

Реализация базовых механизмов платформы развития цифровых навыков и их применение в конструировании семантики типовых ролей кибербезопасности на основе стандарта SFIA

О. С. Белякова

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», г. Москва, Российская Федерация

Адрес: 119991, Российская Федерация, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1
osbelyakova@yandex.ru

Аннотация

В связи с цифровизацией большинства сфер человеческой деятельности особенно остро стал вопрос массового обучения ИТ-специалистов. Актуальной прикладной проблемой становится создание цифровой платформы, позволяющей организациям в режиме реального времени сообщать о потребности в специалистах, а ВУзам реагировать на соответствующие требования и корректировать текущую программу обучения. В статье описан процесс выбора современной методологической базы для платформы развития цифровых навыков. Разработка ядра платформы становится первым шагом на пути её создания. В статье приводится пример, как при помощи навыко-ориентированного подхода исследуются профили кибербезопасности. Рассматривается применение системы управления навыками при проведении такого исследования.

Ключевые слова: кибербезопасность, информационная безопасность, цифровые навыки, платформа развития цифровых навыков, стандарт SFIA, аппарат управления навыками, ядро платформы развития цифровых навыков

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Белякова О. С. Реализация базовых механизмов платформы развития цифровых навыков и их применение в конструировании семантики типовых ролей кибербезопасности на основе стандарта SFIA // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2021. Т. 17, № 4. С. 932-942. doi: <https://doi.org/10.25559/SITITO.17.202104.932-942>

© Белякова О. С., 2021



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.



Implementation of the Basic Mechanisms of the Digital Skills Development Platform and Their Application in Constructing the Semantics of Typical Cybersecurity Roles Based on the SFIA Standard

O. S. Belyakova

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation
Address: 1 Leninskie gory, Moscow 119991, GSP-1, Russian Federation
osbelyakova@yandex.ru

Abstract

Today, the issue of mass training of IT specialists is particularly acute in connection with the digitalization of most areas of human activity. An urgent applied problem is the creation of a digital platform enabling organizations to report their specialist needs in real time, and universities to respond to relevant requirements and adjust the current training program. The article describes the process of choosing a modern methodological framework for a digital skills development platform. Development of the core of the platform becomes the first step towards its creation. The article provides an example of the study of cybersecurity profiles using a skill-based approach. The application of the skills management system in conducting such a study is considered.

Keywords: cybersecurity, information security, digital skills, digital skills development platform, SFIA standard, skills management apparatus, digital skills development platform core

The author declares no conflict of interest.

For citation: Belyakova O.S. Implementation of the Basic Mechanisms of the Digital Skills Development Platform and Their Application in Constructing the Semantics of Typical Cybersecurity Roles Based on the SFIA Standard. *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie = Modern Information Technologies and IT-Education*. 2021; 17(4):932-942. doi: <https://doi.org/10.25559/SITI-T0.17.202104.932-942>



Введение

Сегодня происходит внедрение современных цифровых технологий в различные сферы нашей жизни. Глобальный процесс цифровизации затрагивает промышленность, экономику, культуру. В том числе, под его влияние попадают наука и образование. Актуальность задачи массовой подготовки специалистов в области информационных технологий и создания образовательных технологий, направленных на выявление и развитие востребованных ИТ-навыков, обсуждалась на Министерской конференции в Канкуне, где была принята Декларация Министров «О цифровой экономике: инновации, рост и социальное благополучие»¹ [1].

Как следствие появилась прикладная задача создания платформы развития цифровых навыков [2]. Цель такой платформы – создание условий для того, чтобы все люди имели навыки, необходимые для участия в цифровой экономике. Достичь поставленной цели можно обучив людей тем ИТ-навыкам, которые сегодня по-настоящему востребованы на рынке труда. Навык в данном случае – это профессиональное владение конкретными знаниями, определенной технологией [3].

Таким образом, платформа развития цифровых навыков должна поддерживать взаимодействие нескольких заинтересованных сторон. ВУЗы, студенты и организации-работодатели являются основными целевыми пользователями такой системы:

- **Образовательные учреждения предоставляют обучающие курсы**, направленные на освоение одного или нескольких навыков. Составление учебных программ, ориентированных на получение действительно востребованных навыков, поможет повысить эффективность образовательного процесса в ВУЗе.
- **Работодатели получают возможность отобразить вакансии в список навыков**. Это, в свою очередь, определит самые востребованные в наше время навыки. Для повышения квалификации сотрудника станет достаточным завести для него заявку на участие в нескольких курсах изучения нужных навыков и отследить успешность их прохождения.
- **Студенты смогут выбирать программы обучения тем навыкам, овладение которыми они считают наиболее перспективным для своей будущей жизни**.

Примером такой системы является платформа развития навыков с участием работодателя (ПНР), которая входит в состав базовых платформ «Академии ОИТ» [4].

ПНР является площадкой для взаимодействия с организациями-работодателями и предназначена для формирования баз данных востребованных навыков, поддержки онлайн стажировок и онлайн практик с участием работодателей, а также для продвижения информации о компаниях ИТ-отрасли и их предложениях по вопросам трудоустройства.

Эта платформа содержит следующие подсистемы:

- подсистема взаимодействия с партнерами;
- подсистема взаимодействия с учащимися;
- подсистема реализации онлайн стажировок и онлайн практик с участием работодателей;

- подсистема управления информационной базой спецификаций цифровых навыков;
- подсистема анализа мониторинга, статистики и аудита;
- подсистема управления доступом к информационной базе платформы;
- подсистема поддержки информационной политики и рекламы.

Предполагается, что платформа развития цифровых навыков состоит из нескольких подсистем-микросервисов, каждый из которых отвечает за использование системы одним из перечисленных участников и имеет свою определенную направленность. При этом все подсистемы объединяет необходимость производить операции над навыками.

Функциональность платформы должна включать в себя операцию профилирования цифровых навыков. В статье приводится метод составления роли для ИТ-кадров с помощью реализованного функционала ядра. Приведен пример создания и исследования существующего профессионального профиля кибербезопасности. В данном контексте под «исследованием» подразумевается анализ существующих востребованных вакансий по направлению кибербезопасность и создание с помощью системы управления навыками соответствующих профилей.

Система управления навыками

Добавочной, но играющей фундаментальную роль системой платформы становится аппарат управления навыками. Функциональность системы включает в себя осуществление таких операций над навыками, как объединение в Роли, агрегация в Метанавыки (множества), а также выполнение различных действий над полученными сущностями. Такой аппарат ложится в основу платформы, так как обеспечивает связь между микросервисами и удовлетворяет необходимостью оперировать навыками. Обозначим систему, отвечающую за управление навыками, как «систему управления навыками» или «ядро» платформы развития навыков (Рис. 1).



Р и с. 1. Схема базовой модели платформы управления навыками

F i g. 1. Diagram of the basic model of a skills management platform

¹ Ministerial Declaration on the Digital Economy: Innovation, Growth and Social Prosperity (Cancún Declaration) [Электронный ресурс] // Organisation for Economic Co-Operation and Development. Paris: OECD Publishing, 2016. 5 p. URL: <https://www.oecd.org/sti/ieconomy/Digital-Economy-Ministerial-Declaration-2016.pdf> (дата обращения: 25.09.2021).



Нужно заметить, что в основе ядра платформы должна лежать востребованная модель работы с навыками, поэтому в качестве базы такой системы нужно выбрать актуальную модель цифровых ИТ-навыков. Сегодня одним из ведущих стандартов описания и структурирования навыков является фреймворк SFIA [5], [6]. Одним из его преимуществ перед другими стандартами является регулярное обновление: последняя версия фреймворка – SFIA 8 – вышла в сентябре этого года².

В книге В. А. Сухомлина «Система развития цифровых навыков ВМК МГУ & Базальт СПО»³ вводится понятие SV-вектора, которое позволяет представить навык системы SFIA в виде линейной структуры. Объект этой модели – SV-вектор – ложится в основу реализации функциональности ядра платформы.

Алгебра SV-векторов как модель пространства навыков и операций над ними

Среди известных современных систем стандартизации навыков – Skills Framework for the Information Age (SFIA), European e-Competence Framework (e-CF)⁴ и i Competency Dictionary (iCD)⁵ – стандарт SFIA был выбран как наиболее подходящий в качестве базы проекта [7], [8]. Сравнительный анализ этих систем стандартов приведен в работе⁶. Результат исследования показывает, что SFIA имеет простую структуру и допускает возможность соотнести свои навыки с элементами других упомянутых систем⁷. По этой причине, в качестве методологической основы ядра платформы выбран стандарт SFIA, а именно его версия SFIA7, которая была актуальна во время разработки ядра платформы⁸.

Модель SFIA представляет собой наднациональный инструмент для описания и управления компетенциями специалистов в 21 веке. Она принадлежит и управляется Фондом SFIA – консорциумом, созданным в июле 2003 года Институтом инжиниринга и технологий (Institution of Engineering and Technology, IET), Институтом менеджмента информационных систем (Institute for the Management of Information Systems, IMIS), Центром электронных навыков Великобритании (e-skills UK) и Британским компьютерным обществом (British Computer Society, BCS) [9].

Рассмотрим понятие SV-вектора, предложенное В. А. Сухомлиным⁹. Структура SV-вектора, предложенная в книге, содержит

около двадцати полей описания. В работе разобрана упрощенная модель, состоящая из пяти основных полей. В дальнейшем, при реализации подсистем платформы, описание SV-вектора можно расширить.

SV-вектором названа линейная структура, представленная на Рис. 2. Данная конструкция SV-вектора соответствует структуре навыков стандарта SFIA.

ИМЯ	Блок идентификации навыка
КОД	Код навыка
НАЗНАЧЕНИЕ	Определение области применения, назначения и общей функциональности навыка
КОМПЕТЕНТНОСТЬ	Уровень владения навыком
НАВЫКИ УРОВНЯ	Описание семантики навыка, соответствующей уровню

Р и с. 2. Поля SV-вектора

Fig. 2. SV vector fields

Вводится операция профилирования SV-векторов. Результатом операции является SV-вектор, поля которого задаются следующим образом:

1. КОД: задаётся вручную;
2. ИМЯ: задаётся вручную, если не существует навыка, с КОДом, задаваемым в п.1; иначе – присваивается ИМЯ существующего навыка с равным КОДом;
3. НАЗНАЧЕНИЕ: задаётся вручную, если не существует навыка, с КОДом, задаваемым в п.1; иначе – присваивается НАЗНАЧЕНИЕ существующего навыка с равным КОДом;
4. КОМПЕТЕНТНОСТЬ: выбирается максимальное значение среди КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ навыков-слагаемых;
5. НАВЫКИ УРОВНЯ: является конкатенацией значений полей НАВЫКИ УРОВНЯ слагаемых.

Таким образом, операция профилирования предоставляет возможность создавать новые SV-векторы на основе существующих. При разработке системы реализация такой операции позволит создавать так называемые пользовательские навыки, отличные от стандартных навыков фреймворка SFIA, выбранных в качестве базовых¹⁰.

Введём понятие метанавыка. Метанавык представляется в виде линейной структуры, как показано на Рис. 3.

² SFIA. Version 8 [Электронный ресурс] // SFIA Foundation, 2021. URL: <https://sfia-online.org/ru> (дата обращения: 25.09.2021).

³ Система развития цифровых навыков ВМК МГУ & Базальт СПО: Методика классификации и описания требований к сотрудникам и содержанию образовательных программ в сфере информационных технологий / В. А. Сухомлин, Е. В. Зубарева, Д. Е. Намиот, А. В. Якушин. М.: МАКС Пресс, 2021. 184 с. doi: <https://doi.org/10.29003/m2575.978-5-317-06336-8>

⁴ e-Competence Framework (e-CF) 4.0. A common European Framework for ICT Professionals in all sectors – Part 1: Framework. CEN, 2020 [Электронный ресурс]. URL: <https://itprofessionalism.org/about-it-professionalism/competences/the-e-competence-framework> (дата обращения: 25.09.2021).

⁵ IPA: IT Human Resources Development: i Competency Dictionary [Электронный ресурс] // Information-technology Promotion Agency, Japan, 2021. URL: <https://www.ipa.go.jp/english/humandev/icd.html> (дата обращения: 25.09.2021).

⁶ Сухомлин В. А. Кто такой ИТ-профессионал и как его готовить // Актуальные проблемы реализации электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Научные чтения. Книга I. М.: Изд-во СГУ, 2015. С.80-99.

⁷ Seward I. SFIA – e-CF Comparison & Mapping Review. Ver. V1.0. BCS, 2016 [Электронный ресурс]. URL: <https://sfia-online.org/en/tools-and-resources/collaborations/sfia-ad-e-cf> (дата обращения: 25.09.2021).

⁸ Вольпян Н. Обзор Европейских стандартов ИКТ-компетенций [Электронный ресурс] // Information Management. 2013. № 07. С. 30-35. URL: http://itclubvolgda.ru/sites/default/files/news/attachment/european_ict-skills_information_management_no7_2013.pdf (дата обращения: 25.09.2021).

⁹ Там же. С. 53-62.

¹⁰ Nai Fovino I., Neisse R., Hernandez Ramos J., Polemi N., Ruzzante G., Figwer M., Lazari A. A Proposal for a European Cybersecurity Taxonomy. JRC Technical reports. EUR 29868 EN. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019. doi: <https://doi.org/10.2760/106002>



ИМЯ	Блок идентификации метанавыка
КОД	Код метанавыка
ОПИСАНИЕ	Определение области применения, назначения и общей функциональности метанавыка
НАВЫКИ-КОМПОНЕНТЫ	Входящие в метанавык SV-вектора или метанавыки

Р и с. 3. Поля метанавыка

Fig. 3. Metaskill fields

Таким образом, метанавык представляет из себя множество SV-векторов или метанавыков. Над метанавыками вводятся операции, характерные для работы с множествами: пересечение, объединение, разность и дополнение.

Эти операции понадобятся для реализации работы с навыками, в том числе для составления иерархических структур организаций. Для разработки алгоритмическая реализация таких операций по построению обеспечивает замкнутость.

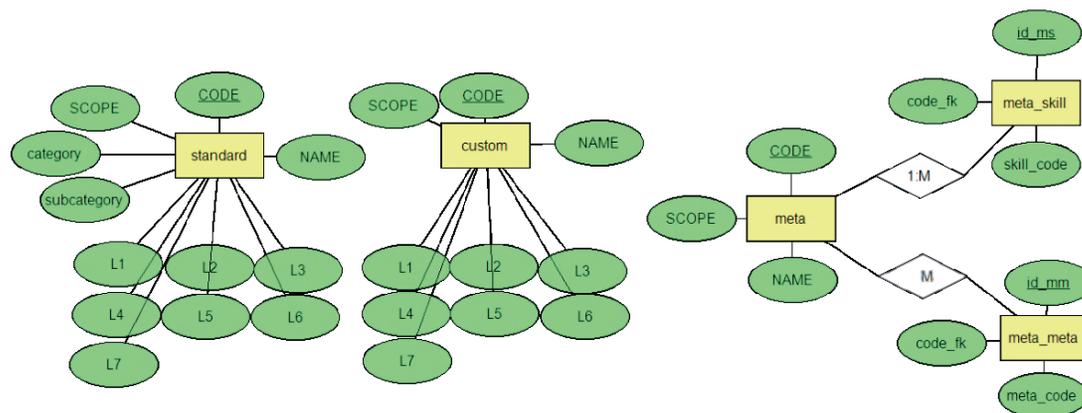
Создание базы данных SV-векторов

Взаимодействие ядра с подсистемами происходит через глобальную сеть, посредством существующих протоколов связи. Реализованное в виде сервера, ядро принимает запросы от подсистем-клиентов и, в зависимости от вида запроса, оперирует над некоторыми данными и/или возвращает их. В связи с этим необходимым условием становится создание базы данных SV-векторов, хранящей информацию о текущих навыках. При создании базы данных навыков SV-векторов ориентиром становится модель описания навыков фреймворка SFIA.

Навык SFIA содержит следующие поля:

1. CODE – уникальный код навыка,
2. NAME – имя навыка,
3. SCOPE – общее описание навыка,
4. L1-L7 – описание уровней ответственности навыка.

Атрибуты первой таблицы-сущности базы данных – *standard*, – соответствуют полям описания навыка, введенным в фреймворке. Также добавлены атрибуты, указывающие принадлежность навыка к той или иной категории и субкатегории. Деление на категории и субкатегории производится в соответствии с классификацией, предложенной SFIA. Первичным ключом данной таблицы является атрибут CODE, содержащий уникальный код навыка SFIA7 (Рис. 4).



Р и с. 4. ER-модель базы данных системы управления навыками

Fig. 4. ER database model of the skills management system

В базу данных входят пять сущностей:

- *standard*, содержащая фиксированные описания навыков (назовем их стандартными) текущей версии фреймворка SFIA,
- *custom*, содержащая данные о пользовательских навыках,
- *meta*, содержащая данные о метанавыках,
- *meta_skill*, содержащая данные о входящих в метанавык стандартных/пользовательских навыков,
- *meta_meta*, содержащая данные входящих в метанавык метанавыков.

Таким образом, сервер реализует действия над навыками и метанавыками и обновляет данные БД SV-векторов.

Для добавления начальных данных – информации об унифицированных навыках стандарта SFIA – написаны программы

на языке программирования Python. Наличие инструмента добавления данных в базу дает возможность быстрого обновления описания навыков стандарта при появлении новой версии фреймворка. Таким образом, информация о навыках нового стандарта SFIA – SFIA8, который вышел в сентябре этого года, будет обновлена в базе без лишних трудозатрат.

Разработка и реализация ядра платформ

Функции, реализованные при разработке сервера, изменяют или создают стандартные, пользовательские навыки и метанавыки, информация о которых хранится в базе данных



SV-векторов. Подсистема-клиент отправляет ядру-серверу запрос на выполнение некоторых действий над навыками. Сервер отправляет запрос к базе данных, получает информацию о текущем состоянии навыков или метанавыков. Затем производит необходимые операции над ними, обновленный результат записывает в соответствующие сущности базы и/или отправляется в качестве ответа на запрос клиента.

Реализована операция профилирования над SV-векторами для стандартных и пользовательских навыков. Как было указано ранее, результатом такой операции над SV-векторами является новый SV-вектор.

Стандартные и пользовательские навыки имеют одинаковую структуру. При этом описание стандартных навыков не может быть изменено, но их можно использовать в качестве операндов операции профилирования. Возможность создавать новые пользовательские навыки из существующих пользовательских и стандартных значительно расширяет возможности инструмента, позволяя создавать уникальные навыки.

Операции над пользовательскими навыками, реализованные в ядре:

1. добавление нового пользовательского навыка (кода),
2. изменение пользовательского описания по уровню,
3. изменение пользовательского имени,
4. изменение пользовательского описания,
5. сложение стандартных,
6. сложение стандартного с пользовательским,
7. сложение пользовательских,
8. удаление пользовательского кода,
9. удаление пользовательского уровня, но не кода.

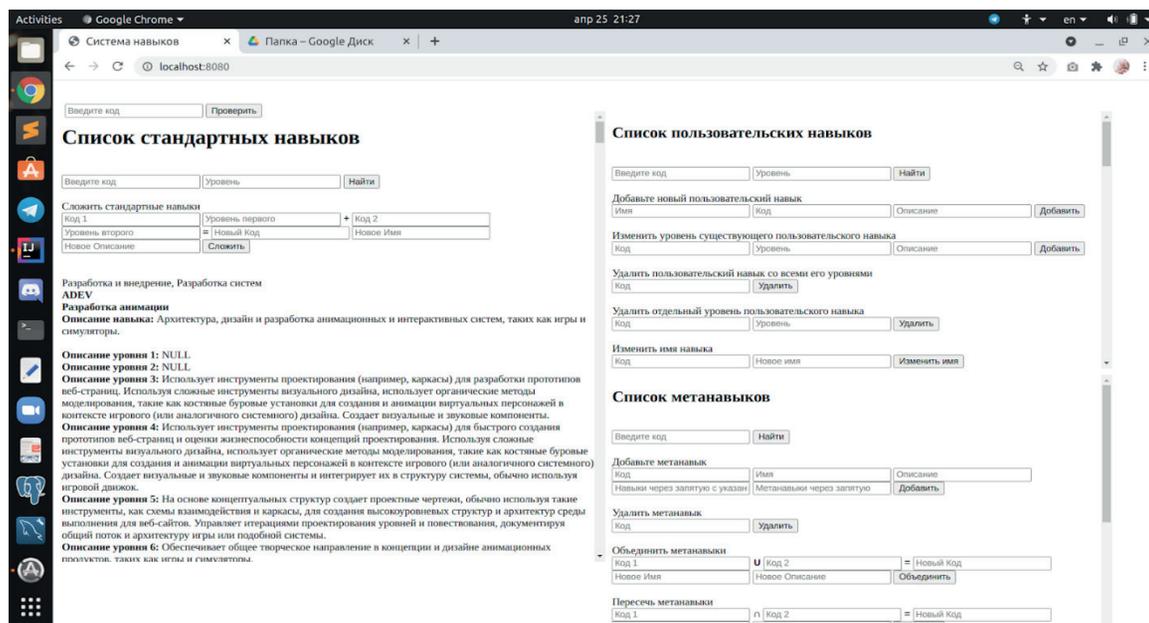
Результатом этих операций является пользовательский навык.

Операции над третьей сущностью – метанавыками – проводятся в соответствии с введенными операциями алгебраической системы SV-векторов. Реализованы следующие операции:

1. добавление метанавыка;
2. объединение метанавыков;
3. пересечение метанавыков;
4. дополнение метанавыков;
5. удаление метанавыка.

Реализация системы управления навыками на основе алгебраической системы SV-векторов предполагает, что сущность метанавыки описывает и Роли, и Метанавыки. Причем метанавык, соответствующий Роли, включает в себя только навыки. Метанавык, соответствующий Метанавыку включает в себя только метанавыки. Это не ограничивает возможностей работы с метанавыками.

Ядро системы управления навыками написано на объектно-ориентированном языке программирования Java с использованием фреймворка с открытым исходным кодом – Spring. Выбор REST API сервиса в качестве архитектурного стиля разработки гарантирует прозрачность взаимодействия ядра с подсистемами. Реализация в ядре всех введенных операций над SV-векторами, делает его мощным инструментом работы с навыками. Для демонстрации функциональности был создан интерфейс ядра системы, представленный на Рис. 5. Он позволяет отправлять запросы серверу, принимая параметры из форм. Также с его помощью пользователь может просмотреть справочник навыков стандарта SFIA7.



Р и с. 5. Интерфейс системы управления навыками

F i g. 5. Skill Management System Interface



Исследование профессиональных профилей кибербезопасности с помощью навыко-ориентированного подхода

Рассмотрим пример исследования профиля кибербезопасности с помощью навыко-ориентированного подхода, используя функциональность ядра цифровой платформы управления навыками. Таким образом, наглядно демонстрируется работа системы посредством взаимодействия с пользовательским интерфейсом.

Применив аппарат навыков для исследования одного из профилей кибербезопасности, получим описание роли, составленной из навыков стандарта SFIA7.

Рассмотрим описание вакансии, предоставленное представителем ПАО «Сбербанк России» (см. Рис. 6.) Это описание профессионального профиля «Специалист по защите периметра».

Вебзащита, прикладная защита, сетевая безопасность

Junior (старший инженер), 8

1. Высшее техническое образование
2. OSI
3. TCP/IP
4. Теоретические основы построения сетей (CCNA)
5. Основы администрирования ОС (win, linux)
6. MSE Cisco

Middle (ведущий инженер), 9

1. +практический опыт
2. +виртуализация (MSX, VMware)
3. +автоматизация bash, python прочитать
4. Cisco, Juniper, Huawei, Palo Alto, Fortinet, McAfee, Arbor, VIV DPI, F5 WAF, Imperva Radware, VPN ГОСТ (ФПСУ Омикон, ViPnet Координатор, Континент)
5. Английский: чтение технической документации

Senior (главный инженер), 10

1. +автоматизация bash, python написать
2. +знание архитектуры
3. +внедрение
4. +Английский: навыки общения

Master, 11

1. +soft skills

Р и с. 6. Описание вакансии профессионального профиля «Специалист по защите периметра»

Fig.6. Description of the vacancy of the professional profile "Perimeter Protection Specialist"

Подходящие навыки стандарта SFIA определяются посредством анализа существующих навыков фреймворка. Для подбора использован интерфейс, демонстрирующий работу ядра платформы. Разбиение навыков на категории и подкатегории, учтенное в фреймворке SFIA, упрощает поиск.

Таким образом, составлен список уровней навыков стандарта, относящихся к каждой отдельной роли вакансии. Описание навыков стандарта SFIA7, входящих в профиль «Специалист по защите периметра», представлено в Таблице 1.

Описание уровней навыков довольно громоздко, поэтому не приведено здесь. Ознакомиться с содержанием уровней можно с помощью системы управления навыками, воспользовавшись реализованной в ядре функцией поиска требуемого навыка по коду и уровню, или на официальном сайте фреймворка SFIA.

Таблица 1. Описание навыков стандарта SFIA7, входящих в профиль «Специалист по защите периметра»

Table 1. Description of the SFIA7 skills included in the profile "Perimeter Security Specialist"

Роль	Навыки SFIA7
Junior: Старший инженер	DATM(L3) NTDS(L5) SCTY(L4) INAS(L5) DBAD(L3) NTAS(L3)
Middle: Ведущий инженер	RESD(L4) ITOP(L4) SFAS(L5) DATM(L3) NTDS(L5) SCTY(L4) INAS(L5) DBAD(L3) NTAS(L3)
Senior: Главный инженер	ORDI(L5) PROG(L5) RESD(L6) DATM(L3) ITOP(L4) NTDS(L5) SCTY(L4) INAS(L5) DBAD(L3) NTAS(L3) SFAS(L5)
Master: Мастер	OCDV(L6) IRMG(L6) SCAD(L6) ITOP(L4) SFAS(L5) DATM(L3) NTDS(L5) SCTY(L4) INAS(L5) DBAD(L3) NTAS(L3) ORDI(L5) PROG(L5) RESD(L6)

Создание данных ролей через систему управления навыками происходит по следующему сценарию:

1. Пользователь выбирает подходящие навыки с конкретизацией уровня навыка, просматривая с помощью интерфейса системы справочник навыков стандарта SFIA7;
2. Выбранные навыки пользователь перечисляет в качестве операндов операции создания метанавыка;
3. С помощью интерфейса пользователь отправляет запрос на создание нового метанавыка ядру платформы.

Роль «Middle: Ведущий инженер» включает в себя навыки Роли «Junior: Старший инженер». Система управления навыками позволяет объединять метанавыки, поэтому рациональным подходом станет создание метанавыка «Junior: Старший инженер» и еще одного метанавыка, состоящего из навыков RESD(L4), ITOP(L4), SFAS(L5). Их объединением является метанавык, соответствующий Роли «Middle: Ведущий инженер». Таким же образом с помощью интерфейса системы управления навыками можно составить Роли «Senior: Главный инженер» и «Master: Мастер».

Данный пример демонстрирует часть функциональности реализованной системы управления навыками. Но, как упоминалось раньше, такая система служит ядром платформы развития навыков, а значит предоставляет свои ресурсы другим подсистемам платформы.

Важно отметить, что среди навыков стандарта SFIA есть те, которые относятся непосредственно к кибербезопасности, а также косвенно касаются этой области. В книге «Модель цифровых навыков кибербезопасности»¹¹ проанализировано, насколько полно методические инструменты системы образования соответствуют подготовке цифровых навыков стандарта, относящихся к кибербезопасности.

¹¹ Модель цифровых навыков кибербезопасности / В. А. Сухомлин, О. С. Белякова, А. С. Климина, М. С. Полянская, А. А. Русанов. М.: Фонд «Лига интернет-медиа», 2021. 294 с. doi: <https://doi.org/10.25559/e3858-3795-1033-h>



Каждому цифровому навыку, относящемуся к кибербезопасности, сопоставлен набор знаний и умений куррикулума Computer Science 2013 (CS2013). Куррикулум содержит специальный домен, выделенный для обучения вопросам кибербезопасности – «Information Assurance and Security» (IAS – Информационное обеспечение и информационная безопасность)¹². Параллельно с исследованием стандарта куррикулума CS2013 был проведен анализ стандарта куррикулума безопасности Curriculum Guidelines for Post-Secondary Degree Programs in Cybersecurity (CSEC2017)¹³. Два этих свода знаний – основные кандидаты на роль методической основы для разработки университетских программ подготовки профессиональных кадров по кибербезопасности/информационной безопасности [10-21]. Подробный анализ-сопоставление знаний/умений куррикулумов с навыками SFIA, относящимися к кибербезопасности, показал следующие результаты [22]:

- Оба куррикулума предлагают тщательно разработанные объемы знаний по кибербезопасности, охватывающие значительную часть материала, необходимого для обучения по данной дисциплине,
- Оба куррикулума не полностью покрывают требуемые навыками кибербезопасности знания и умения.

Таким образом, можем проследить, что современные программы обучения не гарантируют полного овладения востребованными навыками. Значит, требуется их обновление и корректировка. Принятие цифровых навыков стандарта SFIA в качестве ориентира при создании куррикулума обеспечит актуальность учебных программ. Работа над таким сводом знаний ведется в настоящее время [23], [24].

Создание платформы развития навыков, а именно её подсистемы взаимодействия с учащимися, предоставит возможность составлять актуальные учебные программы и вследствие чего обучать востребованных специалистов [25].

Заключение

В связи с цифровизацией большинства сфер человеческой деятельности особенно остро стал вопрос массового обучения ИТ-специалистов. Актуальной прикладной проблемой становится создание цифровой платформы, позволяющей организациям в режиме реального времени сообщать о потребности в специалистах, а ВУЗам реагировать на соответствующие требования и корректировать текущую программу обучения.

По этой причине появляется цель выбрать наиболее востребованную и современную методологическую базу для такой платформы и, в частности, для её подсистемы взаимодействия пользователя с навыками. Реализация ядра цифровой платформы развития навыков стала первым этапом на пути к ее созданию. Следующим этапом становится разработка подсистем, отвечающих за взаимодействие ВУЗов, студентов и работодателей, а также подключение таких микросервисов к ресурсу ядра.

Создание цифровой платформы управления навыками станет значительным шагом в глобальной задаче цифровизации образовательной сферы и поможет массовой подготовке востребованных ИТ-специалистов. Более того, в перспективе такая платформа позволит управлять навыками, применимыми не только в ИТ-сфере, но в любой сфере деятельности человека.

Список использованных источников

- [1] Сухомлин В. А., Зубарева Е. В., Якушин А. В. Методологические аспекты концепции цифровых навыков // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2017. Т. 13, № 2. С. 146-152. doi: <https://doi.org/10.25559/SITITO.2017.2.253>
- [2] Сухомлин В. А. Открытая система ИТ-образования как инструмент формирования цифровых навыков человека // Стратегические приоритеты. 2017. № 1(13). С. 70-81. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29432623> (дата обращения: 25.09.2021).
- [3] Сухомлин В. А. О подготовке специалистов в области информационных технологий // Педагогическая информатика. 2015. № 4. С. 25-39. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25615497> (дата обращения: 25.09.2021).
- [4] Sukhomlin V., Zubareva E., Namiot D. Multiplatform System of Digital Talents Development “Academy of OIT” // Modern Information Technology and IT Education. SITITO 2017. Communications in Computer and Information Science ; V. Sukhomlin, E. Zubareva (eds.). Vol. 1204. Springer, Cham, 2021. P. 3-13. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-78273-3_1
- [5] von Kinsky B. R., Miller C., Jones A. The Skills Framework for the Information Age: Engaging Stakeholders in Curriculum Design // Journal of Information Systems Education. 2016. Vol. 27, issue 1. P. 37-50. URL: <https://aisel.aisnet.org/jise/vol27/iss1/3> (дата обращения: 25.09.2021).
- [6] Сухомлин В. А., Зубарева Е. В. Новый этап международной стандартизации ИТ-образования // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2021. Т. 17, № 3. С. 697-723. doi: <https://doi.org/10.25559/SITITO.17.202103.697-723>
- [7] Bohlinger S. Qualifications frameworks and learning outcomes: Challenges for Europe’s lifelong learning area // Journal of Education and Work. 2012. Vol. 25, issue 3. P. 279-297. doi: <https://doi.org/10.1080/13639080.2012.687571>
- [8] Караваева Е. В. Квалификации высшего образования и профессиональные квалификации: «сопряжение с напряжением» // Высшее образование в России. 2017. № 12(218). С. 5-12. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30770719> (дата обращения: 25.09.2021).

¹² Computer Science Curricula 2013: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science (CS2013) / ed. by CORPORATE The Joint Task Force on Computing Curricula. ACM, New York, NY, USA, 2013. 518 p. doi: <https://doi.org/10.1145/2534860>

¹³ Cybersecurity Curricula 2017: Curriculum Guidelines for Post-Secondary Degree Programs in Cybersecurity (CSEC2017) / ed. by Joint Task Force on Cybersecurity Education. ACM, IEEE, AIS, IFIP, New York, NY, USA, 2017. 123 p. doi: <https://doi.org/10.1145/3184594>



- [9] Дрожжинов В. И. SFIA – система профессиональных стандартов в сфере ИТ эпохи цифровой экономики // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2017. Т. 13, № 1. С. 132-143. doi: <https://doi.org/10.25559/SITITO.2017.1.466>
- [10] Sukhomlin V., Zubareva E. Analytical Review of the Current Curriculum Standards in Information Technologies // Modern Information Technology and IT Education. SITITO 2018. Communications in Computer and Information Science ; V. Sukhomlin, E. Zubareva (eds.). Springer, Cham. 2020. Vol. 1201. P. 3-41. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-46895-8_1
- [11] Designing Computer Science Competency Statements: A Process and Curriculum Model for the 21st Century / A. Clear [и др.] // Proceedings of the Working Group Reports on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE-WGR '20). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2020. P. 211-246. doi: <https://doi.org/10.1145/3437800.3439208>
- [12] Modeling global competencies for computing education / S. Frezza, A. Pears, M. Daniels [и др.] // Proceedings of the 23rd Annual ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE 2018). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2018. P. 348-349. doi: <https://doi.org/10.1145/3197091.3205844>
- [13] Иванов В. Г., Кайбияйнен А. А., Мифтахутдинова Л. Т. Инженерное образование в цифровом мире // Высшее образование в России. 2017. № 12(218). С. 136-143. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30770736> (дата обращения: 25.09.2021).
- [14] Васецкая Н. О., Глухов В. В. Принципы организации системы образования при подготовке кадров в условиях цифровой экономики // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2018. Т. 11, № 2. С. 7-16. doi: <https://doi.org/10.18721/JE.11201>
- [15] Чучалин А. И. Инженерное образование в эпоху индустриальной революции и цифровой экономики // Высшее образование в России. 2018. Т. 27, № 10. С. 47-62. doi: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2018-27-10-47-62>
- [16] Miranda, J. The core components of education 4.0 in higher education: Three case studies in engineering education / J. Miranda [и др.] // Computers & Electrical Engineering. 2021. Vol. 93. Article number: 107278. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2021.107278>
- [17] Cybersecurity education: Evolution of the discipline and analysis of master programs / K. Cabaj, D. Domingos, Z. Kotulski, A. Respicio // Computers & Security. 2018. Vol. 75. P. 24-35. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cose.2018.01.015>
- [18] Germaine R., Richards J., Koeller M., Schubert-Irastorza C. Purposeful Use of 21st Century Skills in Higher Education // Journal of Research in Innovative Teaching. 2016. Vol. 9, issue 1. P. 19-29. URL: <https://www.nu.edu/wp-content/uploads/2018/11/journal-of-research-in-innovative-teaching-volume-9.pdf> (дата обращения: 25.09.2021).
- [19] Perifanou M., Economides A. A. Digital Skills for Building and Using Personal Learning Environments // Ninth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'21). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2021. P. 527-532. doi: <https://doi.org/10.1145/3486011.3486506>
- [20] Infusing Principles and Practices for Secure Computing Throughout an Undergraduate Computer Science Curriculum / J. R. S. Blair [и др.] // Proceedings of the 2020 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE '20). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2020. P. 82-88. doi: <https://doi.org/10.1145/3341525.3387426>
- [21] Sobel A., Parrish A., Raj R. K. Curricular Foundations for Cybersecurity // Computer. 2019. Vol. 52, no. 3. P. 14-17. doi: <https://doi.org/10.1109/MC.2019.2898240>
- [22] Модель цифровых навыков кибербезопасности 2020 / В. А. Сухомлин, О. С. Белякова, А. С. Климина, М. С. Полянская, А. А. Русанов // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2020. Т. 16, № 3. С. 695-710. doi: <https://doi.org/10.25559/SITITO.16.202003.695-710>
- [23] Архитектура и принципы разработки куррикулума для дисциплины «Кибербезопасность» / В. А. Сухомлин, О. С. Белякова, А. С. Климина, М. С. Полянская, Е. В. Зубарева, А. В. Якушин // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2020. Т. 16, № 4. С. 927-939. doi: <https://doi.org/10.25559/SITITO.16.202004.927-939>
- [24] Сухомлин В. А. Создание профиля «Кибербезопасность и искусственный интеллект» для направления подготовки ФИИТ на основе куррикулумного подхода // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2021. Т. 17, № 3. С. 724-734. doi: <https://doi.org/10.25559/SITITO.17.202103.724-734>
- [25] Secure Software Engineering Education: Knowledge Area, Curriculum and Resources / X. Yuan [и др.] // Journal of Cybersecurity Education, Research and Practice. 2016. Vol. 2016, no. 1. Article number: 3. URL: <https://digitalcommons.kennesaw.edu/jcerp/vol2016/iss1/3> (дата обращения: 25.09.2021).

Поступила 25.09.2021; одобрена после рецензирования 29.11.2021; принята к публикации 05.12.2021.

Об авторе:

Белякова Ольга Сергеевна, магистрант кафедры информационной безопасности факультета вычислительной математики и кибернетики, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова» (119991, Российская Федерация, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1743-6295>, osbelyakova@yandex.ru

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.



References

- [1] Sukhomlin V.A., Zubareva E.V., Yakushin A.V. Methodological Aspects of the Digital Skills Concept. *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie* = Modern Information Technologies and IT-Education. 2017; 13(2):146-152. (In Russ., abstract in Eng.) doi: <https://doi.org/10.25559/SITITO.2017.2.253>
- [2] Sukhomlin V.A. Open system of IT-education as a tool to enhance digital skills. *Strategicheskie priority* = Strategic Priorities. 2017; (1):70-81. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29432623> (accessed 25.09.2021). (In Russ., abstract in Eng.)
- [3] Sukhomlin V.A. About training of specialists in the field of information technologies. *Pedagogicheskaja informatika* = Pedagogical Informatics. 2015; (4):25-39. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25615497> (accessed 25.09.2021). (In Russ., abstract in Eng.)
- [4] Sukhomlin V., Zubareva E., Namiot D. Multiplatform System of Digital Talents Development "Academy of OIT". In: Sukhomlin V., Zubareva E. (eds.) Modern Information Technology and IT Education. SITITO 2017. *Communications in Computer and Information Science*. Vol. 1204. Springer, Cham; 2021. p. 3-13. (In Eng.) doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-78273-3_1
- [5] von Konsky B.R., Miller C., Jones A. The Skills Framework for the Information Age: Engaging Stakeholders in Curriculum Design. *Journal of Information Systems Education*. 2016; 27(1):37-50. Available at: <https://aisel.aisnet.org/jise/vol27/iss1/3> (accessed 25.09.2021). (In Eng.)
- [6] Sukhomlin V.A., Zubareva E.V. The New Stage of International Standardization of IT Education. *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie* = Modern Information Technologies and IT-Education. 2021; 17(3):697-723. (In Russ., abstract in Eng.) doi: <https://doi.org/10.25559/SITITO.17.202103.697-723>
- [7] Bohlinger S. Qualifications frameworks and learning outcomes: Challenges for Europe's lifelong learning area. *Journal of Education and Work*. 2012; 25(3):279-297. (In Eng.) doi: <https://doi.org/10.1080/13639080.2012.687571>
- [8] Karavaeva E.V. Kvalifikacii vysshego obrazovaniya i professional'nye kvalifikacii: "soprjazhenie s naprjazheniem" [Qualifications of Higher Education and Professional Qualifications: Harmonization with Efforts]. *Vysshiee obrazovanie v Rossii* = Higher Education in Russia. 2017; (12):5-12. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30770719> (accessed 25.09.2021). (In Russ., abstract in Eng.)
- [9] Drozhzhinov V.I. SFIA – the system of IT professional standards for the digital economy. *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie* = Modern Information Technologies and IT-Education. 2017; 13(1):132-143. (In Russ., abstract in Eng.) doi: <https://doi.org/10.25559/SITITO.2017.1.466>
- [10] Sukhomlin V., Zubareva E. Analytical Review of the Current Curriculum Standards in Information Technologies. In: Sukhomlin V., Zubareva E. (eds.) Modern Information Technology and IT Education. SITITO 2018. *Communications in Computer and Information Science*. Vol. 1201. Springer, Cham; 2020. p. 3-41. (In Eng.) doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-46895-8_1
- [11] Clear A., et al. Designing Computer Science Competency Statements: A Process and Curriculum Model for the 21st Century. *Proceedings of the Working Group Reports on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE-WGR '20)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA; 2020. p. 211-246. (In Eng.) doi: <https://doi.org/10.1145/3437800.3439208>
- [12] Frezza S., Pears A., Daniels M., et al. Modeling global competencies for computing education. *Proceedings of the 23rd Annual ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE 2018)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA; 2018. p. 348-349. (In Eng.) doi: <https://doi.org/10.1145/3197091.3205844>
- [13] Ivanov V.G., Kaybiyaynen A.A., Miftakhutdinova L.T. [Engineering Education in Digital World]. *Vysshiee obrazovanie v Rossii* = Higher Education in Russia. 2017; (12):136-143. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30770736> (accessed 25.09.2021). (In Russ., abstract in Eng.)
- [14] Vaseyskaya N.O., Glukhov V.V. The principles of organizing the educational system for personnel training in a digital economy. *St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics*. 2018; 11(2):7-16. (In Eng.) doi: <https://doi.org/10.18721/JE.11201>
- [15] Chuchalin A.I. [Engineering Education in the Epoch of Industrial Revolution and Digital Economy]. *Vysshiee obrazovanie v Rossii* = Higher Education in Russia. 2018; 27(10):47-62. (In Russ., abstract in Eng.) doi: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2018-27-10-47-62>
- [16] Miranda J., et al. The core components of education 4.0 in higher education: Three case studies in engineering education. *Computers & Electrical Engineering*. 2021; 93:107278. (In Eng.) doi: <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2021.107278>
- [17] Cabaj K., Domingos D., Kotulski Z., Respício A. Cybersecurity education: Evolution of the discipline and analysis of master programs. *Computers & Security*. 2018; 75:24-35. (In Eng.) doi: <https://doi.org/10.1016/j.cose.2018.01.015>
- [18] Germaine R., Richards J., Koeller M., Schubert-Iratorza C. Purposeful Use of 21st Century Skills in Higher Education. *Journal of Research in Innovative Teaching*. 2016; 9(1):19-29. Available at: <https://www.nu.edu/wp-content/uploads/2018/11/journal-of-research-in-innovative-teaching-volume-9.pdf> (accessed 25.09.2021). (In Eng.)
- [19] Perifanou M., Economides A.A. Digital Skills for Building and Using Personal Learning Environments. *Ninth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'21)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA; 2021. p. 527-532. (In Eng.) doi: <https://doi.org/10.1145/3486011.3486506>
- [20] Blair J.R.S., Chewar C.M., Raj R.K., Sobieski E. Infusing Principles and Practices for Secure Computing Throughout an Undergraduate Computer Science Curriculum. *Proceedings of the 2020 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE '20)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA; 2020. p. 82-88. (In Eng.) doi: <https://doi.org/10.1145/3341525.3387426>



- [21] Sobel A., Parrish A., Raj R.K. Curricular Foundations for Cybersecurity. *Computer*. 2019; 52(3):14-17. (In Eng.) doi: <https://doi.org/10.1109/MC.2019.2898240>
- [22] Sukhomlin V.A., Belyakova O.S., Klimina A.S., Polyanskaya M.S., Rusanov A.A. Cybersecurity Digital Skills Model 2020. *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie* = Modern Information Technologies and IT-Education. 2020; 16(3):695-710. (In Russ., abstract in Eng.) doi: <https://doi.org/10.25559/SITI-TO.16.202003.695-710>
- [23] Sukhomlin V.A., Belyakova O.S., Klimina A.S., Polyanskaya M.S., Zubareva E.V., Yakushin A.V. Architecture and Principles of Developing a Curriculum for the Academic Subject "Cybersecurity". *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie* = Modern Information Technologies and IT-Education. 2020; 16(4):927-939. (In Russ., abstract in Eng.) doi: <https://doi.org/10.25559/SITI-TO.16.202004.927-939>
- [24] Sukhomlin V.A. Creating a Profile "Cybersecurity and Artificial Intelligence" for the Direction of FIIT Training Based on the Curriculum Approach. *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie* = Modern Information Technologies and IT-Education. 2021; 17(3):724-734. (In Russ., abstract in Eng.) doi: <https://doi.org/10.25559/SITI-TO.17.202103.724-734>
- [25] Yuan X., Yang L., Jones B., Yu H., Chu B.-T. Secure Software Engineering Education: Knowledge Area, Curriculum and Resources. *Journal of Cybersecurity Education, Research and Practice*. 2016; 2016(1):3. Available at: <https://digitalcommons.kennesaw.edu/jcerp/vol2016/iss1/3> (accessed 25.09.2021). (In Eng.)

Submitted 25.09.2021; approved after reviewing 29.11.2021; accepted for publication 05.12.2021.

About the author:

Olga S. Belyakova, Master degree student of the Chair of Information Security, Faculty of Computational Mathematics and Cybernetics, Lomonosov Moscow State University (1 Leninskie gory, Moscow 119991, GSP-1, Russian Federation), **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-1743-6295>, osbelyakova@yandex.ru

The author has read and approved the final manuscript.

