

В.П. Гермогенов, Ю.В. Вячистая  
ФГАОУ ВО Национальный исследовательский Томский  
государственный университет  
julvv@mail.tsu.ru

Способность приобретать новые знания – актуальная компетенция для современного специалиста и включает в себя устойчивые навыки эффективной самостоятельной работы с информационными и обучающими ресурсами различной специфики.

В отличие от традиционных, электронные образовательные ресурсы (ЭОР) предполагают возможность интерактивной, дистанционной, мобильной работы с ними, обеспечивают тренажерные и контролирующие функции, автоматическое сохранение и анализ результатов успешности обучения и пр. [1]. В настоящее время ЭОР – уже привычная составляющая методического сопровождения различных форм процесса обучения в вузе; сложились определенные ожидания, предъявляемые к его внутренней организации и функциональным составляющим, но данное образовательное направление продолжает энергично развиваться [2].

При включении в ЭОР, наряду с изложением теоретического материала, заданий для практической работы (задач); контрольных вопросов для самопроверки и итоговой оценки знаний (в том числе и в тестовой форме); элементов коммуникации с преподавателями и другими обучающимися (форум, чат); журнала оценок успешности выполнения заданий; ссылок на дополнительные источники, а также методических указаний мы переходим к исчерпывающему образовательному продукту – электронному учебно-методическому комплексу (ЭУМК), позволяющему в полной мере реализовать преимущества самостоятельного, дистанционного и мобильного обучения.

Подготовка бакалавров на радиофизическом факультете (РФФ) НИ ТГУ среди прочего включает формирование профессиональных знаний, умений использовать их на практике, в том числе – при работе с экспериментальным оборудованием, а также устойчивых навыков самообразования с помощью ЭОР по соответствующим дисциплинам. В качестве технологической площадки, обеспечивающей не только необходимый функционал для полноценных ЭУМК, но и допускающей их интеграцию со сторонними программными продуктами [3], на РФФ уже несколько лет используется LMS MOODLE.

Для сопровождения как аудиторной, так и самостоятельной учебной деятельности бакалавров НИ ТГУ по ООП «Радиофизика» разработан и реализован средствами LMSC MOODLE ЭУМК «Полупроводниковая электроника» (<http://info.rff.tsu.ru/course/view.php?id=67>). Авторами подготовлено полное информационное и методическое обеспечение соответствующей дисциплины в рамках единого ЭУМК, что подразумевает включение не только теоретического материала, но также учебно-методических указаний для решения основных типов задач и выполнения лабораторных работ, ссылок на дополнительные материалы, средств контроля усвоения материала и т.п. Подобный системный под-

ход не является преобладающим в сегменте образовательных ресурсов по радиофизике, в некоторых случаях эффективней создавать отдельные ЭОР, сопровождающие отдельный вид деятельности, в рамках изучения какой-либо дисциплины [2, 4, 5].

ЭУМК «Полупроводниковая электроника» включает следующие блоки: информационный, теоретический, практический, лабораторный, контрольный и блок материалов для самостоятельной работы студентов (СРС).

Информационный блок является вступительным и содержит рабочую программу дисциплины «Полупроводниковая электроника» (ООП 03.03.03. «Радиофизика»), информационную и технологическую карты ЭУМК, методические рекомендации для педагогов и обучающихся по работе с ресурсом, а также форум для обсуждения общих вопросов, связанных с использованием ЭУМК.

Материал теоретического блока предназначен для знакомства, понимания и усвоения физических процессов, определяющих принципы работы и характеристики современных полупроводниковых приборов, и разбит на разделы:

1. Некоторые понятия физики полупроводников;
2. Контактные явления на границе металл-полупроводник;
3. Электронно-дырочные переходы;
4. Гетеропереходы;
5. Диоды для усиления и генерации СВЧ-мощности;
6. Биполярные транзисторы;
7. Полевые транзисторы;
8. Оптоэлектронные полупроводниковые приборы.

В каждом разделе текстовая информация дополнена иллюстрированным конспектом в виде набора слайдов, вопросами для самопроверки, списком дополнительной литературы и тренировочным тестом.

Методическое сопровождение лабораторного практикума включает краткие описания экспериментальных установок, в том числе основных используемых приборов, и методические указания к 9 лабораторным работам:

1. Изучение вольт-амперной характеристики полупроводникового диода;
2. Исследование барьерной емкости полупроводникового диода;
3. Изучение переходной характеристики переключения полупроводникового диода;
4. Изучение вольт-амперной характеристики туннельного диода;
5. Исследование характеристик диодов Ганна;
6. Исследование характеристик полевого транзистора с  $p-n$ -переходом в качестве затвора;
7. Изучение статических характеристик биполярного транзистора;
8. Моделирование статических характеристик биполярного транзистора;
9. Изучение частотной зависимости коэффициента передачи тока биполярного транзистора.

Соответствующее число интерактивных элементов MOODLE типа «Задание» позволяет отправлять лабораторные отчеты на проверку, получать комментарии преподавателя, сохранять отметки о выполнении в общем журнале ЭУМК. В данном блоке также организован форум для необходимой коммуни-

кации между студентами (как правило, работы выполняются в группах) и преподавателями.

Блок практических заданий содержит пояснения и справочный материал для решения задач в ходе практических занятий (слайды с формулами, таблицами, графиками), разбор алгоритмов решений типовых задач в виде программ средствами вычислительного пакета Mathcad. Предлагаемые задачи посвящены вопросам:

1. Контактная разность потенциалов в  $p$ - $n$ - переходах;
2. Ширина и ёмкость резкого  $p$ - $n$ - перехода;
3. Ширина и ёмкость плавного  $p$ - $n$ - перехода;
4. Токи в диодах;
5. Параметры эквивалентных схем диодов;
6. Коэффициенты передачи биполярных транзисторов;
7. Токи в биполярных транзисторах.

Отправка решений на проверку также осуществляется с помощью интерактивных элементов типа «Задание».

Контрольный блок включает вопросы для итогового контроля знаний по дисциплине в режиме очного экзамена; список дополнительных вопросов; итоговые тесты (вопросы по всем изученным темам) различного уровня сложности. Здесь же размещен опрос формирования итогового мнения обучающихся об ЭУМК с целью его дальнейшего развития.

Блок СРС предлагает список литературы; справочный материал в виде документов различных приложений (таблицы, графики), форум для консультаций с преподавателем. Авторами также опубликованы в указанном разделе ссылки на внешние открытые научные и образовательные Интернет-ресурсы в том числе электронные библиотеки специальной литературы.

Отличительными особенностями разработанного ЭУМК являются:

- четкая структура, доступность, наглядность и комплексность в изложении материала разделов, при этом текстовый теоретический материал дополняется иллюстративным в виде слайдов;
- возможность закрепления навыков работы с вычислительным пакетом Mathcad при разборе алгоритма решения типовых задач;
- использование тестовых блоков не только для оперативного самоконтроля усвоения учебного материала, но и в качестве тренажеров для запоминания фактической информации [5];
- организация быстрого доступа к дополнительной информации по разделам дисциплины в виде как внешних Интернет-ресурсов различного формата и уровня сложности, так и Интернет-консультаций преподавателя;
- возможность развивать ЭУМК (в отличие от статичных ЭОР), а также привлекать обучающихся к участию в расширении содержания и создании новых элементов ЭУМК, что стимулирует не только углубленное изучение ими соответствующих разделов, но и развивает различные навыки работы с научно-технической информацией [5].

ЭУМК «Полупроводниковая электроника» прошел экспертную оценку учебно-методической комиссией РФФ НИ ТГУ и допущен к использованию в

учебном процессе, доступен зарегистрированным в системе (info.rff.tsu.ru) и записанным на данный курс пользователям.

ЭУМК может быть использован целиком или частично при освоении иных дисциплин, связанных с полупроводниковой электроникой; при создании совместных, в том числе и дистанционных, образовательных программ в рамках сетевого взаимодействия вузов; в ходе научных исследований в области физики и технологии полупроводниковых структур и устройств.

#### *Библиографический список*

1. Заседатель В.С. Интегрированные подходы к созданию и размещению электронных ресурсов в информационной среде ВУЗа // Открытое и дистанционное образование. – 2012 г. – №2 (46). – С. 24-27.

2. Маслова Ю.В., Коханенко А.П. Применение компетентностного и модульного подходов при организации лабораторного практикума для студентов разного уровня обучения // Вестник Томского государственного университета. – 2015. – № 394. – С. 220-224.

3. Булахов Н.Г. Организация видеоконференций для образовательного процесса // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2013. – Т. 56. – № 10/3. – С. 133-135.

4. Жуков А.А. Информационное и техническое обеспечение практикума по радиоэлектронике // Компьютерные измерительные технологии: Материалы I Международного симпозиума. – М.: ДМК Пресс, 2015. – С. 179-182.

5. Вячислая Ю.В. Подготовка тестовых вопросов студентами как вариант организации их самостоятельной работы // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2013. – Т. 56. – № 10-3. – С. 139-141.