

УДК 378.147:378.016:004
ББК 397р

DOI 10.26170/po19-08-11
ГРНТИ 14.25.07

Код ВАК 13.00.02

Ильин Иван Вадимович,

кандидат педагогических наук, кафедра прикладной информатики, информационных систем и технологий, факультет информатики и экономики, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет; 614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24; e-mail: vania_ilin@mail.ru

Ильин Вадим Владимирович,

кандидат технических наук, доцент, кафедра информационных систем и математических методов в экономике, Пермский государственный национальный исследовательский университет; 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: ilin.vad12@inbox.ru

**АДАПТИВНАЯ МОДЕЛЬ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ
«ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ» РЕАЛИЗАЦИИ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ
ОБУЧЕНИЯ В КУРСЕ ИНФОРМАТИКИ**

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: методика преподавания информатики; информатика; методика информатики в вузе; принцип политехнизма; технологии обучения; цифровые образовательные ресурсы; информационные технологии.

АННОТАЦИЯ. В статье обсуждается проблема нехватки технических специалистов, в том числе в IT-сегменте, решение которой требует совершенствования как политехнической подготовки учащихся средней школы, так и методической составляющей будущих учителей предметников. Представлена модель обучения студентов реализации политехнической направленности обучения в курсе информатики. Содержательным аспектом предлагаемой методики является реализация трех этапов обучения: теоретического (формирование знаний о содержании и способах реализации принципа политехнизма в обучении), практического (разработка студентами образовательных продуктов технической направленности) и апробационного (приобретение студентами опыта применения созданного образовательного продукта в условиях педагогической практики). Подготовка студентов реализуется на основе адаптивной образовательной модели, обеспечивающей учет интересов студентов и преподавателей (относительно выбора направления реализации принципа политехнизма, проектирования и разработки средств обучения), а также конкретных условий обучения в вузе. Модель обучения базируется на применении компетентностного подхода, который реализован с применением технологий проблемного и продуктивного обучения, технологии проектного обучения и элементов технологии КСО. Содержание цифрового образовательного ресурса (ЦОР), разрабатываемого студентом на практическом этапе обучения, связано с конкретным объектом компьютерной техники и включает комплект дидактических и учебно-методических материалов. Диагностируется, что созданный студентами по завершении обучения ЦОР и его успешная апробация являются показателями достижения главной цели учебного курса – формирование у студентов специальной компетентности (СК) в области реализации принципа политехнизма в учебном процессе по информатике. С целью апробации предложенной модели обучения был проведен педагогический эксперимент. Приводятся и обсуждаются его результаты.

Ilin Ivan Vadimovich,

Candidate of Pedagogy, Department of Applied Informatics, Information Systems and Technologies, Perm State Humanitarian-Pedagogical University, Perm, Russia

Ilin Vadim Vladimirovich,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Information Systems and Mathematical Methods in Economics, Perm State National Research University, Perm, Russia

**ADAPTIVE MODEL OF TRAINING OF STUDENTS OF THE DIRECTION
“PEDAGOGICAL EDUCATION” REALIZATION OF THE POLYTECHNICAL DIRECTION
OF TRAINING IN THE COURSE OF INFORMATICS**

KEYWORDS: methods of teaching computer science; informatics; computer science technique in high school; the principle of polytechnicism; learning technologies; digital educational resources; information technology.

ABSTRACT. The article discusses the problem of lack of technical specialists, including in the IT segment, which requires the improvement of both polytechnic training of secondary school students and the methodological component of future subject teachers. The adaptive model of teaching students how to implement the polytechnic orientation of learning in the course of informatics is presented. The substantive aspect of the proposed methodology is the implementation of three stages of training: theoretical (building up knowledge of the content and methods of implementing the principle of polytechnicism in teaching), practical (developing students' educational products of a technical nature) and approbation (acquiring students of the experience of using the created educational product in pedagogical practice). Preparation of students is implemented on the basis of an adaptive educational model that takes into account the interests of students and teachers (regarding the choice of the direction of the implementation of the principle of the polytechnic, design and development of teaching aids), as well as specific learning conditions in the university. The training model is based on the application of the competency-based approach, which is implemented using the technologies of problem and productive training, project training technology and ele-

ments of CSR technology. The content of each CRS developed by a student at a practical stage of training is associated with a specific computer equipment object and includes a set of didactic and teaching materials. It is noted that created by students at the completion of training, the Center for Education and Development and its successful testing are indicators of the achievement of the main goal of the training course – the formation of students' special competence (IC) in the implementation of the principle of polytechnism in the educational process in computer science. In order to test the proposed training model, a pedagogical experiment was conducted. The results are presented and discussed.

Дефицит высокопрофессиональных инженеров и специалистов среднего звена технического профиля – сегодняшняя проблема рынка труда современных отраслей производства. Вместе с тем, наличие квалифицированных кадров инженерно-технического профиля является необходимым условием цифровизации множества отраслей производств России. Сегодня у школьников наблюдается небольшая положительная динамика роста интереса к техническим специальностям по сравнению с последними десятилетиями.

Решение подобных задач связано, в первую очередь, с совершенствованием политехнической подготовки учащихся средней общеобразовательной школы. Одной из важных задач этой подготовки является изучение вопросов техники в курсах физики, информатики и технологии средней школы. Знания технической направленности, приобретаемые школьниками, являются основанием для их профессиональной ориентации на технические профессии и составят впоследствии необходимую базу для изучения специальных дисциплин в средней специальной и высшей школах.

На необходимость реализации политехнической направленности обучения указывается в Стандарте общего среднего образования (ФГОС 2012 от 17 мая 2012 г. № 413) [14]. Данная образовательная задача распределена по ряду учебных предметов: физика, информатика, технология, химия и др. Так, в рамках курса информатики (базового, профильного), кроме прочих, ставится задача усвоения учащимися знаний «об устройстве современных компьютеров, о тенденциях развития компьютерных технологий...», о «базовых принципов организации и функционирования компьютерных сетей, способах и средствах обеспечения надёжного функционирования средств ИКТ» [14, с. 18], умений соблюдать требования техники безопасности, гигиены и ресурсосбережения при работе со средствами информатизации. Кроме того, на метауровне обобщения ставится задача сформированности представлений о роли компьютерных сетей в современном мире и вкладе информатики в формирование современной научной картины мира. Отмечается необходимость формирования «...представлений о влиянии информационных технологий на жизнь человека в обществе и понимания социального, экономического, политического, культурного, юридического, природного, эргономического,

медицинского и физиологического контекстов информационных технологий» [14, с. 16].

В педагогических вузах на изучение будущими учителями информатики вопросов, связанных с реализацией принципа политехнизма в обучении, в курсе теории и методики обучения информатики практически не отводится учебного времени. Как следствие, подавляющее большинство молодых специалистов не могут с достаточной степенью эффективности организовать деятельность учащихся по изучению технических вопросов курса информатики, сформировать у них как конкретные, так и обобщенные представления о современной цифровой высокотехнологичной техносфере.

Большинство методических подходов к организации работы учащихся с материалами технического содержания курса информатики (С. А. Бешенков, А. А. Кузнецов, М. П. Лапчик, И. В. Левченко, Г. К. Нургалиева, Н. И. Пак, С. В. Панюкова, Н. В. Макарова, Н. В. Софронова, И. В. Роберт, А. Ю. Уваров, Е. К. Хеннер и др.) [5; 9; 11; 13] носят традиционный характер и ориентированы преимущественно на эпизодическое включение в основной предметный курс вопросов технического знания. Это не может не влиять на качество политехнической подготовки учащихся, уровень ее соответствия потребностям современной биотехносферы.

Формирование у учащихся обобщенных представлений технического содержания (метатехнического [4; 12]) является на данный момент актуальной проблемой методической науки [1; 2]. Методика обучения будущих учителей информатики, ориентированная на формирование у них специальной компетентности (СК), соответствующей этому направлению политехнической подготовки учащихся, пока не разработана. Обнаружено лишь небольшое число работ, раскрывающих отдельные методические подходы к решению проблемы обучения учителей реализации метапредметной подготовки школьников в области прикладного технического знания (В. Г. Гончаренко, Н. Ф. Доманов и др.).

Анализ выполненных исследований показал, что разработка данной проблемы ведется преимущественно по следующим направлениям:

– политехническая подготовка студентов вузов, в том числе формирование технической, политехнической и технологической культуры будущих учителей в рамках различных дисциплин (Ш. С. Ахраров, О. Н. Бе-

лых, А. А. Быков, С. В. Волобуев, Н. А. Максимова, В. Е. Медведев, И. Г. Мухамадеев и др.), а также студентов инженерных специальностей (В. М. Александров, Г. П. Жилин, Т. Д. Селихова и др.);

– подготовка будущих учителей к реализации политехнической направленности обучения (межпредметный аспект) (В. Г. Гончаренко, Н. Ф. Доманов и др.);

– формирование информационной компетентности и культуры будущих учителей информатики (И. В. Барматина, Т. А. Гудкова, С. Н. Касьянов, Т. Н. Лукина, Ф. Ф. Шарипов, В. Г. Шевченко и др.).

Соответствующая методическая подготовка студентов может носить вариативный характер и осуществляться в рамках: 1) изучения учебной дисциплины «Теории и методики обучения информатике» («ТиМОИ»), включающей специальный учебный модуль «Принцип политехнизма в обучении информатике: содержание и стратегии реализации»; 2) организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «ТиМОИ», ориентированной на выполнение системы учебных заданий по формированию специальной профессиональной компетентности будущих специалистов в области реализации принципа политехнизма; 3) изучения специального курса по выбору прикладной направленности; 4) выполнения студентами индивидуальных исследовательских проектов, курсовых и выпускных квалификационных работ; 5) профессионального самообразования; 6) комбинированных практик обучения.

Выбор одной из практик обучения осуществляется с учетом общей стратегии организации учебного процесса в конкретном вузе и содержания его учебных планов по соответствующим профилям направления «Педагогическое образование» (например, «Физика и Информатика и ИКТ», «Экономика и Информатика» и др.). В условиях современной информационно-образовательной среды вариативные практики обучения могут быть реализованы с использованием средств ИКТ, что будет способствовать несомненному росту эффективности обучения будущих специалистов.

Независимо от практики обучения будущий учитель информатики должен приобрести профессиональные знания и опыт деятельности по следующим направлениям его подготовки: 1) содержание принципа политехнизма; 2) методы и формы обучения, ориентированные на изучение предметного и метапредметного технического знания, освое-

ние отдельных видов технической деятельности и норм поведения в современной среде; 3) средства, применяемые при обучении политехнической направленности, в том числе цифровые; 4) проектирование и проведение учебных занятий различных организационных форм технической направленности; 5) проектирование и разработка авторских средств обучения, в том числе цифровых, для самостоятельной работы учащихся; 6) вариативные практики реализации принципа политехнизма в обучении информатике в средней общеобразовательной школе.

В настоящем исследовании в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки «Педагогическое образование» (профиль: «Физика и Информатика и ИКТ») разработан учебный курс по выбору «Принцип политехнизма в обучении информатике: содержание и стратегии реализации» и включен в вариативную часть учебного плана.

Организация учебного процесса по программе курса «Принцип политехнизма в обучении информатике: содержание и стратегии реализации» базируется на применении *компетентностного подхода*, который реализован с применением технологий *проблемного* [6] и *продуктивного обучения* [15] и элементов *технологии КСО* [7]. В соответствии с указанным подходом и избранными образовательными технологиями определены содержание, методы и средства обучения студентов, формы организации учебных занятий. Каждая из указанных технологий вносит свой вклад в развитие УК, ОПК, ПК и СК студента. В сочетании с компетентностным подходом к обучению данные технологии обеспечивают высокий уровень самостоятельности студентов в решении профессиональных задач различной сложности (в том числе в условиях коллективной деятельности), их готовность к представлению высококвалифицированных образовательных услуг (продуктов) в сфере конкретной профессиональной деятельности (политехнической подготовки учащихся при обучении информатике).

Для учебного курса по выбору «Принцип политехнизма в обучении информатике: содержание и стратегии реализации» в соответствии с компетентностным подходом к подготовке будущих специалистов к обучению и избранными образовательными технологиями были определены содержание, методы и средства обучения, а также формы организации учебных занятий. В итоге была разработана *модель обучения* (рис. 1).



Рис. 1. Адаптивная модель обучения студентов реализации принципа политехнизма в учебном процессе по информатике (начало)

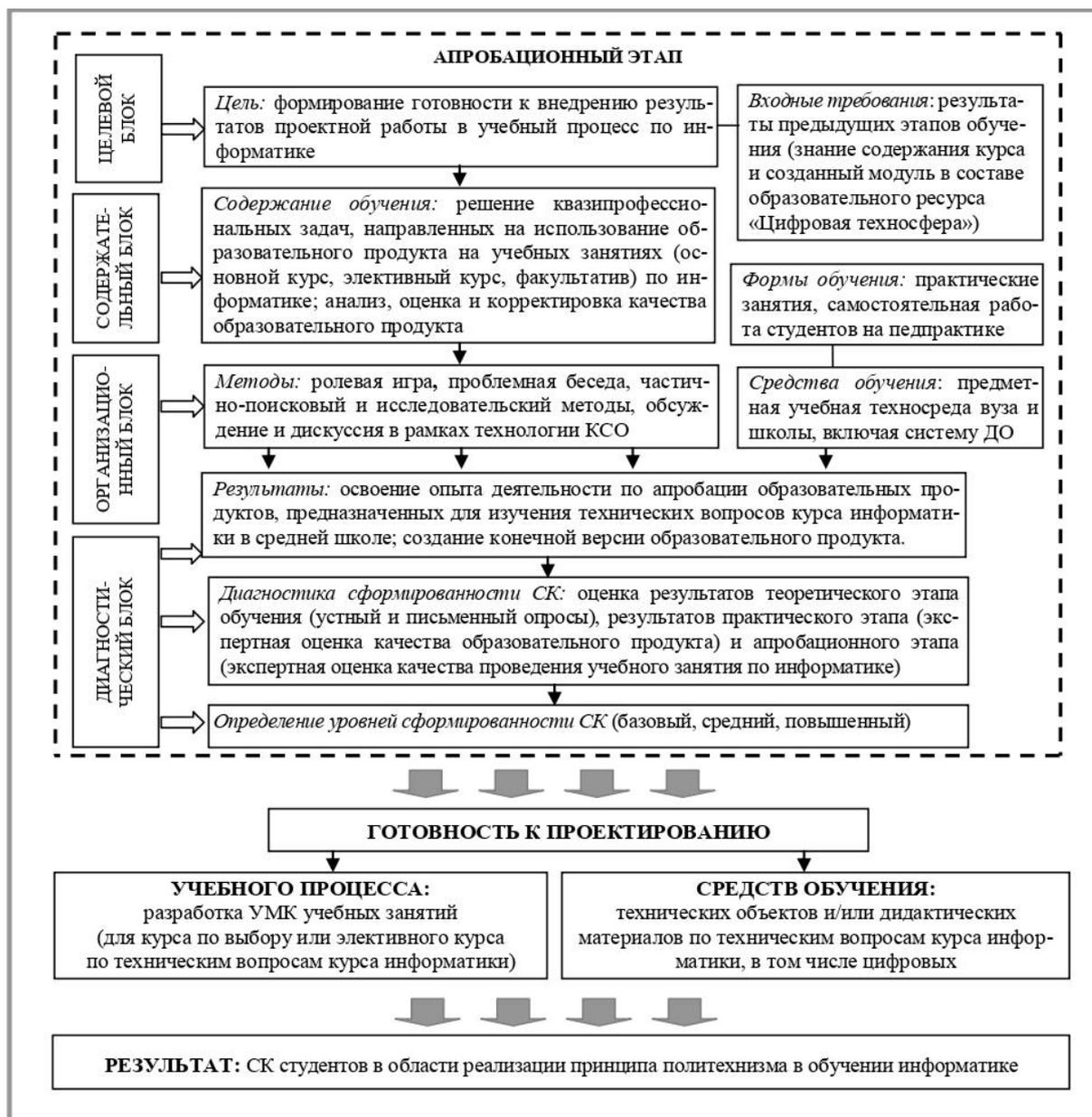


Рис. 1. Адаптивная модель обучения студентов реализации принципа политехнизма в учебном процессе по информатике (окончание)

Подготовка студентов реализуется на основе адаптивной образовательной модели, обеспечивающей учет интересов студентов и преподавателей (относительно выбора направления реализации принципа политехнизма, проектирования и разработки средств обучения), а также конкретных условий обучения в вузе. Заинтересованность в учебной работе – значимый фактор роста результативности обучения.

В структуре модели представлены три этапа: 1) *теоретический* (формирование у студентов знаний о содержании и способах реализации принципа политехнизма в обучении в его современной интерпретации [10]); 2) *практический* (разработка студентами образовательных проектов); 3) *апробационный* (приобретение студентами опы-

та применения созданного образовательного ресурса «Цифровая техносфера» в условиях педагогической практики; предъявление проекта для внешней экспертизы).

Теоретический этап реализует инвариантную составляющую обучения. Практический и апробационный этапы носят вариативный характер (выбор направлений осуществляется с учетом общей стратегии организации учебного процесса в вузе, содержания основной образовательной программы, профиля обучения, профессиональных интересов преподавателей и студентов).

Технологии продуктивного и проектного обучения заключаются в создании студентами оригинальных образовательных модулей в составе ЭОР для средней школы «Цифровая техносфера», который ориенти-

рован на овладение учащимися конкретными техническими ЗУН и формирование у них в итоге метапредметного технического знания. Создание нового и востребованного в педагогической практике ЭОР является для студентов серьезным мотивационным фактором, стимулирующим их учебно-познавательную, творческую деятельность и обеспечивающим ее достаточно высокое качество.

Содержание каждого модуля, разрабатываемого студентом, связано с конкретным ОКТ. Модуль включает комплект дидактических и учебно-методических материалов. В состав комплекта входят: 1) структурированное описание ОКТ (по обобщенному плану изучения ОКТ, реализующему концепцию формирования у учащихся метатехнического знания) [10]; 2) презентация опорного

конспекта (ОК) (сокращенный вариант описания ОКТ) («линейное» представление информации средствами офисного ПО) или презентация ОК средствами «Zoom» технологии («нелинейное» представление информации и визуализация системы знаний о техносфере) [3; 16; 17]; 3) виртуальная интерактивная модель ОКТ и соответствующая инструкция к работе с ней (разработанная на основе обобщенного плана работы с виртуальной моделью [8]); 4) задания для самостоятельной работы учащихся с материалами модуля, в том числе тест; 5) учебно-методический комплекс (УМК) занятия, ориентированный на изучение учащимися содержания модуля (в том числе, используемые источники информации и каталог найденных медиаобъектов).

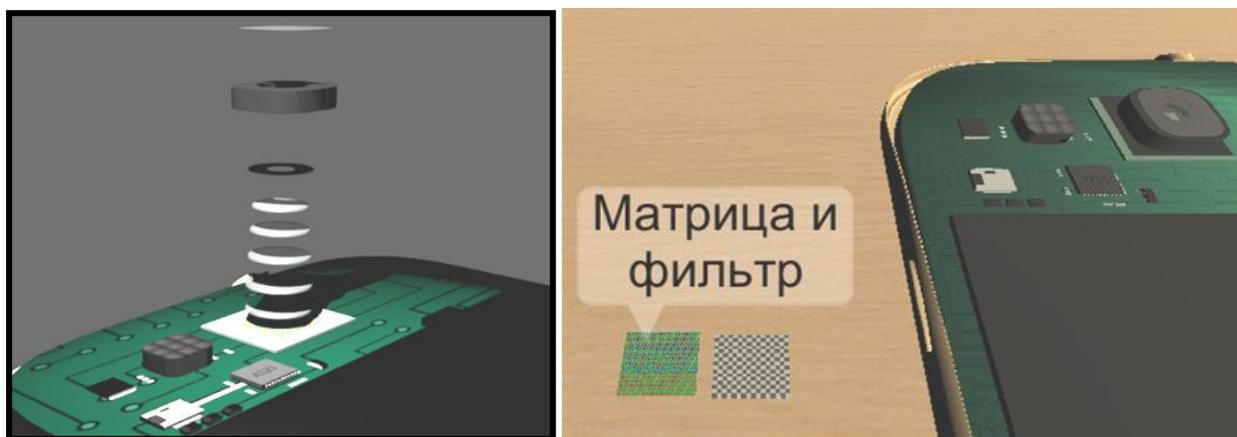


Рис. 2. Фрагмент интерактивной модели «Устройство и принцип действия камеры мобильного устройства» (разработка студентов ПГПУ средствами среды Unity и 3D-редактора Blender)

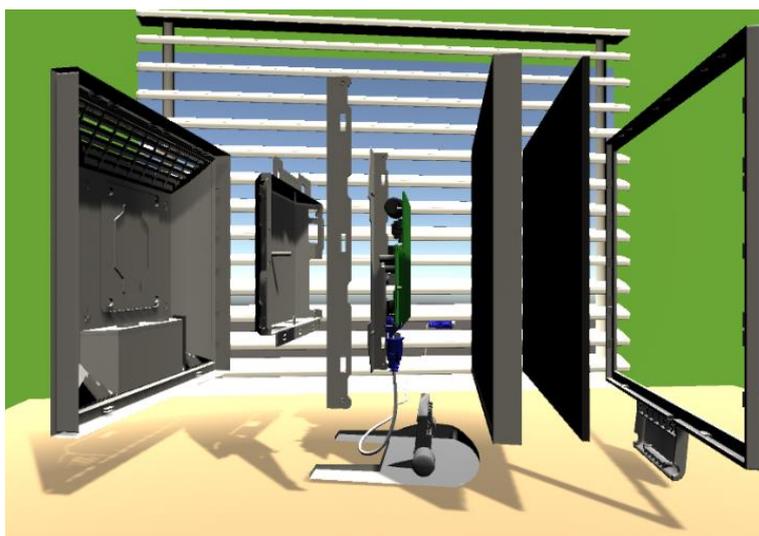


Рис. 3. Фрагмент интерактивной модели «Устройство и принцип действия сенсорного экрана» (разработка студентов ПГПУ средствами среды Unity и 3D-редактора Blender)

В целом, деятельность студента над проектом носит индивидуальный характер, но, в тоже время обеспечиваются необходимые

условия для обмена опытом выполнения учебных заданий. Другими словами, при организации проектной деятельности студен-

тов реализуются элементы коллективного способа обучения. Дальнейшая коллективная деятельность студентов связана: 1) с объединением индивидуально разработанных образовательных модулей в единый цифровой ресурс «Цифровая техносфера», 2) коллективным обсуждением качества ресурса и составляющих его модулей, а также подготовленных студентами проектов учебных занятий (УМК) с применением ресурса и их реализации в учебном процессе.

С целью апробации предложенной модели обучения был проведен педагогический эксперимент (выборка – 42 студента). На рис. 4 представлены результаты оценки качества разработки студентами цифрового

учебного модуля политехнической направленности. Для контроля качества разработки индивидуальных проектов студентов использовался метод коллективной экспертной оценки (см. критерии и показатели качества проекта в [10]).

На рис. 5 представлены результаты экспертной оценки качества проведения студентами учебных занятий политехнической направленности (ролевая игра). Получены данные, свидетельствующие о достаточно высоком качестве занятий, подготовленных студентами. Около 85% студентов провели уроки на среднем и высоком уровне качества.

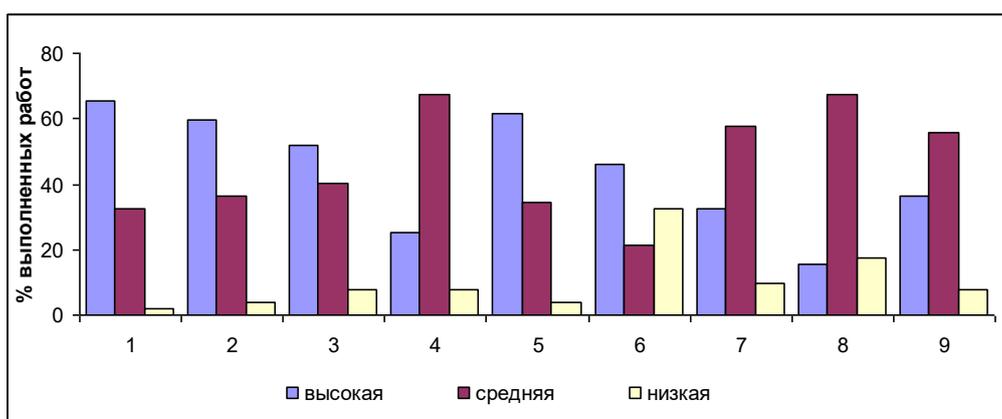


Рис. 4. Показатели качества выполнения студентами методического проекта:

1 – полнота описания объекта компьютерной техники (ОКТ) в соответствии с обобщенным планом (ОП); 2 – научность изложения физических основ и механизма работы ОКТ; 3 – доступность изложения материала технического содержания, его соответствие этапу обучения школьников; 4 – системный подход в описании и визуальном представлении технического знания, обобщение технических знаний; 5 – мультимедиа насыщенность модуля; 6 – владение технологиями реализации мультимедиа компонентов модуля в виртуальной среде; 7 – деятельностный подход к организации самостоятельной работы учащихся; 8 – творческий подход к разработке элементов модуля; 9 – культура оформления проекта

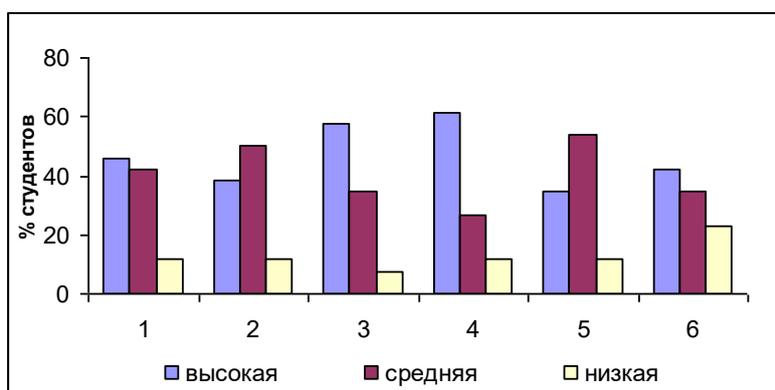


Рис. 5. Качество проведения учебного занятия (ролевая игра):

1 – полнота изложения содержания учебного материала об объекте компьютерной техники (ОКТ) в соответствии с обобщенным планом (ОП); 2 – демонстрация места и роли ОКТ в структуре техносферы, организация обобщения технических знаний учащихся; 3 – качество изложения (научность и доступность, опора на познавательную мотивацию учащихся); 4 – системный подход к предъявлению учебной информации; 5 – реализация деятельностного подхода к обучению; 6 – разнообразие форм учебной работы на занятии (индивидуальная работа, работа в паре, малой группе, групповая работа, коллективная работа)

Созданный студентами по завершении обучения образовательный ресурс и его успешная апробация являются показателями достижения главной цели учебного курса – формирование у студентов специальной компетентности (СК) в области реализации

принципа политехнизма в учебном процессе по информатике. Доказана результативность разработанной методики обучения: выявлен устойчивый рост (по сравнению с контрольными группами) уровня СК студентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильин И. В. Обучение студентов педагогического вуза формированию у учащихся метатехнического знания в учебном процессе по физике : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. – Пермь, 2013. – 421 с.
2. Ильин И. В., Оспенникова Е. В. Формирование системы метатехнического знания как базовой составляющей технической культуры современного школьника // Педагогическое образование в России. – 2011. – № 3. – С. 208-216.
3. Ильин И. В., Печеный А. П. Применение принципов мультимедийного обучения при создании насыщенных ZOOM-презентаций // Материалы международной научно-практической конференции «Информатизация образования – 2011» / ЕГУ им. И.А. Бунина. – Елец, 2011. – Т. 1. – С. 156-160.
4. Имамичи Т. Моральный кризис и метатехнические проблемы // Вопросы философии. – 1995. – № 3. – С. 73-82.
5. Кузнецов А. А. Общая методика обучения информатике. I часть [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студентов педагогических вузов. – Электрон. текстовые данные. – М. : Прометей, 2016. – 300 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58161.html>. – ЭБС «IPRbooks».
6. Левина М. М. Технологии профессионального педагогического образования : учебное пособие для студ. высш. пед. уч. заведений. – М. : Академия, 2001. – 272 с.
7. Осокина Е. В. Использование метода коллективного проектирования при обучении будущих специалистов в области информационных технологий разработке информационных систем : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. – Шадринск, 2011. – 172 с.
8. Оспенникова Е. В., Оспенников Н. А. Уровни интерактивности компьютерных моделей и формирование у учащихся обобщенных подходов к работе с моделями // Известия Южного федерального университета. Педагогические науки. – 2009. – № 12. – С. 206-214.
9. Подготовка кадров высшей квалификации по методике обучения информатике [Электронный ресурс] : метод. пособие / А. С. Захаров [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – М. : Прометей, 2016. – 244 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58171.html>. – ЭБС «IPRbooks».
10. Принцип политехнизма в обучении физике: современная интерпретация и технологии реализации в средней школе : моногр. / Е. В. Оспенникова, И. В. Ильин, М. Г. Ершов, А. А. Оспенников ; под общ. ред. Е. В. Оспенниковой ; Перм. гос. гуманитар.-пед. ун-т. – Пермь, 2014. – 504 с.
11. Софронова Н. В. Теория и методика обучения информатике. – М. : Высшая школа, 2003. – 186 с.
12. Тавризян Г. М. «Метатехническое» обоснование сущности техники М. Хайдеггером (Научно-технический прогресс в оценке буржуазных философов) // Вопросы философии. – 1971. – № 12. – С. 122-130.
13. Теория и методика обучения информатике / М. П. Лапчик, И. Г. Семакин, Е. К. Хеннер ; под общ. ред. М. П. Лапчика. – М. : Академия, 2008. – 592 с.
14. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего (полного) общего образования : от 17 мая 2012 г. № 413. – 45 с.
15. Knoll M. The project method: Its vocational education origin and international development [Electronic resource] // Journal of Industrial Teacher Education. – 1997. – № 34 (3). – P. 59-80. – Mode of access: <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JITE/v34n3/Knoll.html>.
16. Mayer R., Moreno R. A Cognitive Theory of Multimedia Learning: Implications for Design Principles [Electronic resource]. – 2005. – Mode of access: https://www.researchgate.net/publication/248528255_A_Cognitive_Theory_of_Multimedia_Learning_Implications_for_Design_Principles.
17. Mayer R., Moreno R. Cognitive principles of multimedia learning: The role of modality and contiguity // Journ. of Educational Psychology. – 1999. – № 91 (2). – P. 358-368.

REFERENCES

1. Il'in I. V. Obuchenie studentov pedagogicheskogo vuza formirovaniyu u uchashchikhsya metatekhnicheskogo znaniya v uchebnoy protsesse po fizike : dis. ... kand. ped. nauk : 13.00.02. – Perm', 2013. – 421 s.
2. Il'in I. V., Ospennikova E. V. Formirovanie sistemy metatekhnicheskogo znaniya kak bazovoy sostavlyayushchey tekhnicheskoy kul'tury sovremennogo shkol'nika // Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii. – 2011. – № 3. – S. 208-216.
3. Il'in I. V., Pechenyu A. P. Primenenie printsipov mul'timediynogo obucheniya pri sozdanii nasyshchennykh ZOOM-prezentatsiy // Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Informatizatsiya obrazovaniya – 2011» / EGU im. I.A. Bunina. – Elets, 2011. – T. 1. – S. 156-160.
4. Imamichi T. Moral'nyy krizis i metatekhnicheskije problemy // Voprosy filosofii. – 1995. – № 3. – S. 73-82.
5. Kuznetsov A. A. Obshchaya metodika obucheniya informatike. I chast' [Elektronnyy resurs] : ucheb. posobie dlya studentov pedagogicheskikh vuzov. – Elektron. tekstovye dannye. – M. : Prometey, 2016. – 300 s. – Rezhim dostupa: <http://www.iprbookshop.ru/58161.html>. – EBS «IPRbooks».
6. Levina M. M. Tekhnologii professional'nogo pedagogicheskogo obrazovaniya : uchebnoe posobie dlya stud. vyssh. ped. uch. zavedeniy. – M. : Akademiya, 2001. – 272 s.
7. Osokina E. V. Ispol'zovanie metoda kollektivnogo proektirovaniya pri obuchenii budushchikh spetsialistov v oblasti informatsionnykh tekhnologiy razrabotke informatsionnykh sistem : dis. ... kand. ped. nauk : 13.00.02. – Shadrinsk, 2011. – 172 s.

8. Ospennikova E. V., Ospennikov N. A. Urovni interaktivnosti komp'yuternykh modeley i formirovanie u uchashchikhsya obobshchennykh podkhodov k rabote s modelyami // Izvestiya Yuzhnogo federal'nogo universiteta. Pedagogicheskie nauki. – 2009. – № 12. – S. 206-214.
9. Podgotovka kadrov vysshey kvalifikatsii po metodike obucheniya informatike [Elektronnyy resurs] : metod. posobie / A. S. Zakharov [i dr.]. – Elektron. tekstovye dannye. – M. : Prometey, 2016. – 244 s. – Rezhim dostupa: <http://www.iprbookshop.ru/58171.html>. – EBS «IPRbooks».
10. Printsip politekhnizma v obuchenii fizike: sovremennaya interpretatsiya i tekhnologii realizatsii v sredney shkole : monogr. / E. V. Ospennikova, I. V. Il'in, M. G. Ershov, A. A. Ospennikov ; pod obshch. red. E. V. Ospennikovoy ; Perm. gos. gumanit.-ped. un-t. – Perm', 2014. – 504 s.
11. Sofronova N. V. Teoriya i metodika obucheniya informatike. – M. : Vysshaya shkola, 2003. – 186 s.
12. Tavrizyan G. M. «Metatekhnicheskoe» obosnovanie sushchnosti tekhniki M. Khaydeg-gerom (Nauchno-tekhnicheskiiy progress v otsenke burzhuaznykh filosofov) // Voprosy filosofii. – 1971. – № 12. – S. 122-130.
13. Teoriya i metodika obucheniya informatike / M. P. Lapchik, I. G. Semakin, E. K. Khenner ; pod obshch. red. M. P. Lapchika. – M. : Akademiya, 2008. – 592 s.
14. Federal'nyy gosudarstvennyy obrazovatel'nyy standart srednego (polnogo) obshchego obrazovaniya : ot 17 maya 2012 g. № 413. – 45 s.
15. Knoll M. The project method: Its vocational education origin and international development [Electronic resource] // Journal of Industrial Teacher Education. – 1997. – № 34 (3). – P. 59-80. – Mode of access: <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JITE/v34n3/Knoll.html>.
16. Mayer R., Moreno R. A Cognitive Theory of Multimedia Learning: Implications for Design Principles [Electronic resource]. – 2005. – Mode of access: https://www.researchgate.net/publication/248528255_A_Cognitive_Theory_of_Multimedia_Learning_Implications_for_Design_Principles.
17. Mayer R., Moreno R. Cognitive principles of multimedia learning: The role of modality and contiguity // Journ. of Educational Psychology. – 1999. – № 91 (2). – P. 358-368.