Модификация образования по требованиям Национальной технологической инициативы с привлечением музейной коммуникации в рамках Зеленоградского кластера

В. М. Трояновский¹, А. А. Запевалина², Чжо Наинг Сое¹

¹ *Национальный исследовательский университет «МИЭТ», Москва, Россия*

² *ООО «Альпина Пласт», Москва, Россия*

troy40@mail.ru

Выделены положения и акценты, важные для системы образования в Зеленоградском регионе при реализации комплексной программы Национальной технологической инициативы. Выявлена проблема подготовки высококвалифицированных специалистов в новых, более сложных областях знаний и технологий в условиях цифровизации мировой экономики и глобальных технологических вызовов. Доказано, что методы обучения и научных исследований, на основе взаимодействия с предприятиями Зеленограда и Музеем истории микроэлектроники им. В. В. Григорьевского, апробированные в Национальном исследовательском университете «МИЭТ», имеют определяющее значение в решении этой проблемы.

Ключевые слова: Национальная технологическая инициатива; микроэлектроника; МИЭТ; музей; завод «Ангстрем».

Academic Modifications as Required by National Technology Initiative Involving Museum Communication within a Framework of Zelenograd Cluster

V. M. Troyanovskyi¹, A. A. Zapevalina², Kyaw Naing Soe¹

¹ *National Research University of Electronic Technology, Moscow, Russia*

² *Alpina Plast LLC, Moscow, Russia*

troy40@mail.ru

The National Technology Initiative involves virtually all national institutions of various forms of organization in a comprehensive work program. The provisions and accents that are important for the work of the Zelenograd region and the education system are highlighted in the NTI documents. The authors traced a historical parallel with the current situation on the example of the development of Zelenograd and microelectronics. Using the example of the creation of MIET University and its educational process, the authors have shown the effectiveness of teaching and research methods, which allowed the university to become a National Research University and one of the centers of competence defined in the Cross-Cutting Technology section of National Technology Initiative. The authors have identified the problem of highly qualified specialists' training in new and more and more complex areas of knowledge and technology in the context of tight deadlines for work on National Technology Initiative. They did show how the interaction of MIET with enterprises of Zelenograd, including the Angstrom plant and its museum, can improve the solution of this problem.

Keywords: National Technology Initiative; microelectronics; MIET; museum; Angstrom plant.

Национальная технологическая инициатива (НТИ) вовлекает в комплексную программу работ практически все национальные учреждения различных форм организации. В Послании Федеральному собранию 4 декабря 2014 г. Президент России Владимир Владимирович Путин обозначил НТИ одним из приоритетов государственной политики. Эта долгосрочная комплексная программа [1] рассчитана на «создание условий для обеспечения лидерства российских компаний на новых высокотехнологичных рынках, которые будут определять структуру мировой экономики в ближайшие 15—20 лет».

Сфокусируем внимание на главных задачах НТИ (<http://www.nti2035.ru/>). В первую очередь ставится задача «лидерства российских компаний на новых высокотехнологичных рынках». Здесь ключевые слова «новых» и «высокотехнологичных» означают «требующих исследований и разработок». Следующая задача — *«лидерство российских компаний в рамках мировой экономики»* — в условиях текущих санкций и явно не передовых позиций наших компаний на мировых рынках. Все задачи необходимо решить «в ближайшие 15—20 лет». В разделе «Сквозные технологии НТИ» выделим приоритетные группы.

- Большие данные.
- Искусственный интеллект.
- Новые производственные технологии.
- Сенсорика и компоненты робототехники.
- Нейротехнологии, технологии виртуальной и дополненной реальностей.

Приоритетные группы технологий, соответствующие матрице целей и задач НТИ, имеют прямое отношение к инфраструктуре Зеленоградского регионального кластера. В Национальном исследовательском университете «МИЭТ» (НИУ МИЭТ) г. Зеленограда 20 декабря 2018 г. открыт Центр компетенций Национальной технологической инициативы (НТИ) по сквозной технологии «Сенсорика»¹. Фактически, и предприятия

Зеленоградского региона, и НИУ МИЭТ, ориентированный на подготовку квалифицированных кадров в микроэлектронике, вполне соответствуют задаче «ориентации исследовательской деятельности отечественных университетов и научных институтов на технологические направления НТИ».

Учитывая период в 15—20 лет, на который рассчитана перспектива комплексной программы НТИ, и характер поставленных задач, вспомним пример результативности создания Научного центра микроэлектроники в Зеленограде за аналогичный срок и в условиях жестких санкций на поставку новых технологий и материалов [2].

К моменту принятия решения о создании Центра микроэлектроники инфраструктура строящегося города-спутника идеально подходила для разработки электронных изделий по заказам производителей космической и военной промышленности, а также бытовой техники. Для решения этих задач были привлечены крупные ученые и организаторы наукоёмкого производства, талантливые инженеры, приглашены опытные специалисты, вернувшиеся в Россию из-за рубежа в период Оттепели, владевшие американским системным подходом к разработке крупных проектов — от идеи до промышленного выпуска.

С середины 1960-х гг. микросхемы предприятий Научного центра — НИИ точной технологии и завода «Ангстрем» — применялись в системах управления космическими аппаратами. За 10 лет производительность труда проектировщиков микросхем возросла в 20 раз при общем показателе по стране — в полтора раза (5,6 % за год).

Первый в СССР микропроцессорный комплект БИС, созданный в Зеленограде в 1975 г., имел 16-разрядную архитектуру, в отличие от 4-разрядного (1972 г.) и 8-разрядного (1973 г.) микропроцессоров фирмы *Intel*. Первые отечественные микроЭВМ и школьные ЭВМ также разработаны на базе

¹ Центр национальной технологической инициативы «Сенсорика». URL: <https://miet.ru/structure/s/3076/e/110407/422/>; Открыт Центр компетенций НТИ по сквозной технологии «Сенсорика». URL: <https://technet-nti.ru/news/6840>.

Научного центра Зеленограда. В 1980 г. коллективом разработчиков во главе с В. Л. Джуняном создана однокристалльная 16-разрядная микроЭВМ «Электроника-НЦ-80» (всего на год позже фирмы *Motorola*). Высокий уровень одноплатных микроЭВМ «Электроника НЦ-01Д» неоднократно подтверждался медалями и дипломами Лейпцигской ярмарки. Изготовление Диалоговых вычислительных комплексов (ДВК) на основе этих микроЭВМ на 2—3 года опередило появление персональных компьютеров фирмы *IBM*. Вскоре количество ДВК превысило общее количество других ЭВМ, выпущенных в СССР.

Таким образом, благодаря прямой поддержке руководства Военно-промышленного комплекса и министра электронной промышленности А. И. Шокина, Зеленоград стал инновационным научным центром микроэлектроники — отрасли, выполняющей задачи первостепенной важности для оборонной и космической промышленности² страны.

Традиции отечественного образования в Зеленограде. Достижение высокой концентрации предприятий электронной промышленности и профильных научно-исследовательских институтов в Зеленограде позволило создать уникальные условия для интеграции образовательной, научной и производственной деятельности. Главным звеном в системе отечественной электронной промышленности явилось образование Московского института электронной техники в 1965 г. (ныне Национальный исследовательский университет «МИЭТ»). Институт призван обеспечить быстроразвивающуюся отрасль высококвалифицированными специалистами в области микроэлектроники.

Перечислим инновационные методы обучения, апробированные в НИУ МИЭТ: сочетание глубокой фундаментальной подготовки со значительным объемом

производственной практики непосредственно на предприятиях, участие большинства преподавателей в конкретных научных исследованиях, привлечение к образовательной деятельности специалистов Научного центра. Благодаря применению прогрессивных методов, в краткие сроки созданы новые курсы, программы, учебные планы, учебники и пособия для обучения в области микроэлектроники, реализована передача новых знаний студентам в режиме реального времени.

Отметим, что в НИУ МИЭТ³ развивались и совершенствовались традиции отечественного образования [3] в целях подготовки специалистов, востребованных не только в стране, но и во всем мире. Это, прежде всего, подходы развивающего обучения (подходы советской школы), предполагающие развитие мышления в координации теории и практики, а также, что особенно действенно, интеграция образования, науки и производства. К сожалению, «с переносом лучших зарубежных [образовательных] технологий в Россию и распространением лучших решений внутри страны» произошел пересмотр парадигмы высшего образования в сторону компетентностного подхода и человекоцентричности: «основным источником перемен будет не сама система образования, а смежные с ней отрасли — информационные технологии, медицина и финансы» [4].

В рамках реализации комплексной программы НТИ создан Университет НТИ (<https://2035.university>), обеспечивающий профессиональное развитие в условиях цифровой экономики. Здесь доминирует позиция Министерства науки и высшего образования⁴ [4; 5] и учитываются тенденции «развития образовательных онлайн-платформ», а именно: цифровизация, разработка роботов, систем виртуальной реальности и широкое использование

² В ноябре 1998 г. завод «Ангстрем» выпустил миллиардную микросхему.

³ Наряду с практиками образования в ведущих технических вузах России — Московском физико-техническом институте (МФТИ) и Московском инженерно-физическом институте (МИФИ).

⁴ Эксперт оценил потенциал роста рынка онлайн-образования в России // Информбюро 20.35 / НТИ. 29.01.2019. URL: <http://ntinews.ru/news/unti/ekspert-otsenil-potentsial-rosta-rynka-onlayn-obrazovaniya-v-rossii.html> (дата обращения 25.03.2019).

интернет-технологий, онлайн-обучения⁵, — несмотря на то, что к этим тенденциям отечественные специалисты проявляют сдержанное отношение. В частности, таково мнение В. Гришина, ректора РЭУ им. Плеханова, и ректора МГПУ И. Реморенко⁶.

Обратим особое внимание на вопросы цифрового и технологического развития. По словам спецпредставителя Президента Д. Пескова на IV Съезде отраслевого союза Нейронет⁷, «в России будет создан фонд по внедрению технологических решений в сферу образования <...> Его размер составит 7 млрд рублей только на оплату образовательных технологий. Несколько десятков миллиардов рублей заложено на другие нужды... У фонда будет три функции: перенос лучших зарубежных технологий в Россию, распространение лучших решений внутри страны и поддержка выхода компаний на мировые рынки».

Потенциал НИУ МИЭТ в решении задач НТИ. Проблема подготовки высококвалифицированных специалистов. Определим роль сотрудничества НИУ МИЭТ с предприятиями Зеленограда, в том числе с АО «НИИ точной технологии», заводом «Ангстрем» и Музеем истории микроэлектроники им. В. В. Григорьевского [2]. В музее много уникальных экспонатов, наглядность которых способствует повышению эффективности обучения: микросхема бортового компьютера космического летательного аппарата, облетевшего Луну, массивный слиток монокристалла сверхчистого кремния, первые микрокалькуляторы и микропроцессоры — продукция для нужд оборонной и космической промышленности. Многие технологии и изделия — от гибридных интегральных микросхем и корпусов для ИС до калькуляторов, БИС памяти, микропроцессоров и микроЭВМ — часто только «верхушка айсберга», под которой — огромный

объем знаний, умений, взаимосвязь технологий. Совместно с музеем университет разрабатывает проект [6], в котором информационные технологии и инновационные решения, мультимедиа, интерактивность, панорамность, моделирование — используются для повышения эффективности применения музейных экспозиций в учебном процессе [7; 8].

Такие проекты актуальны для общегосударственных работ по программе НТИ, требующих инновационных технологических решений. Однако их реализация связана с проблемной ситуацией: чтобы в сжатые сроки получить новые эффективные решения, нужны высококвалифицированные специалисты, владеющие знаниями в новых областях современной науки и, соответственно, сложными технологиями. Подготовка таких специалистов заставляет подстраивать учебные программы под высокие темпы развития знаний соответственно запросам технологических фирм. С одной стороны, вузы, заинтересованные в инновационных проектах НТИ, обязаны создать научно-методическую базу для теоретической подготовки специалистов — в рамках учебной работы, НИОКР, участия в научных конференциях. С другой стороны, вузам остро необходимы новейшие результаты реализации проектов для вовлечения их в учебный процесс.

Подготовка высококвалифицированных специалистов предполагает производственную и предвыпускную практику студентов на предприятиях региона. Однако малые инновационные предприятия не заинтересованы в предоставлении мест для такой практики, поэтому значительная часть знаний, полученных в результате новейшего технологического опыта, не вовлекается в учебный процесс вузов. В разрешении этой проблемы особую роль играет

⁵ *Платонов А.* Миллиарды в знания. Как Интернет изменит высшее образование // Forbes Россия. 19.06.2018. URL: <http://www.forbes.ru/biznes/362869-milliardy-v-znaniya-kak-internet-izmenit-vysshee-obrazovanie> (дата обращения 26.03.2019).

⁶ Что ректоры ведущих московских вузов думают об онлайн-образовании / Сост. К. Яковлева // Учеба.Ру. 09.10.2015. URL: <https://www.ucheba.ru/article/1583> (дата обращения 25.03.2019).

⁷ Фонд поддержки развития образовательных технологий появится в России // Информбюро 20.35 / НТИ. 11.02.2019. URL: <http://ntinews.ru/news/oficial/fond-podderzhki-razvitiya-obrazovatelnykh-tekhnologiy-royavitsya-v-rossii.html> (дата обращения 25.03.2019).

музейная коммуникация, в частности знания, представляемые музейными экспозициями в соответствии с научной концепцией [6; 8].

Считаем, что ячейка «Кадры и система образования» раздела «Инфраструктура / Ресурсы» в матрице НТИ может получить развитие в Зеленоградском кластере за счет инновационного использования накопленного опыта, работы организационных структур Корпорации развития Зеленограда и поддержки Префектуры Зеленограда. Особенность предлагаемого учебного процесса — сравнительные презентации новых изделий на фоне музейных экспонатов. Подчеркнем, что при этом новый образец изделия рассматривается как эффектный и уникальный образ, который «способствует выработке представления о том, в чем марка не похожа ни на одну другую, в чем состоит ее индивидуальность» [9, с. 44]. С одной стороны, сравнение новых результатов с достигнутыми ранее, использование инновационных методов презентации новых образцов позволяет наглядно и объективно оценить их достоинства и преимущества, чтобы включить их в программу НТИ. С другой стороны, за счет демонстрации музейных экспозиций повышается эффективность достижения образовательных целей.

Заметим, что каждый участник работ по тематике НТИ в Зеленоградском кластере имеет особую компетентность в системном разрешении проблемы подготовки профессиональных кадров в сжатые сроки. Обозначим ресурсы завода «Ангстрем» и НИУ МИЭТ, привлекаемые к осуществлению программы нового образования в условиях цифровизации мировой экономики и глобальных технологических вызовов.

Музей завода «Ангстрем»:

- проведение сравнительных и панорамных презентаций;
- визуализация промышленных технологий методами виртуальной реальности: создание интерактивного трехмерного изображения виртуальной лаборатории;
- демонстрация богатого фонда эксклюзивных материалов, в том числе по истории микроэлектроники;

- свободно организуемый доступ для студентов — тематический показ новых достижений;

- распространение знаний в целях профориентации молодежи.

НИУ МИЭТ:

- научно-методическая компетентность;
- достижения ученых, аспирантов и студентов-исследователей;
- дополнительное моделирование;
- опыт разработок инновационных методов презентации.

Наметим ожидаемые результаты интегрированного подхода в обучении.

- Прямое взаимодействие субъектов образовательного процесса — ведущих преподавателей-ученых, аспирантов, студентов-исследователей — с разработчиками новейших технологий.

- Демонстрация музейных экспонатов с образовательной целью — передача знаний о новейших достижениях микроэлектроники.

- Ускорение процесса постановки задач — от технологий промышленного производства к подготовке специалистов, владеющих соответствующими компетенциями.

- Введение репозитория разработок — своеобразного накопительного хранилища результатов разработки и всех особенностей жизненного цикла проектов новейших технологий, что открывает возможности их оперативного включения в учебный процесс.

- Повышение обоснованности включения проектов в программу НТИ.

- Возможность немедленной апробации предложенного подхода с перспективой использования результатов на последующих этапах проекта.

Подведем итог интеграции образовательной, научной и производственной деятельности на базе Зеленоградского кластера, которая является залогом ускорения решения вопросов нового образования НТИ. При взаимодействии НИУ МИЭТ, руководства завода «Ангстрем» и Музея истории микроэлектроники им. В. В. Григорьевского разработана концепция инновационного

использования музейных экспонатов. Концепция представлена участникам Четвертой международной конференции «Развитие вычислительной техники и ее программного обеспечения в России и странах бывшего СССР: история и перспективы (SORUCOM — 2017)». Сегодня начата реализация концепции в учебном процессе НИУ МИЭТ. Уже успешно защищены три выпускные работы бакалавров по тематике создания многомашинной мультимедийной интерактивной информационной системы музея, две работы аспирантов связаны с моделированием процессов микроэлектроники, представленных в музее. Завершается разработка специальной мультимедийной программы, которая показывает процесс выращивания монокристалла кремния. Планируется использовать программу в учебном процессе НИУ МИЭТ, в онлайн-обучении, а также для демонстрации ее в музее завода «Ангстрем» непосредственно у стенда со слитком сверхчистого монокристалла кремния. О первых результатах этой работы доложено [10] на Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы науковедения, культуры, образования, экономики, информатики и социальные трансформации», которая состоялась в Институте искусств и информационных технологий⁸ 12 апреля 2017 г.

Литература

1. Принципы. Матрица НТИ // Национальная технологическая инициатива: [Электронный ресурс] / НТИ. Соп. 2016—2019. URL: <http://www.nti2035.ru/nti/> (дата обращения: 25.03.2019).
2. Портрет на фоне эпохи (к 100-летию В. В. Григорьевского) / В. М. Трояновский, А. А. Запевалина, Е. В. Григорьевская, И. С. Набиуллин // Экономические и социально-гуманитарные исследования. 2017. № 3 (15). С. 139—148.
3. *Растимешина Т. В., Лункина Ю. В.* Традиции в отечественном образовании: взгляд из нового тысячелетия // Экономические и социально-гуманитарные исследования. 2015. № 1 (5). С. 91—98.
4. *Андреева К.* Образование 20.35. Будущее / АСИ. Екатеринбург: Издательские решения, 2017. Т. 6. 300 с. (Russian Future: что будет?).
5. *Рожков А. И.* Специфика осуществления государственного контроля (надзора) в сфере образования // Реализация Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации»: информационный портал по внедрению эффективных организационно-управленческих и финансово-экономических механизмов, структурных и нормативных изменений, новаций / Высшая школа экономики. URL: <http://273-фз.пф/publikatsii/specifika-osushchestvleniya-gosudarstvennogo-kontrolya-nadzora-v-sfere-obrazovaniya> (дата обращения: 11.02.2019).
6. Информационные технологии и инновационные решения для повышения эффективности музейных экспозиций и их применения в учебном процессе / Е. В. Григорьевская, А. А. Запевалина, И. С. Набиуллин, В. М. Трояновский // Экономические и социально-гуманитарные исследования. 2016. № 2 (10). С. 114—119.
7. *Трояновский В. М.* Программная инженерия информационно-управляющих систем в свете прикладной теории случайных процессов. М.: ИНФРА-М, 2018. 325 с.: ил., табл. (Высшее образование: Магистратура).
8. *Трояновский В. М.* Углубленное формирование компетенций при изучении дисциплины «Информатика» // Актуальные проблемы информатизации в науке и образовании — 2018: Мат-лы научно-практич. конф.: сборник статей. М.: МИЭТ, 2018. С. 92—94.
9. *Пирогов А. И., Пирогова В. А.* Роль маркетинговых коммуникаций в экономическом поведении людей // Экономические и социально-гуманитарные исследования. 2018. № 1 (17). С. 37—45. <https://doi.org/10.24151/2409-1073-2018-1-37-45>
10. Инновации и современные технологии для создания многомашинной мультимедийной интерактивной презентации в музее завода «Ангстрем» / В. М. Трояновский, М. В. Горшков, А. В. Крюков, Д. Ю. Манилов, Чжо Наинг Сое // Актуальные проблемы науковедения, культуры, образования, экономики, информатики и социальные трансформации — 2017: Мат-лы междунар. науч.-практ. конф. М.: ИИИИТ, 2017. С. 84—90.
11. *Малашевич Б. М.* 50 лет отечественной микроэлектронике. Краткие основы и история развития. М.: Техносфера, 2013. 800 с. (Очерки истории российской электроники; Вып. 5).

Поступила после доработки 13.02.2019

Трояновский Владимир Михайлович — доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информатики и программного обеспечения вычислительных систем Национального исследовательского университета «МИЭТ» (Россия, 124498, Москва, г. Зеленоград, пл. Шокина, д. 1), troy40@mail.ru

Запевалина Алена Андреевна — кандидат технических наук, программист 1С ООО «Альпина Пласт» (Россия, 115201, Москва, ул. Каширский проезд, д. 13), nairy253@mail.ru

Чжо Наинг Сое — аспирант кафедры информатики и программного обеспечения вычислительных систем Национального

⁸ Московский филиал Санкт-Петербургского гуманитарного университета профсоюзов.

исследовательского университета «МИЭТ» (Россия, 124498, Москва, г. Зеленоград, пл. Шокина, д. 1), kn.bagan@gmail.com

References

1. "Printsipy. Matritsa NTI" (Principles. NTI Matrix). *Natsional'naya tekhnologicheskaya initsiativa*. NTI, cop. 2016–2019. Web. 25 Mar. 2019. <<http://www.nti2035.ru/nti/>>.
2. Troyanovskii V. M., Zapevalina A. A., Grigor'evskaya E. V., Nabiullin I. S. Portret na fone epokhi (k 100-letiyu V. V. Grigor'evskogo) (Portrait Set against a Background of Epoch (Towards 100th Anniversary of Vasily V. Grigorjevsky)), *Ekonomicheskie i sotsial'no-gumanitarnye issledovaniya*, 2017, No. 3 (15), pp. 139–148.
3. Rastimeshina T. V., Lunkina Yu. V. Traditsii v otechestvennom obrazovanii: vzglyad iz novogo tysyacheletiya (Traditions in Russian Education as Seen from New Millennium), *Ekonomicheskie i sotsial'no-gumanitarnye issledovaniya*, 2015, No. 1 (5), pp. 91–98.
4. Andreeva K. Obrazovanie 20.35. Budushchee (Education 2.35. The Future), ASI, Ekaterinburg, Izdatel'skie resheniya, 2017, T. 6, 300 p. Russian Future: chto budet?
5. Rozhkov A. I. "Spetsifika osushchestvleniya gosudarstvennogo kontrolya (nadzora) v sfere obrazovaniya" (Peculiarities of Implementation of State-Run Education Control and Supervision). *Realizatsiya Federal'nogo zakona "Ob obrazovanii v Rossiiskoi Federatsii": informatsionnyi portal po vnedreniyu effektivnykh organizatsionno-upravlencheskikh i finansovo-ekonomicheskikh mekhanizmov, strukturnykh i normativnykh izmenenii, novatsii*. Vysshaya shkola ekonomiki, n. d. Web. 11 Feb. 2019. <<http://273-fz.rf/publikatsii/specifika-osushchestvleniya-gosudarstvennogo-kontrolya-nadzora-v-sfere-obrazovaniya>>.
6. Grigor'evskaya E. V., Zapevalina A. A., Nabiullin I. S., Troyanovskii V. M. Informatsionnye tekhnologii i innovatsionnye resheniya dlya povysheniya effektivnosti muzeinykh ekspozitsii i ikh primeneniya v uchebnom protsesse (Information Technologies and Innovative Solutions for Museum Exhibits Efficiency Improvement and Their Application in Academic Activities), *Ekonomicheskie i sotsial'no-gumanitarnye issledovaniya*, 2016, No. 2 (10), pp. 114–119.
7. Troyanovskii V. M. Programmaya inzheneriya informatsionno-upravlyayushchikh sistem v svete prikladnoi teorii sluchainykh protsessov (Software Engineering of Information Management Systems in the Sphere of Applied Theory of Stochastic Processes), M., INFRA-M, 2018, 325 p., il., tabl., Vysshee obrazovanie: Magistratura.
8. Troyanovskii V. M. Uglublennoe formirovanie kompetentsii pri izuchenii distsipliny "Informatika" (Enhanced Formation of Competencies while Teaching "Computer Studies"), *Aktual'nye problemy informatizatsii v nauke i obrazovanii — 2018, Mat-ly nauchno-praktich. konf., sbornik statei*, M., MIET, 2018, pp. 92–94.
9. Pirogov A. I., Pirogova V. A. Rol' marketingovykh kommunikatsii v ekonomicheskom povedenii lyudei (The Role of Marketing Communications in Human Economic Behavior), *Ekonomicheskie i sotsial'no-gumanitarnye issledovaniya*, 2018, No. 1 (17), pp. 37–45, <https://doi.org/10.24151/2409-1073-2018-1-37-45>
10. Troyanovskii V. M., Gorshkov M. V., Kryukov A. V., Manilov D. Yu., Kyaw Naing Soe. Innovatsii i sovremennye tekhnologii dlya sozdaniya mnogomashinnoi mul'timediinoi interaktivnoi prezentatsii v muzee zavoda "Angstrom" (Innovations and Modern Technologies for the Creation of Multicomputer Multimedia Interactive Presentation in the Museum of Angstrom Plant), *Aktual'nye problemy naukovedeniya, kul'tury, obrazovaniya, ekonomiki, informatiki i sotsial'nye transformatsii — 2017, Mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf.*, M., IIIT, 2017, pp. 84–90.
11. Malashevich B. M. 50 let otechestvennoi mikroelektronike. Kratkie osnovy i istoriya razvitiya (50 Years of Russian Microelectronics. Brief Outlines and History of Development), M., Tekhnosfera, 2013, 800 p., Ocherki istorii rossiiskoi elektroniki, Vyp. 5.

Submitted after updating 13.02.2019

Troyanovskiy Vladimir M., Doctor of Engineering Science, Professor, professor of Applied Information Technologies Department, National Research University of Electronic Technology (1, Shokin Square, Zelenograd, Moscow, 124498, Russia), troy40@mail.ru

Zapevalina Alena A., Candidate of Engineering Science, IS Programming Specialist, Alpina Plast LLC (13, Kashirsky Proezd Street, Moscow, 115201, Russia), nairy253@mail.ru

Kyaw Naing Soe, PhD Candidate, Applied Information Technologies Department, National Research University of Electronic Technology (1, Shokin Square, Zelenograd, Moscow, 124498, Russia), kn.bagan@gmail.com