
ПРОЕКТИРОВАНИИ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ
И УМЕНИЙ АВИАЦИОННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ**

**THE USE OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY
WITH ELEMENTS OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL DIAGNOSTICS
IN THE DESIGN OF THE ADAPTIVE MONITORING SYSTEM
OF KNOWLEDGE AND SKILLS OF AVIATION EXPERTS**

Аннотация. Авторами рассматривается компетентностный подход при подготовке специалистов аэрокосмического профиля. Показаны преимущества использования современных информационных технологий для активизации и организации самостоятельной работы студентов. В рамках данной статьи анализируется возможность и целесообразность психофизиологической диагностики (ПФД) индивидуальных латентных свойств нервной системы авиационных специалистов (операторов-навигаторов, студентов аэрокосмических ВТУЗов и т. д.) для использования на теоретическом и практическом этапах обучения с целью последующей интеграции в адаптивную обучающую систему (АдОС). Элементы ПФД, выделенные в дополнительный модуль, представляют собой пакет программ на базе авторских алгоритмов, реализующих методики диагностики свойств нервной системы. Внедрение ПФД, по мнению авторов статьи, позволит повысить общую адаптивность за счет получения большего объема информации об обучаемом.

ABSTRACT. The competency-based approach to the training of aerospace specialists is considered. The article analyses expediency and benefits of the use of modern information technology for organization and intensification of independent work of students under the implementation of competency-based approach in higher technical school training. A person centered technology that ensures formation of professional competence is shown. Examples of methods of development of communicative and creative skills of students are given. Authors analyze the possibility and expediency of the psychophysiological diagnostics (PFD) of the personal, latent properties of the nervous system (NS) in aviation specialists (operators, navigators, aerospace technical college students, etc.) to be used in theoretical and practical stages of training with the purpose of following integration into the adaptive training system (ATS). Elements of the PFD are implemented as separate add-on module and software package based on the proprietary algorithms that implement diagnostic techniques of NS properties. Implementation of the PFD, according to the authors, potentially will increase the overall versatility of the system through obtaining more information on the student work with the system.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: компетентностный подход, подготовка специалистов аэрокосмического профиля, современные информационные технологии, организация самостоятельной работы студентов, личностно ориентированные технологии, коммуникативные и креативные способности, автоматизированные обучающие системы, адаптивные обучающие системы, психофизиологическая диагностика, индивидуальные латентные свойства нервной системы обучаемых, адаптивный тестовый контроль знаний, адаптивный задачный контроль умений.

KEYWORDS: competency-based approach, aerospace specialists training, modern information technology, organization of independent work of students, a person centered technology, maintenance of professional competence formation, development of student communicative and creative skills, automated training systems, adaptive training systems in aviation specialists training, psychophysiological diagnostics of students, latent properties of the nervous system, psychophysiological diagnostics, personal latent properties of the nervous system of students, adaptive test-based academic performance rating, adaptive task-based skills check.

В связи с реализацией высшей школой образовательных стандартов нового поколения намечаются тенденции к сокращению часов, отводимых на теоретические и практические аудиторские занятия, при сохранении высоких требований к качеству обучения. Это предполагает интенсификацию учебного процесса (повышение темпов передачи учебного материала (УМ), акцент на самостоятельную внеаудиторную работу) за счет компьютеризации и внедрения различных обучающих систем.

Учебный процесс (УП) в данном случае можно трактовать как процесс управления усвоением знаний.

Главными действующими лицами УП являются обучаемый и преподаватель — объект и субъект управления соответственно. Основной объем знаний обучаемый должен получать в результате самостоятельной работы (СР), при этом роль преподавателя частично берет на себя персональный компьютер, который используется прежде всего как

источник теоретического УМ из предметной области дисциплины. Преподавателем осуществляется текущий, промежуточный и рубежный контроль освоения и усвоения УМ, преимущественно в рамках аудиторных занятий. И во многом от того, насколько хорошо реализован процесс самостоятельной внеаудиторной работы обучаемых (студентов), зависит последующая эффективность изучения дисциплины. В этой связи все большее значение в образовании приобретают инновационные подходы с акцентом не просто на получение студентом знаний и умений, но и на формирование компетенций [4], проявляющихся в способности решать научные проблемы и прикладные инженерные задачи в своей повседневной профессиональной деятельности.

Таким образом, СР обучаемого становится основой образовательного процесса, способом повышения профессионализма и готовности к самообразованию и непрерывному обучению в условиях быстрой смены задач. Самостоятельная работа способствует расширению знаний, формированию интереса к познавательной деятельности. Акцент на СР требует перехода от традиционной системы преподавания с доминирующей ролью преподавателя к системе обучения, при которой студент выступает в качестве активного и мотивированного субъекта. Преподаватель осуществляет организацию и управление УП, стимулируя развитие креативных способностей, необходимых для будущей профессиональной деятельности [4].

В связи с высокой интенсификацией процесса обучения перед вузом возникает сложная задача по разработке и/или модернизации текущей методической и дидактической базы. Под методической базой понимают перечень методик и алгоритмов организации отдельных этапов обучения, а дидактическая база — это материально техническое обеспечение всего процесса обучения. К дидактической базе относят: электронные учебные и методические пособия, контрольные тестовые вопросы и задачи, презентационные, раздаточные и прочие материалы.

Основной информационно-дидактической базы формирования профессиональных компетенций в рамках компетентностной модели подготовки является использование образовательных технологий, направленных на информатизацию, дифференциацию и индивидуализацию учебного процесса, при существенном повышении значимости СР обучающихся [4]. Особое внимание следует уделить процедуре дистанционной самодиагностики и восполнению утраченных или недостаточных знаний, что, в свою очередь, невозможно без разработки качественно новых моделей содержания, освоения и усвоения теоретического материала [4], а также применения инновационных интеллектуальных подходов к процессу адаптации [12] и индивидуализации обучения [4].

Один из эффективных путей решения этой задачи — использование информационных технологий, обеспечивающее существенные преимущества:

1. Наглядное и образное представление информации, что позволяет, например, иллюстрировать или моделировать динамические процессы,

которые с помощью обычных учебных средств осваиваются достаточно тяжело.

2. Разгрузка преподавателей от ряда трудоемких и монотонно повторяющихся операций по представлению учебной информации и контролю, диагностике и восстановлению знаний.

3. Проявление активного интереса к изучаемому предмету и, как следствие, акселерация процесса обучения с более качественным и глубоким усвоением теоретического материала.

4. Обеспечение индивидуализации и дифференциации процесса обучения за счет реализации возможностей интерактивного диалога, разработки индивидуальной траектории обучения и т.д. По ряду психолого-педагогических причин кто-то из обучаемых усваивает материал быстрее, а кто-то — медленнее, поэтому обучение их в одной группе малоэффективно, следовательно, необходимо осуществлять дифференциацию обучаемых по отдельным группам в зависимости от успеваемости. Поскольку обучение с точки зрения когнитивной психологии индивидуально, то данный процесс следует организовать таким образом, чтобы каждый обучаемый мог проходить программу соответственно своим индивидуальным особенностям [4].

5. Возможность организации взаимодействия преподаватель — обучаемый (интерактивный диалог) в режиме реального времени. Объективное знание итогов своей работы существенно стимулирует выполнение очередного задания. Обучение осуществляется эффективнее, если учащийся узнает результат каждого своего ответа незамедлительно. Сегодня учащиеся вынуждены часто подолгу ждать оценки из-за внеаудиторной постобработки результатов преподавателем, что существенно тормозит обучение и снижает уровень интереса и познавательной активности.

6. Возможность использования адаптивных подходов как при изучении теоретического материала, так и при проведении контроля знаний. Трудности должны возникать перед учащимся последовательно одна за другой, а успешное их преодоление развивать высокий уровень усвоения материала и активность. Обучение осуществляется быстрее, если программа по предмету построена по адаптивному принципу последовательного усложнения материала. Занятия следует начинать с самых простых заданий, для выполнения которых учащийся уже владеет необходимыми знаниями. Постоянно и постепенно уровень сложности теоретического материала повышается. Это продолжается до тех пор, пока не будет достигнут желаемый уровень знаний.

7. Высокая степень СР обучаемых в глобальном информационном пространстве Интернета (проблемно-поисковые технологии), что является фактором значительной активизации познавательного процесса [4].

Информатизация системы образования реализуется посредством создания электронных образовательных ресурсов, цель применения которых состоит в активизации самостоятельной учебно-познавательной деятельности обучаемых, развитии

практических навыков, умений и творческих способностей.

Значимая роль среди средств, используемых при организации СР студентов, сегодня принадлежит электронным учебным и методическим пособиям и учебникам. На кафедре аэрокосмических измерительно-вычислительных комплексов (№ 11) ГУАП разрабатываются и эффективно внедряются в учебный процесс электронные учебные пособия по целому ряду специальных дисциплин [например, 14].

Простейшим инструментальным средством разработки электронных пособий является приложение *PowerPoint* [4], имеющееся в составе пакета *Microsoft Office*. Данное приложение ориентировано на подготовку презентационных слайд-роликов. Для достижения большего эффекта от применения презентаций *PowerPoint* целесообразно сочетать ее с другими программными средствами, такими как «Компас», *AutoCAD*, *Solid Works*, *Mathcad*, *MatLab*, *LabView* и пр.

Электронные учебные пособия могут быть использованы обучаемыми в рамках аудиторных и внеаудиторных занятий под руководством преподавателя или же самостоятельно при выполнении лабораторных и расчетных работ, практических заданий, написании курсовых и дипломных проектов [4].

Использование информационных технологий в компетентностной модели подготовки авиационных специалистов позволяет также организовать эффективный процесс проверки преподавателем и самопроверки обучающимися сформированности профессиональных компетенций. Этому способствуют широкая номенклатура контрольных тестовых заданий [16] классического [2], адаптивного [10], закрытого и открытого типов [16], которые включаются в каждое отдельное электронное учебное и методическое пособие и/или учебник.

Широкое использование информационных технологий позволит не только интенсифицировать и индивидуализировать учебный процесс, но и развить самостоятельность, подготовить и адаптировать студентов к современным требованиям профессиональной сферы.

Стоит отметить и некоторые проблемные аспекты реализации компетентностного подхода. Сокращение аудиторных часов занятий приводит к ухудшению теоретической подготовки, в результате возникают «пробелы» в знаниях, отсутствует надлежащая база для выработки умений в рамках практических занятий, как следствие, встает вопрос о возможности получения умений, навыков и компетенций.

При отсутствии надлежащей базы знаний и умений не представляется возможной адаптация к возрастающей сложности учебного материала. Очевидно, что из-за фрагментарного характера знаний и навыков затруднен как текущий, так и итоговый их контроль, это не позволяет говорить об адекватных эталонных и фактических моделях, усложняются классификации и дифференциации обучаемых на отдельные группы, тем самым существенно снижается возможность

интеллектуализации и интенсификации процесса обучения. Помимо всего прочего в рамках современной образовательной парадигмы основные компетенции соотносятся с запросами предприятия-заказчика, т.е. предварительно и в директивной форме формируется список требований к кандидату на вакантную должность. При таком подходе необходимо глубокое интегрирование предприятия-заказчика в педагогический процесс высшей профессиональной школы. Речь идет не только о создании базовых кафедр и тематических аудиторий на территории отдельных вузов, но и о профессиональном ориентировании студентов, разработке методик обучения, формировании отдельных курсов дисциплин, изменении или модернизации текущей материально-технической и дидактической базы. В ряде российских вузов существуют программы сквозной подготовки и целевого набора обучаемых на актуальные и востребованные промышленные специальности. К сожалению, это не всегда дает результат, и «на выходе» предприятие-заказчик редко получает квалифицированных и компетентных специалистов.

Также следует отметить, что результативность работы студентов в целом и их СР в частности во многом определяются наличием активных методов контроля как на входном и промежуточном уровнях (рубежное тестирование), так и на итоговом [4]. На кафедре № 11 ГУАП применяется модульно-рейтинговая система [4] оценки успеваемости обучаемых, которая позволяет с максимальной объективностью установить уровень знаний студентов на различных стадиях УП, а также помогает добиться более качественной и ритмичной работы студента в семестре, стимулирует познавательную и творческую активность.

Благодаря компьютеризации обучения и внедрению обучающих систем удастся автоматизировать процедуры контроля знаний и эффективно интегрировать их в модульно-рейтинговую систему оценки успеваемости.

Такой подход помогает существенно повысить гибкость и мобильность образовательного процесса и осуществить частичную разгрузку инструктора (преподавателя) за счет его освобождения от выполнения ряда технологических операций, связанных с обработкой и проверкой результатов практических заданий. Решение этих задач невозможно без использования современной вычислительной техники, причем требуется автоматизировать не только управление учебным процессом, но и само обучение. Последнее предполагает создание многочисленных и разнообразных обучающих систем.

Разработка автоматизированной обучающей системы (АОС) — сложный и трудоемкий процесс. Любая АОС — это система, основанная на знаниях и обрабатывающая знания. База знаний обучающей системы в первую очередь должна содержать предметные знания, т.е. знания по учебной дисциплине. Одно из главных требований к обучающим системам — адаптивность. Свойство адаптивности АОС во многом определяется способами структурирования учебного материала (УМ), возможностью индивидуализации и дифференциации процесса

обучения, своевременной реализацией процедуры восполнения утраченных и/или недостаточных теоретических знаний [4].

Обязательным элементом любой адаптивной обучающей системы (АдОС) является блок автоматизированной проверки знаний. В последнее время тестовый контроль привлекает все большее внимание педагогов в самых разных сферах как наиболее универсальная форма контроля знаний. Такой контроль отличается эффективностью при самостоятельной работе; объективностью в оценке знаний; экономией времени преподавателя; высокой степенью дифференциации тестируемых по уровню знаний; возможностью индивидуализации процесса обучения, прогнозирования темпа и результата обучения, выявления структуры знаний каждого слушателя для дальнейшего изменения методики обучения. Подготовка тестовых заданий и алгоритм обработки результатов тестирования подробно уже изложены [1; 16], рассмотрены и известные модели тестирования [2]. Наиболее прогрессивными считаются адаптивные модели тестирования [12], в которых сложность заданий меняется в зависимости от правильности ответов испытуемого.

Рассматривая все перечисленные аспекты при проектировании АдОС, многие авторы [10; 2; 12] выделяют единственный критерий адаптации — сложность (трудность). Данный критерий учитывается при лекционной теоретической подготовке (изложение материала от простого к сложному), в дистанционной самостоятельной работе обучаемого (построение индивидуального плана/траектории обучения — после серии вопросов входного тестового контроля знаний изучение текущего УМ начинается с учебного элемента курса, который обучаемый не усвоил), во внеаудиторной самодиагностике знаний, а также при организации адаптивного контроля (адаптации уровня сложности тестовых заданий к уровню подготовки обучаемого).

АдОС позволяет адаптировать обучение под характерные особенности каждого конкретного индивида, работающего с системой, благодаря контролю усвоенного материала и определению неполноты и ошибочности знаний.

Необходимо отметить, что существенным недостатком спроектированных таким образом АдОС часто является низкая степень адаптации к индивидуальным психофизиологическим особенностям/характеристикам (ПФХ) обучаемых, взаимодействующих с системой [8].

Для повышения эффективности обучения и преодоления этого недостатка авторами настоящей статьи предлагается интегрировать в АдОС психофизиологическое тестирование.

Система тестирования ПФХ позволяет проводить оценку таких индивидуальных характеристик обучаемых, как латентный период простой зрительно-моторной реакции; работоспособность и надежность деятельности; оперативная память и внимание; индивидуальные качества нервной системы — функциональная подвижность, сила и динамичность нервных процессов [18].

Психофизиологические аспекты организации адаптивного обучения в высшей технической

школе были сформулированы и проанализированы [8], что позволяет в рамках данной статьи подробнее остановиться на прикладных моментах организации психофизиологического тестирования, привести конкретные примеры алгоритмов диагностики, на базе которых осуществляется программная реализация с использованием различных языков программирования.

Основные моменты, связанные с ПФД авиационных специалистов (АС), были детально рассмотрены [9], равно как и прикладные аспекты организации [7], методики, реализующие диагностику свойств НС [8], алгоритмы и внешний вид программ [5; 6].

Таким образом, на базе независимых методик, представленных авторами статьи в предыдущих работах [8], предлагается реализовать с помощью графического языка программирования *National Instruments LabVIEW* [17] систему ПФД, которая будет проводить тестирование психофизиологических характеристик (ПФХ) обучаемых — определять силу и подвижность НС [18]. Под последними понимают лабильность или инертность НС, что характеризует скорость и успешность первичного приспособления индивида к новым условиям при развитии и адаптации. Сила НС обозначает устойчивость и выносливость к разнообразным продолжительным раздражителям (например, сильная НС выдерживает большую по величине и длительности нагрузку).

Если рассмотреть процесс обучения (ПО) авиационных специалистов в виде обобщенной схемы (рис. 1), то можно выделить следующие независимые этапы: теоретическая подготовка, теоретический контроль — тестовый контроль (ТК) или адаптивный тестовый контроль (АТК), далее практическая подготовка, практический контроль — задачный контроль (ЗК) или адаптивный задачный контроль (АЗК). На заключительных этапах ПО обучаемый переходит к тренажерной подготовке и летной подготовке на учебном ЛА.

В настоящей статье анализируются первые два этапа ПО (рис. 2).

В соответствии с рис. 2 ПО начинается с теоретической подготовки, и обучаемым предлагается изучить теоретический материал из предметной области (ПрО) дисциплины [14]. На втором этапе осуществляется входной психологический тестовый контроль, после которого выявляются индивидуальные характеристики НС обучаемых, затем следует адаптивный тестовый контроль (АТК) знаний с учетом индивидуальных ПФХ НС обучаемого. В случае успеха (положительной оценки) объект допускается к практической подготовке, а при неудаче повторно изучается теоретический материал.

На этапе практической подготовки также осуществляется психофизиологическое тестирование (ПФТ). После установления индивидуальных ПФХ осуществляется контроль качества решения обучаемым практической задачи, для чего применяется адаптивный задачный метод, учитывающий полученные ранее ПФХ обучаемых. В случае первой и второй неудачной попытки решения практической задачи обучаемый возвращается на стадию практической

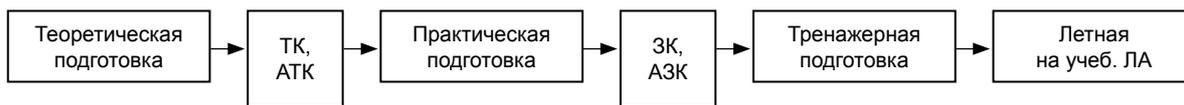


Рис. 1. Обобщенная схема процесса обучения

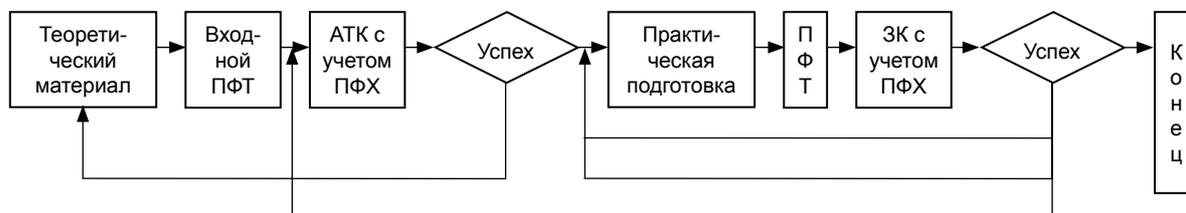


Рис. 2. Обобщенный алгоритм теоретической и практической подготовки

подготовки, проходит ее с последующим ПФТ и прохождением индивидуального адаптивного задачного контроля (АЗК). При третьей неудаче объект возвращается на стадию сдачи АТК с учетом ПФХ для проверки обученности теоретическим знаниям по ПрО [14]. При успешном прохождении АЗК в рамках алгоритма (рис. 2) обучение субъекта завершается, обучаемый допускается к тренажерной и практической летной подготовкам (рис. 1).

Как уже говорилось ранее [3; 5; 6; 7], в рассматриваемой системе применяются два теста для определения индивидуальных ПФХ обучаемых.

Первый тест по методике В. Д. Небылицына [15] позволяет определить динамичность НС, а именно выделить лабильность и инертность. Второй тест направлен на оценку силы НС обучаемого.

Подвижность НС определяется программой по методике В. Д. Небылицына [15], реализованной на базе алгоритма [5; 6] (рис. 3, а) в среде графического программирования *LabView* [17], позволяющей выполнять ряд сложных математических и статистических операций, решать широкий спектр научных и прикладных задач, используя при этом удобный интерфейс и графическую «оболочку»,

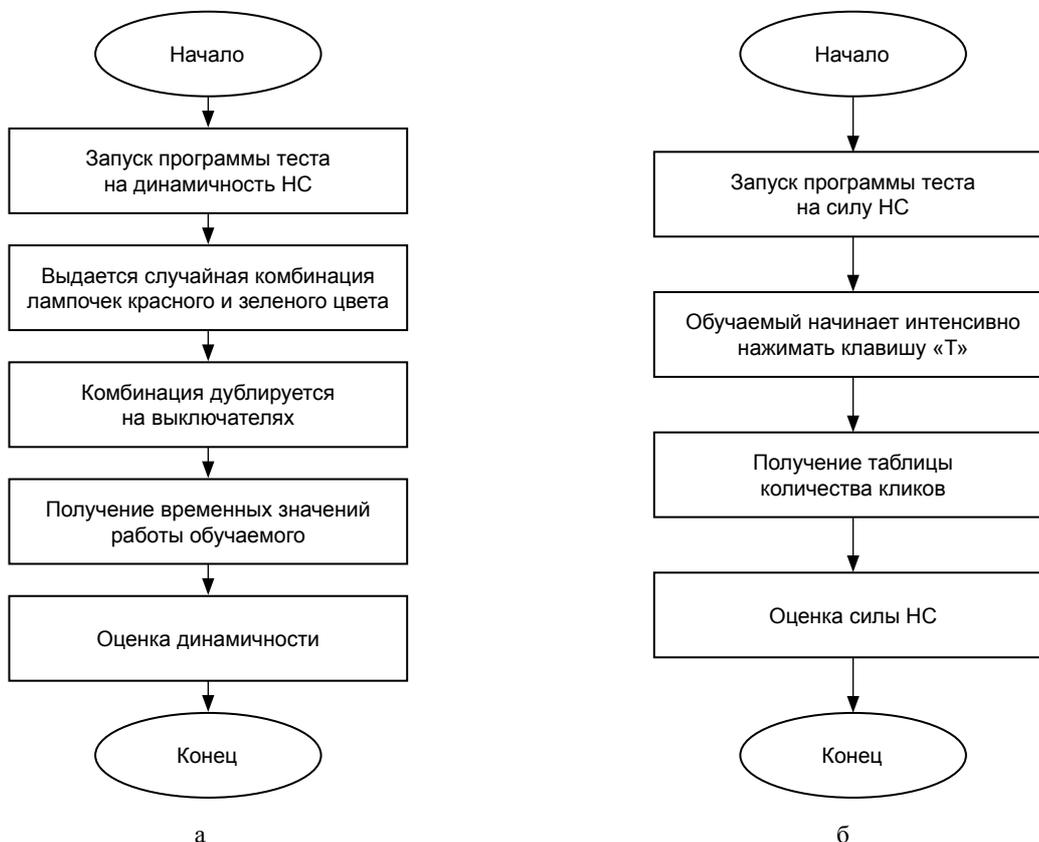
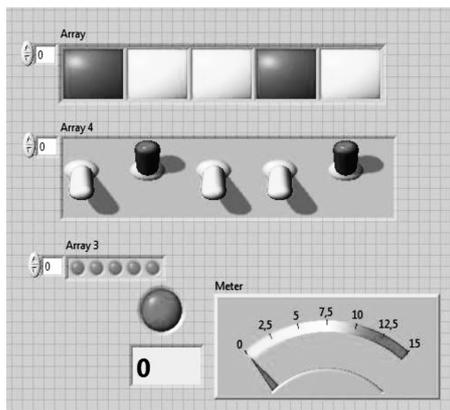
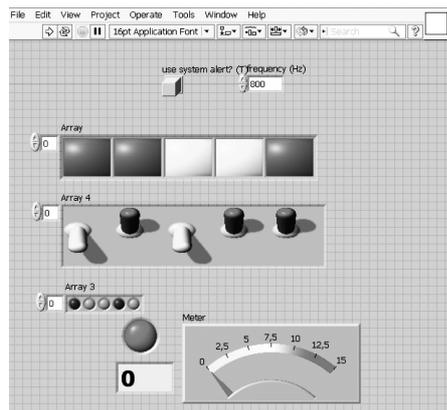


Рис. 3. Алгоритм теста на определение динамичности (а) и силы (б) НС



а



б

Рис. 4. Интерфейс программ тестирования подвижности НС.

Вариант без звукового индикатора начала эксперимента (а) и со звуковым индикатором начала эксперимента (б)

в которой нетрудно осуществлять программное моделирование элементов самолетной индикации (знаковой, стрелочной, шкальной и т.д.), что немаловажно при адаптации будущих авиационных специалистов, выработке у них необходимых умений и навыков обращения с современными пилотажно-навигационными дисплеями, досками и т.д. Для непосредственной работы нужно запустить с ПК исполнительный файл «Тест (тип нервной системы).vi». Графический интерфейс теста на определение подвижности НС (рис. 4) включает в себя пять изначально выключенных квадратных индикаторов и пять рычажковых переключателей различных цветов. Шкала визуализации *Meter* с цифровым дублирующим табло и индикатором выполнения красного цвета представляет собой оцифрованную стрелочную шкалу в диапазоне времени от 0 до 15 секунд и предназначена для индикации потребителю характеристик подвижности НС.

Тест, направленный на определение подвижности НС, реализован в двух вариантах. В первом не учитывается влияние индивидуальных особенностей восприятия информации (рис. 4, а), во втором учитывается (рис. 4, б). В отличие от первого варианта, во втором используется звуковой эффект, что обеспечивает нивелирование индивидуальных особенностей доминирующего канала восприятия информации обучаемым (особенно важно для аудиалов) [9]. Таким образом повышается качество психофизиологического тестирования (адекватность).

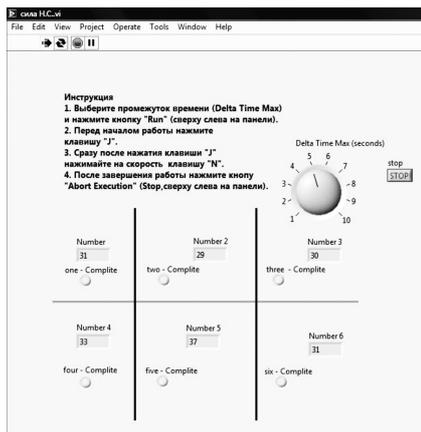
При запуске программы на исполнение панель *Array* активизирует индикаторы, и они загораются зеленым или красным цветом случайным хаотичным образом (рис. 4). Для прохождения теста необходимо продублировать представленную по команде комбинацию с помощью рычажковых переключателей, верхнее положение которых соответствует красному цвету, нижнее — зеленому. Как только обучаемый выполняет задание, программа прекращает тестирование и выдает общее время выполнения и результат. Обработка данных осуществляется путем сравнения полученных показателей по времени с установленными

авторами нормативами [5]. По шкале *Meter* оценивается уровень подвижности НС: время выполнения 0 до 7,5 секунд характеризует лабильную НС, а от 7,6 до 15 — соответственно инертную.

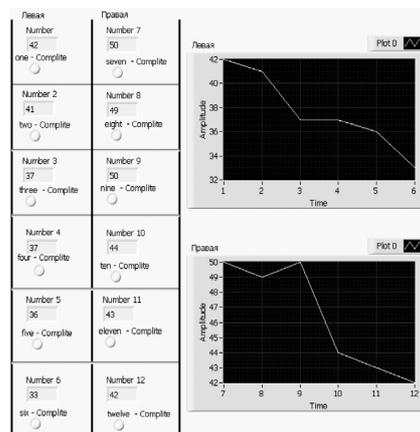
Сила НС [5] определяется специальной программой по методикам Е.П. Ильина [13] и О.П. Елисеева [11], реализованным на базе алгоритма [5] (рис. 3, б) средствами языка графического программирования *LabView* [17]. В обиходе тест, оценивающий силу НС, называют «Дятел-тест», а в англоязычной литературе — «Теппинг-тест» [5].

В основном диалоговом окне теста по методике Ильина [13] представлено шесть квадратных полей (рис. 5, а): три сверху и три снизу. На тактильную моторную работу с каждым из полей отводится по 5 секунд (время варьируется круговым переключателем в правом верхнем углу лицевой панели в диапазоне 1...10 секунд), переход осуществляется последовательно от первого ко второму и к последующим полям — непрерывно и автоматически. Необходимо как можно чаще нажимать на клавишу «N» (в русскоязычной раскладке клавиатуры — клавиша «Т») в течение всего периода тестирования. При переходе к следующему полю в предыдущем индицируется текущее цифровое значение (количество нажатий за отведенное время). По истечении времени работы в последнем (шестом поле) тестирование заканчивается, испытуемому выдается результат, делается вывод о силе НС.

В основном диалоговом окне теста по методике Елисеева [11] представлены две линейки из шести квадратных полей, слева и справа соответственно (рис. 5, б). На тактильную моторную работу каждой руки испытуемого с каждым из полей отводится по 6 секунд, переход осуществляется последовательно от первого ко второму и к последующим полям — непрерывно и автоматически (начинать эксперимент можно с любой руки). Нужно как можно чаще нажимать на клавишу «N» (в русскоязычной раскладке клавиатуры — клавиша «Т») в течение всего периода тестирования. При переходе к следующему полю в предыдущем индицируется текущее цифровое значение (количество



а



б

Рис. 5. Интерфейс программ тестирования силы НС.

Вариант, реализованный по методике Е. П. Ильина (а) и по методике О. П. Елисеева (б)

нажатий за отведенное время). По истечении времени работы в последнем (шестом поле) тестирование заканчивается, испытуемому выдается результат, строятся графики работоспособности для обеих рук, рассчитывается коэффициент асимметрии, делается вывод о силе НС.

Методика Елисеева [11], в отличие от методики Ильина [13], позволяет визуализировать результаты тестирования, что потенциально снижает время обработки и диагностику НС; определяется коэффициент силы НС (более информативная количественная оценка, обеспечивающая более точное ранжирование обучаемых по типу НС); рассчитывается коэффициент функциональной асимметрии рук (позволяет учесть особенности работы обучаемого в «режиме двух рук»); вместо шести рабочих полей используются 12, время работы увеличено на 1 секунду (более качественно оценивается степень усталости испытуемых, так как при долгой тактильной моторной работе необходимо учитывать не только предысторию, но и динамику развития явления усталости испытуемого, что невозможно без увеличения времени наблюдения данного процесса).

После того как пройдены оба теста, с помощью таблицы экспертных данных, полученных на основании работы [18], обучаемые подразделяются на четыре группы в соответствии с табл. 1.

Табл. 1

Параметры системы контроля знаний в зависимости от типа НС обучаемого

Тип нервной системы	Время ответа t, с	Число попыток
Сильный, лабильный	20	1
Слабый, лабильный	30	1
Сильный, инертный	50	2
Слабый, инертный	60	2

Психофизиологическая диагностика на базе тестирования может быть комплексно использована при реализации любого вида контроля

знаний — входного, рубежного, итогового. Наиболее целесообразно, по мнению авторов, психофизиологическое тестирование для задания адаптивных временных диапазонов при реализации «задачного» метода в обучении. Это особенно актуально для практической подготовки обучаемых, когда решаются конкретные специализированные прикладные задачи и когда необходимо оценивать не только качество (число ошибочных действий), но и время выполнения задания, учитывая индивидуальные особенности НС [8] обучаемого (табл. 1).

Ряд особенностей, присущих естественнонаучному образованию, затрудняет использование информационных технологий при организации процесса обучения. Основные проблемы здесь связаны с тем, что для подобных специальностей нужна повседневная практическая деятельность — регулярно выполняемые лабораторные работы и практические занятия. Важнейшим аспектом подготовки является разработка систем задач, при решении которых не только закрепляются полученные теоретические знания, но и приобретаются умения и навыки, необходимые в профессиональной деятельности.

Рассмотрим при реализации АдОС в качестве сценария обучения задачный подход на примере одного из параграфов главы «Расчет условного курса на следующий этап полета» учебного пособия [14].

Исходными данными задачи являются: ЗУПУ — заданный условный путевой угол, °; σ — направление ветра, °; V — истинная воздушная скорость, км/ч; U — скорость ветра, км/ч. В результате решения задачи рассчитываются: УВ — угол ветра, °; УС — угол сноса, °; УК — условный курс, °. Диапазоны изменения исходных данных следующие:

$$\text{Sigma } (\sigma) = 0 \dots 360^\circ;$$

$$\text{ЗУПУ} = 0 \dots 360^\circ;$$

$$U = 0 \dots 250 \text{ км/ч};$$

$$V = 0 \dots 900 \text{ км/ч}.$$

Решение навигационных задач осуществляется в режиме реального времени, и при оценивании качества решения необходимо учитывать не только

точность, но и скорость выполнения поставленной задачи. В табл. 2 приведены экспертные значения оценки с учетом времени и точности выполнения задачи по расчету условного курса на следующий этап полета.

Табл. 2

Экспертная многокритериальная оценка качества выполнения обучаемым контрольной задачи на этапе практической подготовки

Время, с	Кол-во ошибок, шт			
	0	1	2	3
0 ... 70	5	4	3	2
71 ... 95	4	3	2	2
96 ... 120	3	2	2	2
120 ...	2	2	2	2

При формировании эталонной модели решения задачи обучающая программа использует следующие формулы решения:

Для расчета угла ветра:

$$\sigma - ЗУПУ, \text{ при } УВ > 0$$

$$360 + \sigma - ЗУПУ, \text{ при } УВ < 0$$

Формула расчета угла сноса разбивается на ряд простых действий:

$$X_1 = U/V$$

$$X_2 = \arcsin(U/V)$$

$$X_3 = \sin УВ$$

$$УС = X_2 \times X_3$$

$$УК = ЗУПУ - УС$$

Условный курс рассчитывается по формуле:

$$УК_{с\sigma} = ЗУПУ - \sin(\sigma - ЗУПУ) \times \arcsin(U/V),$$

где ЗУПУ — заданный условный путевой угол, σ — направление ветра, U — скорость ветра, V — истинная воздушная скорость.

Поскольку одна и та же символьная информация, представленная на языке естественно-математической записи, может быть описана различными семантически эквивалентными выражениями, то требуется привести формулы к стандартному виду. Для этого необходимо: исключить все лишние скобки и унарные плюсы; раскрыть скобки, относящиеся к бинарному и унарному минусу; вынести унарный минус из-под знаков умножения и деления; если возможно, раскрыть скобки, охватывающие делитель.

С учетом индивидуальных ПФХ (табл. 1) и экспертной оценки качества выполнения задачи (табл. 2) обучаемые приступают к выполнению АТК и АЗК соответственно.

Авторами статьи была рассмотрена и опробована данная система адаптивного контроля знаний и умений на группе студентов пятого курса ГУАП. Ниже представлены графики и средний балл (с учетом ПФХ — 2,083 и без учета ПФХ — 2,0) при теоретическом контроле знаний (рис. 6) и практическом контроле умений (с учетом ПФХ — 4,08 и без учета ПФХ — 3,11) (рис. 7 и 8).

По результатам полученных графиков (рис. 6, 7 и 8) можно сделать вывод, что интегрирование ПФД в обучающую систему улучшает среднюю текущую успеваемость в группе преимущественно за счет повышения общего уровня адаптации, что осуществляется благодаря возможности получения дополнительной информации о каждом обучаемом. Тем не менее у некоторых студентов в рамках АТК знаний (рис. 3) с сильной и очень сильной НС при уменьшении временных рамок оценка несколько ухудшалась, что было связано в первую очередь с определенной неполнотой и фрагментарным характером знаний по данному разделу. Обучаемым с сильной НС при снижении времени, отводимого на выполнение задания, повышали сложность (уменьшали потенциальное число допустимых ошибок — см. табл. 1), что сказывалось на конечной оценке, учитывающей и точность, и скорость выполнения задачи (табл. 2).

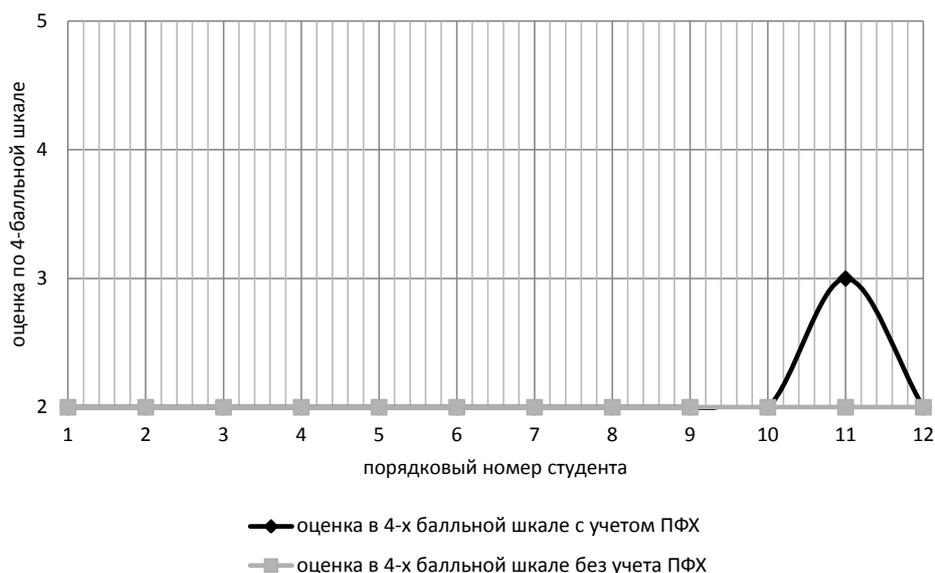


Рис. 6. Результаты теоретического контроля знаний без учета и с учетом ПФХ в 4-балльной шкале оценивания

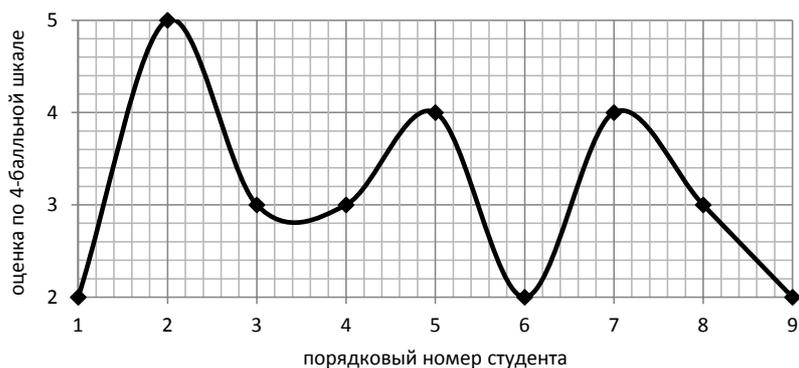


Рис. 7. Результаты практического контроля знаний без учета ПФХ в 4-балльной шкале оценивания

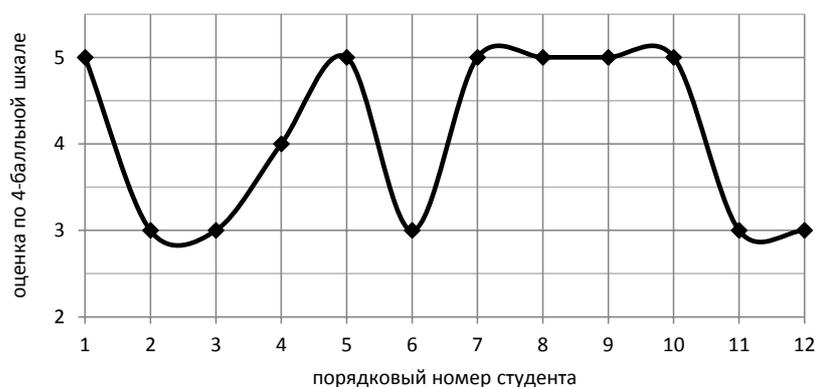


Рис. 8. Результаты практического контроля знаний с учетом ПФХ в 4-балльной шкале оценивания

На основании апостериорных результатов все обучаемые могут быть дифференцированы на четыре подгруппы по типу нервной системы: сильные, лабильные; слабые, лабильные; сильные, инертные; слабые, инертные. Для каждой подгруппы устанавливаются соответствующие временные параметры системы контроля знаний: время ответа на вопрос и число попыток при ответе, что обеспечивает индивидуализацию процедуры контроля знаний [8].

Таким образом, можно сделать вывод, что интегрирование в АдОС модуля ПФД для получения индивидуальных ПФХ обучаемых и использования этих данных для дифференциации, индивидуализации и адаптации ПО целесообразно, причем наибольший эффект достигается на этапе практического контроля знаний при решении обучаемыми контрольных задач.

Использование информационно-коммуникационных технологий при реализации компетентного подхода в обучении АС, безусловно, требует от преподавателя глубоких и основательных

знаний, умений и навыков в организации своей повседневной деятельности на новой методической и технологической базе. В связи с этим нужна надлежащая психолого-педагогическая подготовка, перестройка организационных и методических аспектов учебно-воспитательного процесса.

Для того чтобы соответствовать современным требованиям федерального государственного образовательного стандарта нового поколения, необходимы модернизация и/или создание принципиально новой методико-дидактической базы обеспечения процесса обучения, переосмысление и реорганизация аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы обучаемых с ориентацией на возрастающие возможности информационных технологий.

Для большинства вузов решение таких задач возможно лишь посредством целевой подготовки и/или переподготовки педагогических кадров, как правило, в кооперации с научными центрами, исследовательскими институтами и предприятиями, что зачастую бывает затруднительно без отрыва от текущей работы.

1. Аванесов В. С. Композиция тестовых заданий. М.: АДЕПТ, 1998. 217 с.
2. Глова В. И., Дуплик С. В. Модели педагогического тестирования обучаемых // Вестник Казан. гос. тех. ун-та им. А. Н. Туполева. 2003. № 2. С. 74–80.
3. Григорьев А. П. Адаптация к психофизиологическим особенностям обучаемых аэрокосмического вуза в контексте аксиологического подхода // Педагогические исследования и современная культура: сб. статей

- Всероссийской интернет-конф. с международным участием. СПб.: Издательство РГПУ им. А.И. Герцена, 2014. С. 36–40.
4. Григорьев А. П. Реализация компетентностного подхода при подготовке специалистов аэрокосмического профиля // Педагогическая деятельность в режиме инноваций: концепции, подходы, технологии: сб. материалов II Международной заочной научно-практ. конф. Чебоксары: ЧГПУ им. Яковлева, 2014. С. 15–19.
 5. Григорьев А. П., Орлов А. А. Адаптация АОС к психофизиологическим особенностям обучаемых // Сб. докл. научной сессии ГУАП. СПб.: ГУАП, 2014. С. 22–26.
 6. Григорьев А. П., Писаренко Е. С. Моделирование психофизиологического тестирования обучаемых высшей технической школы // Сб. докл. научной сессии ГУАП. СПб.: ГУАП, 2014. С. 26–29.
 7. Григорьев А. П., Орлов А. А., Писаренко Е. С. Адаптация к психофизиологическим особенностям обучаемых аэрокосмического высшего учебного заведения // Повышение качества образования: новые идеи, новые подходы: сб. материалов II Международной заочной научно-практ. конф. Чебоксары: ЧГПУ им. Яковлева, 2014. С. 68–71.
 8. Григорьев А. П., Писаренко Е. С. Психофизиологические аспекты организации адаптивного обучения в высшей технической школе // Педагогика и психология: проблемы, идеи, инновации: сб. материалов II Международной заочной научно-практ. конф. Чебоксары: ЧГПУ им. Яковлева, 2014. С. 9–11.
 9. Григорьев А. П., Смирнов Г. В. Адаптация по типу восприятия окружающего мира и индивидуализация обучения студентов аэрокосмического профиля // Новые образовательные стратегии в современном информационном пространстве: сб. статей международной ежегодной научной интернет-конф. СПб.: Издательство РГПУ им. А. И. Герцена, 2015. С. 226–229.
 10. Дуплик С. В. Модель адаптивного тестирования на нечеткой математике // Открытое и дистанционное образование. 2004. № 4. С. 50–60.
 11. Елисеев О. П. Практикум по психологии личности. СПб.: Питер, 2001. 560 с.
 12. Зайцева Л. В. Модели и методы адаптации к учащимся в системах компьютерного обучения // Educational Technology & Society. 2003. № 6 (3). С. 204–212.
 13. Ильин Е. П. Психология индивидуальных различий. СПб.: Питер, 2004. 701 с.
 14. Мамаев В. Я., Синяков А. Н., Петров К. К. и др. Воздушная навигация и элементы самолетовождения: учеб. пособие. СПб.: ГУАП, 2002. 256 с.
 15. Небылицын В. Д. Основные свойства нервной системы. М.: Просвещение, 1966. 280 с.
 16. Нейман Ю. М., Хлебников В. А. Введение в теорию моделирования и параметризации педагогических тестов. М., 2000. 168 с.
 17. Тревис Дж. LabVIEW для всех / пер. с англ. Н. А. Клушина. М.: ДМК Пресс; ПриборКомплект, 2005. 544 с.
 18. Чиркова А. А. Автоматизированный обучающий комплекс операторов процесса каталитического риформинга: дис. ... канд. тех. наук. СПб.: СПбГТИ, 1999. 180 с.

References

1. Avanesov V. S. *Kompozitsiya testovykh zadaniy* [The composition of test exercises]. Moscow: Adept Publ., 1998. 217 p. (In Russian).
2. Glova V. I., Duplik S. V. Modeli pedagogicheskogo testirovaniya obuchayemykh [Models for pedagogical testing of students]. *Vestnik of the Kazan State National Research Technical University named after A. N. Tupolev*, 2003, 2 (34), pp. 74–79 (in Russian).
3. Grigoryev A. P. Adaptatsiya k psikhofiziologicheskim osobennostyam obuchayemykh aerokosmicheskogo vuza v kontekste aksiologicheskogo podkhoda [Adaptation to psychophysiological features of students of aerospace higher education institution in the context of the axiological approach]. In: *Pedagogicheskiye issledovaniya i sovremennaya kultura: sbornik statey Vserossiyskoy internet-konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem* [Proc. of the All-Russian Internet Conference with International Participation «Pedagogical Research and Modern Culture»]. St. Petersburg: Herzen State Pedagogical University Publ., 2014, pp. 36–40 (in Russian).
4. Grigoryev A. P. Realizatsiya kompetentnosnogo podkhoda pri podgotovke spetsialistov aerokosmicheskogo profilya [Realization of competency-based approach in training of aerospace specialists]. In: *Sbornik materialov II Mezhdunarodnoy zaochnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Pedagogicheskaya deyatel'nost' v rezhime innovatsiy: kontseptsii, podkhody, tekhnologii»* [Proc. of the 2nd International Distance Scientific and Practical Conference «Pedagogical Activity in the Mode of Innovation: Concepts, Approaches, Technologies»]. Cheboksary: Chuvash State Pedagogical University named after I. Ya. Yakovlev Publ., 2014, pp. 15–19 (in Russian).
5. Grigoryev A. P., Orlov A. A. Adaptatsiya AOS k psikhofiziologicheskim osobennostyam obuchayemykh [Adaptation of adaptive training systems to psychophysiological features of trainees]. In: *Sbornik dokladov nauchnoy sessii GUAP, 7–11 aprelya 2014* [Collection of presentations at the scientific session of the St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, 7–11 April, 2014]. St. Petersburg: St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation Publ., 2014, pp. 22–26 (in Russian).
6. Grigoryev A. P., Pisarenko Ye. S. Modelirovaniye psikhofiziologicheskogo testirovaniya obuchayemykh vysshey tekhnicheskoy shkoly [Modeling of psychophysiological testing of students of higher technical school]. In: *Sbornik dokladov nauchnoy sessii GUAP, 7–11 aprelya 2014* [Collection of presentations at the scientific session of the St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, 7–11 April, 2014]. St. Petersburg: St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation Publ., 2014, pp. 26–29 (in Russian).
7. Grigoryev A. P., Orlov A. A., Pisarenko Ye. S. Adaptatsiya k psikhofiziologicheskim osobennostyam obuchayemykh aerokosmicheskogo vysshego uchebnogo zavedeniya [Adaptation to psychophysiological features of students of aerospace

- higher education institution]. In: *Sbornik materialov II Mezhdunarodnoy zaochnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Povysheniye kachestva obrazovaniya: novye ideyi, novye podkhody»* [Proc. of the 2nd International Distance Scientific and Practical Conference «Improving the Quality of Education: New Ideas, New Approaches»]. Cheboksary: Chuvash State Pedagogical University named after I.Ya. Yakovlev Publ., 2014, pp. 68–71 (in Russian).
8. Grigoryev A. P., Pisarenko Ye. S. Psikhofiziologicheskiye aspekty organizatsii adaptivnogo obucheniya v vyshey tekhnicheskoy shkole [Psychophysiological aspects of organization of adaptive training in higher technical school]. In: *Sbornik materialov II Mezhdunarodnoy zaochnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Pedagogika i psikhologiya: problemy, ideyi, innovatsii»* [Proc. of the 2nd International Distance Scientific and Practical Conference «Pedagogy and Psychology: Problems, Ideas, Innovations»]. Cheboksary: Chuvash State Pedagogical University named after I.Ya. Yakovlev Publ., 2014, pp. 9–11 (in Russian).
 9. Grigoryev A. P., Smirnov G. V. Adaptatsiya po tipu vospriyatiya okruzhayushchego mira i individualizatsiya obucheniya studentov aerokosmicheskogo profilya [Adaption according to the type of perception of the world and individualization of training of students of aerospace profile]. In: *Sbornik statey mezhdunarodnoy nauchnoy internet-konferentsii «Novye obrazovatelnye strategii v sovremennom informatsionnom prostranstve»* [Proc. of the International Scientific Internet Conference «New Educational Strategies in the Modern Information Space»]. St. Petersburg: Herzen State Pedagogical University Publ., 2015, pp. 26–229 (in Russian).
 10. Duplik S. V. Model adaptivnogo testirovaniya na nechetkoy matematike [Model of adaptive testing on fuzzy math]. *Open and Distance Education*, 2004, 4 (16), pp. 50–60 (in Russian).
 11. Yeliseyev O. P. *Praktikum po psikhologii lichnosti* [Practicum in psychology of personality]. St. Petersburg: Piter Publ., 2001. 560 p. (In Russian).
 12. Zaytseva L. V. Metody i modeli adaptatsii k uchashchimsya v sistemakh kompyuternogo obucheniya [Methods and models of adaptation to students in the computer-based learning systems]. *Obrazovatelnye tekhnologii i obshchestvo — Educational Technology and Society*, 2003, 4 (6), pp. 204–211 (in Russian).
 13. Ilyin Ye. P. *Psikhologiya individualnykh razlichiy* [Psychology of individual differences]. St. Petersburg: Piter Publ., 2004. 701 p. (In Russian).
 14. Mamayev V. Ya., Sinyakov A. N., Petrov K. K., et al. *Vozdushnaya navigatsiya i elementy samoletovozhdeniya: uchebnoye posobiye* [Air navigation and piloting elements: study guide]. St. Petersburg: St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation Publ., 2002. 256 p. (In Russian).
 15. Nebylitsyn V. D. *Osnovnye svoystva nervnoy sistemy* [Basic properties of the nervous system]. Moscow: Prosveshcheniye Publ., 1966. 280 p. (In Russian).
 16. Neyman Yu. M., Khlebnikov V. A. *Vvedeniye v teoriyu modelirovaniya i parametrizatsiyu pedagogicheskikh testov* [Introduction to the theory of modeling and parameterization of pedagogical tests]. Moscow: Prometey Publ., 2000. 168 p. (In Russian).
 17. Travis J., Kring J. *LabVIEW for Everyone: Graphical Programming Made Easy and Fun*. 3rd Ed. Crawfordsville: Prentice Hall, 2007. 1236 p.
 18. Chirkova A. A. *Avtomatizirovanny obuchayushchiy kompleks operatorov protsessa kataliticheskogo riforminga: dis. ... kand. tekh. nauk* [Automated training complex of catalytic reforming process operators: Cand.Sc. (Tech.) dissertation]. St. Petersburg: St. Petersburg State Technological Institute Publ., 1999. 180 p. (In Russian).