

посередньо після проходження тесту. Автоматична обробка результатів тесту передбачає одержання балів за виконані завдання, представлення учаснику звіту в режимі он-лайн з вказівкою правильних і неправильних відповідей, а також статистики по кількості правильно і неправильно виконаних завдань у тесті.

Система комп'ютерного тестування Венера [12] Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова передбачає:

- ✓ модульно-рейтинговий контроль знань слухачів навчально-підготовчого відділення, підготовчих курсів, учнів випускних класів середніх навчальних закладів, що працюють в системі НПУ імені М.П. Драгоманова або інших вищих навчальних закладів;
- ✓ сертифікаційно-зовнішнє тестування старшокласників;
- ✓ тестування слухачів засобами internet/intranet технологій;
- ✓ очний контроль в дистанційній формі навчання.

Переваги системи:

- ✓ оперативність видачі результатів оцінювання (кілька секунд після натискання кнопки "здати роботу") при кількості респондентів до 1000;
- ✓ максимально можлива відкритість системи оцінювання;
- ✓ високий рівень автентичності відповіді слухача, завдяки спеціально розробленому протоколу;
- ✓ зміст тестів повністю відповідає шкільним програмам;
- ✓ тести адаптовані до рівня вимог, що ставляться до предметів при вивченні їх на відповідних спеціальностях;
- ✓ широкий діапазон обсягу матеріалу – охоплено усі загальноосвітні предмети;
- ✓ широкий вибір спеціальностей (83);
- ✓ процедура і документація тестування відповідає вимогам проведення вступних випробувань у вищих навчальних закладах (наказ МОН України №212 від 7.04.2003 року) і Примірному положенню про Приймальну комісію вищого навчального закладу (наказ МОН України №169 від 25 березня 2003 року).

**Висновки.** Впровадження до навчального процесу систем комп'ютерного тестування з метою контролю успішності навчальних досягнень студентів забезпечує об'єктив-

ність, валідність, надійність, централізований аналіз якості підготовки студентів, зменшує витрати на організацію і проведення контролю тощо.

Перспективою даного дослідження є створення моделі системи комп'ютерного тестування знань, формування базових засад щодо її програмної реалізації і забезпечення ефективного впровадження і функціонування цієї системи.

#### Список використаних джерел:

1. Вища освіта України і Болонський процес: Навчальний посібник / За ред. В.Г. Кременя. – Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2004. – 384 с.
2. Дворецька Л.П. Про впровадження тестових технологій у практику вимірювання навчальних досягнень учнів з математики // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції "Актуальні проблеми теорії і методики навчання математики" (6 жовтня 2004р., Київ). – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2004. – с.50-51.
3. Кармазіна В.В., Гранкіна Т.О. Програмне забезпечення контролю знань студентів // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції "Динаміка наукових досліджень, 2004". Том 29. Педагогіка. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2004. – с. 49-50.
4. Кобзар О.Б. Дидактична роль нових інформаційних технологій у навчальному процесі вищої медичної школи // Нові технології навчання: Наук.-метод. зб. / Ред. кол.: В.О.Зайчук, О.Я.Савченко, М.Ф.Дмитриченко та ін. – К.: НМЦ ВО, 2002. – Вип. 32. – С. 86-96.
5. [www.brainbench.com](http://www.brainbench.com)
6. [www.certifications.ru](http://www.certifications.ru)
7. [www.nevron.ru](http://www.nevron.ru)
8. [www.dn.npu.edu.ua](http://www.dn.npu.edu.ua)
9. moodle.org
10. [www.hiik.ru/dtest/](http://www.hiik.ru/dtest/)
11. [de.msu.ru/course/display?course=235](http://de.msu.ru/course/display?course=235)
12. [www.idn.npu.edu.ua](http://www.idn.npu.edu.ua)

The article is devoted to the problem of computer test systems usage with the purpose of student academic achievements control.

**Key words:** computer testing, computer test system, achievement.

Отримано: 12.07.2009

УДК 370.171.1

**В. Б. Венславский**

*Забайкальский государственный гуманитарно-педагогический университет им. Н. Г. Чернышевского*

## УЧЕБНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦЕЛОСТНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

Понимание основ электроники автор статьи связывает с необходимостью применения математических моделей на основе системных законов Кирхгофа в графической форме.

**Ключевые слова:** электроника, электротехника, проектирование схем

Развитие системы непрерывного образования Российской Федерации в настоящее время строится на основе перспективных проектов – федеральных целевых программ, одна из которых «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (рассчитана на 2009-2013 годы). Решающим звеном в иерархической системе непрерывного профессионального образования является профильная подготовка школьников, позволяющая лично-направленно осуществлять введение в профессиональную подготовку, освоении основ будущей профессии. Процесс перехода на профильное обучение школьников сопряжен с формированием готовности выпускников педагогических вузов к работе в новых условиях, что требует выполнения ряда конструктивных шагов в методической подготовке студентов – будущих учителей – технологическом образовательного процесса. Это новые подходы к содержанию профильных предметов как главного источника личностно ориентированного, ценностного отношения к знаниям и учебной деятельности, к технологиям учебного процесса в развиваемой информационно-образовательной среде. Формирование готовности студентов – будущих учителей физики и технологии к работе в условиях про-

фильного обучения школьников (индустриально-технологический профиль) по направлению «Электротехника / радиоэлектроника» (далее – «Электроника») включает развитие культуры учебного проектирования и моделирования электронных устройств (ЭУ) [1, с.186]. На уровне подготовки магистров образования предполагается освоение студентами технологии учебного традиционного и нетрадиционного педагогического проектирования [2, с.17]. В современных исследованиях проектирование рассматривается как социокультурное явление, как самостоятельный механизм творчества и инструмент в мире культуры [3, с.19]. От компетентности педагога в современных условиях перехода на профильное обучение школьников зависит направленность и фундаментальность подготовки будущих кадров, способных моделировать и проектировать ЭУ, работать с новой техникой на более высоком уровне физико-технической и технологической культуры. Изыскание содержательных решений и приемлемых технологий учебного проектирования и моделирования ЭУ как конструктов предстоящей педагогической деятельности, влияющих на мышление педагога, является предметом настоящего обсуждения.

Освоение студентами структуры и содержания учебно-го проектирования ЭУ опирается на применение проектных процедур как инструмента познания, наиболее значимая из которых – *моделирование*. Процедура моделирования (творческий процесс создания или выбора модели) в учебном проектировании объединяет основные проектные процедуры – *синтез, анализ и оптимизацию*, которые направлены на создание приемлемого учебного проектного решения.

С учётом преемственности подготовки кадров для производства и науки целесообразно, на наш взгляд, рассматривать *стадии учебного проектирования*, используя принятую техническую терминологию: *учебное предварительное проектирование; учебное эскизное проектирование; учебное техническое проектирование; учебное педагогическое проектирование конструкта* – учебного модуля, блока или учебно-методического комплекса (УМК); апробация, подготовка отчета и защита проекта. По содержанию решаемых задач процесс учебного эскизного проектирования ЭУ при нисходящей иерархической схеме проектного маршрута можно разделить на этапы: *системотехническое учебное проектирование* (изыскание информационных моделей системы – *структурной схемы*); *схемотехническое учебное проектирование* (изыскание математических моделей в графической или аналитической форме и информационных моделей – *схемы замещения и оптимальной принципиальной схемы*).

Основное внимание при формировании готовности студентов – будущих учителей физики и технологии к работе в условиях профильного обучения *электронике*, на наш взгляд, необходимо уделить освоению *схемотехнического учебного проектирования*. Технологичное выполнение проектных процедур при схемотехническом изыскании приводит к частным проектным решениям в виде описания математических и информационных *моделей прототипа ЭУ*.

Учебное проектирование и моделирование простейших диссипативных систем, состоящих из минимального количества источников и приёмников – задача начального этапа изучения студентами схемотехники. Технология построения информационной модели-схемы как по заданной программе может содержать этап нахождения математической модели системы в графической или аналитической форме.

Специфика обучения проектированию ЭУ в педвузе состоит в том, что студент готовится к применению научных подходов и учебных технологий программирования на физическом уровне в школе, т.е. без применения языка высшей математики. Дополнительные трудности освоения содержательной и процессуальной составляющих на этапе выполнения учебной исследовательской работы студентов (УИРС) в педвузе связаны с отсутствием в перечне дисциплин предметной подготовки дисциплины «Основы теории цепей» и концептуальные ошибки, которые присутствуют в ряде учебных текстов при анализе целостных систем источник-приёмник.

В *схемотехническом проектировании* объектами изыскания становятся структурные модули, которые вновь рассматриваются как *целостные системы*, состоящие из дискретных элементов (на уровне нанотехнологий из молекул и их ансамблей). Современные подходы, используемые в макро-, микро- и нанотехнологиях, предполагают освоение студентами *вариативности проектных маршрутов*, применение маршрута «снизу вверх» от набора дискретных элементов или молекулярного ансамбля к изделию. В схемотехническом проектировании для достижения решения через рождение идеи (инсайт) используется как опыт разработчика, его интуиция построения системы, так и поэтапное технологичное изыскание – *данных, знаний из данных в форме математических моделей*, далее используется переход к информационным моделям типа «прозрачный ящик» в форме схем замещения и принципиальных схем. Технологии программирования на физическом уровне позволяют гибко выбирать доступные методы графического или аналитического решения (программу) и строить *принципиальную схему* или вариант её схемы замещения, используя линейные и даже идеальные модели. Наглядность процедуры анализа достигается, если язык программирова-

ния на физическом уровне используется в понятной школьнику графической форме и применяются современные информационные технологии с элементами имитационного моделирования. Освоение студентами *технологий учебного проектирования и учебного педагогического проектирования* библиотеки моделей простейших электронных устройств как шаблонов и конструктов последующей педагогической деятельности относится к наиболее значимым и востребованным компетенциям, которые востребованы в условиях профильного обучения школьников электронике. Новое для учителя профильного класса – это качественное выполнение первого этапа профессиональной подготовки старшеклассников, доступное формирование фундаментальных специальных понятий, через достигнутые результаты развитие мотивации на выбранную профессию.

**Моделирование элементов и систем современной электроники.** Реальные электронные приборы, составляющие элементную базу, как известно, можно описать инвариантным набором математических моделей в графической или аналитической формах. В определённых пределах реальные свойства приборов описываются линейными моделями. Например, закон Ома – линейная модель резистивного элемента цепи, которую удобно именовать *R-элемент* (рис. 1 а). Линейные модели *диссипативных элементов цепи*, в которых энергия упорядоченного движения (электрического тока) преобразуется в энергию теплового и электромагнитного хаотического излучения, в современной учебной литературе по теории цепей принято называть: *R-элемент, C-элемент, L-элемент, XX-элемент* ( $R = \infty$ ), *KЗ-элемент* ( $R = 0$ ). В педагогическом вузе введение этих терминов, с нашей точки зрения, особенно важно в связи с переходом на профильное обучение, когда ученик и учитель в процессе выполнения педагогических проектов должны быть обеспечены коммуникативными средствами, «проектирование требует продуктивных коммуникаций в условиях конструктивного диалога» [3, с.19]. Переход к профильной школе, на наш взгляд, в первую очередь ставит задачи по обновлению и переизданию толковых словарей профильных направлений. Наибольшие понятийные и терминологические трудности, при формировании готовности студентов к восприятию электроники с целью её преподавания на профильном уровне, связаны с *источниками электрической энергии*. Источники энергии в школьных учебниках традиционно называют «источниками тока», что вносит противоречия, т.к. смешиваются принятые в текстах теории цепей термины *источник задающего напряжения* (ИЗН) и *источник задающего тока* (ИЗТ). В моделях транзисторов, как известно, применяются сразу две модели и без приведения этого вопроса к соответствию теории цепей двигаться к рефлексивному взаимодействию достаточно проблематично. Для последующего воспроизведения моделей источников и их использования в учебном процессе, с нашей точки зрения, педагогическим сообществом должны быть приняты термины модельного ряда генерирующих устройств, которые уже применяются отдельными авторами и ускоряют понимание сути [4]. Во-первых, реальные ИЗН и ИЗТ – принципиально *нелинейные устройства*. В теории же принято использовать *линейные модели резистивных источников электропитания с внутренним сопротивлением r* в режиме генерации, которое оценивается по *напряжению холостого хода  $U_{XX}$  и току короткого замыкания  $I_{KЗ}$*  или его экстрополяции (рис. 1 б). *Режим генерации* можно изобразить на вольтамперной плос-

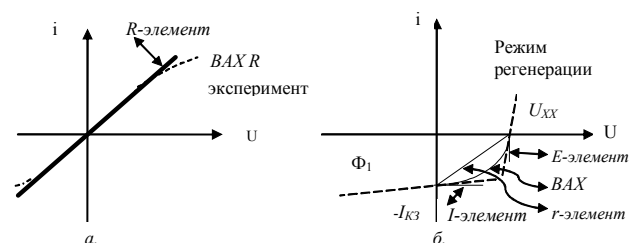


Рис. 1. VAX и линейные модели резистора (а) и фотодиода (б)

кости *нелинейной вольтамперной характеристикой* (ВАХ) источника в IV (II) квадрантах или *линейными моделями* и именовать *r-элементами*. Мгновенную мощность источника принято считать меньше нуля (*отсчёты силы тока и напряжения противоположны*). На рис. 1 б представлены варианты *линейных и идеальных моделей источника в режиме генерации*, которые получены на основе фрагмента ВАХ фотодиода для некоторого фиксированного светового потока  $\Phi_1$  (аналогично и для гальванических элементов).

Кроме линейной математической модели источника, которая описывает *дуальные модели ИЭН / ИЭТ*, на рис. 1 б показаны *модели идеальных источников*, которые, мы считаем, удобно называть – *E-элемент* ( $r = 0$ ) и *I-элемент* ( $r = \infty$ ). Наиболее близко *E-элементу* модель гальванического вторичного элемента – аккумулятора (для которого внутреннее сопротивление мало), что на практике позволяет применять инженерный подход – обозначать ЭДС аккумулятора через *E*, пренебрегать *внутренним сопротивлением* источника. *Схема линейной цепи* – информационная модель в виде соединения в различные структуры *R-элементов, C-элементов, L-элементов, ХХ-элементов, КЗ-элементов* и источников электропитания: *линейных ИЭН / ИЭТ – r-элементов*, в схемах замещения *идеальных E-элементов* или *I-элементов*. Если математические модели компонентов цепи известны, то для «*ненакапливающих элементов*» (т.е. кроме моделей *ёмкостных и индуктивных элементов*) можно воспользоваться языком графического анализа. Особенности представления ВАХ источников (генераторов: гальванических первичных элементов, аккумуляторов, солнечных элементов) в том, что возможны два режима:

- *генерации*, график ВАХ или модели источника в IV (или II) квадрантах;
- *регенерации* (преобразования), график ВАХ или модели аккумулятора в режиме зарядки в I (или III) квадрантах.

Связи между элементами системы в электрических цепях проявляются на основе *законов сохранения заряда и энергии*, которые применяются в форме *системы структурных топологических законов: закона токов Кирхгофа (ЗТК), закона напряжений Кирхгофа (ЗНК)*. Решение системы уравнений Кирхгофа позволяет оценивать и задавать *режим по постоянному току* – планируемую силу тока и величину напряжения на *рабочем элементе* в замкнутой электрической цепи, соответствующие *энергетическому балансу между источниками и приёмниками*. В систему понятия *режим по постоянному току* входят парные понятия: *источник (генератор) и приёмник (нагрузка), генерация и регенерация, рабочий элемент и балластный элемент, цепь смещения и цепь нагрузки*.

Согласно теореме Телледжена алгебраическая сумма произведений силы тока на напряжения в элементах контура (замкнутой цепи) равна нулю, т.е. для системы генератор-нагрузка выполняется *баланс мощностей*:

$$i_{u_2} + i_{u_n} = 0, \text{ откуда } i_{u_n} - |i_{u_2}| = 0.$$

Для представления модели источника в режиме генерации в первом квадранте можно также *использовать модуль*, что приводит к появлению «*падающей характеристики*» – «*опрокинутой характеристики*», свойственной только *генераторным системам*. В замкнутой цепи как *целостной системе источник-приёмник* проявляется свойство *отрицательной резистивности*, на что указывает тангенс наклона прямой после опрокидывания характеристики из IV в I квадрант.

Цель операции опрокидывания ВАХ (или её модели) – *определение режима в системе по постоянному току*. Режим в цепи источник-приёмник принято определять по *рабочей точке* пересечения ВАХ приёмника с «*опрокинутой*» из IV в I квадрант ВАХ источника, чаще речь идёт о построении *линейных моделей*. *Изображение математической модели источника в графической форме в режиме генерации падающим графиком в I квадранте имеет смысл только в модели системы*, включающей и ВАХ или модель пассивного приёмника. *Математическая модель системы источник-приёмник в графической форме – это инвариантная форма представления модели системы на основе*

*законов Кирхгофа*. Обратим внимание, что метод Кирхгофа традиционно подразумевает аналитическую запись системы уравнений ЗНК и ЗТК. Графическая форма расчёта методом Кирхгофа – метод *опрокинутой характеристики*, который в большей степени востребован в схемотехническом проектировании. У разных авторов *опрокинутая характеристика* источника обозначается различными именами: «*нагрузочная прямая*», «*внешняя характеристика нагруженного источника*», «*ВАХ источника*» и т.д. Констатируем, что это уже не ВАХ источника, а модуль её или одной из моделей в режиме генерации. С нашей точки зрения, за *опрокинутой характеристикой* целесообразно закрепить имя и аббревиатуру, связанную с источником, например – *линия задающего генератора* (ЛЗГ). *Опрокинутая характеристика* – это модуль ВАХ источника или его моделей, *инвариантное представление генераторного участка в I (или III) квадранте с целью анализа режима целостной системы*. Модель целостной системы источник-приёмник включает пересечение ЛЗГ и ВАХ или модель внешней нагрузки.

В анализе линейных цепей (линейных четырёхполюсников) *метод опрокинутой характеристики* применяется в учебных целях и является, с нашей точки зрения, элементом инновационной учебной технологии. Ключевой момент в алгоритме применения метода опрокинутой характеристики – преобразование ВАХ или её модели в ЛЗГ. Первым шагом следует построить ВАХ (или модель R-элемента) нагрузки и «*опрокинуть*» ВАХ (или модель r-элемента) источника в режиме генерации в I квадрант, только вторым шагом следует записать *систему уравнений*.

Авторы ряда учебных пособий поступают наоборот – начинают с записи и анализа уравнений, часто без системы. Это причина непонимания и разночтений, которую необходимо устранить на уровне знакомства студентов и школьников с основами аналоговой схемотехники. В учебной литературе высшей школы можно встретить запись уравнения источника отдельно от уравнения приёмника, и даже отдельный график ЛЗГ под именем ВАХ или ЭДС. Вторая крайность – когда источник считают идеальным ИЭН с  $r = 0$  и о существовании ЛЗГ вообще забывают, а падающий график ошибочно называют ВАХ ограничивающего резистора в цепи смещения. Это заблуждение настолько устойчивое, что часто переходит от автора к автору учебных пособий и затрудняет понимание студентами основ моделирования целостных систем. В качестве исключительно редкого положительного примера приведём *описание целостных систем для цепей смещения транзистора* в книге «Схемотехника электронных систем. Аналоговые и импульсные устройства» [5]. Вероятность того, что эту книгу прочтут будущие учителя и сделают для себя конструктивные выводы, крайне незначительна. На наш взгляд, восприятие студентами этой книги будет ещё более направленным, если в учебных целях во введении применить *в качестве рабочего элемента модель R-элемента*, т.е. научить строить математические модели системы в графической форме для цепи источник-приёмник и далее для линейного делителя напряжения.

Решим эту задачу – добавим в системе *источник-приёмник* в цепь нагрузки ещё один резистивный элемент, который *виртуально можно отнести к ИЭН / ИЭТ*. Такой метод широко используется в теории цепей и называется *метод эквивалентного генератора*. Суть метода сводится к тому, что в качестве нагрузки рассматривают только один элемент любой ветви, а вся оставшаяся схема любой сложности может быть заменена (теорема Тевенина) эквивалентным задающим генератором напряжения (рис. 2 а) либо эквивалентным задающим генератором тока (теорема Нортона). Дополнительный резистивный элемент схемы  $R_1$  в схемотехнике называют *балластным* и его можно *виртуально ввести в состав эквивалентного генератора*, виртуально увеличив *внутреннее сопротивление* последнего (рис. 2 б). Эквивалентный генератор в замкнутой цепи проявляет свойство «*отрицательной резистивности*», о чём свидетельствует встречный отсчёт силы тока и напряжения и «*падающий график*» *линии балластной нагрузки*, кото-

рую правильнее называть *линией эквивалентного генератора* (ЛЭГ). На основании математической модели в графической форме (рис. 2 б) можно перейти к математической модели в аналитической форме:

$$\begin{cases} u(t) = U_{xx} - (r + R_1)i(t), \\ u(t) = R_2i(t). \end{cases}$$

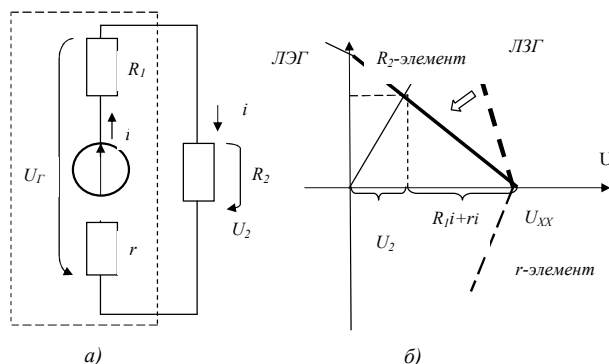


Рис. 2. Модели системы «линейный ИЭН – два R-элемента»

При вычитании из второго уравнения первого можно получить ЗНК, что доказывает инвариантность графического и аналитического представления законов Кирхгофа. Решением системы является точка пересечения, определяющая режим. Решение относительно силы тока традиционно называется *законом Ома для полной цепи*, выражение второй координаты столь же значимо и показывает деление напряжения между источником и приёмником. Простота перехода от математической модели системы в форме графиков к аналитическим уравнениям и далее к информационным моделям в форме различных видов схем позволяет говорить об элементарной технологии учебного проектирования и моделирования шаблонов ЭУ.

Формирование готовности студентов к выполнению учебного проектирования и моделирования ЭУ, на наш взгляд, должна опираться на доступный школьнику метод опрокинутой характеристики, системный подход и современный тезаурус. Технология учебного моделирования целостных электронных систем в графической форме при подготовке будущих учителей, как показало анкетирование и серия вводных и последующих контрольных работ, достаточно эффективна. Это позволяет оценивать готовность студентов к учебному педагогическому проектированию и моделированию учебного процесса профильного уровня. С целью согласования перехода от общей физики к электронике и схемотехническому проектированию в рамках НИРС был разработан и постоянно модернизируется УМК, основу которого составляет учебное пособие «Введение в учебное проектирование электронных устройств» [6]. По нашему наблюдению, данное учебное пособие позволяет осуществлять сквозную подготовку студентов-физиков и технологов. На уровне второй ступени бакалавриата учебное пособие может быть использовано в рамках курса по выбору и дополнения к курсу «Физическая электроника», на уровне магистратуры может быть использовано в освоении студентами технологий учебного педагогического проектирования и моделирования учебного процесса в условиях профильного обучения школьников электронике. Освоение технологий проектирования и моделирования целостных макросистем источник-приёмник, в которых прояв-

ляются обратные связи, исключительно важно, т. к. влияет на последующие схемотехнические решения учебного моделирования ЭУ, в том числе в микро- и наноэлектронике.

Освоение темы «Моделирование систем источник-приёмник» и моделирование цепей смещения достаточно эффективно при использовании информационных технологий. Современные программные продукты сквозного проектирования, использование которых на уровне введения в электронику целесообразно, с нашей точки зрения, только на уровне знакомства, ориентированы на производственные задачи и не включают модули для имитационного моделирования *математических моделей электронных систем источник-приёмник и решения задачи нахождения режима на рабочем элементе*. Это позволяет говорить о подобных мини-проектах как инновационных, планировать (в рамках организации самостоятельной подготовки и НИРС) и дифференцированно предлагать студентам серию творческих заданий на разработку простейших имитационных программных средств. Примером проектных заданий, которые могут в дальнейшем войти в состав *сквозного проекта* (выпускной квалификационной работы) и использоваться в работе учителя, является разработка электронных имитаторов математических и информационных моделей электронных систем от сценария до реализации.

Содержательная и процессуальная составляющие методической готовности студентов – будущих учителей профильных классов по направлению «Электроника» в значительной степени, с нашей точки зрения, достигается в процессе изыскания проектных решений, освоения технологий учебного моделирования ЭУ и учебного педагогического нетрадиционного проектирования по созданию авторских конструкторов и элементов УМК.

#### Список использованной литературы:

1. Филатова Л.О. Развитие преемственности школьного и вузовского образования в условиях введения профильного обучения в старшем звене средней школы. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2005. – 192 с.
2. Радионова Н.Ф. Проектирование в образовательном процессе вуза: гуманитарные технологии / Н.Ф. Радионова, И.А. Бочарёва, И.В. Гладкая, А.Г. Гогоберидзе, Н.П. Колесник, С.В. Ривкина, А.В. Платонова / Под ред. Н.Ф. Радионовой. – СПб.: ООО «Книжный Дом», 2008. – 192 с.
3. Эрганова Н.Е. Методика профессионального обучения в системе современного педагогического знания // Образование и наука. – 2007. – №3 (45). – С. 13-20.
4. Гомоюнов К.К. Физика. Толковый словарь школьника и студента / К.К. Гомоюнов, М.Ф. Кесаманлы, Ф.П. Кесаманлы, А.И. Сурыгин / Под ред. К.К. Гомоюнова, В.Н. Козлова. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. – 486 с.
5. Бойко В.И. «Схемотехника электронных систем. Аналоговые и импульсные устройства» / В.И. Бойко, А.Н. Гуржий, В.Я. Журков, А.А. Зори, В.М. Спивак. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 496 с.
6. Венславский В.Б. Введение в учебное проектирование электронных устройств. – Чита: Экспресс-издательство ЗабГГПУ, 2008. – 132 с.

The author connects understanding of Foundations of Electronics with the necessity to use the graphic representation of simulators made on the basis of Kirhgof's systemic laws.

**Key words:** electronics, electrical engineering, designing the schemes.

Отримано: 6.07.2009