

На правах рукописи



Асауленко Евгений Васильевич

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОРГАНИЗАЦИИ
ПЕРСОНИФИЦИРОВАННОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
СТУДЕНТОВ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ НА ОСНОВЕ КОГНИТИВНОГО
ПОДХОДА**

13.00.02 – Теория и методика обучения и воспитания
(информатизация образования)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата педагогических наук

Красноярск – 2020

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева»

Научный руководитель: доктор педагогических наук, профессор
Пак Николай Инсебович

Официальные оппоненты: **Григорьев Сергей Георгиевич,**
доктор технических наук, профессор,
Государственное автономное образовательное учреждение высшего образования города Москвы «Московский городской педагогический университет», институт цифрового образования, департамент информатики, управления и технологии, профессор.

Буторин Денис Николаевич,
кандидат педагогических наук, Краевое государственное автономное профессиональное образовательное учреждение «Ачинский техникум нефти и газа», ресурсный центр информационно-коммуникационных технологий, заместитель директора по информационным технологиям.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный педагогический университет».

Защита диссертации состоится 8 октября 2020 г. в 17:00 на заседании диссертационного совета Д 999.032.03, созданного на базе ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», ФГБОУ ВО «Омский государственный педагогический университет», ФГБОУ ВО «Красноярский государственный педагогический университет имени В. П. Астафьева» по адресу: 660074, г. Красноярск, ул. Академика Киренского, 26, ауд. УЛК 1-12.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Сибирского федерального университета по адресу: www.sfu-kras.ru.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2020 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Баженова Ирина Васильевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Обучение точным наукам немыслимо без решения задач. Среди них наиболее распространенными являются расчетные задачи, и их решение является хорошей практикой применения полученных знаний. К тому же задачи представляют удобный инструмент при контроле знаний. Фундамент умения решать задачи у детей закладывается еще при получении среднего общего образования базового уровня. В дальнейшем это умение является одним из важнейших для изучения технических дисциплин различных специальностей и профессий.

Одновременно с высокой важностью умения решать задачи его уровень у обучающихся остается достаточно низким. Реальная педагогическая практика и результаты ЕГЭ по точным дисциплинам показывают из года в год низкий уровень этого умения. Соответственно, эта проблема становится причиной серьезных трудностей обучения решению расчетных задач студентов среднего профессионального образования (независимо от предметной области).

Современное общество и динамичный научно-технический прогресс требуют от каждого человека высокой самостоятельности и автономности. В этой связи требование самостоятельности отражено в ФГОС всех уровней образования, а в «Атласе новых профессий» оно является приоритетным при предъявлении требований к специалистам будущего. Таким образом, результативная организация самостоятельной работы обучающихся чрезвычайно актуальна.

Умение решать задачи является сугубо индивидуальным, и самостоятельность при его формировании становится ключевым фактором успешности обучения. Эффективное обучение учащихся решению задач не представляется возможным без грамотной организации их самостоятельной работы. Ее первостепенная роль создает высокую нагрузку на преподавателя как организатора учебного процесса. Это связано главным образом с индивидуализированным характером самостоятельной работы. Необходимая самостоятельность одновременно с высокой степенью индивидуализации обуславливают персонифицированный характер самостоятельной работы обучающихся по решению задач, что влечет за собой необходимость организации персонифицированной диагностики ее результатов. В классической классно-урочной системе обучения организовать персонифицированную самостоятельную работу, а также персонифицированную диагностику представляется весьма сложной проблемой. В этой связи представляют интерес способы автоматизации процесса организации самостоятельной работы обучающихся по решению задач.

Степень разработанности проблемы. Успешное формирование у обучающихся умения решать расчетные задачи возможно только при полноценном методическом обеспечении этого процесса. Традиционными средствами такого обеспечения являются печатные издания учебных пособий. Сегодня наблюдается избыток различного рода цифровых средств обучения. Имеющиеся цифровые ресурсы чаще всего представляют собой (на примере физики):

- компьютерные тесты;

- оцифрованные задачки;
- анимации и виртуальные среды моделирования эксперимента;
- приложения-справочники.

Однако они не могут в полной мере обеспечить эффект организации самостоятельной работы обучающихся по решению расчетных задач. Наблюдающийся дефицит необходимых средств обучения противоречит современным научным идеям:

- когнитивной психологии (Дж. Андерсон, У. Найссер, Э. Толмен) – понятие «схема» для объяснения механизмов восприятия и мышления;
- ментальной дидактики (Н. И. Пак) – концептуальная модель ментальной схемы;
- кибернетики (Н. Виннер, У. Росс Эшби) – модели «черный» и «белый» ящик.

Развитие этих идей в области информатизации образования представляется недостаточным и сдерживается слабой разработанностью подходов к формализации умения решать расчетные задачи. Формализация данного умения необходима для понимания его структуры, целенаправленного формирования и развития у обучающихся.

Автоматизация диагностики результатов обучения возможна посредством, например, систем тестового контроля (В. С. Аванесов, А. Н. Майоров, Е. А. Михайлычев, Ю. М. Нейман, В. А. Хлебников), систем адаптивного контроля (Ю. В. Вайнштейн, В. И. Звонников, М. В. Носков, Г. М. Цибульский, М. Б. Чельшкова), модульно-рейтинговых технологий, электронных портфолио (О. Г. Смолянинова). Данные направления перспективны, однако применить их для автоматизации процесса организации персонифицированной самостоятельной работы при формировании умения решать задачи проблематично из-за сложности и многокомпонентности рассматриваемого умения. Можно предположить, что контуры зарождающейся ментальной дидактики (Н. И. Пак, Д. Н. Буторин) позволят найти подходы к формализации умения решать задачи.

Проведенный анализ позволил выявить следующие **противоречия**:

– *на социально-педагогическом уровне*: между потребностью современного информационного общества в специалистах среднего звена, способных самостоятельно приобретать знания и умения в своей профессиональной области, в том числе умения решать расчетные задачи, и недостаточным информационно-методическим обеспечением этого процесса;

– *на научно-педагогическом уровне*: между потенциальными возможностями формализации умения решать расчетные задачи с позиций когнитивного подхода и недостаточной разработанностью соответствующих прикладных моделей и методов;

– *на научно-методическом уровне*: между большими перспективами применения цифровых технологий к автоматизации процесса организации персонифицированной самостоятельной работы студентов по решению расчетных задач и недостаточной разработанностью существующих средств обучения и методики их применения.

Необходимость разрешения выявленных противоречий обуславливает актуальность исследования и определяет его **проблему**: каким образом автоматизировать процесс организации персонифицированной самостоятельной работы студентов по решению задач?

Ведущая идея исследования заключается в использовании для автоматизации процесса организации персонифицированной самостоятельной работы студентов автоматизированной интерактивной программной среды, разработанной на основе структурно-ментальных схем и модели «белый ящик».

Объектом исследования является: информатизация процесса обучения студентов решению задач.

Предмет исследования: автоматизация процесса организации персонифицированной самостоятельной работы студентов в системе среднего профессионального образования по решению задач (на примере физических задач).

Цель работы заключается в теоретическом обосновании возможности автоматизации процесса организации персонифицированной самостоятельной работы студентов технического профиля СПО по решению задач и разработке автоматизированной интерактивной программной среды на платформе структурно-ментальных схем и модели «белый ящик», обеспечивающей результативность формирования умения студентов решать расчетные задачи (на примере физических задач).

Согласно проблеме, объекту, предмету и цели исследования была выдвинута **гипотеза**: автоматизация процесса организации персонифицированной самостоятельной работы студентов технического профиля СПО будет результативно обеспечена, если использовать интерактивную программную среду, в которой:

- формализация процесса обучения студентов решению задач осуществляется с помощью предметных структурно-ментальных схем, а обучение и контроль этого умения реализуются на основе модели «белый ящик»;
- адаптивность подбора заданий по сложности обеспечивается за счет рейтинга А. Эло;
- внутренняя мотивация студентов к самостоятельной работе по решению расчетных задач формируется с помощью игровых механик и учета забывания по кусочно-линейному закону.

Для достижения поставленной цели были выделены следующие **задачи**:

1. Провести анализ трудностей организации персонифицированной самостоятельной работы студентов по решению расчетных задач, раскрыть сущность контроля по модели «черный ящик» и показать проблемы, возникающие при ее использовании.
2. Раскрыть сущность контроля, основанного на использовании модели «белый ящик». Описать основные принципы применения этой модели.
3. Провести формализацию умения решать расчетные задачи с позиций когнитивного подхода на основе структурно-ментальных схем.
4. Разработать комплект предметных структурно-ментальных схем, формализующих умение решать расчетные задачи (на примере физических задач).

5. Разработать интерактивную программную среду, позволяющую автоматизировать процесс организации персонифицированной самостоятельной работы студентов по решению задач и описать методику ее использования.

6. Провести оценку результативности использования разработанной интерактивной программной среды, автоматизирующей процесс организации персонифицированной самостоятельной работы студентов по формированию умения решать расчетные задачи (на примере физических задач).

В процессе исследования были использованы следующие **методы**:

- изучение и анализ научной, методической и психолого-педагогической литературы по проблеме исследования и смежным областям;
- анализ федеральных государственных образовательных стандартов среднего общего и среднего профессионального образования различных технических специальностей и профессий;
- эмпирические методы: тестирование, наблюдение, эксперимент;
- непараметрические методы статистической обработки экспериментальных данных: сравнение зависимых выборок (Т-критерий Вилкоксона); сравнение независимых выборок (U-критерий Манна-Уитни);
- вспомогательные методы компьютерной обработки данных: оформление данных в виде таблиц, диаграмм, графиков.

Теоретико-методологической основой исследования являются:

- системно-деятельностный подход и теория развивающего обучения (Л.С. Выготский, В.В. Давыдов, Л.В. Занков, А.Н. Леонтьев, Д.Б. Эльконин и др.), обосновавшие высокую эффективность активных методов обучения, которые полностью соответствуют задаче формирования умения решать задачи;
- задачный подход в обучении и частнопредметные методики преподавания (Г.А. Балл, С.Е. Каменецкий, Ю.М. Колягин, В.П. Орехов, Дж. Пойа, В.И. Полещук, Л.М. Фридман, А.В. Усова и др.), обосновавшие необходимость обучения решению задач для развития интеллектуальной сферы сознания;
- исследования в области информатизации образования (Е.З. Власова, С.Г. Григорьев, В.В. Гриншкун, И.Г. Захарова, С.Д. Каракозов, М.П. Лапчик, Н.И. Пак, С.А. Панюкова, И.В. Роберт, О.Г. Смолянинова, С.Р. Удалов и др.), определившие место исследования в системе педагогических наук;
- исследования в области когнитивной психологии и когнитивный подход в образовании (Дж. Андерсон, Б.М. Величковский, В.Н. Дружинин, У. Найссер, Л.С. Рубинштейн, Р. Солсо, Г. Эббингауз и др.), способствовавшие разработке модели обучающегося.

Эмпирическая база исследования: КГБПОУ «Дивногорский гидроэнергетический техникум имени А. Е. Бочкина». В эксперименте участвовало 46 обучающихся в 2018 году и 71 обучающийся в 2019 году.

Личный вклад соискателя заключается: в выдвижении научной идеи возможности формализации умения решать расчетные задачи на основе структурно-ментальных схем; в разработке концептуальной модели программной среды; в создании автоматизированной интерактивной программной среды и ее применении для автоматизации процесса организации персонифицированной

самостоятельной работы студентов технического профиля СПО по решению расчетных задач; в непосредственном участии в получении и апробации результатов, представленных в диссертации; в подготовке публикаций, представленных в научных журналах и материалах конференций.

Основные этапы исследования. Исследование началось в 2012-м году.

Первый этап (2012-2016 гг.) – поисковый. Поиск научной проблемы. В ходе этого этапа было изучено состояние информатизации образования в области обучения решению задач. Были обнаружены противоречия на социально-педагогическом, научно-педагогическом и научно-методическом уровнях. Была сформулирована проблема и составлен план исследования.

Второй этап (2016-2017 гг.) – пропедевтический. В ходе этого этапа была изучена научная литература по проблеме исследования, разработан подход к формализации умения решать расчетные задачи с позиций когнитивного подхода, разработаны вычислительные примитивы и структурно-ментальная схема по теме «скорость», разработан концепт программной среды, проведено ее тестирование.

Третий этап (2017-2018 гг.) – конструктивный. Программная среда была доработана с учетом выявленных на втором этапе недочетов, добавлены новые темы: «плотность», «давление», «работа и мощность», «энергия». В результате получен рабочий прототип интерактивной программной среды.

Четвертый этап (2018-2019 гг.) – экспериментальный. Был проведен первый педагогический эксперимент (без контрольной группы), показавший результативность разработанной программной среды.

Пятый этап (2019-2020 гг.) – контрольно-экспериментальный. На данном этапе был проведен второй педагогический эксперимент (с контрольной группой), показавший преимущества самостоятельной работы студентов в условиях использования разработанной программной среды по сравнению с традиционным способом. Были сформулированы основные результаты исследования, положения, выносимые на защиту, а также оформлена диссертация.

Новизна результатов исследования заключается в том, что:

- предложена научная идея возможности автоматизации процесса организации персонифицированной самостоятельной работы студентов технического профиля системы СПО по решению расчетных задач за счет формализации данного умения с помощью структурно-ментальных схем и организации контроля по модели «белый ящик»;
- разработан прототип интерактивной программной среды, автоматизирующей процесс организации персонифицированной самостоятельной работы студентов по решению расчетных задач;
- доказательно апробирована в учебном процессе системы среднего профессионального образования созданная авторская программная среда MSBX.RU, обеспечивающая автоматизацию процесса организации персонифицированной самостоятельной работы студентов и способствующая повышению их уровня умения решать расчетные задачи (на примере физических задач).

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что:

- выявлены и обоснованы объективные причины трудностей контроля умения решать задачи по модели «черный ящик»;
- доказана возможность формализации умения решать расчетные задачи с позиций когнитивного подхода на основе предметных структурно-ментальных схем, построенных с помощью вычислительных примитивов;
- предложена концептуальная модель программной среды для автоматизации процесса организации самостоятельной работы студентов по решению задач на основе принципа персонификации и контроля по модели «белый ящик»;
- предложены: подход к организации контроля умения решать расчетные задачи по модели «белый ящик»; способ построения предметных структурно-ментальных схем на основе вычислительных примитивов; способ повышения мотивации студентов к самостоятельной работе по решению задач на основе набора игровых механик и учета забывания по кусочно-линейному закону.

Практическая значимость полученных результатов заключается в том, что:

- разработан комплект предметных структурно-ментальных схем, позволяющих формализовать умение решать расчетные задачи по некоторым разделам элементарного курса физики;
- разработан прототип программной среды MSBX.RU, позволяющей автоматизировать процесс организации персонифицированной самостоятельной работы студентов по решению задач;
- разработаны методические рекомендации по использованию автоматизированной интерактивной программной среды MSBX.RU для организации персонифицированной самостоятельной работы по решению задач для студентов системы среднего профессионального образования.

Апробация и внедрение. Разработанная программная среда MSBX.RU была использована в учебном процессе КГБПОУ «Дивногорский гидроэнергетический техникум имени А.Е. Бочкина».

Результаты исследования обсуждались и докладывались на: II Международной научной конференции «Информатизация образования и методика электронного обучения» (Красноярск, 2018), доклад «Автоматизация процесса обучения решению вычислительных задач с позиций когнитивного подхода»; XVIII Международной конференции по науке и технологиям Россия-Корея-СНГ (Москва, 2018), статья «Модель искусственного учителя на основе ментального подхода»; XIX Международном научно-практическом форуме студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и наука XXI века» (Красноярск, 2018), доклад «Моделирование ментальных схем умения решать вычислительные задачи на примере физических задач»; IX Международной научно-практической конференции «Наука, образование, общество: тенденции и перспективы развития» (Чебоксары, 2018), статья «Динамическая параметризация тестовых заданий»; Международной конференции «Достижения науки в 2017» (Киев, 2017), статья «Применение линейной функции для описания забывания в условиях частого повторения».

По результатам исследования автором опубликовано 22 научные работы, в том числе 8 статей в научных журналах из перечня ВАК Министерства науки и

высшего образования РФ, 1 статья в журнале, входящем в базу Web of Science, получено авторское свидетельство на программный продукт.

На защиту выносятся следующие **положения**:

1. Структурно-ментальные схемы предметной области, построенные с помощью вычислительных примитивов, позволяют формализовать умение решать расчетные задачи.

2. Автоматизация процесса организации персонифицированной самостоятельной работы студентов по решению расчетных задач принципиально возможна при использовании:

- рейтинга А. Эло для обеспечения адаптивности системы;
- игровых механик для обеспечения мотивации обучающихся;
- кусочно-линейной модели забывания для динамической во времени оценки уровня сформированности умения решать расчетные задачи;
- модели «белый ящик» для организации контроля.

3. Разработанная по предложенному подходу автоматизированная интерактивная программная среда MSBX.RU обеспечивает результативность самостоятельной работы студентов по решению расчетных задач.

Структура диссертации обусловлена логикой научного исследования. Диссертация состоит из введения, двух глав, заключения, списка литературы и приложений. Текст диссертации содержит 51 рисунок, 5 приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** диссертации обоснована актуальность темы исследования, сформулированы противоречия и проблема исследования, выделены объект, предмет, сформулирована цель, выдвинута гипотеза исследования, определены задачи, перечислены методы, используемые в работе, охарактеризована теоретико-методологическая основа исследования, раскрыты научная новизна, теоретическая и практическая значимость, описана сфера апробации и внедрения результатов исследования, перечислены и охарактеризованы основные этапы исследования, сформулированы положения, выносимые на защиту.

Первая глава **«Теоретические основания формализации умения решать расчетные задачи»** посвящена теоретическому анализу проблемы исследования.

Низкие результаты ЕГЭ по предметам, в которых решение расчетных задач является одним из основных видов деятельности, подтверждают слабый уровень умения решать задачи у будущих студентов. Проведенный анализ методической литературы показывает высокую важность самостоятельной работы при обучении решению задач, раскрывает многокомпонентность этого умения. Специфические особенности рассматриваемого умения обосновывают требование персонифицированности к процессу обучения и самостоятельной работе студентов. В силу сложности и трудоемкости подобной деятельности возникает необходимость в ее автоматизации.

Умение решать задачи формируется в большей степени при самостоятельной работе обучающегося. Это отмечается многими авторами безотносительно к предметной области. Проблема обучения решению задач наиболее разработана в

методике обучения физике. Согласно классификации способов взаимодействия учителя и учеников (по А. В. Усовой) выделяется три принципиально различных способа обучения решению задач: традиционный, полусамостоятельный и алгоритмический. Во всех этих способах присутствует этап самостоятельной работы. Таким образом, самостоятельная работа играет чрезвычайно важную роль при формировании умения решать задачи. Одновременно с этим умение решать задачи является многокомпонентным и формируется только в личном опыте обучающегося.

Перечисленные обстоятельства выделяют умение решать задачи в особую категорию умений, для которых первостепенное значение имеет персонифицированность образовательного процесса. Следовательно, при обучении решению задач чрезвычайно важно организовать персонифицированную самостоятельную работу обучающихся, а также персонифицированный контроль.

Обеспечить это возможно при автоматизации наиболее трудоемких операций. К таким операциям относятся: подбор задач для решения, проверка решения, оценка умения решать задачи, учет индивидуального опыта обучающегося. В этой связи для автоматизации необходима формализованная модель умения решать расчетные задачи.

По объективным историческим причинам при контроле результатов обучения, как правило, используется модель «черный ящик» (ЧЯ). Считается, что любая информация об уровне подготовленности обучающегося до контроля отсутствует. Состояние обучающегося определяется на основе анализа протокола исследования ЧЯ. При этом под устройством ЧЯ понимаются знания, умения и навыки обучающегося. Входным сигналом является воздействие на обучающегося – предъявление ему контрольного задания, выходным сигналом является его ответ. Использование модели ЧЯ порождает следующие проблемы:

- *отсутствие предварительной оценки.* При контроле часто отбрасывается информация, накопленная в процессе обучения;
- *отрыв контроля от процесса обучения.* Контроль выделяется в отдельный процесс как во времени, так и пространственно;
- *противоречие ресурсы–качество (РК-противоречие).* Чтобы получить достоверную оценку состояния ЧЯ, требуется подвергнуть его многочисленным испытаниям, однако каждое испытание – эксперимент, требующий некоторых ресурсов (времени, энергии и др.). Ограничение ресурсов приводит к снижению достоверности контроля.

В каждом частном методе контроля приходится как-то бороться с этими проблемами. С позиций анализа способов борьбы с проблемой РК-противоречия выделяются несколько этапов развития средств и методов контроля:

I-й этап (4 тыс. лет до н.э. – XVI в. н.э.) – додидактический. РК-противоречие не существует.

II-й этап (XVII – XIX вв.) – возникновение дидактики. Человечество впервые сталкивается с проблемой РК-противоречия.

III-й этап (конец XIX – первая половина XX вв.) – применение тестов. Попытка справиться с РК-противоречием посредством оптимизации тестов.

IV-й этап (с 1980 г.) – автоматизация проверки знаний. Борьба с РК-противоречием через использование быстродействия ЭВМ 4-го поколения.

V-й этап (конец XX – начало XXI вв.) – применение адаптивных и интеллектуальных технологий. Оптимизация процесса проведения тестирования и автоматизация процесса разработки тестовых заданий.

Из проведенного анализа следует, что направления борьбы с РК-противоречием в значительной мере исчерпаны. От применения модели ЧЯ не приходится ожидать принципиально новых и качественно лучших результатов в области контроля образовательных результатов. В парадигме модели ЧЯ РК-противоречие полностью разрешить невозможно.

Информационные и телекоммуникационные ресурсы, применяемые в образовательном процессе, должны обеспечивать повышение эффективности всех видов образовательной деятельности на основе использования соответствующих технологий. Организация персонифицированного обучения вообще, и самостоятельной работы в частности, возможна на основе специальных средств обучения при соблюдении следующих условий: гуманного отношения к обучающемуся; выполнения принципов индивидуализации и дифференциации (а также персонификации) обучения; создания условий, обеспечивающих возникновение собственной активности обучающихся; обеспечения объективности контроля и измерения результатов обучения; учета личного опыта каждого обучающегося и др. Следует констатировать, что модель ЧЯ не в полной мере соответствует этим требованиям.

Подход к построению подходящей модели основывается на известной в кибернетике модели «белый ящик» (БЯ). Суть этого подхода заключается в следующем. Одновременно с исследуемым объектом вводится объект известной структуры – БЯ, который способен получать входные и выдавать выходные сигналы, такие же, как и исследуемый объект. Задача исследователя в данном случае сводится к настройке БЯ так, чтобы при одинаковых входных сигналах он выдавал такой же выходной сигнал, как и исследуемый объект. После завершения настройки БЯ принимается, что поведение исследуемого объекта известно и соответствует поведению БЯ. При использовании модели БЯ для дидактического контроля необходимо выполнение следующих требований:

1. *Сложность.* БЯ должен обладать достаточно сложной структурой для отражения необходимых психических качеств обучающегося.

2. *Длительность применения.* БЯ должен использоваться достаточно длительное время, чтобы иметь возможность настройки на обучающегося.

3. *Интерактивность.* БЯ должен взаимодействовать с обучающимся.

4. *Предметность.* Структура БЯ должна соответствовать предметной области, по которой проводится контроль.

5. *Наличие способа сравнения.* Необходим способ количественного сравнения БЯ с исследуемым объектом.

Представляются перспективными для реализации БЯ положения ментальной дидактики (Н. И. Пак) и когнитивной психологии (У. Найссер, Дж. Андерсон). В них ключевым понятием является *ментальная схема* (МС). МС (в биологическом

смысле) – это совокупность структурных элементов и процессов в центральной нервной системе, управляющих восприятием, мышлением, деятельностью. Существуют МС, которые формируются при обучении решению задач и управляют этим процессом. Целью обучения, таким образом, является формирование и развитие необходимых МС.

Наиболее удобным представлением МС является их концептуальная модель (Н. И. Пак). Мышление согласно такой модели представляется в виде пути на графе, который начинается с терминальных вершин-данных, проходит через возможные ребра и нетерминальные узлы к терминальной вершине-цели.

Для обеспечения возможности формализации основных этапов решения расчетной задачи и дальнейшего построения модели обучающегося было введено авторское понятие *вычислительный примитив*. Под вычислительным примитивом (ВП) понимается модель элементарной расчетной операции – граф, содержащий центральный узел – математическую модель и периферийные узлы-величины, входящие в эту модель, и наделенный свойством И-преобразования. Под свойством И-преобразования понимается то, что путь от центрального узла к одному из узлов-величин возможно провести только при наличии всех остальных путей от величин к центральному узлу. Объединение ВП, относящихся к одной предметной области, дает единый ориентированный граф, который назовем *структурно-ментальной схемой* (СМС). Такая СМС позволяет моделировать решение расчетной задачи в виде пути на графе. Связи в СМС формализуют операции решения расчетной задачи, в зависимости от направления:

- связь, направленная от узла-величины к узлу-модели, формализует подстановку исходных данных в выражения для расчета;
- связь, направленная от узла-модели к узлу-величине, формализует вычисление искомой величины;
- связь между узлами-величинами формализует отождествление величин.

С помощью СМС формализуются как наиболее существенные этапы решения расчетной задачи, так и основные операции мышления (анализ и синтез). В тексте диссертации приводятся примеры СМС, формализующие решение задач по физике, информатике, химии, биологии, математике. Этих примеров достаточно для демонстрации универсальности данного подхода к формализации умения решать расчетные задачи. Таким образом, первое положение, выносимое на защиту, является доказанным.

Чтобы сделать СМС динамичными, каждая их связь наделена весом, который изменяется под влиянием различных факторов. Увеличение веса моделирует укрепление части схемы, т. е. обучение, а уменьшение – ослабление, т. е. забывание. СМС обладают целостностью, автономностью относительно других знаний, определяются через присущие объекту свойства, могут иметь «пустые места», которые можно заполнить специфическими элементами ситуации, поддаются расширению.

Вторая глава «Автоматизированная интерактивная программная среда организации персонифицированной самостоятельной работы студентов по формированию умения решать расчетные задачи (на примере физических задач)» посвящена описанию автоматизированной интерактивной программной среды (АИПС) и результатов ее апробации в педагогическом процессе.

В настоящее время наиболее удобной представляется реализация АИПС в виде веб-приложения, адаптированного под мобильные устройства и доступного в сети internet. Схема концептуальной модели АИПС приведена на рисунке 1. Здесь ученик и преподаватель обозначены как субъекты, взаимодействующие с компонентами программной среды.



Рисунок 1 – Схема концептуальной модели АИПС

Компонентами и участниками программной среды являются:

1. Ученик.

2. Модельная подсистема (модель БЯ – модель обучающегося).

3. Подсистема контроля обеспечивает выявление, измерение и оценку образовательных результатов, полученных обучающимся.

4. Аналитическая подсистема обеспечивает сбор, обработку и хранение информации об ученике, полученной в процессе обучения.

5. Обучающая подсистема (преподаватель), сопровождает образовательный процесс, управляет им и отвечает за результаты обучения.

6. Подсистема мотивации, способствует внутренней мотивации ученика.

7. Адаптивная подсистема, обеспечивает необходимую самонастройку компонентов АИПС под обучающегося по различным параметрам.

Латинскими буквами обозначены взаимосвязи компонентов:

a – адаптация АИПС под конкретного обучающегося происходит при учете параметров модели обучающегося;

b – контроль происходит по параметрам модели обучающегося (т. е. по БЯ);

c – данные, полученные при контроле, попадают в аналитическую подсистему;

d – информация об обучающемся необходима преподавателю для сопровождения и управления образовательным процессом;

e – преподаватель взаимодействует с подсистемой мотивации, способствуя ее нормальному функционированию;

f – подсистема адаптации взаимодействует с подсистемой мотивации, подстраиваясь под обучающегося и тем самым делая взаимодействие с программной средой наиболее комфортным, что способствует мотивации.

Римскими цифрами обозначены взаимосвязи компонентов АИПС и обучающей подсистемы с обучающимся:

I – ученик взаимодействует с моделью «белый ящик», в результате этого модель настраивается и отражает качества ученика. Одновременно с этим обучающемуся доступна информация о состоянии его модели;

II – ученику доступны результаты контроля по его модели, и он способен влиять на них через учебные действия, которые находят отражение в модели ученика и формируют ее;

III – ученик обладает информацией, накапливающейся о нем в процессе обучения. В свою очередь обучающийся может посредством учебных действий формировать собственную «историю» в аналитической подсистеме;

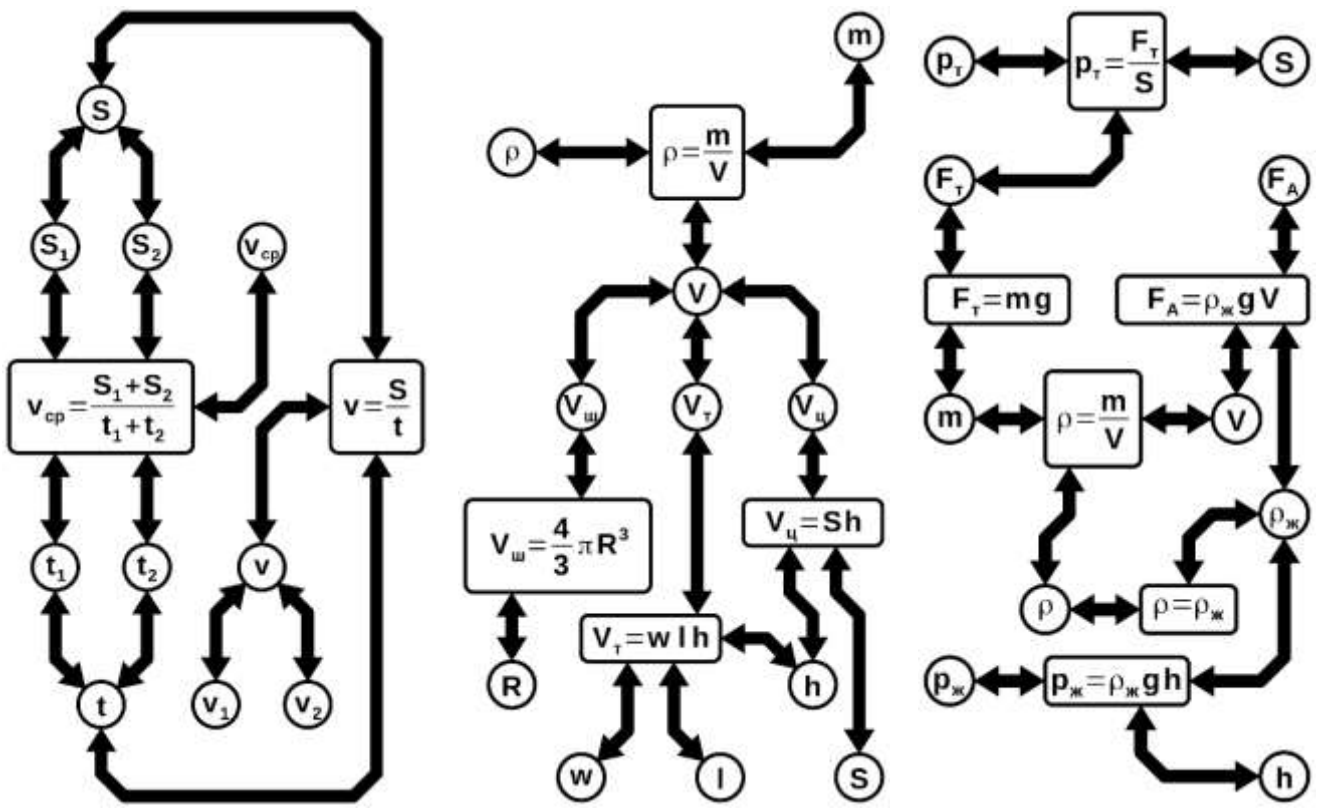
IV – обучающийся взаимодействует с преподавателем;

V – подсистема мотивации, взаимодействуя с обучающимся, обеспечивает формальные инструменты мотивации;

VI – адаптивная подсистема обеспечивает самонастройку компонентов АИПС для конкретного обучающегося по различным параметрам.

Указанные подсистемы автоматизированной интерактивной программной среды могут взаимодействовать между собой в самых различных комбинациях. Такая взаимосвязь очевидна, целесообразна и необходима в рамках шестиугольного контура, охватывающего все элементы АИПС.

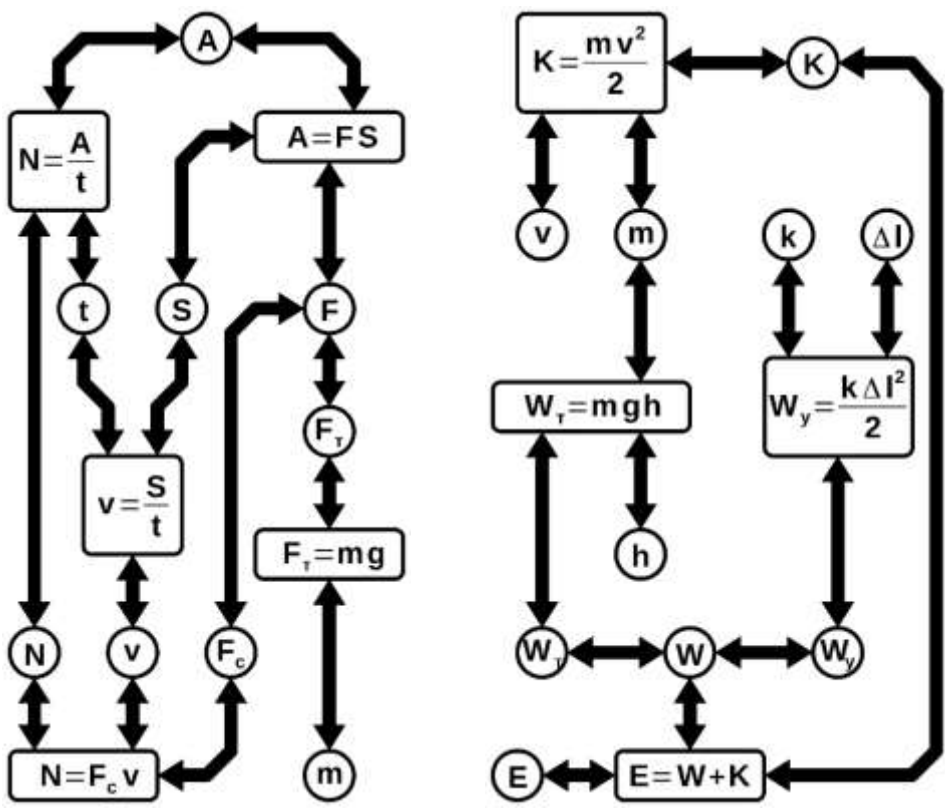
Ввиду высокой важности для студентов технических направлений СПО базовых знаний по физике, предметным содержанием АИПС выбраны сведения из элементарного курса физики по темам «скорость», «плотность», «давление», «работа и мощность» и «энергия». Эти темы являются основными, по мнению многих авторов современных и классических учебников. Соответствующие СМС представлены на рисунке 2. Связи на этих СМС являются двунаправленными. Противоположно направленные связи объединены в единую линию для упрощения изображений. Каждой связи соответствует своя стрелка.



а.

б.

в.



г.

д.

Рисунок 2 – СМС по темам: а. – «скорость», б. – «плотность», в. – «давление», г. – «работа и мощность», д. – «энергия»

Представленные на рисунке 2 СМС содержатся в программной среде, реализованной в виде веб-приложения, находящегося по адресу MSBX.RU. Эти изображения активные, стрелки на них являются «кликабельными», т.е. реагируют на нажатие левой кнопкой компьютерной мыши. В данном случае при клике на стрелку-связь на изображении СМС пользователю предлагается задача, для решения которой необходимо осуществить операцию, соответствующую выбранной связи. Каждой СМС соответствует отдельная база, в которой собраны задачи по выбранной теме. Представленные структурно-ментальные схемы составляют основу модельной подсистемы АИПС.

Адаптивность при подборе задач реализована с помощью применения рейтинговой системы А. Эло. Суть этой системы при ее применении в дидактических целях заключается в следующем. Начальные значения рейтингов как обучающихся, так и задач полагаются равными (в данном случае принято значение 1000 pt). Пересчет рейтингов происходит после каждой попытки решения задачи. Математическое ожидание результата решения задачи и правила расчета рейтингов определяются следующими выражениями:

$$M_S = \frac{1}{1 + e^{-\lambda(R_S - R_T)}} \quad R_S^{new} = R_S + K_S(\delta_S - M_S)$$

$$R_T^{new} = R_T + K_T(\delta_T - M_T),$$

где M_S – математическое ожидание результата решения задачи для обучающегося (1 – задача решена верно, 0 – ошибка); R_S – текущий рейтинг обучающегося; R_T – текущий рейтинг задачи; R_S^{new} – новый рейтинг обучающегося; K_S – масштаб приращений рейтинга обучающегося; R_T^{new} – новый рейтинг задачи; K_T – масштаб приращений рейтинга задачи; δ_T – результат решения задачи относительно задачи; δ_S – результат решения задачи относительно обучающегося; M_T – математическое ожидание результата решения задачи для задачи (0 – задача решена верно, 1 – задача не решена). Коэффициент λ принят равным $7,327 \cdot 10^{-3}$. Значение δ_S равно 1, если задача решена верно, 0 – в случае ошибки. Величина K_S равна 100 для каждого пользователя при решении первых 20 задач, после этого равна 20. Принято, что $K_T = K_S$. Также имеют место следующие соотношения:

$$M_T = 1 - M_S \quad \delta_T = 1 - \delta_S.$$

Задачи в АИПС подбираются по принципу минимума модуля разности рейтингов задачи и обучающегося, т. е. подбирается ближайшая по рейтингу задача. Это обеспечивает адаптивность подбора задач по сложности. Для доказательства последнего утверждения была рассчитана частота правильных решений задач обучающимися как функция модуля разности рейтингов обучающегося и задачи. Эмпирический график этой зависимости приведен в тексте диссертации. Оказалось, что в том случае, когда разность рейтингов обучающегося и задачи не превосходит по модулю 15 pt, частота правильных решений принимает значение, близкое к 0,5. Это является доказательством того, что сложность задачи соответствует уровню подготовленности обучающегося. Таким образом, доказано, что применение рейтинга А. Эло обеспечивает адаптивность подбора заданий по сложности.

Динамичность СМС обеспечивается применением кусочно-линейного закона забывания, согласно которому забывание в долговременной памяти представляется линейным процессом и описывается выражением:

$$k = \mu(\tau - t),$$

где: k – объем информации, сохраненной в памяти (вес связи на СМС); μ – скорость забывания; τ – время, прошедшее с момента последнего повторения; t – время, прошедшее после первого усвоения. Такой закон забывания сопоставлен с каждой стрелкой-связью СМС. После правильного решения задачи значения весов связей, отражающих операции, входящие в ее решение, увеличиваются до максимального, затем с течением времени значения весов связей уменьшаются со скоростью μ , моделируя забывание. При очередном правильном решении задачи обучающимся веса связей, которые входят в СМС решения задачи, восстанавливаются до максимального значения (100). Скорость же забывания этих связей уменьшается на 20% (это значение подобрано эмпирически). Таким образом, удастся учесть повышение прочности усвоения умения решать задачи при повторениях.

В качестве способа визуализации веса связей выбрана их цветовая маркировка. Палитра представляет собой градиент цветов по увеличению веса: красный – серый – зеленый. Красный цвет соответствует весу, равному 0, серый – вес равен 50, зеленый – максимальное значение веса, т.е. 100.

На основе введенного закона забывания построена характеристика сформированности умения решать задачи по полноте и прочности ментальной схемы обучающегося, оцененным по параметрам связей его СМС. Эта характеристика названа *уровнем усвоения*. Она определяется следующими формулами:

$$L = l \cdot \bar{k} \qquad l = \left(1 - \frac{\bar{\mu}}{\mu_{max}}\right),$$

где: \bar{k} – среднее арифметическое весов связей СМС (характеристика полноты); l – множитель, являющийся характеристикой прочности; $\bar{\mu}$ – среднее арифметическое скоростей забывания связей СМС; μ_{max} – максимальное (начальное) значение скорости забывания (в данном случае принято значение 14,3). Сумма уровней усвоения, рассчитанных по всем темам, включенным в АИПС, представляет *интегральный уровень усвоения*.

В разработанной АИПС использованы элементы геймификации в виде следующего набора игровых механик:

1. «Достижение» (Achievement) – поощрение через начисление рейтинга.
2. «Динамическое назначение» (Appointment Dynamic) – учет количества дней подряд, в течение которых обучающийся верно решал задачи (активность).
3. «Гордость» (Pride) – подсчет количества задач, решенных подряд (страйк).
4. «Избегание» (Avoidance) – уменьшение веса связей СМС по кусочно-линейному закону забывания, если обучающийся не решает задачи.
5. «Зависть» (Envy) – подсчет положения в ТОП-списке пользователей, построенном по убыванию значения интегрального уровня усвоения, а также подсчет положения в ТОП-списках, сформированных аналогично по каждой теме.

Показать влияние игровых механик на мотивацию обучающихся к решению задач оказывается возможным, если рассмотреть среднее количество задач, решенных обучающимися за время второго педагогического эксперимента (2019 г.). В нем обучающиеся контрольной группы в среднем решили 34,5 задачи, в экспериментальной группе, в которой было уделено внимание игровым механикам, было решено – 76,6 задачи в среднем на одного обучающегося. Кроме этого, в экспериментальной группе средний рекордный страйк составил 9,5 задач, а средняя рекордная активность по всем темам составила 6 дней. Это подтверждает, что мотивация обучающихся к решению задач была достаточно высокой.

Для обоснования валидности введенного интегрального уровня усвоения была рассчитана корреляция между значением этой величины, достигнутым к моменту выходного тестирования, и количеством задач, решенных в выходном тесте. Диаграмма рассеяния этих величин для данных 2018 г. приведена на рисунке 3 а; для данных эксперимента 2019 г. – на рисунке 3 б. В 2018 г. задач в выходном тестировании было 35, в 2019 г. таких задач было 30.

На диаграммах, представленных на рисунках 3 а и 3 б, проведен линейный тренд, также на каждой диаграмме представлены уравнение линии тренда и значение коэффициента детерминации R^2 . Линейный коэффициент корреляции для результатов 2018-го года принимает значение 0,87, для результатов 2019-го года – равен 0,78. Такие значения коэффициента корреляции соответствуют тесной связи между величинами.

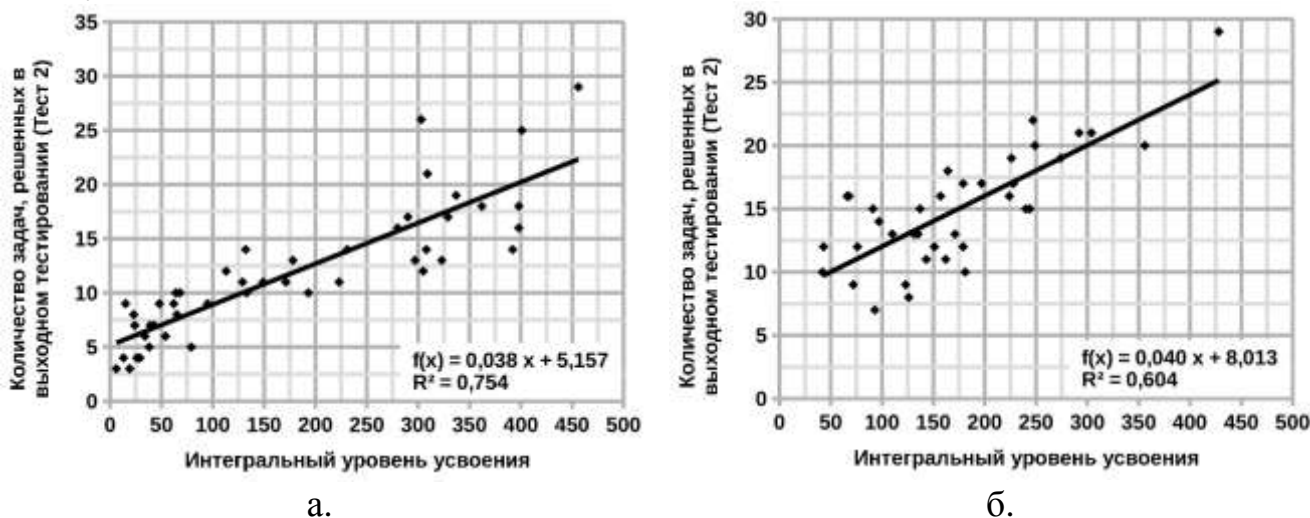


Рисунок 3 – Диаграмма рассеяния интегрального уровня усвоения и количества задач, решенных обучающимися в выходном тестировании:
а. в 2018-м году; б. в 2019-м году

Таким образом, оказалось возможным обеспечить автоматизацию процесса организации персонифицированной самостоятельной работы посредством применения рейтинга А. Эло для обеспечения адаптивности системы; использования геймификации (набор игровых механик) для повышения мотивации обучающихся; применения кусочно-линейного закона забывания для разработки и реализации динамической во времени оценки уровня сформированности умения решать расчетные задачи; использования для контроля модели БЯ. Тем самым, второе положение, вынесенное на защиту, является доказанным.

В педагогическом эксперименте 2018-го года приняли участие 46 обучающихся. Было проведено два тестирования: первое – до работы с системой (Тест 1), второе (через шесть недель) – после того, как обучающиеся поработали с АИПС (Тест 2). Распределение обучающихся по количеству задач, решенных в тестированиях, представлено на рисунке 4.

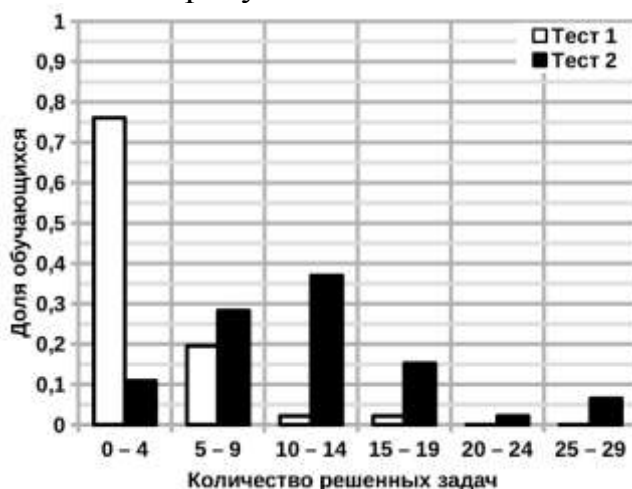


Рисунок 4 – Распределение обучающихся по количеству решенных задач в педагогическом эксперименте 2018-го года

По гистограмме видно, что доля учащихся, решивших большее количество задач после работы с системой, увеличилась. Для доказательства статистической значимости различий был использован Т-критерий Уилкоксона, поскольку выборки зависимы.

Нулевая гипотеза сформулирована следующим образом:

$H_0^{\text{ЭКСП 2018}}$: наблюдающиеся сдвиги в сторону увеличения количества решенных задач в тесте могут быть объяснены влиянием исключительно случайных факторов и не являются статистически значимыми.

Альтернативная гипотеза в таком случае принимает вид:

$H_1^{\text{ЭКСП 2018}}$: наблюдающиеся сдвиги в сторону увеличения количества решенных задач в тесте не случайны и являются статистически значимыми.

Т-критерий Уилкоксона принимает значение, равное 1,5. Оно находится в зоне значимости критерия. Таким образом, нулевая гипотеза $H_0^{\text{ЭКСП 2018}}$ отвергается и принимается противоположная ей альтернативная гипотеза. Это подтверждает результативность АИПС.

В педагогическом эксперименте 2019-го года сравнивались результаты самостоятельной работы, полученные при работе с АИПС, с результатами, полученными при традиционном способе организации.

Эксперимент был поставлен следующим образом. Группа обучающихся из 71 человека была разделена на контрольную группу – 34 человека и экспериментальную группу – 37 человек. В контрольной группе самостоятельная работа была организована традиционно, экспериментальная группа работала с АИПС. В обеих группах было проведено три тестирования: входное (Тест 1), выходное (Тест 2) через шесть недель и контрольное тестирование (Тест 3). Контрольное тестирование было проведено спустя два месяца после выходного.

Целью третьего тестирования было определение остаточного эффекта от проделанной самостоятельной работы. Распределение обучающихся по количеству решенных задач представлено на рисунке 5 а для контрольной группы и на рисунке 5 б для экспериментальной.

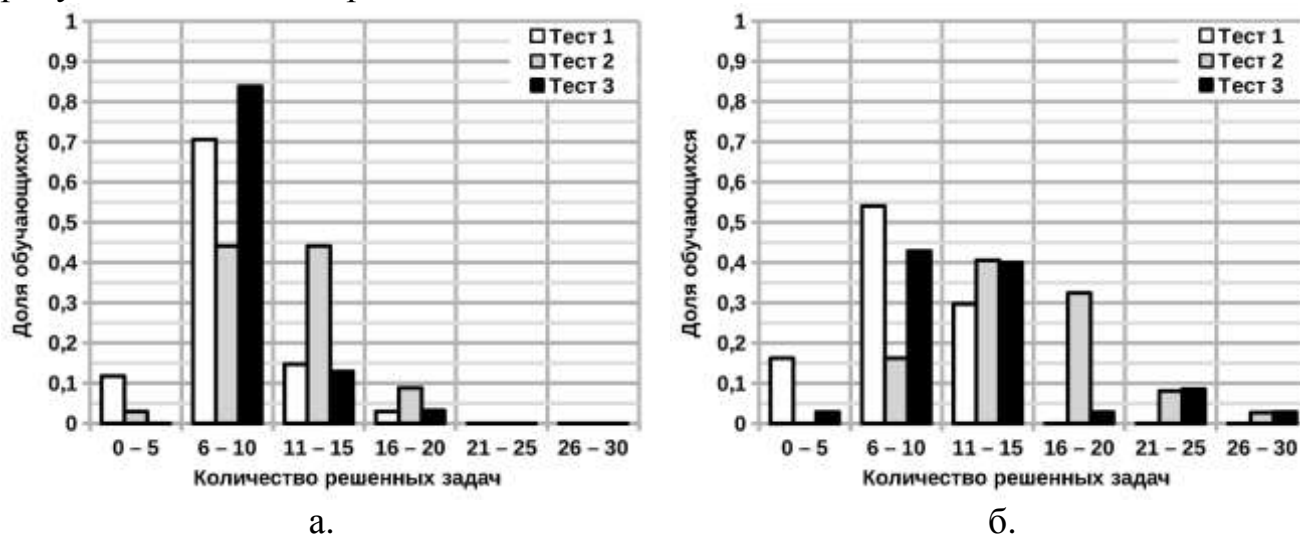


Рисунок 5 – Распределение обучающихся по количеству решенных задач в серии тестов педагогического эксперимента 2019-го года:

а. для контрольной группы; б. для экспериментальной группы

Данные гистограммы подтверждают результативность АИПС. Кроме того, положительный эффект от применения АИПС оказался одновременно и бóльшим, и более длительным в сравнении с традиционным способом организации самостоятельной работы обучающихся.

На рисунке 6 представлено среднее число задач, решенных обучающимися в проведенных тестированиях.

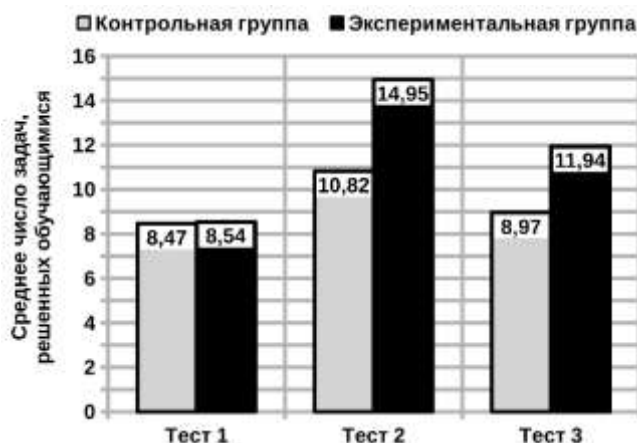


Рисунок 6 – Среднее количество задач, решенных обучающимися контрольной и экспериментальной групп в первом, втором и третьем тестированиях (сверху в столбцах подписаны точные значения)

Для доказательства статистической значимости полученных результатов был использован U-критерий Манна-Уитни, поскольку выборки в данном случае независимы. Нулевая гипотеза, таким образом, принимает следующий вид:

$H_0^{\text{ЭКСП 2019}}$: наблюдающееся превосходство в количестве решенных задач в экспериментальной группе могло быть получено под действием случайных факторов, т. е. различия статистически не значимы.

Альтернативная гипотеза такова:

$H_1^{\text{ЭКСП 2019}}$: наблюдающееся превосходство в количестве решенных задач в экспериментальной группе обусловлено влиянием каких-либо факторов и не является случайным событием, т. е. различия статистически значимы.

Расчет критерия по результатам второго тестирования дает значение 286. Это значение лежит в зоне значимости критерия, поэтому для второго тестирования нулевая гипотеза отвергается, следовательно, отдается предпочтение альтернативной, т. к. она является противоположной. Таким образом, отличия в результатах статистически значимы.

Значение U-критерий Манна-Уитни, рассчитанное по результатам третьего тестирования, принимает значение 317,5. Это значение лежит в зоне значимости критерия, поэтому для третьего тестирования нулевая гипотеза также отклоняется и принимается противоположная ей альтернативная гипотеза.

Проведенная экспериментальная работа позволяет сделать вывод о том, что разработанная АИПС обеспечивает результативность самостоятельной работы при формировании умения решать расчетные задачи. Таким образом, третье положение, выносимое на защиту, доказано.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

Таким образом, задачи, поставленные в работе, решены в полном объеме, положения, выносимые на защиту, доказаны, гипотеза подтверждена. Получены следующие основные результаты и выводы, представленные в **заключении** диссертации.

1. Проведенный анализ трудностей организации персонифицированной самостоятельной работы студентов по решению расчетных задач показал: неэффективность организационных подходов с применением традиционной классно-урочной системы; несовершенство методов контроля на основе модели «черный ящик»; необходимость поиска новых дидактических моделей обучения и диагностики знаний.

2. Раскрыта сущность применения модели «белый ящик» и проведено ее сравнение с моделью «черный ящик» при организации обучения и контроля знаний. Обоснована методическая основа создания модели «белый ящик».

3. Введены понятия «вычислительный примитив» и «структурно-ментальная схема», позволяющие формализовать умение решать расчетные задачи. Приведены примеры применения данного подхода к различным учебным дисциплинам. Описаны правила построения структурно-ментальных схем.

4. Разработана концептуальная модель автоматизированной интерактивной программной среды в виде системы и определена сущность ее компонентов. Выделены вычислительные примитивы по базовым темам элементарной физики: скорость, плотность, давление, работа и мощность, энергия. На основе описанных примитивов разработан комплект предметных структурно-ментальных схем,

которые позволяют формализовать умение решать расчетные задачи по этим темам. Представлен способ обеспечения адаптивности по уровню сложности задач, основанный на рейтинговой системе А. Эло. Обоснован метод повышения мотивации обучающихся к решению расчетных задач на основе геймификации с применением набора игровых механик. Введен и обоснован кусочно-линейный закон забывания. Разработана динамическая во времени характеристика полноты и прочности умения решать расчетные задачи.

5. Разработана автоматизированная интерактивная программная среда в виде веб-приложения, находящегося по адресу MSBX.RU. Описана реализация всех компонентов концептуальной модели автоматизированной программной среды.

6. Экспериментальная проверка с привлечением методов математической статистики показала результативность разработанной программной среды при автоматизации процесса организации персонифицированной самостоятельной работы.

Развитие работы возможно в следующих направлениях. В техническом плане следует улучшить адаптацию разработанного веб-приложения под мобильные устройства посредством использования готовой CMS. В методическом направлении развитие работы необходимо в разработке частной методики обучения с применением разработанного средства: на аудиторных занятиях; в режиме дистанционного обучения; для организации обучения детей с ограниченными возможностями здоровья. В научном плане представляется возможным расширение описанного подхода на гуманитарные дисциплины, для которых потребуются разработка иных правил составления структурно-ментальных схем.

Основные положения и результаты исследования отражены в следующих публикациях соискателя:

Статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ:

1. Асауленко, Е. В. Тестирование знаний учащихся на основе машинного анализа ментальных карт / Е. В. Асауленко // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. – 2013. – № 4. – С. 239-243.

2. Асауленко, Е. В. Искусственный интеллект с позиции ментальных схем / Е. В. Асауленко // Открытое образование. – 2014. – № 4. – С. 50-54.

3. Асауленко, Е. В. Анализ процесса развития методов контроля знаний с позиции теории черного ящика / Е. В. Асауленко // Педагогическое образование в России. – 2016. – № 5. – С. 41-46.

4. Асауленко, Е. В. О применении модели черного ящика при контроле знаний / Е. В. Асауленко // Сибирский учитель. – 2016. – № 6 (109). – С. 57-61.

5. Асауленко, Е. В. Формализация процесса формирования умения ученика решать вычислительные физические задачи на основе ментальных схем / Е. В. Асауленко // Педагогическая информатика. – 2017. – № 2. – С. 11-19.

6. Асауленко, Е. В. Динамическая параметризация в RASH MEASUREMENT / Е. В. Асауленко // Современные проблемы науки и образования. – 2018. – № 3 – С. 148-156.

7. Пак, Н. И., Асауленко, Е. В. Персонификация самостоятельной работы студентов по формированию умения решать расчетные задачи на основе автоматизированной обучающе-диагностической системы / Н. И. Пак, Е. В. Асауленко // Информатика и образование. – 2018. – № 8 (297). – С. 26-31 (авторский вклад 50 %).

8. Асауленко, Е. В. Автоматизированная система диагностики умения решать расчетные задачи на основе структурно-ментальных схем / Е. В. Асауленко // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. – 2020. – Т. 17. – № 1. – С. 49-62. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.22363/2312-8631-2020-17-1-49-62> (Дата обращения 24.05.2020).

Статья в журнале, входящем в базу Web of Science (WoS):

9. Pak Nikolay I., Asaulenko Evgeny V., Grinberg Georgiy M. [et al.] Digital Environment of the Department as a Factor of Future Specialists` Professional Information Culture Formation / Nikolay I. Pak, Evgeny V. Asaulenko, Georgiy M. Grinberg, Elena G. Myagkova, Liudmila Kheday // International Journal of Applied Exercise Physiology. – 2020. – № 9 (2). – pp. 164-173 (авторский вклад 20 %).

Публикации в других изданиях:

10. Асауленко, Е. В. Компьютерный анализ ментальных карт [Электронный ресурс] / Е. В. Асауленко // Сборник статей XIV Международной конференции «Молодежь и наука XXI века». Секция «Информатика и методика ее преподавания». – Красноярск, 2013. – С. 8–14. Режим доступа <http://www.kspu.ru/division/ivt/documents/> (Дата обращения: 24.05.2020).

11. Асауленко, Е. В. О задаче адаптивной навигации / Е.В. Асауленко // Фундаментальные науки и образование: материалы второй научно-практической конференции (Бийск, 2-5 марта 2014 г.). – Бийск, 2014. – С. 124-131.

12. Асауленко, Е. В. Об одном подходе к созданию ментального искусственного интеллекта / Е. В. Асауленко // Молодежь и наука XXI века XV. Международный форум студентов, аспирантов и молодых ученых: материалы научно-практической конференции. – Красноярск, 2014. – С. 144-148.

13. Асауленко, Е. В. Применение теории черного ящика к процессу контроля знаний / Е. В. Асауленко // Актуальные проблемы информатики и информационных технологий в образовании: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием в рамках XVI международного научно-практического форума студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и наука XXI века». – Красноярск, 2016. – С. 97-101.

14. Асауленко, Е. В. Информационная модель умения решать физические задачи на основе ментальных схем / Е. В. Асауленко // Молодежь и наука XXI века. Актуальные проблемы информатики и информационных технологий в образовании: Материалы Всероссийской конференции с международным участием. – Красноярск, 2017. – С. 14-16.

15. Асауленко, Е. В. Применение линейной функции для описания забывания в условиях частого повторения / Е. В. Асауленко // Велес. – 2017. – С. 31-36.

16. Асауленко, Е. В. Динамическая параметризация тестовых заданий / Е. В. Асауленко // Наука, образование, общество: тенденции и перспективы развития: Материалы IX Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 12 февр. 2018 г.). – Чебоксары, 2018. – С. 71-72.

17. Асауленко, Е. В. Применение линейной функции для описания забывания в долговременной памяти / Е. В. Асауленко // Проблемы современного непрерывного образования инновации и перспективы: сборник трудов конференции. – Т.2. – Ташкент, 2018. – С. 491-492.

18. Асауленко, Е. В. Моделирование ментальных схем умения решать вычислительные задачи на примере физических задач / Е. В. Асауленко // Актуальные проблемы информатики и информационных технологий в образовании: материалы III Всероссийской конференции с международным участием (Красноярск, 22 мая 2018 г.). – Красноярск, 2018. – С. 15-19.

19. Асауленко, Е. В., Пак, Н.И. Модель искусственного учителя на основе ментального подхода / Е. В. Асауленко, Н.И. Пак // Международная конференция по науке и технологиям Россия-Корея-СНГ. Москва, 26-28 августа 2018 г: труды конференции. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2018. – С. 199-203 (авторский вклад 50 %).

20. Пак, Н. И., Асауленко, Е. В. Автоматизация процесса обучения решению вычислительных задач с позиции когнитивного подхода / Н.И. Пак, Е. В. Асауленко // Информатизация образования и методика электронного обучения: материалы II Междунар. науч. конф. 25-28 сентября 2018 г. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2018. – С. 227-231 (авторский вклад 50 %).

21. Асауленко, Е. В. Моделирование структуры знаний ученика при обучении решению вычислительных задач / Е. В. Асауленко // Современное программирование: Материалы I Международной научно-практической конференции (г. Нижневартовск, 15-18 ноября 2018 года). – Нижневартовск: Нижневартовский государственный университет, 2018. – С. 88-92.

22. Асауленко, Е. В. Применение кусочно-линейной модели для описания забывания умения решать расчетные задачи / Е. В. Асауленко // Современные научные исследования и разработки. – 2018. – № 11 (28). – С. 97-100.

Получено **авторское свидетельство** на диагностическую систему «Ментальный тренажер по решению расчетных физических задач», авт. Пак Н. И., **Асауленко Е. В.** Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019615711 от 7.05.2019 г.