

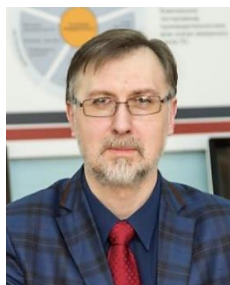
УДК: 004.514:378

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СРЕДА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ГРАФИЧЕСКОГО ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА



О.С. Медведев

инженер-программист
кафедры инженерной
психологии и эргономики
факультета компьютерного
проектирования БГУИР,
магистр техники и
технологии,



А.Г. Давдовский

доцент кафедры инженерной
психологии и эргономики
факультета компьютерного
проектирования БГУИР,
кандидат биологических наук,
доцент



В.И. Новогран

студентка IV курса кафедры
инженерной психологии и
эргономики факультета
компьютерного
проектирования БГУИР



Л.Р. Коркин

инженер кафедры инженерной
психологии и эргономики
факультета компьютерного
проектирования БГУИР,
магистрант



К.Д. Яшин

заведующий кафедрой инженерной
психологии и эргономики факультета
компьютерного проектирования БГУИР,
кандидат технических наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Республика Беларусь
E-mail: o.med@bsuir.by; agd2011@list.ru

О.С. Медведев

В 2013 году окончил БГУИР, специальность «Инженерно-психологическое обеспечение информационных технологий». Квалификация инженер-системотехник. В 2019 году окончил магистратуру по специальности «Управление безопасностью производственных процессов» с присвоением академической степени магистра техники и технологии. Ведет курсы «CISCO».

А.Г. Давыдовский

Доцент кафедры инженерной психологии и эргономики факультета компьютерного проектирования БГУИР, кандидат биологических наук, доцент. Специальность «Биология». Окончил докторантуру БГУИР по специальности «Системный анализ, управление и обработка информации». Проводит научные исследования в

области социальной информатики, математического моделирования биологических и биосоциальных систем, методологии превентивного управления рисками в социотехнических и инновационных производственных системах. Член ряда международных научных обществ. Автор учебных программ и пособий для студентов и магистрантов.

В.И. Новогран

Студентка четвертого курса БГУИР, специальность «Инженерно-психологическое обеспечение информационных технологий». Принимает активное участие в научно-исследовательской деятельности. В 2018 получила грант «Робототехника и 3D печать» в Таллинском Техническом Университете.

Л.Р. Коркин

В 2018 году окончил БГУИР, специальность «Инженерно-психологическое обеспечение информационных технологий». Квалификация инженер-системотехник. В 2018 году поступил магистратуру по специальности «Управление безопасностью производственных процессов».

К.Д. Яшин

Заведующий кафедрой инженерной психологии и эргономики факультета компьютерного проектирования БГУИР, кандидат технических наук, доцент. Руководитель научно-исследовательской группы НИГ – 7.1 «Системы и приборы экологического мониторинга в управлении безопасностью жизнедеятельности».

Аннотация. Целью статьи является обоснование и анализ профессиональной образовательной информационной среды для организации и оптимизации процесса образовательной подготовки IT-специалистов в области автоматизированного тестирования графического пользовательского интерфейса. Проанализирована проблема создания профессиональной образовательной информационной среды для IT-специалистов. Охарактеризованы основы реализации технологий программного обеспечения для автоматического тестирования графического интерфейса. Рассмотрены факторы и уровни организации образовательного процесса на основе профессиональной образовательной информационной среды. Предложен алгоритм оценки удовлетворенности качеством образовательных услуг с использованием профессиональной образовательной информационной среды. Рассмотрены элементы математического моделирования образовательного процесса учебной дисциплины «Автоматизированное тестирования графических пользовательских интерфейсов».

Ключевые слова: профессиональная образовательная информационная среда, автоматизированное тестирование, графический интерфейс пользователя, обучение, средства тестирования.

Введение. Многогранный и междисциплинарный характер профессиональной деятельности современных специалистов в сфере информационных технологий (IT-специалистов), интенсивное развитие новейших информационных технологий и их широкое внедрение во все области социальной практики обуславливают актуальность дальнейшего совершенствования системы профессиональной подготовки IT-специалистов еще на стадии их образовательной подготовки в техническом университете. Одной из специфических особенностей образовательной подготовки IT-специалистов является освоение комплекса компетенций по совместному, комплексному использованию аппаратного и программного обеспечения, новейших образцов компьютерной техники, вычислительных систем и сетей, а также современных программных средств. Принимая во внимание эксплозивный характер развития современных компьютерных технологий, систем и сетей, а также их программного обеспечения, особую актуальность приобретает развитие профессиональных образовательных информационных сред (ПОИС), ориентированных на оптимизацию индивидуального образовательного маршрута будущего IT-специалиста. Построение подобных ПОИС возможно лишь на основе принципов доступности, максимизации личностного и профессионального роста будущего специалиста, непрерывности и открытости «архитектуры образовательного процесса» для быстрого и эффективного включения образовательных и технологических достижений четвертой промышленной революции [1, 2].

Подготовка IT-специалистов в области автоматизации тестирования графического пользовательского интерфейса является одним из наиболее перспективных направлений

развития и внедрения ПОИС. Владение навыками и умениями осуществления автоматизированного тестирования графического пользовательского интерфейса является ключевым компонентом в наборе профессиональных компетенций специалиста-тестировщика современных средств программного обеспечения различного назначения. При этом применение технологий обработки «больших данных» (BigData), получивших развитие в последнее десятилетие, предоставляют широкие возможности для оптимизации и хранения тестов, создания интеллектуальных тестов, выполнения и создания отчётов о результатах тестирования как в реляционных, так и интеллектуальных базах данных для повышения качества автоматизированного тестирования графического пользовательского интерфейса. Образовательная подготовка IT-специалистов на основе ПОИС позволяет им быстро и гибко адаптироваться к новым вызовам в сфере профессиональной деятельности для поиска рациональных решений производственных задач [3].

Цель работы – обоснование и анализ профессиональной образовательной информационной среды для организации и оптимизации индивидуальных образовательных маршрутов IT-специалистов в области автоматизированного тестирования графического пользовательского интерфейса.

Проблема создания профессиональной образовательной информационной среды для IT-специалистов. В области разработки и применения образовательных информационных сред, используемых для подготовки инженерно-технических специалистов в инновационных отраслях экономики и производства, чаще всего рассматривают либо общетеоретические, либо частные технологические аспекты построения таких информационных сред, которые были бы направлены на организацию и оптимизацию процессов образовательной подготовки IT-специалистов.

Вместе с тем, недостаточно разработаны системные аспекты научно-методического, информационного и технологического обеспечения реализации образовательной информационной среды для дистанционной (удаленной) подготовки IT-специалистов при максимальном использовании потенциальных возможностей современных автодидактических технологий [2].

Таким образом, в настоящее время существует потребность в разрешении объективно сложившихся противоречий между:

–возрастающими требованиями работодателей к подготовке IT-специалистов, с одной стороны, и существующим уровнем их подготовки в университете, с другой стороны;

–потенциальными возможностями образовательной информационной среды подготовки IT-специалистов и невозможностью использования их в полной мере из-за недостаточной разработанности теоретико-методологического и методического аспектов ее создания и использования;

–необходимостью расширенного внедрения технологии дистанционного обучения в высшей школе и ограниченными возможностями удовлетворения этой потребности посредством использования традиционных дидактических средств и моделей организации образовательного процесса;

–перманентностью процесса повышения квалификации и переподготовки специалистов с учетом актуальных требований и условий, формирующихся на рынке труда в сфере IT-технологий.

Важной частью ПОИС является графический пользовательский интерфейс, тестирование которого особенно это актуально в проектах, функциональность которых расширяется постоянно, добавляются новые графические элементы, а предыдущие часто подвергаются модернизации. Такой способ тестирования позволяет эффективно проверить правильность взаимодействия различных частей сложных систем, доступ к функциональности, работоспособность программы. При автоматизации такого тестирования отпадает необходимость затрачивать человеческие ресурсы для рутинной циклической

работы проверки тестовых сценариев. Появляется возможность запускать соответствующие тесты графического пользовательского интерфейса неограниченное количество раз в любое требуемое время. Ресурсы используются только для написания и поддержки самих тестов, а также разработки и настройки самой тестирующей системы [4].

Тестирование графического пользовательского интерфейса – это процесс анализа графического интерфейса приложения для выявления дефектов, возникших в нём на этапе проектирования и последующей разработки. Тестирование выполняется для предотвращения ошибки в функциональности, потери и искажения данных, передаваемых через элементы графического пользовательского интерфейса в соответствии со спецификациями, и зависит от используемой технологии [5].

Функциональная архитектура ПОИС может включать два типа интерфейсов: интерфейс командной строки и графический пользовательский интерфейс. Интерфейс командной строки (например, cmd, powershell) – место, где пользователь взаимодействует с компьютером посредством ввода текста, и компьютер отвечает на эту команду. Графический пользовательский интерфейс (GUI – graphical user interface), обеспечивает взаимодействие пользователя с компьютером на основе использования изображения, а не текста. В веб-сайте первая страница – это домашняя страница, которая состоит из графических пользовательских элементов. Пользователь не видит исходный код, пользователю виден графических интерфейс.

Очевидно, что основу ПОИС должна составлять компьютерная программа, имеющая доступ к базам данных с элементами, предназначенными для изучения и проверки графического материала. Сам процесс обучения, находящийся под контролем ПОИС, включает ряд этапов. Обучающемуся предлагается последовательно усвоить ряд тем и разделов, причем переход к следующему этапу возможен только после сдачи ряда тестов, выполнения контрольных и проверочных заданий по предыдущим этапам.

Разработка образовательной информационной среды, обеспечивающей удаленную поддержку перманентного образовательного процесса по подготовке IT-специалистов, позволила бы одновременно заниматься с тысячами обучающихся, а каждый из них получил бы 100 % внимания. Тесты можно было бы формировать автоматически, программу обучения обновлять нажатием кнопки. Получаемые данные можно было бы хранить в облачных хранилищах с помощью технологии «Big Data», которые эффективно обрабатываются с помощью масштабируемых программных инструментов.

Реализация технологий программного обеспечения для автоматического тестирования графического интерфейса. По данным Survey on Automation Challenges, почти девять из десяти тестеров используют или когда-либо использовали Selenium в своих проектах [5]. Selenium – это имя, которое часто используется в автоматизации тестирования. Он считается отраслевым стандартом для автоматизации пользовательского интерфейса тестирования веб-приложений. На рисунке 1 представлен пример автотеста на языке Java.

Для разработчиков и тестировщиков, имеющих опыт и навыки программирования и написания сценариев, Selenium предлагает гибкость, невиданную во многих других инструментах и средах автоматизации тестирования. Пользователи могут писать тестовые сценарии на различных языках высокого уровня (Java, Groovy, Python, C #, PHP, Ruby и Perl), которые работают в нескольких системных средах (Windows, Mac, Linux) и браузерах (Chrome, Firefox, IE и др.). На рисунке 2 слева в окне изображена иерархия папок, справа – код программы. Чтобы эффективно использовать Selenium, пользователи должны обладать актуальными навыками программирования и тратить значительное время на создание сред автоматизации и библиотек, необходимых для автоматизации.

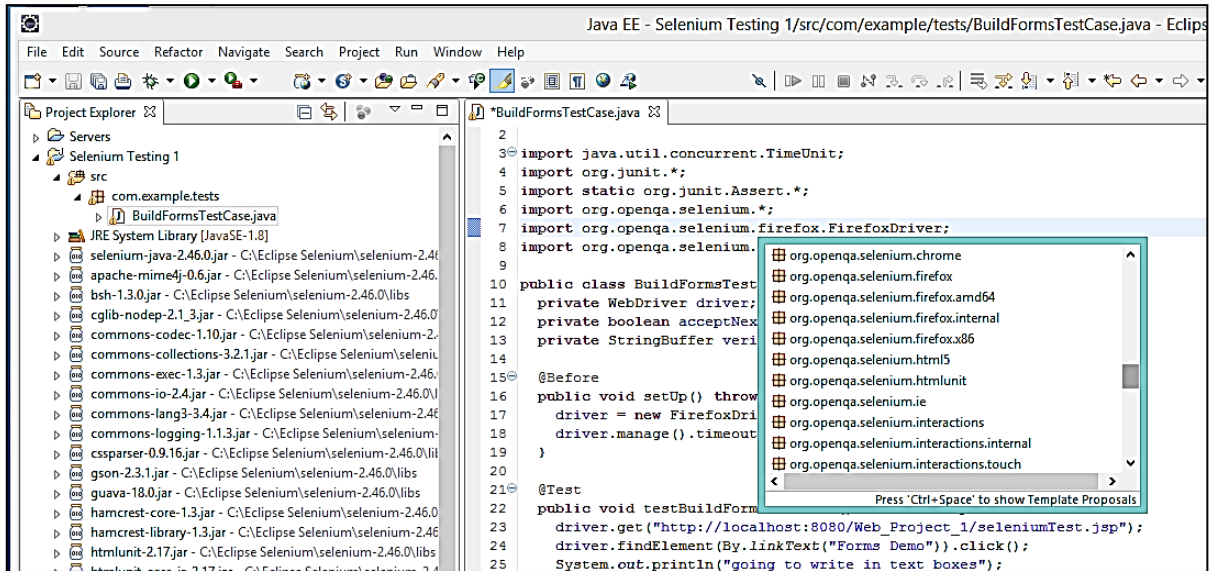


Рисунок 1. – Интерфейс компьютерной программы Selenium

TestComplete владеет всесторонним набором функций для тестирования веб-приложений, мобильных приложений и приложений для настольных компьютеров. Тестировщики могут использовать JavaScript, VBScript, Python или C++ Script для написания тестовых сценариев [6].

Отображение элементов и навигация в программном средстве, содержащем элементы, аналогичные среде разработки программного обеспечения, представлено на рисунке 2.

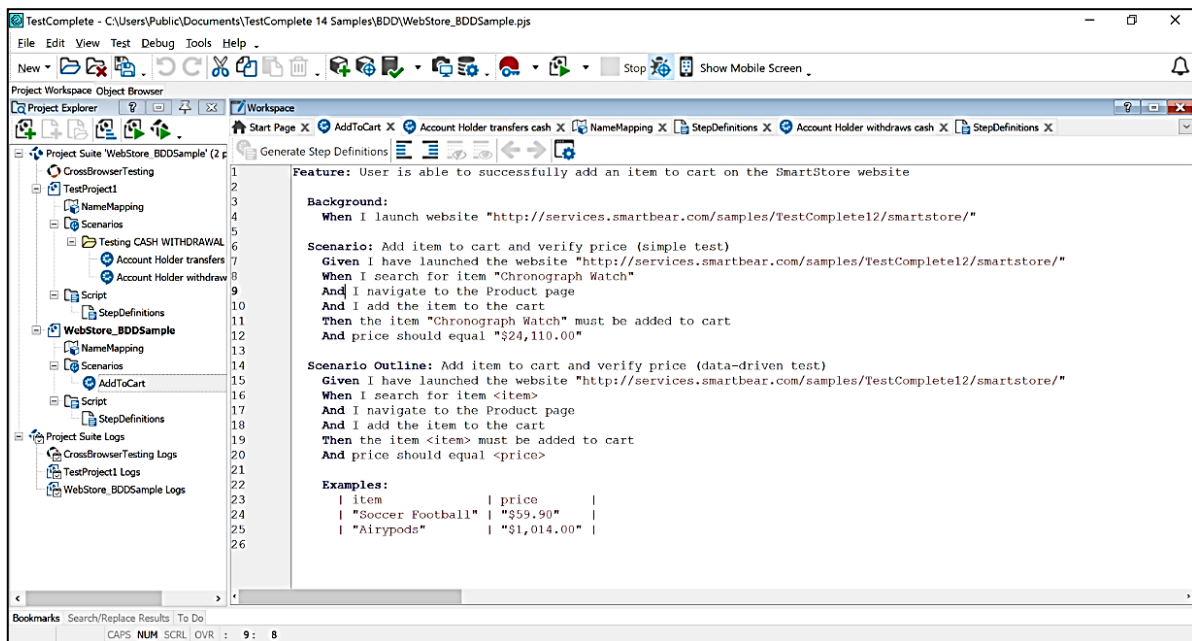


Рисунок 2. – Интерфейс компьютерной программы TestComplete

На рисунке 3 представлены интерфейс IBM Rational Functional Tester – инструмента автоматизации тестирования, предназначенный для тестирования приложений, разработанных с использованием различных языков и технологий, таких как Web, .Net, Java,

Visual Basic, Siebel, SAP, PowerBuilder, Adobe Flex и Dojo Toolkit. Это также управляемая данными платформа тестирования для функционального и регрессионного тестирования.

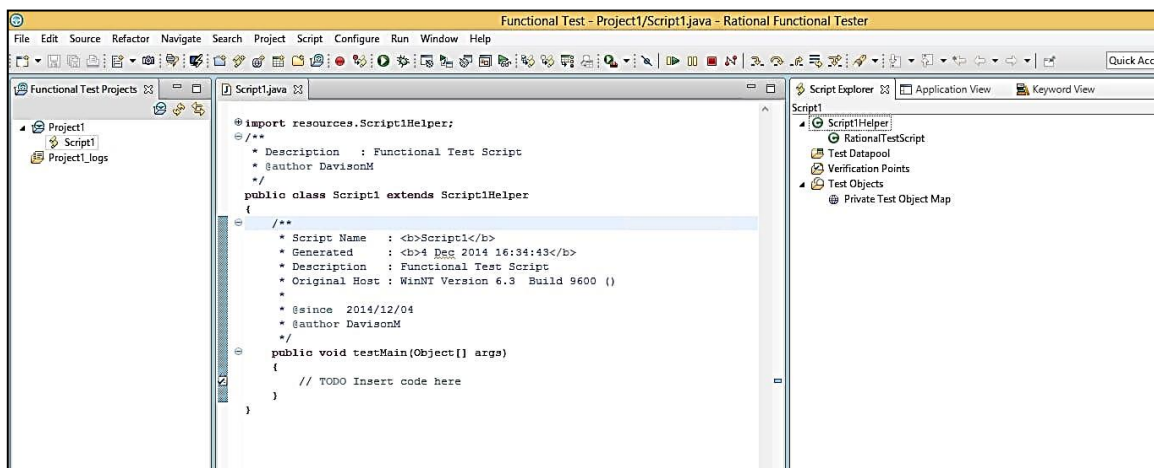


Рисунок 3. – Интерфейс компьютерной программы IBM Rational Functional Tester

На рисунке 4 представлены интерфейс Postman – это ещё один инструмент автоматизации тестирования. Пользователи могут установить этот инструмент в качестве расширения браузера или настольного приложения на Mac, Linux, Windows. Он популярен не только среди тестировщиков для автоматизации тестирования, но и среди разработчиков [5].

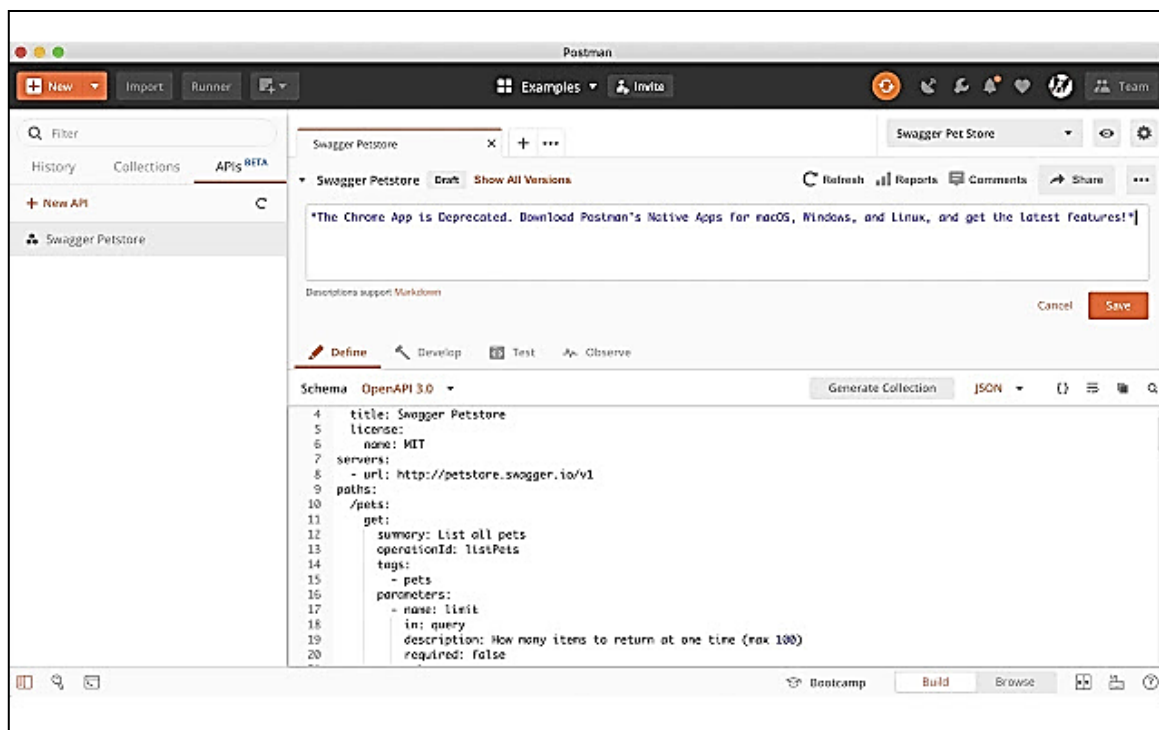


Рисунок 4. – Интерфейс компьютерной программы Postman

На рисунке 5 представлены интерфейс Ranorex Studio – коммерческого инструмента автоматизации тестирования Windows GUI, который используется более чем 4000 компаниями по всему миру для тестирования настольных, веб- и мобильных приложений [7].

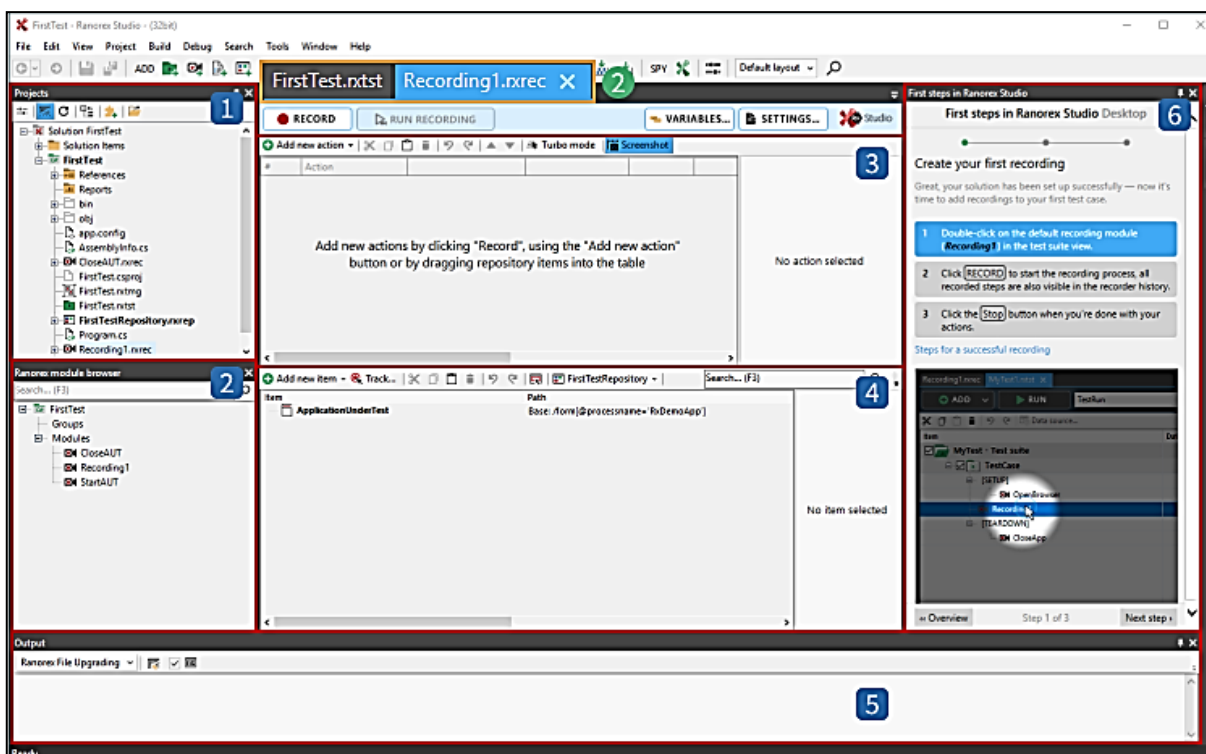


Рисунок 5. – Интерфейс компьютерной программы Ranorex Studio

Его пользовательский интерфейс имеет сходство со средой разработки программного обеспечения и предоставляет следующие возможности:

- отображение всех проектов, папок, ссылок и файлов, связанных с разрабатываемым автотестом;
- обеспечение быстрого доступа ко всем модулям, причем модульные группы сортируются по проекту;
- представление модуля записи, где записи перечислены в хронологическом порядке в «таблице действий»;
- представление модуля записи – хранилище. В хранилище содержатся все элементы хранилища, на которые ссылаются действия. Элементы репозитория представляют элементы пользовательского интерфейса;
- панель вывода, на которой отображаются сведения о сборке, ошибки, отладочная информация и результаты поиска;
- панель подсказок и взаимодействия.

Изучение любого курса по автоматизации и тестированию графического пользовательского интерфейса предоставляется на платной основе, что обусловлено высоким спросом на них. При этом курс обучения автоматизации и тестирования графического пользовательского интерфейса включает три взаимосвязанных модуля:

- введение в теорию автоматизации тестированию графического пользовательского интерфейса;
- изучение основ языка программирования, на котором в последующем будет проходить написание автотестов;
- практические написание собственных автотестов.

Таким образом, для использования одного из инструментов и последующего перехода от одного инструмента к другому пользователю потребуются общие знания в

автоматизированном тестировании, подробная информация о графическом пользовательском интерфейсе, язык программирования, общие базовые знания об операционных системах. На основе ПОИС может быть организован образовательный процесс для начинающих IT-специалистов. Онлайн-курсы можно найти на Otus, Stepik, GeekBrains, Lynda, JavaRush. Вместе с тем, офлайн-обучение могут организовывать разные IT-компании для освоения различных инструментов разработки автоматизации процесса тестирования графических приложений.

Факторы и уровни организации образовательного процесса на основе ПОИС. В условиях информационного взрыва гигантский рост информационных потоков затрудняет процесс передачи всех накопленных знаний при формировании и развитии профессиональных компетенций в образовании IT-специалистов. При этом важную роль играет интенсификация обучения, основанная на освоении больших объёмов учебной информации при фиксированной продолжительности обучения без снижения качества знаний [8, 9].

Кроме того, особую значимость приобретает опережающее обучение будущих IT-специалистов, которое реализуется в трех направлениях:

- актуальность и востребованность изучаемых информационных технологий;
- высокое качество профессиональной подготовки будущих IT-специалистов;
- интенсификации процесса обучения с использованием информационных технологий моделирования.

Под опережающим обучением будущих IT-специалистов целесообразно понимать таким образом организованный процесс обучения, при котором происходит формирование профессиональных компетенций на основе включения в образовательный процесс элементов перспективных технологий, а также с учетом предстоящих вызовов развития IT-индустрии в конкретной профессиональной области [10]. При этом стратегическим направлением интенсификации обучения является не увеличение объёма передаваемой информации, а включение субъекта образования в процесс самостоятельного получения и синтеза необходимых знаний, что переводит обучаемого на уровень не только интеллектуальной, но и личностной и социальной активности [9, 11].

Основными внешними факторами, определяющими результативность образовательного процесса IT-специалиста с использованием ПОИС, являются следующие:

- высокая динамика социально-экономической среды и темпов научно-технического прогресса, определяющих развитие общественных институтов на современном этапе; возрастающие требования к личности выпускника университета её образованности, воспитанности, мобильности, профессиональной компетентности, инновационных тенденций развития образования вообще и профессионально-ориентированного в частности, опирающиеся на гуманистические и демократические позиции, региональные условия и социокультурные традиции;

- расширение спектра профессиональных образовательных услуг, ориентированных на современные потребности личности, позволяющее обеспечить жизнедеятельность в условиях рыночной экономики, появление новых образовательных структур, кадровая востребованность в высококвалифицированных специалистах;

- необходимость совершенствования системы профессионального образования для более активного применения информационных технологий в обучении;

- внедрение новых технологий обучения и воспитания, ориентированных на формирование творческих способностей обучающихся.

К внутренним факторам, влияющим на подготовку IT-специалистов, относятся:

- динамично изменяющееся содержание учебного процесса из-за изменений, связанных с модернизацией профессионально ориентированных дисциплин;

- переоснащение материально-технической базы учебного процесса;

- развитие автоматизированных систем управления учебным процессом;

- внедрение систем автоматизированного контроля процесса обучения.
- Будущий IT-специалист овладевает следующими компетенциями:
- постановка и решение прикладных задач с использованием современных информационно-коммуникационных технологий;
 - обоснование и выбор проектных решений по видам обеспечения информационных систем;
 - способность проводить обследование организаций, выявлять информационные потребности пользователей, формировать требования к информационной системе, участвовать в реинжиниринге прикладных и информационных процессов;
 - способность моделировать и проектировать структуры данных и знаний, прикладные и информационные процессы;
 - способность принимать участие во внедрении, адаптации и настройке прикладных информационных систем.

Освоение предлагаемого учебного курса «Автоматизированное тестирования графических пользовательских интерфейсов», направленного на GUI-обучение автоматизации и тестированию графического пользовательского интерфейса, включает три уровня развития GUI-компетенций: базовый, профессиональный и экспертный.

1) Базовый уровень GUI-обучения включает ряд тем, предусматривающих освоение инструментов и концепций, необходимых для автоматизации и тестирования графического пользовательского интерфейса основных тестов, овладение теоретическими представлениями по автоматизации тестирования графического пользовательского интерфейса. Каждая тема содержит простые пошаговые руководства и отдельные примеры, чтобы обучающиеся могли сразу же получить практический опыт. На этом уровне будущие IT-специалисты осваивают базовые представления об автоматизированном тестировании и его преимуществах по сравнению с ручным тестированием, а также программные инструменты автоматизированного тестирования. Успешное освоение данного уровня позволит познакомиться и в дальнейшем успешно работать с использованием любого из предложенных инструментов, оценивать и выбирать лучший инструмент для решения поставленных задач. Базовый уровень GUI-обучения позволит узнать направления в тестировании, то, с чем конкретно взаимодействует пользователь, что оценивает заказчик.

2) Профессиональный уровень GUI-обучения включает рассмотрение расширенных тем, касающихся автоматического тестирования графического пользовательского интерфейса программного обеспечения, в т.ч. автотесты для автоматизированного тестирования, включая создание автотестов без кода и запись автотеста. При этом могут быть использованы дополнительные инструменты для написания автоматизированного тестирования, записи экрана с последующим воспроизведением.

3) Экспертный уровень GUI-обучения предназначен для пользователей, имеющих опыт программирования и сталкивающихся со сложными испытаниями. Он подробно описывает интерфейсы программирования, а также другие сложные темы, такие как динамическое отображение элементов пользовательского интерфейса, библиотека пользовательского кода и модули кода. Освоение данного уровня предусматривает создание теста с помощью языка программирования, основные понятия в программировании, преимущество над записью теста, использование дополнительных инструментов, баз данных и т.д.

Функциональная организация ПОИС для подготовки IT-специалиста предполагает реализацию на основе принципа модульности. Модуль учебной дисциплины имеет сложную композицию, построенную на основе следующих принципов теории систем [11]:

- морфологичности (компоненты и элементы находятся в некоторой взаимосвязи, что дает основание считать модуль подсистемой учебной дисциплины);
- функциональности (модуль, взаимодействуя с другими, имеет свое назначение);
- генетической преемственности (модуль учебной дисциплины имеет свою историю становления, развития и перспективу модернизации).

Моделирование организации образовательного процесса на основе ПОИС. Модель индивидуального образовательного маршрута специалиста можно представить в виде (1):

$$M = \{P, O, V, N\}, \quad (1)$$

где M — условное обозначение модели специальности или группы специальностей,

P – набор компетенций,

O – набор показателей для оценки компетенций, групп компетенций,

V – индикаторы важности (весовые коэффициенты) показателей,

N – нормы (нормативные значения показателей).

Удовлетворенность будущих ИТ-специалистов качеством персональной образовательной подготовки вводится как условное понятие. Такую неформализованную характеристику сложно измерить. Здесь скорее измеряют соотношение требуемого, по мнению потребителя, уровня знаний или обладания тем или иным качеством и его самооценки по этой же характеристике.

Оценку уровня удовлетворенности пользователя при использовании ПОИС можно рассчитать по формуле (2):

$$S = \sqrt[4]{\frac{\sum_{i=1}^n A_i X_i}{\sum_{i=1}^n X_i} \times \frac{\sum_{j=1}^n A_j X_j}{\sum_{j=1}^n X_j} \times \frac{\sum_{h=1}^n A_h X_h}{\sum_{h=1}^n X_h} \times \frac{\sum_{g=1}^n A_g X_g}{\sum_{g=1}^n X_g}} \quad (2)$$

где S — показатель удовлетворённости пользователей сервисами ПОИС;

$A_{i, j, h, g}$ – набор i -х компетенций пользователя, каждая из которых может быть охарактеризована j -м уровнем приоритетности для профессиональной деятельности, h -й степенью неопределенности эффективного развития в условиях реального образовательного процесса и g -м удельно-весовым показателем.

Важное значение для развития ПОИС имеет самооценка уровня обладания характеристикой C , соответствующей требуемому минимально достаточному уровню Y владения заданной компетенцией, а также удовлетворенность качеством образовательного процесса S . Для оценки степени удовлетворенности пользователя ПОИС в отношении владения некоторой компетенцией предложен критерий S_{ij} как характеризующий удовлетворенность i -ого пользователя своим уровнем владения Y -ой компетенцией по j -й характеристике предложено равенство (3):

$$S_{ij} = \begin{cases} 1, C_{ij} \geq Y_{ij} \\ \frac{C_{ij}}{Y_{ij}}, C_{ij} \leq Y_{ij} \end{cases} \quad (3)$$

где C_{ij} – самооценка ij -ого респондента своего уровня владения Y -ой характеристикой, Y_{ij} – требуемый минимально достаточный уровень развития i -й компетенции, по мнению i -ого респондента, уровень владения j -ой характеристикой.

На основе значений S_{ij} можно рассчитывать различные интегральные показатели удовлетворенности, например, интегральная удовлетворенность пользователя некоторой

образовательной услугой. При этом итоговым результатом расчета может быть интегральная удовлетворенность всех потребителей уровнем владения группой характеристик (4):

$$S = \sum_{j=1}^n S_{ij} B_{ij} \quad (4)$$

где S_{ij} – интегральная удовлетворенность i -ого потребителя образовательной услугой j , предоставляемой ПОИС,

n – количество характеристик,

B_{ij} – нормированный уровень важности j -ой характеристики ПОИС для i -ого пользователя.

При этом коэффициенты важности нормируются для данного уровня иерархии компетенций, получающих развитие на основе использования ПОИС.

Комплексная оценка эффективности применения ПОИС для профессиональной подготовки IT-специалиста неизбежно включает анализ удовлетворенности обучающегося качеством предлагаемых образовательных услуг.

На рисунке 6 представлен алгоритм оценки удовлетворенности и применения результатов оценивания качества образовательных услуг с использованием ПОИС в виде блок-схемы.

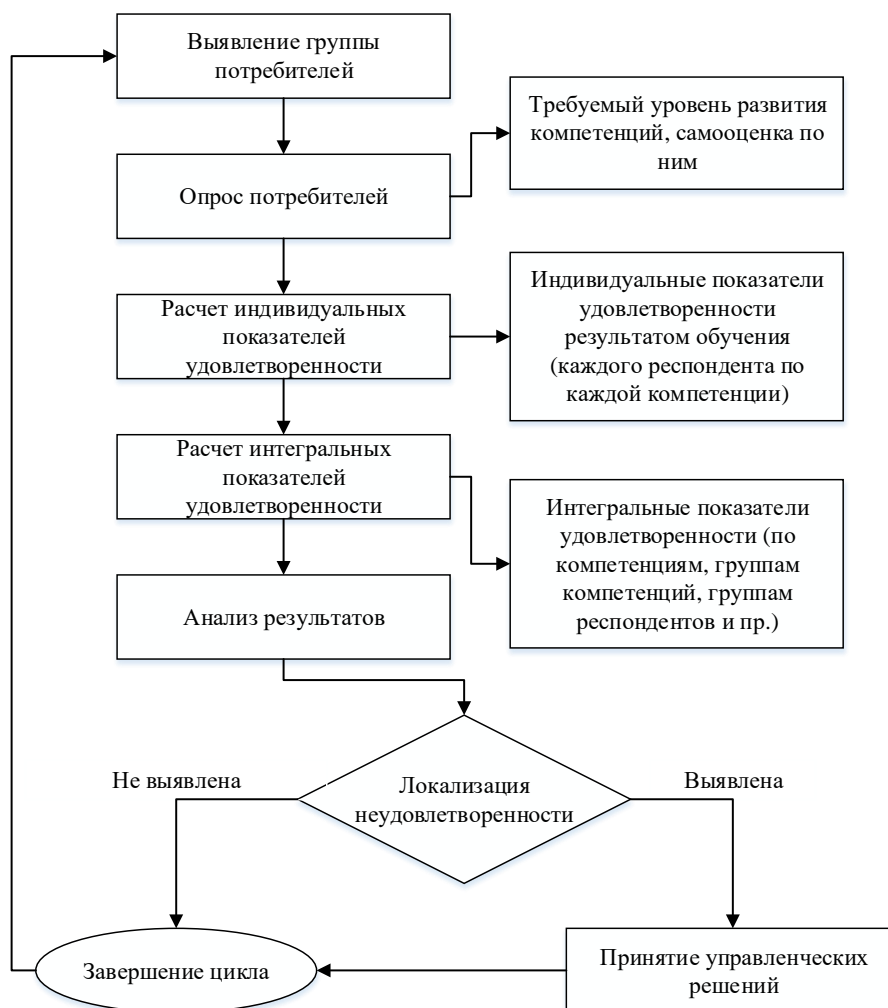


Рисунок 6. – Алгоритм оценки удовлетворенности и применения результатов оценивания качества образовательных услуг с использованием ПОИС

Итоговый контроль эффективности обучения осуществляется в форме мониторинга результатов теоретического и практического усвоения обучающимися учебного материала. Особенностью контроля при удаленном варианте обучения является необходимость дополнительной реализации функций идентификации личности обучающегося для исключения возможности фальсификации обучения. Для этого каждый пользователь имеет свой идентификационный код. Содержательная часть состоит из итоговых и промежуточных тестов для самопроверки и итогового контроля. Нами для контроля используется рейтинг, учитывающий активность студентов на всем протяжении изучения дисциплины.

Математическое моделирование образовательного процесса учебной дисциплины «Автоматизированное тестирования графических пользовательских интерфейсов». Для оптимизации образовательного процесса предложена математическая модель, рассматривающая комплекс таких параметров, как:

- количество сеансов обучения ($N(t)$);
- средняя продолжительность каждого сеанса обучения ($\bar{T}(t)$);
- интервал времени между сеансами обучения ($\tau(t)$);
- количество операций (навыков, умений), осваиваемых в течение интервала одного сеанса обучения ($n(t)$);
- количество актов контроля эффективности обучения в течение одного сеанса ($K(t)$);
- количество ошибок, допускаемых обучаемым в течение одного сеанса ($m(t)$);
- уровень мотивации к обучению ($M(t)$);
- объем информации, предлагаемый обучаемому в течение одного сеанса обучения ($I(t)$);
- индивидуальный параметр забывания информации (f).

На основе комплекса вышеназванных параметров разработана математическая модель образовательного процесса по учебной дисциплине «Автоматизированное тестирования графических пользовательских интерфейсов» с помощью ПОИС (5) – (10):

$$\frac{dE(t)}{dt} = -a_0 + a_1N(t) + a_2\bar{T}(t)_i + a_3\tau(t)_i + a_4n(t)_i + a_5C(t)_i + a_6K(t)_i - a_7\bar{m}(t)_i + a_8M(t)_i - a_9I(t)_i - f; \left(\frac{de(t)}{dt} \rightarrow \max \right); \quad (5)$$

$$\frac{dN(t)}{dt} = (\lambda_1 - B_1N(t))(t_{opt} - t); \left(\frac{de(t)}{dt} \rightarrow \min \right); \quad (6)$$

$$-\frac{d(\lambda_1 - B_1N(t))}{\lambda_1 - B_1N(t)} = (t_{opt} - t)dt; \quad (7)$$

$$\frac{\ln}{\lambda_1} - B_1N(t) = -t_{opt}t + \frac{t^2}{2} - C; \quad (8)$$

$$B_1N(t) = -\exp\left(\frac{t^2}{2} - t_{opt}t + C^*\right) + \lambda_1; \quad (9)$$

$$N(t) = \frac{1}{B} \left(\lambda_1 - \exp\left(\frac{t^2}{2} - t_{opt}t + C^*\right) \right); \quad (10)$$

где C – постоянная интегрирования.

Для оценки эффективности влияния ПОИС на подготовку IT-специалиста необходимо осуществить моделирование этой среды в высшей школе. Моделирование ПОИС для

подготовки будущих специалистов в условиях современного технического университета направлено на повышение эффективности подготовки IT-специалиста и достижение следующих подцелей:

- 1) создание условий для осознания студентами особенностей будущей профессиональной деятельности и обеспечения расширения индивидуальной базы знаний будущего IT-специалиста;
- 2) акцентирование внимания на развитии личностных качеств, необходимых для успешного овладения будущей профессией;
- 3) определение уровня развития профессионально важных качеств, имеющихся у каждого студента, построение индивидуальных образовательных траекторий.

Предложенные подходы и методики являются инвариантными к исследуемым компонентам образовательной услуги и направлениям подготовки по специализациям (профилизациям).

Рейтинговый (интегральный) вариант контроля учитывает следующие составляющие:

- активность студентов (количество вопросов при консультациях, интенсивность участия в семинарах и т.д.);
- результаты выполнения лабораторных работ, творческих заданий, рефератов, которые в электронном виде высылаются студентом в процессе обучения и оцениваются преподавателем;
- автоматизированное тестирование с помощью средств ПОИС и др.

Предложенные концептуальные основания разработки ПОИС для подготовки IT-специалистов в области автоматического тестирования графического пользовательского интерфейса обеспечивают автоматизацию расчётов, связанных с созданием модели профессионального портрета специалиста и оценкой удовлетворенности потребителей образовательных услуг, включая хранение данных, многокритериальный поиск, формирование отчетов, сбор информации о потребителях образовательных услуг безотносительно к используемым программным инструментам, платформам и продуктам.

Заключение. Анализ опыта зарубежных исследователей свидетельствует о ярко выраженной тенденции к переходу от классической дисциплинарно-профессиональной стандартизированной подготовки IT-специалиста к мультидисциплинарному, проблемно-ориентированному образованию, преобразование её в систему непрерывного образования, включающую в себя различные гибкие образовательные структуры. Это в полной мере применимо для учебной дисциплины «Автоматизированное тестирования графических пользовательских интерфейсов», предназначенной для подготовки будущих IT-специалистов в университетах, учреждениях дополнительного образования, учреждениях повышения квалификации и переподготовки научно-педагогических кадров.

Модульность курса, реализуемого посредством создания электронного учебно-методического комплекса в ПОИС подготовки IT-специалиста в техническом университете, позволяет использовать его для различных специальностей и направлений подготовки в зависимости от выбора общих и специализированных модулей. При этом будущий IT-специалист в результате изучения дисциплины должен овладеть определенным комплексом академических, профессиональных и социально-личностных компетенций. На основании требований компетенций были определены следующие цели дисциплины:

- формирование информационной культуры будущего IT-специалиста;
- развитие когнитивного потенциала будущего IT-специалиста, его коммуникативных способностей;
- обучение будущего IT-специалиста основам технологий баз данных, глубокому пониманию информационных процессов на основе системного подхода.

Благодаря открытой и модельной архитектуре ПОИС предоставляет обучающимся IT-специалистам ряд возможностей (сервисов, функций), таких как:

- выполнение учебных мероприятий в образовательном процессе;
- самостоятельное изучение учебных курсов;
- справочно-информационные услуги;
- электронная библиотека;
- личный виртуальный кабинет обучающегося;
- коллективный образовательный чат.

Эти функции определяют «физическую» структуру образовательной информационной среды: компьютер или компьютеры, объединённые в сеть, программный комплекс, поддерживающий учебно-методический интерактивный комплекс, специальные средства, обеспечивающие удаленный доступ к сетевому учебно-методическому комплексу как к основному информационному ресурсу с использованием технологий Big Data.

При этом достаточно эффективной представляется модель смешанного обучения (blending learning), которая основана на интеграции технологий традиционного и дистанционного обучения. При этом могут быть реализованы и опробованы различные виды обучения по дисциплине «Базы данных» будущего IT-специалиста в ПОИС:

- очно-заочная форма обучения;
- дистанционное обучение на базе телекоммуникационной сети и кейс-технологии;
- комбинированная форма обучения в ПОИС подготовки IT-специалиста на основе технологий дистанционного и интернет-обучения;
- заочно-дистанционная форма обучения.

Связь с основной учебной деятельностью и тем самым повышение значимости процесса обучения достигается посредством целенаправленного использования ресурсов ПОИС в режиме моделирования будущей профессиональной деятельности студентов. На начальном этапе ресурсы образовательной среды используются для расширения профессионального кругозора и приобретения обучаемым знаний об особенностях сферы его профессиональной деятельности. Реализация этого подхода в процессе обучения в ПОИС призвана способствовать построению своеобразного сценария предстоящей профессиональной деятельности студента, постоянному совершенствованию его профессиональных навыков. Это позволяет выявлять, эксплицировать то неформальное знание, которое профессионалы ежедневно используют в своей практике, делать его предметом изучения и таким образом обеспечивать опережающий характер образовательной подготовки IT-специалистов.

Список литературы

- [1.] Davidovsky, A.G. The Problem of Preventive Management of Technological Risks in the Industry 4.0 / A.G. Davidovsky // *European Sciences Review*. 2019. № 11–12. Pp. 60–63.
- [2.] Давыдовский, А.Г. Формирование ключевых профессиональных компетенций будущих специалистов: анализ, прогнозирование, математическое моделирование. Пишова А.В., Давыдовский А.Г. *Веснік Магілёўскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя А.А. Куляшова*. Серыя С. Псіхалага-педагагічныя навукі: педагогіка, псіхалогія, методыка. 2015. № 2 (46). С. 24-31.
- [3.] Изосимова Т.Н., Рудикова Л.В. Компетентностный подход как гарантия качества подготовки современных специалистов в области IT-технологий // *Науч. тр. Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь*. Вып. 1. Минск: Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь, 2014. С. 202–209.
- [4.] Автоматическое тестирование пользовательского интерфейса системы QReal [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docplayer.ru/27735003-Avtomaticeskoe-testirovanie-polzovatel'skogo-interfeysa-sistemy-qreal.html> (Дата обращения 25.01.2020).
- [5.] Лучшие инструменты для автоматизации тестирования на 2019 год (10 лучших обзоров) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ru.finleyandoliver.com/deal/best-automation-testing-tools-for-2019-top-10-reviews-cd15fc> (Дата обращения 25.01.2020).
- [6.] Курзаева, Л.В. К вопросу об опережающем обучении будущих специалистов по информационным технологиям [Электронный ресурс] / Л. В. Курзаева // *Международный журнал экспериментального образования*. 2016. № 12-3. С. 312-314. — Режим доступа: <https://expeducation.ru/ru/article/view?id=10989> (Дата обращения 25.01.2020).

[7.] Васильева И.Г. Интенсификация учебно-познавательной деятельности и внедрение средств новых информационных технологий [Электронный ресурс] / И. Г. Васильева. — Режим доступа: <http://www.tgc.ru/conf/region/?1994/03.htm> (Дата обращения 25.01.2020).

[8.] Махмутова М. В. Подготовка IT-специалиста в вузе / М.В. Махмутова // Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co.KG. 2012. 120 с.

[9.] Лепе Л.И. Когерентная система обучения информационным технологиям как компонента опережающего образования [Электронный ресурс] /Л.И. Лепе // Информационные технологии в образовании ИТО-2005: материалы конгресса конф. — Режим доступа: <http://ito.edu.ru/2005/Moscow/I/1/I-1-5036.html> (Дата обращения 25.01.2020).

[10.] Абраров Р.Д., Пак В.О. Тестирование графического интерфейса (GUI testing) [Электронный ресурс] // Техника. Технологии. Инженерия. 2017. №3.1. С. 3-4. — Режим доступа: <https://moluch.ru/th/8/archive/62/2630> (Дата обращения 25.01.2020).

[11.] Давлеткиреева Л.З. Информационно-предметная среда подготовки IT-специалистов / Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co.KG. 2012. — 240 с.

AN EDUCATIONAL INFORMATION ENVIRONMENT FOR OPTIMIZATION OF TRAINING OF IT-SPECIALISTS IN THE FIELD OF AUTOMATED TESTING OF THE GRAPHIC USER INTERFACE

O. S. MEDVEDEV

*Software Engineer,
Department of Engineering
Psychology and Ergonomics,
the Faculty of the Computer
Science of the
BSUIR, Master of
engineering and technology,*

A. G. DAVYDOVSKY

*Associate Professor,
Department of Engineering
Psychology and Ergonomics,
the Faculty of the Computer
Design of the BSUIR,
Candidate of Biological
Sciences, Associate Professor*

V. I. NOVOGRAN

*IV year Student of the
Department of Engineering
Psychology and Ergonomics
of the Faculty of the
Computer Science Design of
the BGUIR*

L. R. KORKIN

*Engineer of the Department of
Engineering Psychology and Ergonomics
of the Computer Design of the BSUIR,
Master's Student*

K. D. YASHIN

*Head of the Department of Engineering
Psychology and Ergonomics of the Faculty of
Computer Design of the BSUIR, Candidate of
Technical Sciences, Associate Professor*

Abstract. The purpose of the article is to substantiate and analyze the professional educational information environment for organizing and optimizing the process of educational training of IT specialists in the field of automated testing of the graphical user interface. The problem of creating a professional educational information environment for IT specialists is analyzed. Has been described the basics of implementing software technologies for automatic testing of the graphical interface. The factors and the levels of organization of the educational process based on the professional educational information environment are considered. An algorithm for assessing satisfaction and applying the results of evaluating the quality of educational services using a professional educational information environment is proposed. An elements of mathematical modeling of the educational process of the discipline "Automated testing of graphical user interfaces are considered.

Keywords: professional educational information environment, automated testing, graphical user interface, training, testing tools.