

Подходы к автоматизации процессов центров коллективного проектирования микроэлектроники

Ю. С. Шевнина, Л. Г. Гагарина

Национальный исследовательский университет МИЭТ, г. Москва, г. Зеленоград, Россия

Аннотация. В статье описаны подходы к автоматизации процессов центров коллективного проектирования микроэлектроники. Автоматизации подлежат процессы обучения специалистов и создания кадрового резерва в области микроэлектроники. повышение эффективности обучения специалистов в области проектирования электроники за счет интеграции и внедрения в учебный процесс ресурсов, опыта и готовых проектов в области разработки и изготовления ЭКБ, печатных плат, фотошаблонов, элементов и изделий радиоэлектронной аппаратуры, прототипирования со стороны вендоров, партнеров, заказчиков, групп ученых на базе дизайн-центров проектирования микроэлектроники.

Ключевые слова: центр коллективного проектирования, дизайн-центр, компетенции, кадровый резерв.

DOI 10.14357/20718632210402

Введение

Планы Правительства РФ по развитию электронной промышленности подразумевают открытие Центров коллективного проектирования микроэлектроники на базе образовательных организаций (далее дизайн-центров). Сеть дизайн-центров позволит усилить мощности проектирования микроэлектроники, что особенно важно в условиях повышения спроса на отечественную продукцию, согласно статистическим данным [1].

Дизайн-центр реализует три составляющих – образовательную, научную и практическую, а также такие аспекты, как планирование и разработка всей цепочки электронной продукции, финансы, преподавание, администрирование и др. Усиление мощности проектирования микроэлектроники не может быть достигнуто исключительно с помощью технологий, политического регулирования или финансовых

механизмов. Для этого требуется обеспечить качественное образование и обучение специалистов микроэлектроники на всех уровнях.

Образовательный процесс подготовки специалистов микроэлектроники должен включать не только изучение концепций и принципов разработки и проектирования изделий микроэлектроники, а также формировать навыки системного и критического мышления, позволяющие рассматривать производственные, исследовательские, образовательные и экономические аспекты в совокупности; установления партнерских отношений; принятия решений; понимания текущих возможностей микроэлектроники. Организация такого образовательного процесса подразумевает интеграцию и использования при обучении ресурсов, опыта и готовых проектов в области разработки и изготовления ЭКБ, печатных плат, фотошаблонов, элементов и изделий радиоэлектронной аппаратуры, прототипирования со стороны вендоров,



Рис. 1. Общая схема системы организации доступа к накопленным гетерогенным ИР

партнеров, заказчиков, групп ученых. Это позволит повысить качество и эффективность подготовки специалистов и созданию кадрового резерва в области микроэлектроники и является особенно актуальной задачей.

2. Система организации доступа к гетерогенным информационным ресурсам

Для решения обозначенных выше проблем усиления мощности проектирования микроэлектроники и повышения эффективности обучения и компетентности обучаемых специалистов предлагается использовать специализированную автоматизированную информационную систему поддержки дизайн-центров (далее АИС ДЦ), основанную на описанной в работе [2] системе организации доступа к накопленным гетерогенным распределенным информационным ресурсам (ИР). Система состоит из подсистем организации профилированных интерфейсов пользователей; поиска по коллекции ИР; оперативной доставки информации пользователю; реализации политики информационной безопасности и требований

по разграничению прав доступа к информационным ресурсам и элементам интерфейса (Рис. 1).

Накопленными гетерогенными информационными ресурсами будем считать проекты сотрудников, обучающихся, дизайн-центров и их партнеров; учебные и научные материалы; анкеты участников проекта; описания стартапов, заказов и предложений и подобное.

Для реализации АИС ДЦ в соответствии с методикой использования системы организации доступа необходимо решить задачи [3]:

1. Адаптация базовой модели представления информационных ресурсов к терминологии проекта создания сети дизайн-центров.

2. Обеспечение разграниченного доступа пользователей к накопленным в ходе реализации проекта корпоративным информационным ресурсам, а также к предоставляемым сервисам работы с системой.

3. Оперативное информирование участников проекта о прошедших и предстоящих мероприятиях.

4. Обеспечение взаимодействия участников проекта со специалистами и экспертами в области МЭ.

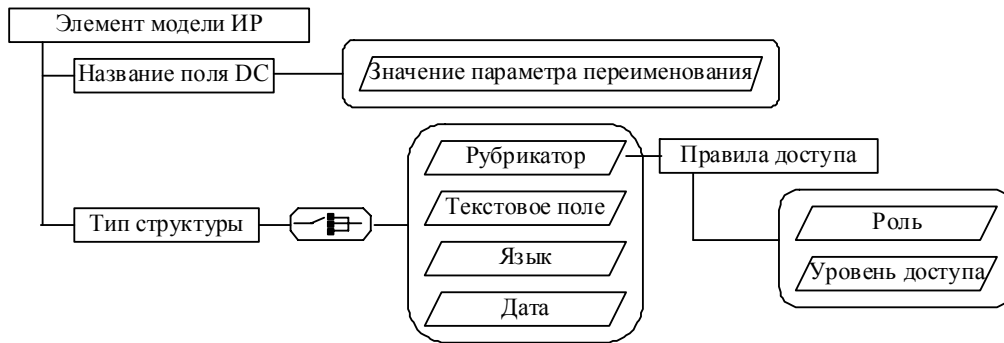


Рис.2. Схема базовой модели представления информационного ресурса

Базовая модель представления информационного ресурса состоит из набора метаданных: названия поля из стандарта Dublin Core (DC) [6], значения его переименования, типа структуры и описания правила доступа (Рис. 2).

На основе параметризации и адаптации базовой модели представления информационного ресурса можно строить профилированные интерфейсы пользователей при работе с сервисами, такими, например, как публикация и поиск опубликованных ресурсов. Подключение к элементам интерфейса рубрикаторов (списков со значениями) позволяет использовать привычную для пользователя терминологию реальной предметной области в названиях элементов интерфейса. Использование правил доступа позволяют адаптировать структуру интерфейса к потребностям конечного пользователя, а также управлять ограничением потока информации, поступающей к потребителю ИР.

Для адаптации базовой модели представления ИР к терминологии дизайн-центров необходимо:

1. Установить соответствия между названиями элементов стандарта Dublin Core и терминологией проектирования и подготовки специалистов микроэлектроники, выявленной в результате онтологического анализа этой предметной области.

2. Определение элементов, представляемых в виде рубрикаторов.

3. Формирование перечня терминов предметной области деятельности для каждого из рубрикаторов.

Таким образом, адаптация базовой модели на терминологию проектирования и подготовки специалистов в области микроэлектроники

реализована в виде переименования названий элементов DC; подключения рубрикаторов, отображающих специфику предметной области; управления количеством элементов онтологической модели на основе метода разграничения доступа к элементам базовой модели. Настройка на онтологию предметной области позволяет формировать специализированные шаблоны представления информационных ресурсов и использовать их при построении профилированных интерфейсов пользователей для автоматизации процессов дизайн-центров.

3. Компетентностный подход для представления специалиста

Компетентностный подход – это совокупность общих принципов определения целей образования, отбора содержания образования, организации образовательного процесса и оценки образовательных результатов [12]. Данный подход предполагает определение списка компетенций, которыми должен обладать специалист, получивший образование по какому-либо направлению подготовки. Оценить квалификацию специалиста можно по перечню сформированных компетенций. Набор компетенций определен в профессиональном стандарте.

Набор компетенций по направлению подготовки представляет собой совокупность элементов N :

$$N = \langle K, P, U, F, O_1, O_2, O_3, O_4 \rangle \quad (1)$$

K – множество формируемых компетенций из набора. P – множество общих для всех направлений подготовки компетенций. U – множество индикаторов сформированной компетенций, объединенных в списки {знания, умения, опыт

деятельности}. F – множество критериев сформированности компетенций. Элементы множества F представляют собой пары (k, f) , где k – компетенция, f – критерий сформированности. O_1 – отношение $K \times U$. O_2 – отношение $K \times F$. O_3 – отношение $P \times U$. O_4 – отношение $P \times F$.

Отношения O_i имеют свойства:

1. $\forall k_i \in K \exists U_i \subset U: \forall u \in U_i \rightarrow (k_i, u) \in O_1 \equiv k_i O_1 u \wedge |U_i| \geq 1$.
2. $\forall k_i \in K \exists F_i \subset F: \forall f \in F_i \rightarrow (k_i, f) \in O_2 \equiv k_i O_2 f \wedge |F_i| \geq 1$.
3. $\forall p_i \in P \exists U_i \subset U: \forall u \in U_i \rightarrow (p_i, u) \in O_3 \equiv p_i O_3 u \wedge |U_i| \geq 1$.
4. $\forall p_i \in P \exists F_i \subset F: \forall f \in F_i \rightarrow (p_i, f) \in O_4 \equiv p_i O_4 f \wedge |F_i| \geq 1$.
5. $\forall u \in U \exists! k \in K: k O_1 u;$
 $\forall u \in U \exists! p \in P: p O_2 u.$
6. $\forall f \in F \exists! k \in K: k O_3 f;$
 $\forall f \in F \exists! p \in P: p O_4 f.$

Аналогично получено математическое описание компетентности специалиста.

$$N^S = \langle K^S, P^S, U^S, Z, O_1^S, O_5, O_3^S, O_6 \rangle \quad (2)$$

K^S – множество формируемых в процессе обучения у специалиста компетенций, $K^S \subset K$. P^S – множество общих для всех направлений подготовки формируемых у специалиста компетенций, объединенных в списки {знания, умения, опыт деятельности}, $P^S \subset P$. U^S – множество индикаторов сформированной компетенций, объединенных в списки {знания, умения, опыт деятельности}, $U^S \subset U$. Z – результат формирования компетенции у специалиста. Элементы множества Z представляют собой пары (k^S, z) , где k^S – компетенция, z – результат формирования. Множество z состоит из одного элемента кортежа {сформирована, не сформирована}. O_1^S – отношение $K^S \times U^S$. O_5 – отношение $K^S \times Z$. O_3^S – отношение $P^S \times U^S$. O_6 – отношение $P^S \times Z$.

Свойства отношений модели компетентности специалиста:

1. $O_1^S \subset O_1$. O_1^S представляет собой множество упорядоченных пар (k^S, u^S) , а O_1 – (k, u) . Так как $K^S \subset K$ и $U^S \subset U$, значит и $\forall k^S \in K^S \rightarrow k^S \in K$, $\forall u^S \in U^S \rightarrow u^S \in U$. Кроме того, соответствующие свойства k^S и k , u^S и u равны. Тогда получаем, что соответствующие пары (k^S, u^S) и (k, u) равны между собой, а значит $O_1^S \subset O_1$.
2. $\forall k_i^S \in K^S \exists z_i \subset Z: \forall z \in z_i \rightarrow (k_i^S, z) \in O_5 \equiv k_i O_5 z \wedge |z_i| \geq 1$.

3. $O_3^S \subset O_3$. O_3^S представляет собой множество упорядоченных пар (p^S, u^S) , а O_3 – (p, u) . Так как $P^S \subset P$ и $U^S \subset U$, значит и $\forall p^S \in P^S \rightarrow p^S \in P$, $\forall u^S \in U^S \rightarrow u^S \in U$. Кроме того, соответствующие свойства p^S и p , u^S и u равны. Тогда получаем, что соответствующие пары (p^S, u^S) и (p, u) равны между собой, а значит $O_3^S \subset O_3$.

4. Поскольку, $O_1^S \subset O_1$ и $O_3^S \subset O_3$, отношения O_1^S и O_3^S обладают теми же свойствами, что и отношения O_1 и O_3 .

$$5. \forall p_i^S \in P^S \exists z_i \subset Z: \forall z \in z_i \rightarrow (p_i^S, z) \in O_6 \equiv p_i O_6 z \wedge |z_i| \geq 1.$$

$$6. \forall z \in Z \exists! k^S \in K^S: k^S O_5 z;$$

$$\forall z \in Z \exists! p^S \in P^S: p^S O_6 z.$$

Математическое описание набора компетенций, которыми должен обладать специалист для решения практической задачи, имеет вид:

$$S = \langle R, P^S, V, O_7, O_8 \rangle \quad (3)$$

R – множество компетенций, необходимых для решения задачи. P^S – множество общих для всех направлений подготовки компетенций, необходимых для решения задачи. V – множество индикаторов сформированной компетенций, объединенных в списки {знания, умения, опыт деятельности}, множество V формируется из элементов множества U для различных направлений подготовки. O_7 – отношение $R \times V$. O_8 – отношение $K^S \times Z$.

Отношения O_7 и O_8 обладают свойствами:

1. $\forall r_i \in R \exists v_i \subset V: \forall v \in v_i \rightarrow (r_i, v) \in O_7 \equiv r_i O_7 v \wedge |v_i| \geq 1$.
2. $\forall r_i \in R \exists v_i \subset V: \forall v \in v_i \rightarrow (r_i, v) \in O_7 \equiv r_i O_7 v \wedge |v_i| \geq 1$.
3. $\forall v \in V \exists! p^S \in P^S: p^S O_7 v;$
 $\forall v \in V \exists! p^S \in P^S: p^S O_8 v.$

Во всех моделях присутствуют множества K, P, U или множества, формируемые на их основе. На основе анализа свойств полученных моделей следует, что набор компетенций направления подготовки, описание компетентности специалиста и набор компетенций для решения практической задачи связаны посредством K, P, U . Полученный вывод используется при разработке алгоритмов поиска специалистов, практических задач (заказов) и формирования кадрового резерва по определенному набору компетенций.

4. Описание пользовательских интерфейсов АИС ДЦ

На основе онтологического анализа работы дизайн-центра сформированы элементы поль-

зовательских интерфейсов. Описание одного из интерфейсов представлено в Табл. 1.

По результатам онтологического анализа были сформированы роли пользователей, участвующих в реализации проекта дизайн-

Табл. 1. Элементы интерфейса поиска ИР

Наименование элемента шаблона (наименование DC)	Тип элемента	Значения рубрикатора
Тип ресурса (type)	Рубрикатор	Заявка Договор Приложения к договору Отчет по мероприятиям Отчет по повышению квалификации Форма отчетов Закупка Назначенные задания УИР Приказ Положение Служебное письмо Служебная записка План Презентация Рабочие материалы Требования к материалам Регламент Персоналии Схема Распоряжение
Аудитория (audience)	Рубрикатор	Для дирекции проекта Для координационного совета проекта Для участников программы
Направление обучения (subject)	Рубрикатор	Экология Экономика Социология
Руководитель (ответственный исполнитель) (creator)	Рубрикатор	Все руководители проекта по направлениям
Категория документа (rights)	Рубрикатор	Внешний Внутренний
Статус (coverage)	Рубрикатор	Принудительная рассылка Информационный материал
Название (title)	Текст	-
Номер (relation)	Текст	-
Дата утверждения (created)	Дата	-
Штрих-код (identifier)	Текст	-
Формат ресурса (format)	Рубрикатор	Архив ZIP Архив RAR Аудио, Видео Документ Word Документ PDF Изображение Материалы на электронных носителях Печатные издания Презентация PowerPoint Программа Смешанный Текст Текст HTML
Примечание (abstract)	Текст	-

центра: участник проекта, член дирекции проекта, член координационного совета проекта, менеджер проекта, партнер, обучающийся.

На основе разработанных шаблонов для представления ИР получены профилированные интерфейсы пользователей: поисковые и доставочные.

Описан механизм обмена информационными ресурсами между всеми участниками проекта на основе заранее созданного плана работ.

Описан подход, предоставляющий пользователю необходимый ему набор сервисов и профилированных интерфейсов без дополнительной идентификации и авторизации.

5. Портал информационного сопровождения реализации проекта дизайн-центров

Доступ к АИС ДЦ осуществляется через Портал информационного сопровождения реализации проекта дизайн-центров, который делится на две области: внешнюю и внутреннюю (Рис. 3).

Внешняя область одинакова для всех пользователей, входящих на портал. Здесь доступны внешние ИР по проекту дизайн-центров, внешние отчеты о ходе выполнения реализации проекта, информация по реализации и мониторингу проекта, а также информация о предстоящих и прошедших мероприятиях.

Для доступа к ИР по проекту используется поисковый профилированный интерфейс, построенный на основе производного шаблона представления ИР. Производный шаблон состоит из элементов: «Тип», «Аудитория», «Категория документа», «Руководитель (ответственный исполнитель)», «Название». Причем рубрикаторы «Тип» и «Руководитель (ответственный исполнитель)» содержат только те значения, по которым присутствуют ресурсы в системе (Рис. 4). Значения рубрикаторов «Аудитория» и «Категория документа» заданы по умолчанию, соответственно, «Для всех» и «Внешний», и в профилированном поисковом интерфейсе пользователя эти рубрикаторы не присутствуют.



Рис. 3. Схема внешней области портала информационного сопровождения

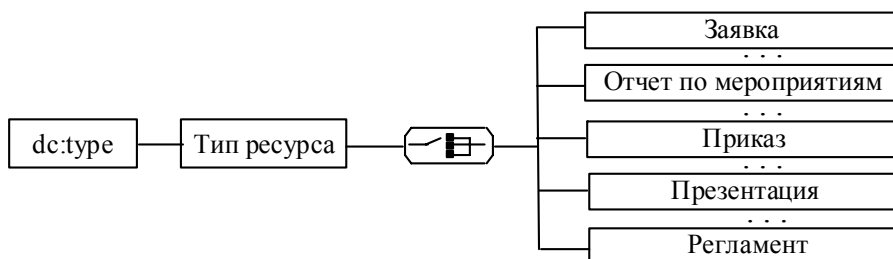


Рис. 4. Рубрикатор «Тип ресурса» для профилированного поискового интерфейса «Информационные ресурсы по проекту»

Пример построения элемента интерфейса «Тип ресурса» описан в Табл. 2.

Алгебраическая система S^P для этого элемента шаблона представления ИР будет иметь вид $S^P = \langle \{t_1\}, \{r_1 - r_{21}\}, \{dc_8\}, \{t_1, \{r_1 - r_{21}\}\}, \{t_1, dc_8\} \rangle$. Согласно представленному в [2] методу построения профилированных интерфейсов пользователей, выберем событие, которое станет корнем дерева. Таким событием будет обработчик dc_8 . Далее, в соответствии с алгоритмом, для каждой вершины дерева $s \in L_{n-1} : M_1s \neq \emptyset$ необходимо добавить элементы последовательности M_1s .

$$M_1dc_8 = \{t_1\}, M_1t_1 = \{R_1\}, M_1R_1 = \emptyset.$$

Построенный элемент «Тип ресурса» профилированного поискового интерфейса представлен на Рис. 4.

Для быстрого доступа к внешним отчетам по программе используется профилированный доставочный интерфейс, сформированный на основе разработанного доставочного шаблона представления ИР. В качестве значений элементов этого доставочного шаблона были заданы следующие параметры: «Тип ресурса» - «Отчеты по мероприятиям», «Категория документа» - «Внешний».

Внутренняя часть портала доступна только для участников реализации проекта. Для пере-

хода к внутренней части портала информационного сопровождения реализации дизайн-центров участники проекта должны пройти идентификацию по IP-адресам своих рабочих персональных компьютеров. Если IP-адрес компьютера по каким-то причинам определить не удалось или IP-адрес не зарегистрирован в системе, то участнику реализации проекта для доступа к внутренней части портала дизайн-центров предлагается ввести имя пользователя и пароль для последующей его идентификации и авторизации на портале. Кроме внешних информационных ресурсов на внутренней части портала дизайн-центра (Рис. 5) доступны и внутренние ИР: рабочие материалы, приказы, презентации, отчеты, - а также представлена информация о внутренних предстоящих и прошедших мероприятиях.

Для доступа к ИР из внутренней области портала по информационному сопровождению реализации проекта дизайн-центров используется профилированный поисковый интерфейс, построенный на основе производного шаблона представления ИР. В профилированном интерфейсе присутствуют такие элементы: «Тип», «Аудитория», «Руководитель (ответственный исполнитель)», «Название». Элемент «Категория документа», несмотря на то, что присутствует в шаблоне представления ИР, в интерфейсе не

Табл. 2. Элемента «Тип ресурса» шаблона представления ИР

T, DC		R
Тип ресурса (type) t_1, dc_8	Рубрикатор	r_1 - Заявка r_2 - Договор r_3 - Приложения к договору r_4 - Отчет по мероприятиям r_5 - Отчет по повышению квалификации r_6 - Форма отчетов r_7 - Закупка r_8 - Назначенные задания r_9 - УИР r_{10} - Приказ r_{11} - Положение r_{12} - Служебное письмо r_{13} - Служебная записка r_{14} - План r_{15} - Презентация r_{16} - Рабочие материалы r_{17} - Требования к материалам r_{18} - Регламент r_{19} - Персоналии r_{20} - Схема r_{21} - Распоряжение

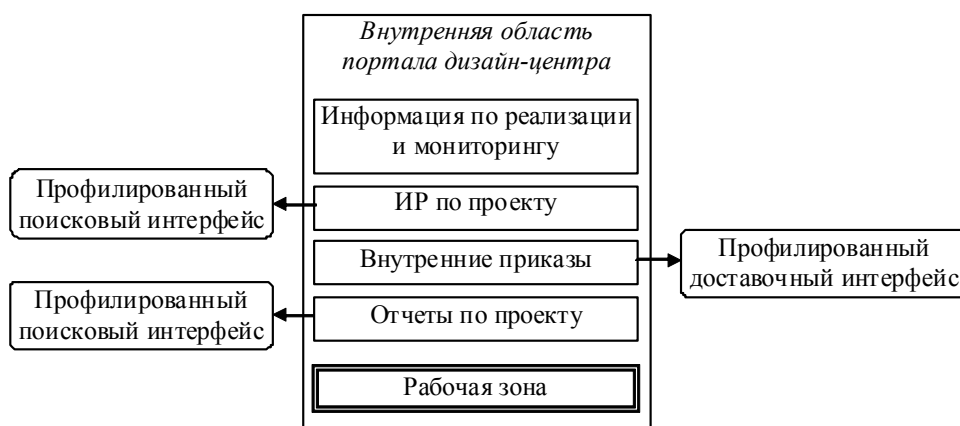


Рис. 5. Структурная схема внутренней области портала дизайн-центра

отображается, поскольку имеет только одно значение, заданное по умолчанию – «Внутренний». Рубрикатор «Тип» содержит только те значения, которым соответствуют описания накопленных в системе ИР.

Доступ к внутренним приказам по дизайн-центру осуществляется на основе профилированного доставочного интерфейса пользователя. Доставочный шаблон, используемый при формировании данного профилированного интерфейса, содержит параметры поиска: «Тип ресурса» - «Приказ», «Категория документа» - «Внутренний».

Отчеты по проекту доступны участникам проекта дизайн-центров через профилированный поисковый интерфейс. Данный интерфейс включает в себя следующие элементы: «Аудитория», «Руководитель (ответственный исполнитель)», «Направление обучения» и «Название». Элементы «Тип ресурса» и «Категория документа» в интерфейсе пользователя не отображаются, но имеют заданные по умолча-

нию значения: «Отчеты по мероприятиям» и «Внутренние».

Во внутренней области портала проекта дизайн-центра располагается вход в рабочую зону дизайн-центра, которая делится на учебный блок, Центр формирования компетенций (ЦФК), управление дизайн-центром и научный блок (Рис. 6).

Для доступа к ИР разделов «ЦФК» и «Научный блок» подключены профилированные поисковые интерфейсы, построенные с учетом всех потребностей конечных пользователей данных разделов.

6. Учебный блок системы информационного сопровождения реализации проекта

«Учебный блок» состоит из «Внедрения в учебный процесс», «ЭМИРС», «Библиотека преподавателя», «Библиотека студента». «Внедрение в учебный процесс» представляет

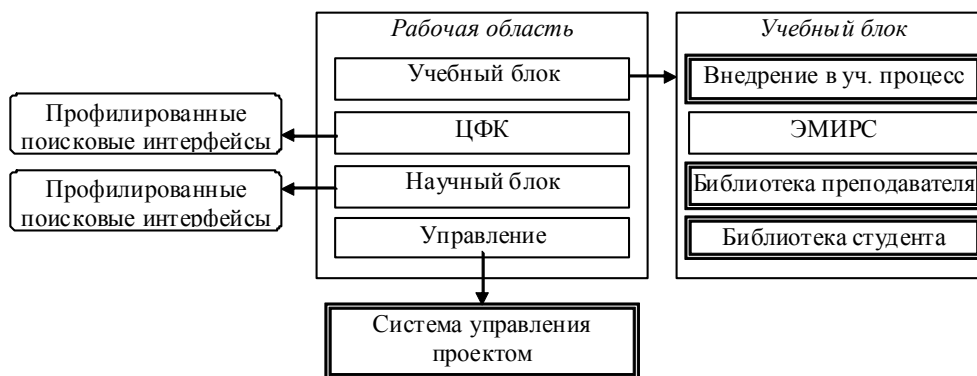


Рис. 6. Структурная схема рабочей зоны дизайн-центра

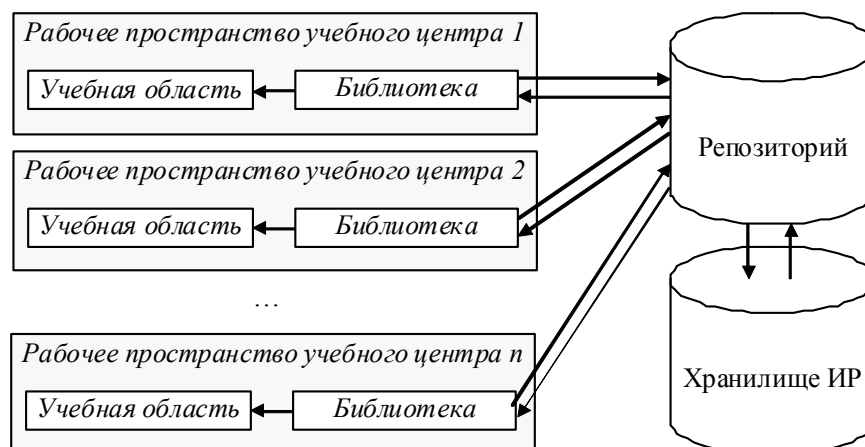


Рис. 7. Схема организации рабочего пространства учебного центра

собой вход в систему поддержки процесса обучения. Каждому учебному центру в этой системе выделено свое рабочее пространство, состоящее из учебной области и библиотеки (Рис. 7). Учебная область включает в себя функционал по работе с учебным планом, электронными модулями индивидуальной работы студентов (ЭМИРС), отправкой/получением домашних работ студентами и преподавателями и др.

Отправка и получение домашних работ студентами и преподавателями реализована через специальные профилированные интерфейсы [5]. Профилированный интерфейс студента по отправке домашних работ состоит из элементов «Название дисциплины», «Название занятия», «Тип работы», «Преподаватель». К каждому из этих элементов подключен рубрикатор. Причем, рубрикаторы «Название дисциплины», «Название занятия» и «Преподаватель» формируются в соответствии с учебным планом, который создается заранее. Таким образом, каждый студент в своем профилированном интерфейсе получает только те значения дисциплин и занятий, по которым у него на текущий момент времени запланирована отправка на проверку результатов самостоятельной работы.

Профилированный интерфейс по отправке проверенных домашних работ преподавателем состоит из элементов «Название дисциплины», «Название занятия», «Группа», «Студент», «Общие указания», «Рекомендации по исправлению ошибок», «Оценка». Аналогично профилированному интерфейсу студента, к каждому из этих элементов подключены рубрикаторы. Причем значения рубрикаторов «Название дис-

циплины» и «Название занятия» состоят только из тех наименований дисциплин, по которым преподаватель проводит занятия в текущий момент. А рубрикаторы «Группа» и «Студент» - только из тех студентов, с которыми преподаватель работает в данный момент.

Применение рубрикаторов в подобных профилированных интерфейсах позволяет не только уменьшить время отправки и получения домашних работ, но и позволяет избежать многих ошибок. Поскольку пользователю не требуется вводить данные, а предлагается выбрать уже из имеющихся.

В профилированном интерфейсе преподавателя по получению выполненных домашних работ добавлена функция «Быстрый доступ к непроверенным работам». Данная функция позволяет получать непроверенные работы по всем дисциплинам и всех студентов, адресованные данному преподавателю. Необходимость в такой функции была выявлена в результате онтологического анализа реальной практической деятельности получения контрольной работы студента преподавателем. Данная функция позволила существенно сократить временные затраты преподавателя на работу в системе при получении контрольных работ на проверку. Проведя статистические исследования действий преподавателя по получению выполненной домашней работы, было получено, что преподаватель для получения одной домашней работы одного студента в среднем делает 10 кликов (щелчков) мышью. Это – выбор пункта меню «Получение ДР», выбор значений рубрикаторов «Название дис-

циплины», «Название занятия», «Тип работы», «Группа», «Студент», нажатие кнопки «Искать», выбор работы, просмотр описания работы и ее открытие. С использованием кнопки «Быстрый доступ к непроверенным работам» для той же самой операции преподаватель совершает 5 кликов мышью: выбор пункта меню «Получение ДР», нажатие кнопки «Быстрый доступ к непроверенным работам», выбор работы, просмотр ее описания и открытие. Очевидно, что получение одной домашней работы с использованием функции «Быстрый доступ к непроверенным работам» быстрее в 2 раза. Также было проведено статистическое исследование по получению одним преподавателем n работ по d дисциплинам, z занятия, k студентам из g групп и по v типам работ. Пусть t – время одного клика мышью. С учетом того, что значения всех рубрикаторов зависят от значения рубрикатора «Название дисциплины», а значения рубрикатора «Студент» также зависят от выбранного значения в рубрикаторе «Группа» получим следующее время T_1 для проверки работ.

$$T_1 = dzvgkt + d(t + z(t + v(t + g(t + k(t + t)))))) + n(t + t + t).$$

Для выполнения той же операции, но с помощью функции быстрого доступа к непроверенным работам преподавателям потребовалось затратить время T_2 . При проведении исследования была выявлена зависимость времени поиска работ при едином поисковом запросе от количества найденных работ. Проанализировав статистические данные сервера: количество обращений пользователей, время обработки запросов и т.д., - был получен корректирующий коэффициент зависимости времени поиска от количества работ, т.е. время поиска контрольных работ увеличивается на $1,46n$, где n – количество найденных работ.

$$T_2 = t + t + n(t + t + t) + 1,46nt.$$

Для получения количественного значения отношения T_1/T_2 определены средние значения входящих в формулы коэффициентов.

$$d = 4, z = 2, v = 1, \\ g = 3, k = 60, r = 200.$$

$T_1 = 4964t$, $T_2 = 1496t$, $T_1/T_2 = 3,3$. Таким образом, использование профилированных поль-

зовательских элементов, структура которых адаптирована к терминологии проектирования микроэлектроники, позволило сократить в 3,3 раза временные затраты преподавателя на получение контрольных работ для проверки.

Работая с библиотекой, можно осуществлять загрузку ИР, их поиск, просмотр метаописаний и т.д. Информационные ресурсы, загруженные в библиотеку, могут подключаться к учебному плану и использоваться в качестве основного или дополнительного материала при изучении дисциплины студентом. Все информационные ресурсы, накапливаемые учебными центрами в процессе работы, размещаются в едином информационном хранилище (Рис. 7). Но, несмотря на это, сотрудники каждого учебного центра будут иметь доступ только к «своим» ресурсам. Такой эффект достигается путем настройки прав к элементам шаблона представления ИР и организации персональных профилированных интерфейсов пользователей для каждого сотрудника центра. Для быстрого доступа к информационным ресурсам библиотеки, как для преподавателей, так и для студентов, используются входы на странице учебного блока «Библиотека преподавателя» и «Библиотека студента» соответственно (Рис. 6).

При работе с библиотекой широко используются профилированные интерфейсы пользователей. Эти интерфейсы строятся на основе базового шаблона для представления учебных ИР, разработанного на основе онтологического анализа учебной предметной деятельности вуза. Например, для рубрикатора «Тип ресурса» (DC элемент – «type») были выбраны только те значения, которые используются в реальном учебном процессе и соответствующие им электронные версии присутствуют в библиотеке (Рис. 8, а). Важное значение имеет рубрикатор «Аудитория» (DC элемент – «audience») (Рис. 8, б), который используется для определения целевой аудитории предназначения ИР.

К разделу учебного блока «ЭМИРС» подключен доставочный профилированный интерфейс для быстрого и удобного доступа преподавателей и методистов учебного центра к организационно-распорядительным документам по созданию и использованию электронных модулей индивидуальной работы студентов, а также примерам самих модулей.

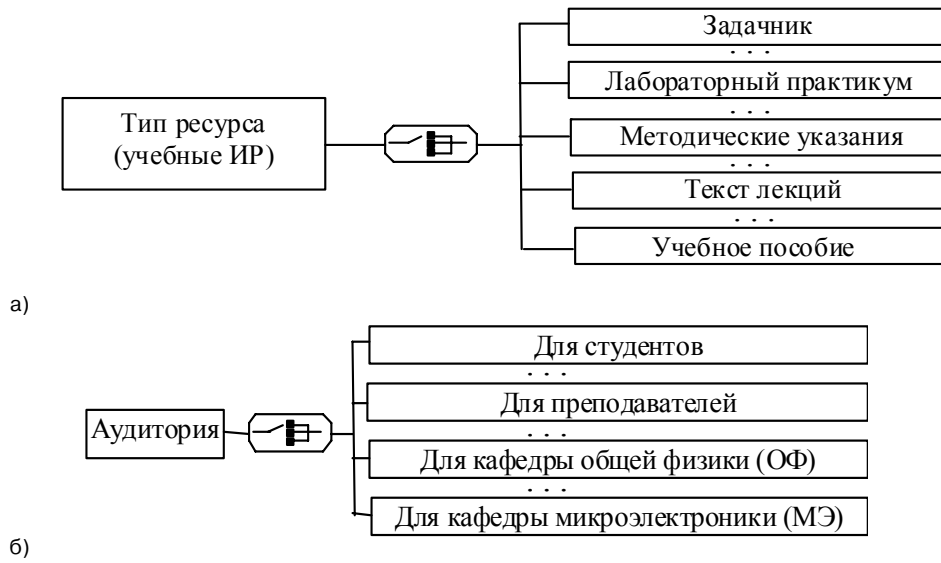


Рис. 8. Рубрикаторы базового шаблона для представления учебных ИР

7. Управление реализацией проекта дизайн-центров

Раздел «Управление проектом дизайн-центра» рабочей области представляет собой вход в информационную систему поддержки и управления реализацией проекта дизайн-центра. В результате онтологического исследования проектирования микроэлектроники, проведенного на основе анализа различных организационно-распорядительных документов по проекту, были выявлены следующие роли и группы пользователей:

1. Координационный совет проекта.
2. Дирекция проекта.
3. Руководители (ответственные исполнители) основных задач проекта.
4. Руководители (ответственные исполнители) направлений (мероприятий), выделенных в рамках основных задач проекта.
5. Участники проекта (подразделения).

В информационной системе поддержки и управление реализацией проекта дизайн-центра организовано взаимодействие пользователей (или обмен информационными ресурсами в рамках системы) (Рис. 9):

1. Пользователи группы «Координационный совет проекта» в рамках системы могут взаимодействовать между собой, а также с членами дирекции проекта.

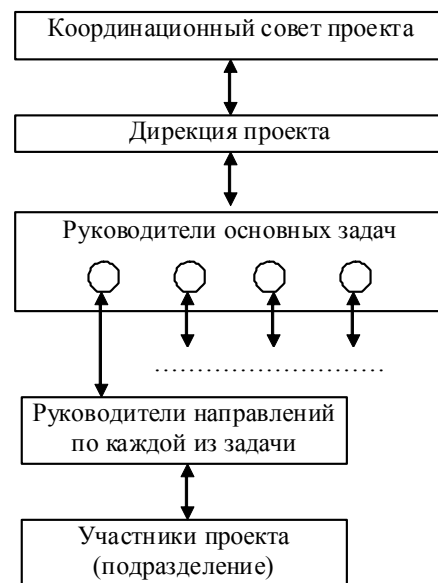


Рис. 9. Взаимодействие пользователей в рамках системы управления дизайн-центрами

2. Члены дирекции проекта обмениваются ресурсами между собой, а также с координационным советом проекта и руководителями основных задач.

3. Руководители основных задач взаимодействуют между собой, а также с членами дирекции проекта и руководителями направлений по своей задаче.

4. Руководители направлений по каждой из задач, помимо обмена ресурсами с руководителями основных задач, могут обмениваться ресурсами и с участниками проекта (сотрудниками подразделения).

5. Участники проекта передают и получают ресурсы от сотрудников своего подразделения и от руководителей своего направления.

Кроме обмена информационно-распорядительными и рабочими ИР, система подразумевает и обмен результатами работы. Обмен результатами работы основан на заданиях плана реализации проекта дизайн-центра по направлению. Такой план назначается на группу участников проекта (подразделение) и, согласно прописанным в нем заданиям (отчетным мероприятиям), участник проекта передает своему руководителю свой результат работы, который руководитель может принять или отклонить.

Каждый из участников реализации проекта дизайн центра в рамках системы управления проектом получил свой профилированный интерфейс как для загрузки/поиска организационно-распорядительных и рабочих ИР, так и для отправки/получения результатов проделанной работы. Профилированность интерфейса пользователя заключается в ограничении доступа к элементам рубрикаторов: «Руководитель (ответственный исполнитель)», «Тип», «Аудитория», «Категория документа», «Статус». Ограничение доступа производится на основе анализа конкретных задач и направления деятельности участника проекта.

8. Результаты

Применение разработанной и описанной в данной работе специализированной автоматизированной системы по информационному сопровождению центров коллективного проектирования микроэлектроники в вузе позволило существенно упростить доступ участников проекта к накапливаемым в ходе реализации ИР, а также к предоставляемым сервисам работы с системой. Благодаря адаптации элементов интерфейсов и метаописаний ИР к терминологии проекта, а также сужению информационных потоков, поступающих к участникам проекта, удалось увеличить эффективность их работы

с необходимыми ему ресурсами. В рамках системы управления проектом дизайн-центра реализована простая и удобная схема обмена информационными ресурсами между всеми участниками проекта, благодаря использованию профилированных интерфейсов пользователей. Профилированные интерфейсы пользователей также позволили быстро и эффективно получать руководителями задач и направлений результаты проделанной работы в виде отчетов от участников реализации проекта.

Объединение в одной системе организационного, управляющего и обучающего блоков позволило повысить не только эффективность работы участников проекта, но и их мотивацию по использованию новой информационной системы.

9. Обсуждение

Текущая мировая ситуация с коронавирусом подталкивает к удаленному взаимодействию участников образовательного процесса. Это необходимо учитывать при разработке информационной системы сопровождения реализации образовательного процесса специалистов проектирования микроэлектроники. Стоит предусмотреть отдельный функциональный блок, обладающий основными возможностями социальной сети: обмен личными сообщениями, создание сообществ, организация дискуссий и конференций. Это позволит создать условия для коммуникации участников образовательного процесса в единой среде. Поскольку использование различных мессенджеров, средств онлайн-связи, социальных сетей и электронной почты требует дополнительных усилий по структуризации, классификации и обработки поступающей информации.

10. Выводы

Использование специализированной автоматизированной системы для автоматизации процессов центров коллективного проектирования микроэлектроники позволит повысить эффективность обучения специалистов в области проектирования электроники за счет интеграции и внедрения в учебный процесс ресурсов, опыта и готовых проектов в области разработки и изготовления ЭКБ, печатных плат, фототаб-

лонов, элементов и изделий радиоэлектронной аппаратуры, прототипирования со стороны вендоров, партнеров, заказчиков, групп ученых на базе дизайн-центров проектирования микроэлектроники. Кроме этого, организация взаимодействия в системе между всеми участниками проекта позволит развить и усилить горизонтальные связи между ними.

Литература

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17.01.2020г. №20р «Стратегия развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 г.».
2. Шевнина Ю.С. Метод адаптации интерфейсов пользователей на терминологию предметной области в системах формирования и использования распределенных гетерогенных информационных ресурсов // Наука и образование. – М.: МГТУ им. Баумана, 2010. – № 1. –№ гос. регистрации 0420700025. – ISSN 1994-0408 (2010).
3. Шевнина Ю.С. Моделирование пользовательских интерфейсов в системах формирования и использования распределенных гетерогенных информационных ресурсов // Актуальные инновационные исследования: наука и практика. – Тамбов.: ТГУ им. Г.П. Державина, 2010. - №1. eISSN: 2075-9843. (2010).
1. Shevnina, Yu.S., Sokolova, N.Yu., Kyaw Zaw Ye. Organization of Remote Interaction Between Lecturer and Student During Completion of Study Assignment// Proceedings of the 2021 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, EIConRus 2021, стр. 2076-2080. DOI: 10.1109/EIConRus51938.2021.9396197 (2021).
2. Tsirlin, A., Gagarina, L. Finite-time thermodynamics in economics // Entropy, 2020, 22(8), 891 <https://doi.org/10.3390/e22080891> (2020).
3. DCM I Metadata Terms [Electronic resource]. - <http://dublincore.org/documents/dcmi-terms/>
4. Акоф Р. Л., Сасиени М. Основы исследования операций / Пер. с англ. М.: «Мир», 1971. — 536 с.
5. Богданов А. А. Тектология: Всеобщая организационная наука. Редколлегия В. В. Попков (отв. ред.) и др. Сост., предисловие и комментарии Г. Д. Гловели. Послесловие В. В. Попкова. — М.: «Финансы», 2003, С. 287.
6. Уёмов А. И. Л. фон Бергаланфи. Параметрическая общая теория систем. В кн.: Системный подход в современной науке. — М.: «Прогресс-Традиция», 2004. — 560 с., С. 37—52.
7. Хорошев А. Н. Введение в управление проектированием механических систем: Учебное пособие. - Белгород, 1999. - 372 с. - ISBN 5-217-00016-3. Электронная версия 2011 г.
8. Самарский, А.А. Математические модели. Идеи. Методы. Примеры [Текст] / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. – Изд. 2-е, испр. М.: Физматлит, 2002.
9. Мединцева, И. П. Компетентный подход в образовании / И. П. Мединцева. – [Текст]: Педагогическое мастерство: материалы II Междунар. науч. конф. (г. Москва, декабрь 2012 г.). - Москва: Буки-Веди, 2012. - URL: <https://moluch.ru/conf/ped/archive/65/3148/> (дата обращения: 23.07.2021).

Шевнина Юлия Сергеевна. Национальный исследовательский университет МИЭТ, г. Москва, г. Зеленоград, Россия. Доцент Института системной и программной инженерии и информационных технологий, кандидат технических наук. Количество печатных работ: 26. Область научных интересов: информационные системы и технологии, нелинейная динамика, теория хаоса. E-mail: yusm@rambler.ru (ответственный за переписку).

Гагарина Лариса Геннадьевна. Национальный исследовательский университет МИЭТ, г. Москва, г. Зеленоград, Россия. Директор Института системной и программной инженерии и информационных технологий, доктор технических наук, профессор. Количество печатных работ: 132. Область научных интересов: информационные системы и технологии, нелинейная динамика, теория хаоса.

Approaches to Process Automation of Collective Design Centers for Microelectronics

Ju. S. Shevnina, L. G. Gagarina

National Research University of Electronic Technology, Moscow, Zelenograd, Russia

Abstract. The article describes approaches to the automation of processes of collective design centers for microelectronics. The processes of training specialists and creating a personnel reserve in the field of microelectronics are subject to automation. increasing the efficiency of training specialists in the field of electronics design by integrating and introducing resources, experience and ready-made projects in the development and manufacture of electronic components, printed circuit boards, photo-

masks, elements and products of electronic equipment into the educational process, prototyping by vendors, partners, customers, groups scientists on the basis of design centers for the design of microelectronics.

Keywords: collective design center, design center, competencies, personnel reserve.

DOI 10.14357/20718632210402

References

1. Order of the Government of the Russian Federation dated January 17, 2020. №20p "Strategy for the development of the electronic industry of the Russian Federation for the period up to 2030".
2. Shevnina Yu.S. The method of adaptation of user interfaces to the terminology of the subject area in the systems for the formation and use of distributed heterogeneous information resources // Science and Education. - M.: MG TU im. Bauman, 2010. - № 1. -№ state. registration 0420700025. - ISSN 1994-0408 (2010).
3. Shevnina Yu.S. Modeling of user interfaces in systems for the formation and use of distributed heterogeneous information resources // Actual innovative research: science and practice. - Tambov .: TSU im. G.R. Derzhavin, 2010. - No. 1. eISSN: 2075-9843. (2010).
4. Shevnina, Yu.S., Sokolova, N. Yu., Kyaw Zaw Ye. Organization of Remote Interaction Between Lecturer and Student During Completion of Study Assignment // Proceedings of the 2021 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, EIconRus 2021, pp. 2076-2080. DOI: 10.1109 / EIconRus51938.2021.9396197 (2021).
5. Tsirlin, A., Gagarina, L. Finite-time thermodynamics in economics // Entropy, 2020, 22 (8), 891 <https://doi.org/10.3390/e22080891> (2020).
6. DCMI Metadata Terms [Electronic resource]. <http://dublincore.org/documents/dcmi-terms/>
7. Akof RL, Sasieni M. Fundamentals of Operations Research / Per. from English M .: "Mir", 1971. - 536 p.
8. Bogdanov A. A. Tectology: General organizational science. Editorial board V.V. Popkov (editor-in-chief) and others. Compiled, preface and comments by GD Gloveli. Afterword by V.V. Popkov. - M .: "Finance", 2003, S. 287.
9. Uyomov A. I. L. von Bertalanffy. Parametric general systems theory. In the book: A systematic approach in modern science. - M .: "Progress-Tradition", 2004. - 560 p., Pp. 37-52.
10. Horoshev AN Introduction to the design management of mechanical systems: Textbook. - Belgorod, 1999. -- 372 p. - ISBN 5-217-00016-3. Electronic version 2011
11. Samarsky, A.A. Mathematical models. Ideas. Methods. Examples [Text] / A.A. Samarsky, A.P. Mikhailov. - Ed. 2nd, rev. M.: Fizmatlit, 2002.

Shevnina J. S. National Research University MIET, Moscow, Zelenograd, Russia. Associate Professor at the Institute of System and Software Engineering and Information Technologies, Candidate of Technical Sciences. Number of publications: 26. Research interests: information systems and technologies, nonlinear dynamics, chaos theory. E-mail: yusm@rambler.ru (responsible for correspondence).

Gagarina L. G. National Research University MIET, Moscow, Zelenograd, Russia. Director of the Institute for System and Software Engineering and Information Technologies, Doctor of Technical Sciences, Professor. Number of publications: 132. Research interests: information systems and technologies, nonlinear dynamics, chaos theory.